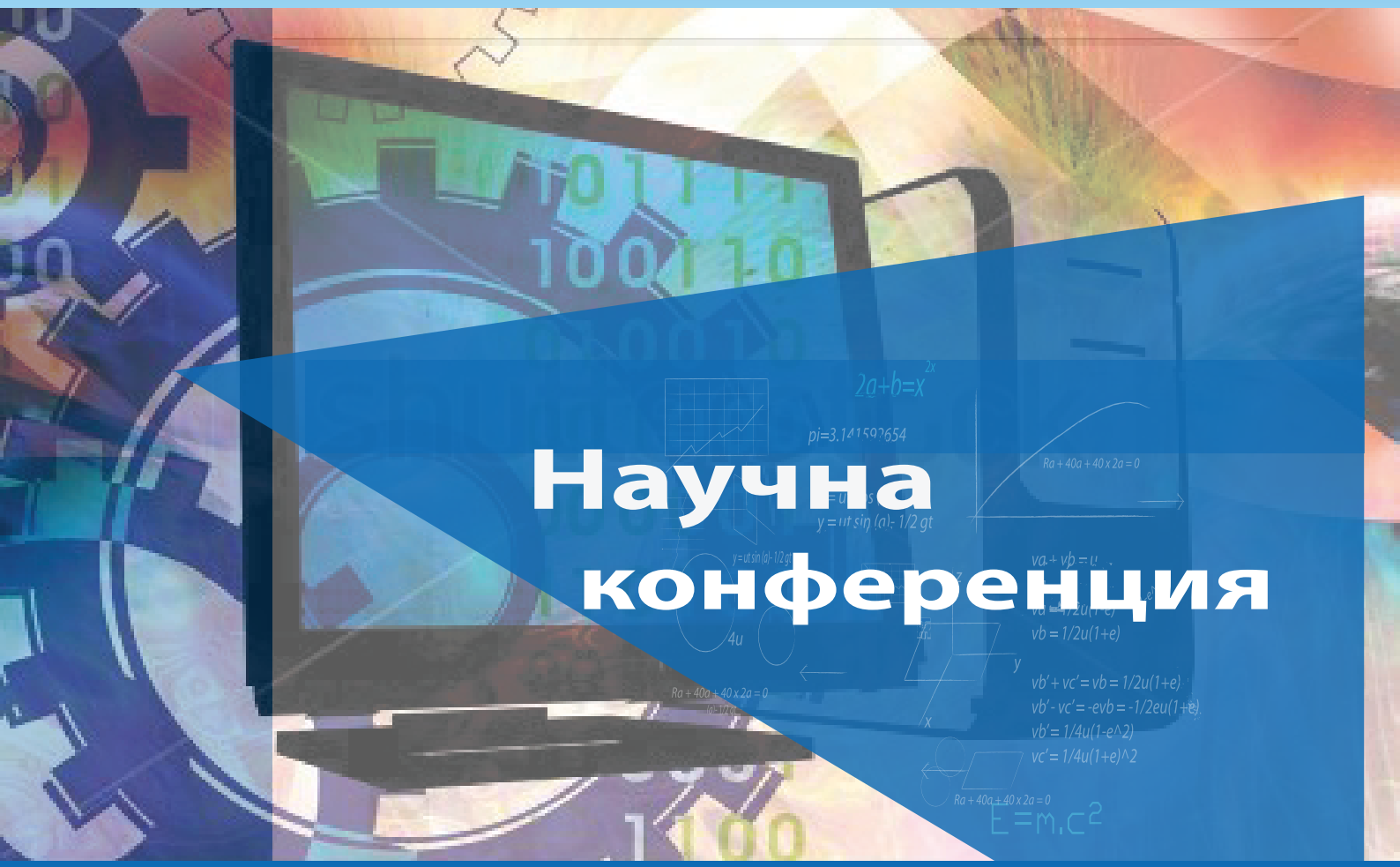
ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ
ЛОВЕЧ



Научна конференция

- Електротехника и електроенергетика
- Метрология и качество
- Автоматика и управляваща техника
- Комуникационна и компютърна техника
- Машиностроене и уредостроене
- Технологии в текстилното производство
- Икономика и управление
- Природни науки, математика, физика и информатика

TechCo ЛОВЕЧ

СБОРНИК ДОКЛАДИ

28 юни 2024

ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ
ЛОВЕЧ



НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ

СБОРНИК ДОКЛАДИ

TechCo ЛОВЕЧ

28 юни 2024

Конференцията се провежда със съдействието на:





















ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ
НАЦИОНАЛНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
TechCo-2024, Ловеч

С Б О Р Н И К Д О К Л А Д И

Университетско издателство „Васил Априлов“ Габрово

ISSN - 3033-1323

ОРГАНИЗАЦИОНЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ

доц. д-р инж. Никола Драганов

СЕКРЕТАР

доц. д-р инж. Милко Дочев

ТЕХНИЧЕСКИ СЕКРЕТАРИ:

гл. ас. д-р инж. Мадлена Жилевска
инж. Теменуга Пенкова

ПРОГРАМЕН КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛ

проф. д-р инж. Илия Железаров

ЧЛЕНОВЕ

проф. д-р инж. Анатолий Александров, *Технически университет – Габрово*
проф. д-р инж. Венцислав Вълчев, *Технически университет – Варна*
проф. д-р инж. Иван Евстатиев, *Русенски университет „Ангел Кънчев“*
проф. д-р инж. Николай Маджаров, *Технически университет – Габрово*
проф. д-р инж. Станимир Садинов, *Технически университет – Габрово*
доц. д-р инж. Александър Вучев, *Университет по хранителни технологии – Пловдив*
доц. д-р инж. Валентина Кукенска, *Технически университет – Габрово*
доц. д-р Диана Изворска, *Технически университет – Габрово*
доц. д-р инж. Димитър Спиров, *Университет по хранителни технологии – Пловдив*
доц. д-р инж. Ивайло Беловски, *Университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас*
доц. д-р инж. Красимир Друмев, *Технически университет – Габрово*
доц. д-р инж. Пламен Цанков, *Технически университет – Габрово*
доц. д-р инж. Светослав Иванов, *Технически университет – София, Филиал Пловдив*

НАУЧНИ НАПРАВЛЕНИЯ

- **Електротехника и електроника**
- **Комуникационна и компютърна техника**
- **Педагогика, икономика и управление**
- **Машиностроене**
- **Студентска**



ТЕХНИЧЕСКИ КОЛЕЖ – ЛОВЕЧ

гр. Ловеч, ул. „Д-р Съйко Съев“ 31
телефони: 0879 946 697, 0879 946 696
tklovech@mail.bg, www.tklovech.tugab.bg

C O N T E N T S

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И ЕЛЕКТРОНИКА

РЕАЛИЗИРАНЕ НА ФАЗОВО УПРАВЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ МИКРОКОНТРОЛЕР Z8 ENCORE F083A 15
Ангел Личев, Васил Михов
Университет по хранителни технологии - Пловдив

ИМПУЛСНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОНИЖАВАЩ ПРОМЕНЛИВОТОКОВ РЕГУЛАТОР 19
Светослав Иванов
Технически университет – София, филиал Пловдив
Янка Иванова
Тракийски университет – Стара Загора

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВОДА В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИЙНО ОТГЛЕЖДАНЕ 25
Димитър Трифонов
РУ „Ангел Кънчев“

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА МИКРОКЛИМАТА В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИЙНО ОТГЛЕЖДАНЕ 30
Димитър Трифонов
РУ „Ангел Кънчев“

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИЙНО ОТГЛЕЖДАНЕ ЗАХРАНВАНА С ФОТОВОЛТАИЧНА ИНСТАЛАЦИЯ 34
Димитър Трифонов
РУ „Ангел Кънчев“

ВЕРОЯТНОСТНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ПРИ ОПТИМИЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ МРЕЖИ 38
Антоанета Хинова
Технически колеж - Ловеч

СЪОБРАЖЕНИЯ ЗА ЗАЩИТА НА ОХРАНИТЕЛНИТЕ КАМЕРИ 43
Антоанета Хинова
Технически колеж – Ловеч

МЕТОДИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА МИКРОКЛИМАТА И НАМАЛЯВАНЕ КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ ПРИ СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ 49
Димитър Манков
Технически университет - София

ОПТОЕЛЕКТРОНЕН СЕНЗОР ЗА ИЗМЕРВАНЕ ДЕБЕЛИНАТА НА ХАРТИЯ 55
Генади Михайлов, Никола Драганов
Технически колеж – Ловеч

ИНФРАЧЕРВЕНА СЕНЗОРНА СИСТЕМА ЗА ВИДИМОСТ НА ВЪЗДУШНАТА СРЕДА..... 60
Никола Драганов, Генади Михайлов
Технически колеж – Ловеч
Петър Величков
Технически университет - Габрово

ИНТЕГРИРАН МОНИТОРИНГ НА БРЕМЕННОСТТА В РАЗЛИЧНИ ЗДРАВНИ УСЛОВИЯ С МРЕЖА ОТ БЕЗЖИЧНИ, ГЪВКАВИ И МЕКИ СЕНЗОРИ 65
Динко Динев
Технически университет - Габрово

ДВУКООРДИНАТНА СИСТЕМА ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ С ЦИФРОВО УПРАВЛЕНИЕ 71
Веселин Митев
Технически университет - Габрово

УПРАВЛЕНИЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЕЛЕКТРОДИХРАВЛИЧНА СЕРВО СИСТЕМА 77
Красен Костов, Константин Делчев, Веселин Митев
Технически университет - Габрово

КОМУНИКАЦИОННА И КОМПЮТЪРНА ТЕХНИКА

ИНТЕГРАЦИЯ НА АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОТПАДЪЦИТЕ В ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ ГРАДОВЕ..... 87
Николай Николов
Висше училище по телекомуникации и пощи, София

ПЕРСОНАЛЕН АСИСТЕНТ, СПЕЦИАЛИЗИРАН ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНИ 93
Иван Стоянов, Радой Дуковски
Институт по информационни и комуникационни технологии, БАН
Венета Табакова-Комсалова, Станимир Стоянов
ПУ „Паисий Хилендарски“

ИНТЕЛИГЕНТНА СИСТЕМА ЗА РАННО ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ЗАБОЛЯВАНИЯ ПРИ ЗЕЛЕНЧУКОВИ КУЛТУРИ..... 99
Венета Табакова-Комсалова, Станимир Стоянов, Ласка Костадинова-Цанкова
ПУ „Паисий Хилендарски“
Атанас Дуковски
Институт по информационни и комуникационни технологии, БАН

МЕХАНИЗЪМ НА ДЕЙСТВИЕ НА КОМПЮТЪРНА АТАКА „ОТКАЗ ОТ УСЛУГИ“. ОБЗОР И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ..... 105
Искрен Янков, Станимир Садинов
Технически университет – Габрово

УЧЕБНА ДЕМОНСТРАЦИОННА ПЛАТФОРМА ЗА IP-ВИДЕОПОТОЧНО ПРЕДАВАНЕ И МОНИТОРИНГ НА ТЕЛЕВИЗИОННО СЪДЪРЖАНИЕ..... 112
Михаил Ангелакис, Емануил Кипреос, Красен Ангелов
Технически университет – Габрово

УНИВЕРСАЛНА ИНТЕГРИРАНА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ В КОМУНИКАЦИИТЕ 117
Михаил Ангелакис, Пламен Ташев, Красен Ангелов
Технически университет – Габрово

СИСТЕМА ЗА ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА, БАЗИРАНА НА ТЕХНОЛОГИЯТА LORA IOT 123
Пламен Ташев
Технически университет – Габрово

РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБЕКТИ 129
Красен Ангелов
Технически университет – Габрово

ПЕДАГОГИКА, ИКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

ПОДХОД ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА ДИГИТАЛНО ДОСТЪПНИ УЧЕБНИ РЕСУРСИ 139
Латинка Тодоранова
Икономически университет – Варна

ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ РОЛЯ И ТЕНДЕНЦИИ В ГЛОБАЛНИЯ СВЯТ И ДИГИТАЛНАТА ОТЧЕТНОСТ 144
Полина Мишева

СЪВРЕМЕНИ КИБЕРАТАКИ В СЕКТОРА НА ЗДРАВЕОПАЗВАНЕТО. ПРАКТИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА ПРЕВЕНЦИЯ И ЗАЩИТА 148
Искрен Янков
Технически университет – Габрово

ЕФЕКТИВНИ РЕШЕНИЯ ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ В ХРАНИТЕЛНО-ВКУСОВАТА ПРОМИШЛЕНОСТ 154
Елена Метева

МЕТОДИКА ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА ЛИЙН В МИКРО-, МАЛКИ И СРЕДНИ ПРЕДПРИЯТИЯ 160
Зина Христова
Технически университет - София

МАШИНОСТРОЕНЕ

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОТВЪРДОСТТА И СТРУКТУРАТА НА РЕЗБОВИ ПОВЪРХНИНИ, ПОЛУЧЕНИ ЧРЕЗ ФОРМООБРАЗУВАНЕ С РЕЖЕЩО-ДЕФОРМИРАЩИ МЕТЧИЦИ 169
Христо Радев
Технически университет - Габрово

ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТТА НА РЯЗАНЕ ВЪРХУ ВЪРТЯЩИЯ МОМЕНТ ПРИ ФОРМООБРАЗУВАНЕ С РЕЖЕЩО-ДЕФОРМИРАЩИ МЕТЧИЦИ 176
Христо Радев
Технически университет - Габрово

МЕТОДИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ НА РЕЗБИ 182
Христо Радев, Христо Якимов
Технически университет - Габрово

ИЗПОЛЗВАНЕ НА WOP СИСТЕМИ ПРИ ОБРАБОТКА НА РЕЗБИ 188
Христо Якимов, Христо Радев
Технически университет – Габрово

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ И ПРЕДИМСТВА НА ДИАЛОГОВОТО ПРОГРАМИРАНЕ ЗА СЪСТАВЯНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ ПРОГРАМИ 192
Христо Якимов
Технически университет – Габрово

СТАНДАРТИ NEDC, WLTP, RDE И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ ПРИ ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ 198
Стефан Стойчев
Технически колеж – Ловеч

МЕТОДИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ВРЕДНИТЕ ЕМИСИИ ПРИ ТРАНСПОРТНАТА ТЕХНИКА 202
Стефан Стойчев
Технически колеж – Ловеч

ОПРЕДЕЛЯНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА ДВИЖЕНИЕ НА 6 ОСЕН МАНИПУЛАТОР 207
Станимир Йорданов, Георги Михалев
Технически университет -Габрово

СТУДЕНТСКА

РАЗРАБОТВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА МЕХАНИЧНА ОБРАБОТКА НА ВАЛ 217
Николай Ненов
Технически колеж – Ловеч

ЛАБОРАТОРЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНО РЕЛЕ 222
Верка Аркадиева, Милко Дочев
Технически колеж - Ловеч

МОДУЛ ЗА ТОЧКОВО ЗАВАРЯВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ЗА БАТЕРИИ 226
Цветозар Димитров, Милко Дочев
Технически колеж - Ловеч

СЪЗДАВАНЕ НА ГРАФИЧЕН ЕЛЕМЕНТ ЗА МАЛЪК И СРЕДЕН БИЗНЕС /ЛОГО/ 231
Биляна Костова, Мадлена Жилевска
Технически колеж - Ловеч

ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА КАПАЧКИ ЧРЕЗ ЛЕЕНЕ ПОД НАЛЯГАНЕ..... 236
Айчин Мехмедов, Анелия Цанова
Технически колеж - Ловеч

ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА КАПАЧКИ ЧРЕЗ ЛЕЕНЕ ПОД НАЛЯГАНЕ..... 241
Росица Александрова, Анелия Цанова
Технически колеж - Ловеч

СИНТЕЗИРАН МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ И КОНТРОЛ 245
Ралица Вълчева
Технически колеж - Ловеч

ЛАБОРАТОРЕН МОДЕЛ НА ФОТОСОЛАРНА СИСТЕМА ЗА ЕЛЕКТРОМОБИЛ..... 248
Цветан Младенов, Милко Дочев
Технисеки колеж - Ловеч

ИЗБОР НА ХИБРИДНА СИСТЕМА ЗА ЗАДВИЖВАНЕ НА АВТОМОБИЛ НАМАЛЯВАЩА ОТДЕЛЯНИТЕ ВРЕДНИ ЕМИСИИ 254
Павлина Михайлова, Стефан Стойчев
Технически колеж - Ловеч

ОРГАНИЗАЦИЯ НА ЛОКАЛНА МРЕЖА ЗА УЧЕБЕН КОМПЮТЪРЕН КАБИНЕТ 258
Даниела Стоева
Технически колеж - Ловеч

Сико Солар е на пазара за **фотоволтаични системи** от 3 години, през които натрупа солиден опит в продажбата на продукти за фотоволтаични системи и изграждането им.



Основен представител на SolarEdge за Балканския полуостров, включително и за Румъния, разполагащ със сървис център в България за цяла Европа.

Продуктовата **гаранция е 25 години** за оптимизаторите и 12 години на инвертори SolarEdge с опция за удължаване до 20/25 години. **Ако инвертора дефектира, SolarEdge го подменя незабавно.**



Представлява и производител за инвертори Sofar Solar на Българския пазар. Продуктовата **гаранция** на мрежовите инвертори е **10 години и 5 години** на хибридни инвертори Sofar. Сико Солар предлага и литиеви



батерии Amasstore, съвместими с хибридни инвертори Sofar от **2,5kW – 25kW,** които имат продуктова гаранция 10 години или **6000 цикъла на зареждане.**



Вносител на **панели висок клас – DAH Solar, Suntech**, включително и двулицеви панели с различна мощност и продуктова гаранция 12 години.

Пазарът за фотоволтаични системи е много динамичен и Сико Солар се стреми винаги да бъде **в крачка със съвременните иновации**, да предоставя **конкуретни цени и висококачествени продукти** чрез които да задоволи всички желания, нужди и изисквания на своите клиенти и сътрудници.

www.sicosolar.com | trade@sicosolar.com | +359 884 555 518

НАПРАВЛЕНИЕ 1

ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И ЕЛЕКТРОНИКА


COPA HYDROSYSTEM
GOLF hydrosystem

РЕАЛИЗИРАНЕ НА ФАЗОВО УПРАВЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ МИКРОКОНТРОЛЕР Z8 ENCORE F083A

REALIZATION OF A PHASE-SHIFT CONTROL BY A MICROCONTROLLER Z8 ENCORE F083A

Angel Lichev
University of Food Technologies
"Plovdiv"

Vasil Mihov
University of Food Technologies
"Plovdiv"

Abstract

A phase-shift control of a dual active bridge resonant converter operating above its resonant frequency is realized. For this purpose, a microcontroller Z8 Encore F083A is implemented, and a C programming language algorithm is developed.

Keywords: microcontroller, phase-shift control

ВЪВЕДЕНИЕ

Фазовото управление е отдавна известен и често използван метод за регулиране на процесите в системите с преобразователни устройства. При него превключването на полупроводниковите прибори се осъществява посредством дефазирани на определен ъгъл импулси [1].

В последните години все повече се поставя акцент върху повишаване енергийната ефективност на преобразувателните устройства. За целта, често се изисква превключването на силовите прибори да се осъществява при високи работни честоти. Удачен вариант в случая се явяват резонансните преобразуватели, при които както е известно е налице възможност за комутация при нулево напрежение (нулев ток). Това способства за намаляване на загубите при превключване и осигурява работа при повишена работна честота [2, 3].

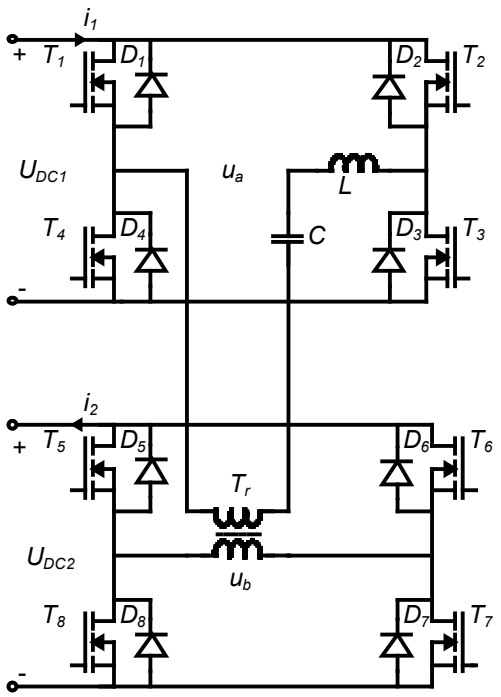
Ето защо, управляващите импулси към полупроводниковите ключове трябва не само да са със съответната амплитуда и честота, но и да са дефазирани на определен ъгъл.

В [4] бяха разгледани възможностите на микроконтролера Z8 Encore F083A за осъществяване на фазово управление при високи комутационни честоти.

Цел на настоящия труд е съответното управление да се приложи на практика, като се използва схемата на мостов последователно резонансен реверсивен DC-DC преобразувател.

ФАЗОВО УПРАВЛЕНИЕ

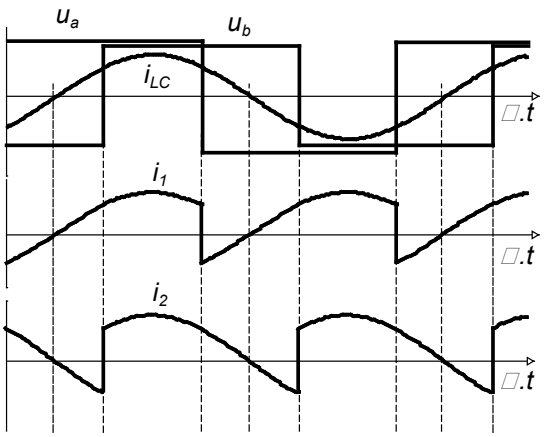
Схемата на преобразувателя е показана на Фиг. 1.



Фиг. 1. *Схема на преобразувателя*

Тя е съставена от две мостови инверторни стъпала $T_1 – T_4$ и $T_5 – T_8$, трансформатор T_r и резонансна верига LC. На фигурата не са изобразени драйверните схеми, осигуряващи мека комутация на транзисторите. Към изводите на инвертор $T_1 – T_4$ се подава постоянно напрежение U_{DC1}, а към изводите на $T_5 – T_8$ – напрежение U_{DC2}.

Тъй като преобразувателят работи при честота над резонансната токът през LC веригата i_{LC} изостава от напрежението на първия инвертор u_a (Фиг. 2).



Фиг. 2. *Основни напрежения и токове на преобразувателя*

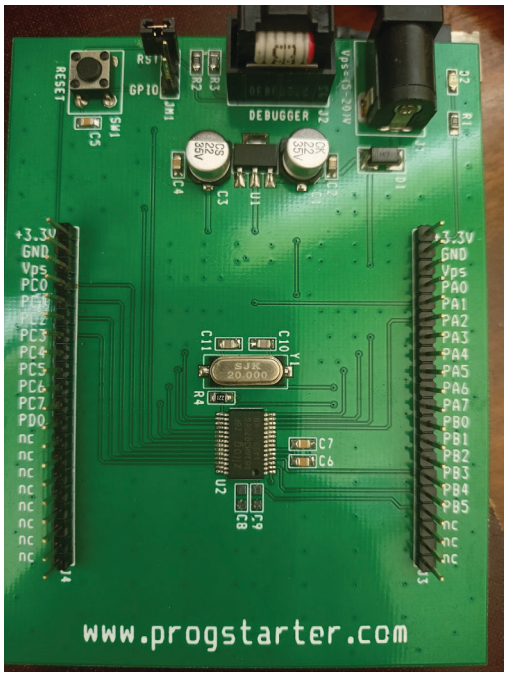
Импулсите към драйверните схеми на полупроводниковите ключове, генерирани от микроконтролера Z8 Encore F083A се подават с необходимата амплитуда и честота, така че напреженията на двата инвертора, съответно u_a и u_b са фазово отместени и с правоъгълна форма. Напрежението на изхода на преобразувателя е резултат от наслагването на напреженията на $T_1 – T_4$ и $T_5 – T_8$.

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ НА Z8 ENCORE F083A

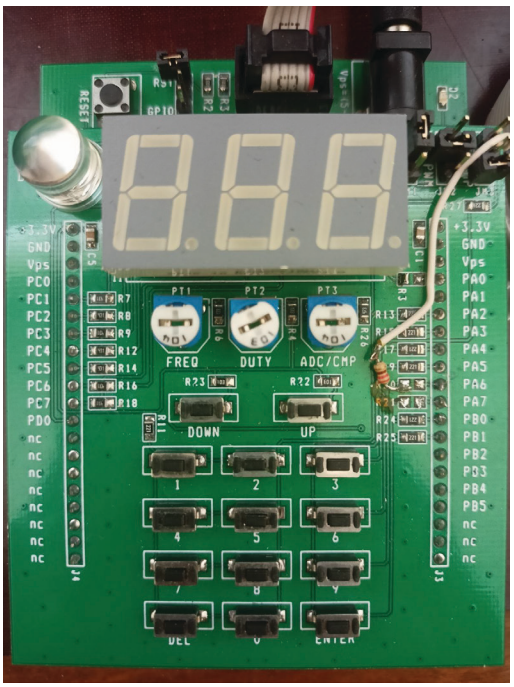
Основните характеристики на микроконтролера са [4, 5]:

- CPU eZ8 – 20 MHz
- осем канален 10B АЦП
- аналогов компаратор
- RAM – 256 B
- флаш памет – 8 kB
- 2 бр. 16 битови таймера
- 23 бр. изводи
- вътрешен прецизен генератор
- работно напрежение 3.6 V
- връзка с дебъгер

Основната платка - Z8Encore_MB01 (Фиг. 3) се предлага с допълнителна – Z8Encore_EB01(MB01) (Фиг. 4.). Това от една страна увеличава функционалността на изделието, от друга – позволява то да бъде използвано и за учебна цел в курсовете по вградени системи.

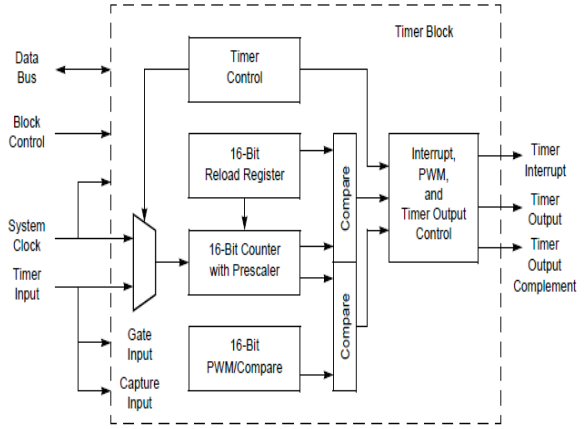


Фиг. 3. *Развойна платка* Z8Encore_MB01



Фиг. 4. *Развойна платка* Z8Encore_MB01(MB01)

Както е показано в [6] двата таймерни (Фиг. 5.) изхода позволяват генериране на дефазирани един от друг на определен ъгъл импулси.

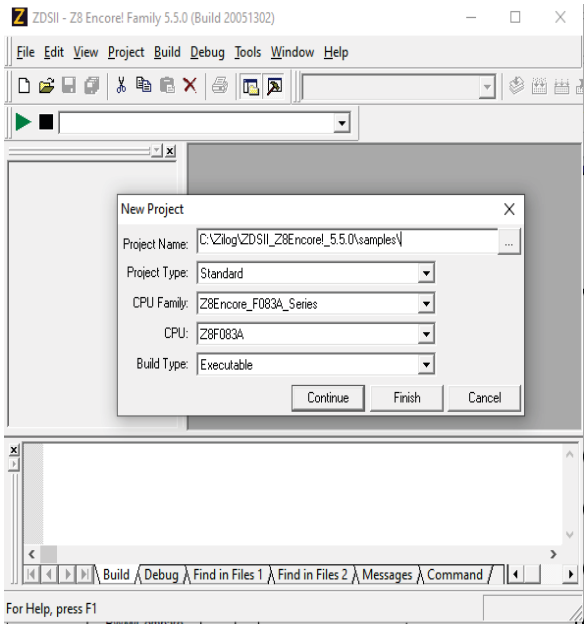


Фиг. 5. *Блокдиаграма на таймер на Z8 Encore F083A*

Съответните импулси се подават към драйверите на полупроводниковите ключове, като по този начин се извършва управлението на преобразувателя.

Развойната среда (Фиг. 6.) ZILOG DEVELOPER STUDIO II – ZDS II, е напълно безплатна. Използваният програмен език е "C". ZDS II съдържа:

- дебъгер
- текстов редактор
- симулатор
- компилатор



Фиг. 6. *Развойна среда Zilog Developer Studio II*

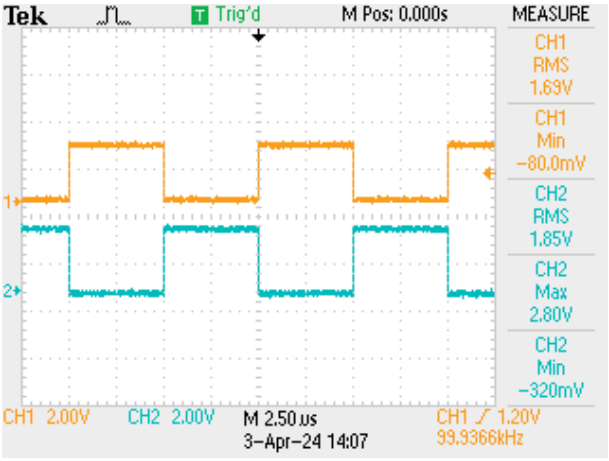
Управляващите импулси на изхода на микроконтролера се получават на база предложения в (5) и допълнен в (4) алгоритъм:

```
#include <ez8.h>
void main(void)
{
// Конфигурира се извод 1 като таймерен изход.
PAAF |= 1 << 1;
// Конфигурира се извод 7 като таймерен изход.
PAAF |= 1 << 7;
// Регистрите на първия таймер (извод 1) се нулират
T0H = 0x00;
T0L = 0x00;
// Импулсите на втория таймер се дефазират на определен ъгъл
T1H = 0xDD;
T1L = 0xDD;
// Зарежда се броячната стойност на Таймер 1
T0RH = 0x00;
T0RL = 0x32;
// Зарежда се броячната стойност на Таймер 2
T1RH = 0x00;
T1RL = 0x32;
// Задава се коефициент на запълване на Таймер 1 = 50%
T0PWMH = 0x00;
T0PWML = 0x19;
// Задава се коефициент на запълване на Таймер 2 = 50%
T1PWMH = 0x00;
T1PWML = 0x19;
// Задава се ШИМ сигнал само на един изход
T0CTL0 = 0x00;
// Разрешава се таймер с ниско начално ниво на импулса при едноизходен ШИМ сигнал
T0CTL1 = 0x9B;
// Задава се ШИМ сигнал само на един изход
T1CTL0 = 0x00;
// Разрешава се таймер с ниско начално ниво на импулса при едноизходен ШИМ сигнал
T1CTL1 = 0x9B;

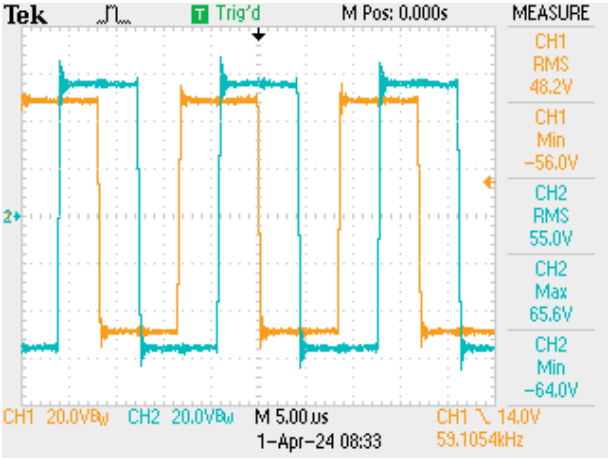
while (1);
}
```

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

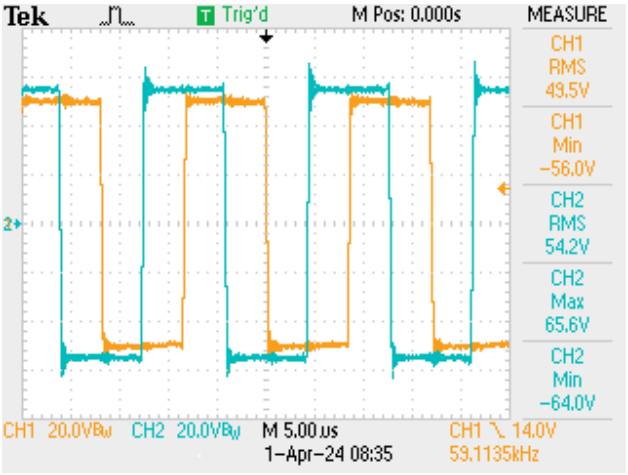
Пускането на преобразувателя (Фиг. 7) се осъществява при повишена честота – 100 kHz, след което тя се намалява до работната.



Фиг. 7. *Управляващи импулси на изхода на микроконтролера*



Фиг. 8. *Напрежението на инвертор T_1 – T_4 изпреварва това на* инвертор T_5 – T_8



Фиг. 9. *Напрежението на инвертор T_5 – T_8 изпреварва това на* инвертор T_1 – T_4

Това се прави с цел ограничаване на натоварването върху отделните компоненти.

В зависимост от избрания ъгъл на дефазиране между импулсите на таймерите на микроконтролера, напреженията на двата инвертора се получават дефазирани на съответния ъгъл (Фиг. 8 и Фиг. 9). По този начин се извършва управление на преобразувателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроконтролерът Z8 Encore F083A може успешно да се използва за реализиране на фазово управление в различни топологии преобразувателни устройства. Високата честота на управляващите импулси е предпоставка за повишаване ефективността на системата.

Нещо повече, развойните компоненти на микроконтролера го правят интересен вариант за внедряването му в лаборатории по вградени системи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kim, M., Rosekeit, M., Sul, S.-K. and R. De Doncker, W. A dual-phase-shift control strategy for dual-active-bridge DC-DC converter in wide voltage range, in 8th International Conference on Power Electronics - ECCE Asia, Jeju, Korea (South): IEEE, May 2011, pp. 364–371. doi: 10.1109/ICPE.2011.5944548.

[2]Yuan, Y., Tao, T., Huang, Y., Peng, N., Liu W. and Xing, G. A High-Gain Five-Bridge-Arms Bidirectional DC-DC Converter for Wide Range Applications, JESTPE, doi: 10.1109/JESTPE.2023.3324212.

[3] R. M. Reddy and M. Das, "Reconfigurable Resonant DC-DC Bidirectional Converter for Wide Output Voltage Applications," in IEEE TIA, doi: 10.1109/TIA.2023.3314010.

[4]Личев, А. Възможности на микроконтролера ZF083A за реализиране на фазово управление, Научни трудове на Съюза на учените - Пловдив. том XIX, Пловдив, България, 2021,стр.39-42, ISSN: 1311-9419.

[5] Petkov, D. Programming microcontrollers in C, Sofia, 2016 (Bg).

[6] Zilog, Inc. Z8 Encore F083A Series -Product Specification, 2012.

PULSE CONTROL OF A BUCK AC REGULATOR

ИМПУЛСНО УПРАВЛЕНИЕ НА ПОНИЖАВАЩ ПРОМЕНЛИВОТОКОВ РЕГУЛАТОР

Svetoslav Cvetanov Ivanov
Technical University of Sofia, branch Plovdiv
E-mail: etehsv@gmail.com

Yanka Nikolova Ivanova
Trakia University Stara Zagora
E-mail: yankakiss777@abv.bg

Abstract

In the proposed report, a pulse control circuit for a transistor AC regulator of a lowering type is designed and investigated. The adjustment of the output voltage value is carried out by the method of pulse width modulation. Experimental and simulation studies have been made of the main transducer parameters when operating with active load. Transients in the control of the powerful field transistor have been studied. The results of the research of transient processes are presented in graphical form. The designed transducer is designed to conduct laboratory exercises in the learning process.

Keywords: Buck converters, Pulse width modulation, Voltage control, Multisim simulation

INTRODUCTION

AC regulators are devices converting energy from the AC source (in most cases the grid) to the selected load [1]. The methods applied for the conversion of electrical energy in AC voltage supply are packet-pulse modulation method, phase-controlled method and width-pulse control method [2]. They depend on the characteristics of both the load and the switch elements used in the construction of the transformers [3]. These switch elements periodically switch load on and off to the power grid [4]. The power that is transmitted to the load depends not only on the duration of the switched state, or the ratio between the time of the on and the time of the off state, but also on the way the switching is performed [5].

Electronic AC converters are one of the commonly used devices in power electronics for controlling actuators and technological devices [6]. The experimental study of AC converters aims to consider practically the method of operation of these devices, observing the variations of electrical signals at different control points of electronic circuits. Since real measurements with an oscilloscope, voltmeter and spectrum analyzer, especially in high-voltage circuits, pose a danger to the work of students, as well as to the good working order of the measuring equipment used, it is appropriate to use the Multisim simulation software for the study and design of AC converters, which makes it possible to study AC converters operating by the three most commonly used control methods: the method of phase regulation, packet-pulse adjustment and pulse width modulation method [5].

AC converters are widely used in the field of industrial heating, control and dimming of lighting, as well as control and soft-start of motors and pumps [6].

The pulse width control method for converting electricity under AC power supply has recently been more and more widely applied in practice and has successfully replaced the old rheostat controls, both for small and larger capacities [7].

In this method, the load is switched on and off to the supply voltage repeatedly within one half-period. For one period, the percentage of time in the on state multiplied by the supply voltage gives the output volt-

age. At 100% switched on, the current is maximum and corresponds to a load connected directly to the power supply [8].

The switching frequency fc exceeds many times the frequency of the supply voltage. Usually, in order to avoid unpleasant sound effects, it is chosen to be higher than 20kHz.

At high switching frequency, energy losses decrease, compared to the use of series-connected resistors. To reduce electromagnetic interference, a low-pass filter is installed at the entrance of the electronic switch. This is extremely important due to the fact that large currents are switched at high frequency and interference in the form of electromagnetic waves negatively affects all electronic devices located nearby.

For switch elements, powerful MOSFET transistors are used, which switch large currents when operating at high frequencies.

The energy transmitted to the load in this method is changed by changing the ratio of the time *ti* during which the load is connected to the supply voltage to the switching frequency period *Tc = 1/fc*. This ratio is called the relative duration of the switched state, also the duty cycle (of the pulse) and is denoted by D. It is determined by the formula:

$$D = \frac{t_i}{T_c} = t_i . f_c \qquad (1)$$

Provided that the pulse Duty cycle D is unchanged within a given time interval, then by the input voltage U, the output voltage (mean and effective value) can be written:

$$U_{av} = D\frac{2\sqrt{2}}{\pi}U \qquad U_{rms} = \sqrt{D}U \quad (2)$$

The scope of application of the specified methods for converting electricity to AC power supply is different due to different output characteristics, noise levels, power factor, etc. Due to the significant degradation of the power factor in the phase-adjusted method, it is not suitable. The same applies to the method of pulse control – the relatively long periods in which the supply pulses are missing lead to inconsistency of the output voltage, which is not compatible with the majority of consumers. According to the discussed method of pulse width modulation (PWM) has indisputable advantages for the design of an AC regulator. It not only avoids deterioration of the power factor and distortion of the current shape, but also harmonic constituents are easily suppressed.

The aim of this paper is by the method of PWM regulation to design a simulation scheme for research in the Multisim product where the simulation study will be performed. Then design a laboratory mock-up of an AC regulator by the method already chosen, experimentally taking the regulator's output data.

Design of an AC regulator circuit

To turn on the selected transistor is required gate-source voltage Ugs, with a value of 12V as well as a charging current with a value of 2A, to operate at the selected frequency f = 20kHz to recharge the input capacitance of the transistor. The IRF 350 transistor was chosen as the switch element. The principal scheme of the designed regulator is shown in Fig. 1.

The SG 3524 integrated circuit was chosen as the pulse width-modulated generator. It generates pulses with a frequency f = 20kHz with the possibility of adjusting the duty cycle D, with the potentiometer P1.

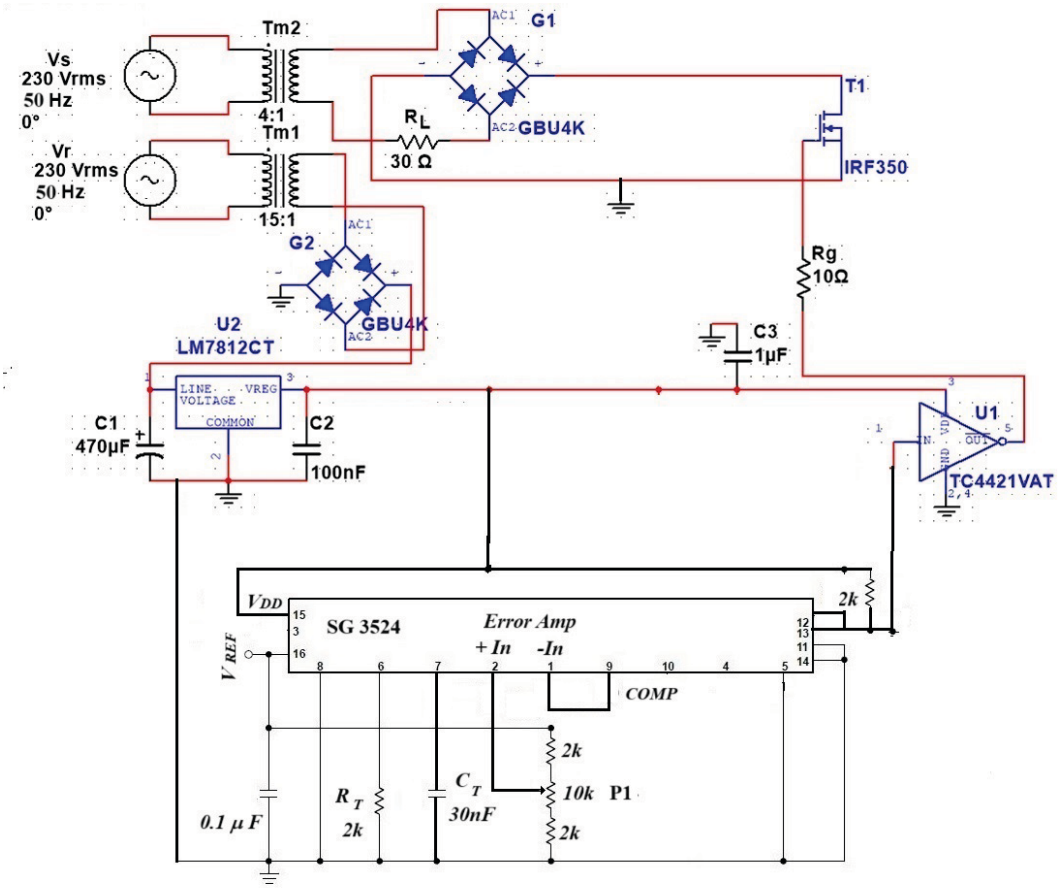


Fig.1. *Principle scheme of the designed AC regulator*

Microchip Technology integrated circuit TC4421 was chosen for the driver circuit. The circuit is designed to control MOSFET and IGBT transistors with a maximum charging current Ipeak = 9A. The supply voltage for the circuit of PWM and the driver circuit is 12V. The supply voltage for the integral stabilizer LM7812 is provided with a transformer Tm1 for printing assembly ANG 230V / 15V, with an output voltage of 15V AC. The load supply voltage RL (30 Ω) is provided by a lowering mains transformer Tm2 with an output voltage of 60V AC. The output voltages of the transformers are bridge rectifiers G1 and G2 (GBU4K).

Simulation research of the AC regulator

The simulation research is performed in a Multisim environment, by the composite equivalent scheme shown in Fig. 2. The input AC voltage is AC_POWER V1, and the key transistor is controlled by the output signal Pulse Voltage V2. The resistor RL represents the active load of the regulator. The control pulses have a repetition period of 50μs (f = 20kHz), i.e. 200 pulses correspond to each half-period of the input voltage. The fill factor is equal to D = 50%, that is, the pulse width is 25μs. The duration of the generated pulses, respectively the fill factor, are regulated by the settings of the Pulse Voltage V2 signal. With channel A of the XSC1 oscilloscope, the control signal for the transistor V2 is monitored, and with channel B the voltage on the load R_L is monitored.

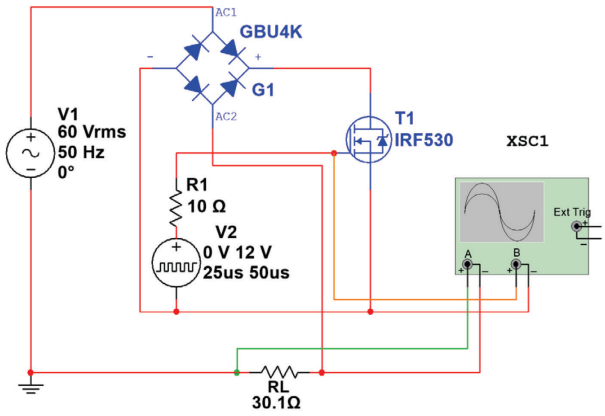


Fig. 2. *Equivalent scheme for the study of the AC regulator*

Figure 3 presents an oscillogram showing the voltage on the green R_L active load, as well as the orange color control pulses for one period of the voltage V_{RL} on the load.

Figure 4 shows the V2 control pulses together with a quarter period (12.5μs, π/2) of the V_{RL} voltage.

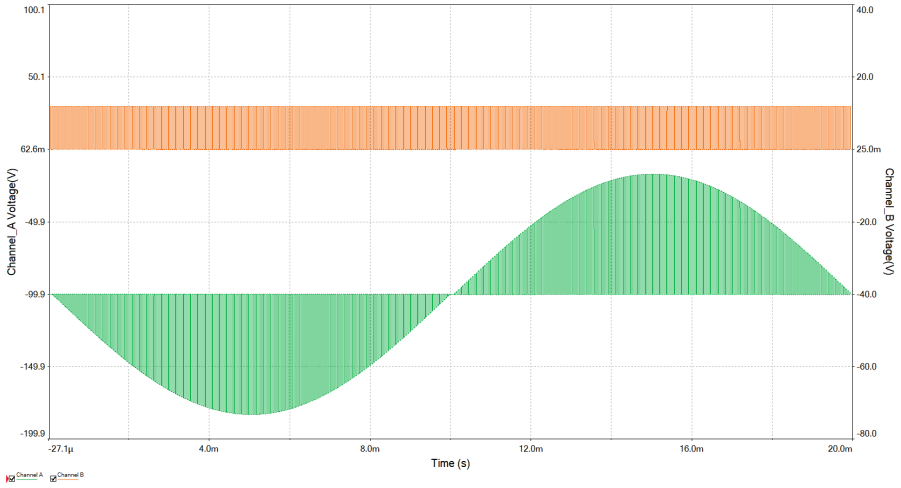


Fig. 3. *Oscillogram of the voltage on the active load R_L and of the control pulses*

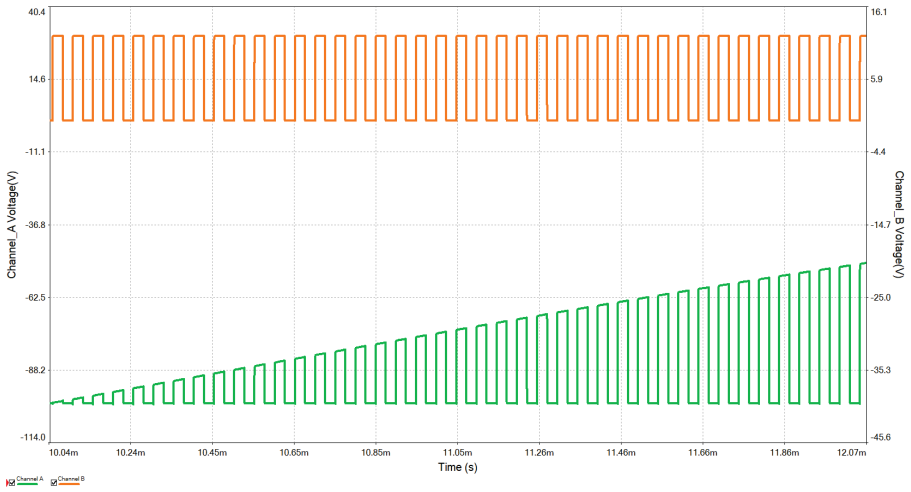


Fig. 4. *Oscillogram of V2 control pulses for a quarter period (12.5μs, π/2) of the V_{RL} voltage*

Experimental research of the AC regulator

The experimental results of the laboratory study are shown in the following figures 5, 6 and 7. The results of the measurements of the output voltage and current through the load, as well as the efficiency in function of the fill factor of the control pulses, are shown in graphical form, with the fill factor varying from 14% to 80%.

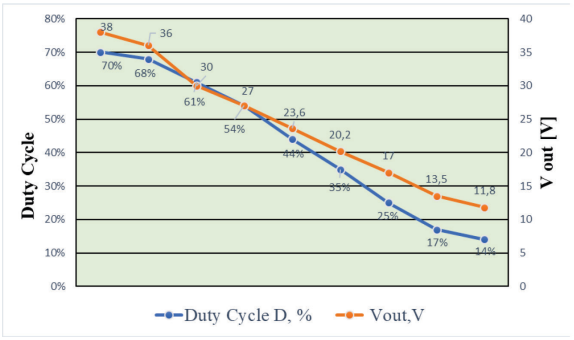


Fig. 5. *Dependence of output voltage Vout on Duty cycle D*

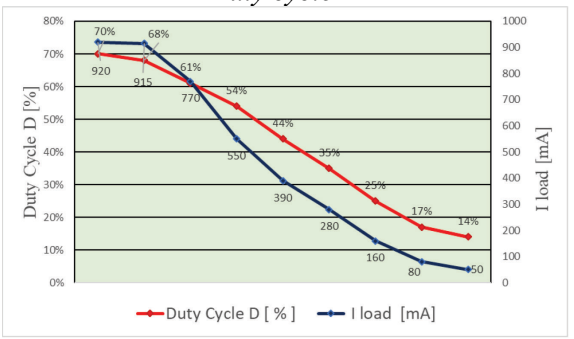


Fig. 6. *Dependence of load current I load on Duty cycle D*

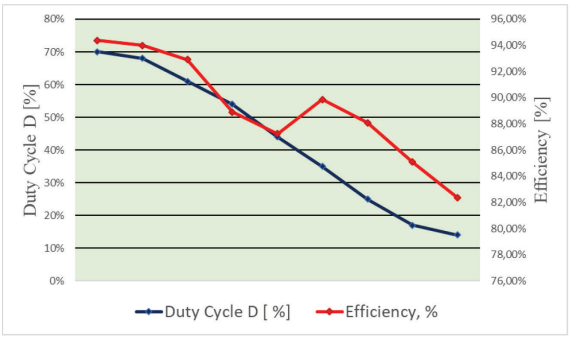


Fig. 7. *Dependence of Efficiency on Duty cycle*

On the next two Oscillograms (Fig.8 and Fig. 9) the shape of the AC voltage on the active load at the control pulse duty cycle D = 50% and the frequency of the control pulses f = 20 kHz is shown.

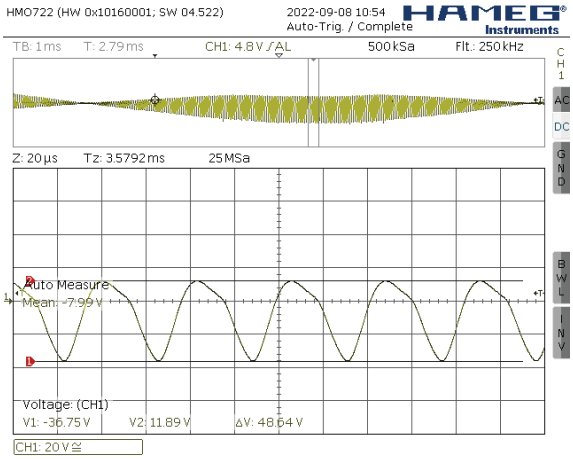


Fig. 8. *Oscillogram of the amplitude values of the voltage on the load at D = 50%*

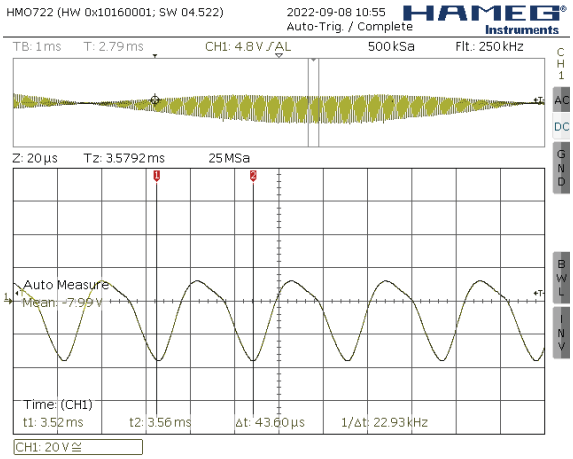


Fig. 9. *Oscillogram for determining the period of control pulses at D = 50%*

The flow of a negative current through the load is due to its inductance, since a wired rheostat was used as a load in the experiments made.

CONCLUSION

The results of the research of the designed regulator confirm the analysis made in the introduction of the article that the AC regulator with pulse width modulation has a relatively high efficiency compared to the other methods considered. With increasing the duty cycle of the control pulses, the efficiency of the regulator also increases.

The designed and studied AC regulator is designed to supply active low-voltage loads with a value of up to 60V and a max-

imum current of up to 2 A. The control scheme allows to smoothly adjusting the effective value of the AC voltage on a load with power consumption up to 120 W. The device is supplied with an alternating voltage with a value of 60V, and a frequency of 50Hz. The control of the regulator is by the method of pulse width modulation, and in the studies the frequency of the control pulses is 20kHz. Duty cycle can be adjusted in the range of 10 to 90%.

REFERENCES

[1] Castilla M., L. Garcia, de Vicuna, J. M. Guerrero et al., "Simple Low-Cost Hysteretic Controller for Single-Phase Synchronous Buck Converters", *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 22, no. 4, pp. 1232-1241, April 2007.

[2] Li P. G., J. Y. Hung and R. M. Nelms, "Design and implementation of sliding mode fuzzy controllers for a Buck converter", *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, pp. 1081-1087, July 2006.

[3] M. Ferdowsi and A. Emadi, "Pulse regulation control technique for integrated high-quality rectifier-regulators", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 52, no. 1, pp. 116-124, February 2005.

[4] Makky A-R A. M., N. A. Ahmed, and E. H. El-Zohri, "Supply Power Factor Improvment with Single-Phase AC Voltage Converter," IEMDC2003, vol. 2, pp. 863-868, June 2003.

[5] Nabil A. Ahmed, K. Amei and M. Sakui, "A New Configuration of Single-Phase Symmetrical PWM AC Chopper Voltage Controller", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 46, no. 5, pp. 942-952, Oct. 1999.

[6] Jianping Xu, Ming Qin, Jinping Wang and Guohua Zhou, "Multi Pulses Regulation — A novel control technique for buck converter in discontinuous conduction mode," 2009 IEEE 6th International Power Electronics and Motion Control Conference, Wuhan, 2009, pp. 491-494, doi: 10.1109/IPEMC.2009.5157437.

[7] Introuction to Buck converter. Ned Mohan, Tore Undeland, William Robbins, “Power Electronics: Converters, Applications, and Design”, 3rd Edition, WileyK. M.

[8] Ioannidis G., A. Kandians, and S.N.Manians, “Novel control design for the buck converter” IEE Proceedings: Electric Power Applications, Vol.145, No.1, January 1998, pp.411-417.

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА ЕФЕКТИВНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВОДА В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИИНО ОТГЛЕЖДАНЕ

ELECTRONIC SYSTEM FOR EFFECTIVE USE OF WATER IN GREENHOUSE INSTALLATION

Dimitar Trifonov
University of Ruse "Angel Kunchev"

Abstract
The paper examines the irrigation system in a greenhouse growing facility. The goal is to reduce irrigation costs and consider the possibility of water reuse. A management algorithm and a water reuse algorithm are proposed. A structural diagram of an electronic system using the proposed algorithms was developed

Keywords: water reuse, irrigation, greenhouse

ВЪВЕДЕНИЕ

Ефективното управление на процесите е тенденцията в развитието на селското стопанство, което води до увеличаване производителността и качеството на произвежданата продукция [2]. Растящата необходимост от земеделски продукти увличане консумацията на питейна вода в световен мащаб. В общия случай използвана вода за поливане на земеделска продукция няма възможност за повторно използване [4]. Оранжерийните инсталации набират все по-голяма популярност ниската си цена за изграждане и възможността за прецизен контрол [1]. Те имат няколко пъти по висок добив и по-ниска консумация на вода за полива в сравнение с традиционните начини на отглеждане [3]. Предизвикателствата пред тях са [5]:

- Прецизния контрол на процеса на поливане;
- Ефективното използване на водата за поливане;
- Възможност за повторно използване на водата за поливане;

Съществуват редица решение за реализиране на напояване в оранжерийни инсталации :

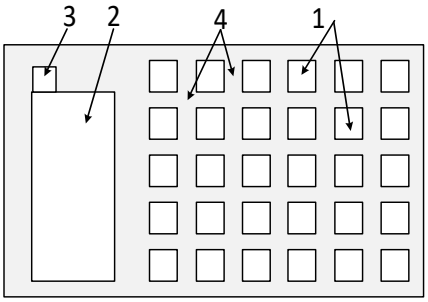
- Капково напояване;
- Напояване чрез водна мъгла;
- Напояване чрез пръскачки на покрива на оранжерията;
- Напояване чрез потапяне на растения във вода.

Съществен недостатък на повечето от тук изброените е това, че водата се просмуква в почвената покривка и не може да бъде използвана отново. Целта на този доклад е да се предложи начин за използването на просмукващата се вода в почвата и повторното и използване за напояване.

ИЗЛОЖЕНИЕ

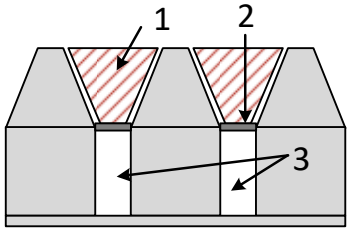
Управление на инсталациите за оранжерийно отглеждане на земеделски култури е свързано с оптимизиране на разходите и решаване на ключови проблеми, като един от тях е набавянето на вода за поливане. Частично решение на този проблем е чрез намаляване на разходната норма на вода за поливане, което в различни ситуации би повлияло негативно на добивите. Друго решение на поставения проблем икономия е чрез повторно използване на дренираната вода в почвата, тук приложимостта е ограничена от конструкцията на оранжерийната инсталация. На фиг. 1 е представен пример за

оранжерийна инсталация даваща възможност за повторно използване на водата.



***Фиг. 1** Изглед на оранжерията отгоре*

Пода на инсталацията е разделен на клетки за отглеждане (1), съд за съхранение и обработване на водата (2) и система за филтруване на водата за поливане (3). Клетките са разделени помежду си посредством хоризонтални греди фиг. 1 (4) осигуряващи достъпа в цялата инсталация.

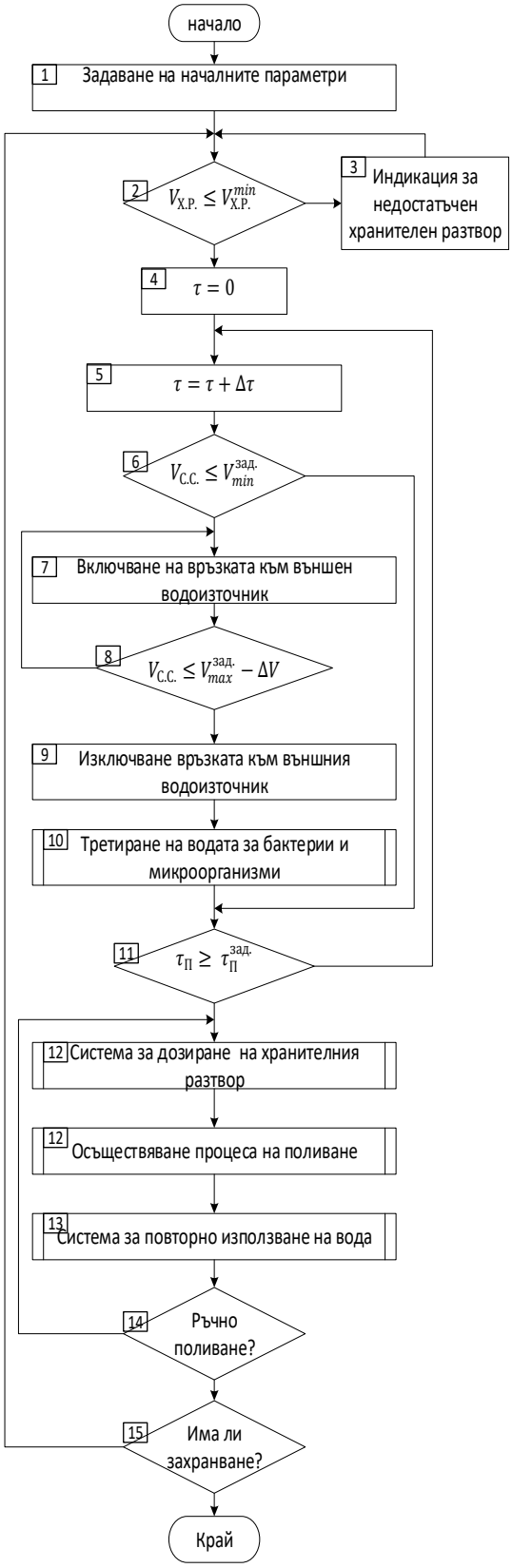


***Фиг. 2** Изглед в страни на клетки отглеждане*

Клетката (фиг. 2) е изградена на няколко нива (1) представлява почва или почвен субстрат , дъното на клетката (2) представлява фина метална мрежа през която се просмуква остатъчната влага след поливане, (3) представлява свързващ канал между отделните клетки за отглеждане.

За предложената инсталация се дефинират следните критерии за управление за електронна система за ефективно използване на вода в инсталация за оранжерийно отглеждане:

- Намаляване разходите за вода за поливане;
- Ефективно използване на водата в зависимост от отглежданите култури;
- Повторно използване и безопасно съхранение на вода за поливане.



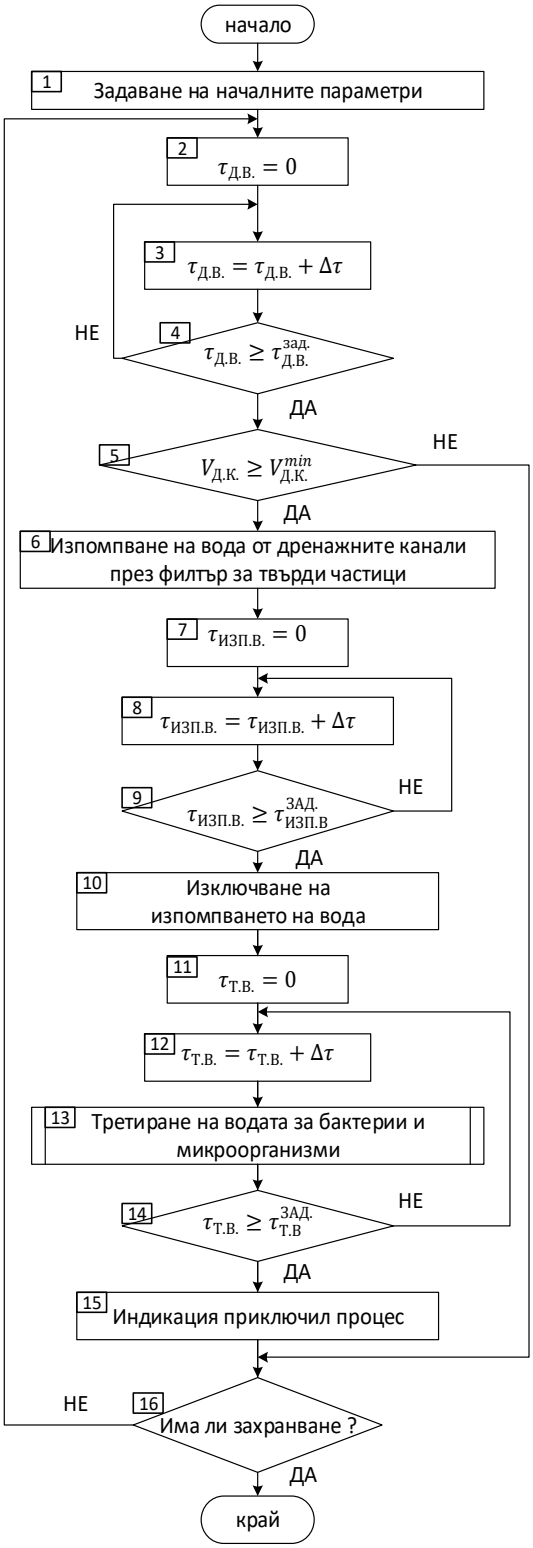
***Фиг. 3** Алгоритъм за работа е система за ефективно използване на водата в инсталация за оранжерийно отглеждане*

За предложената структура на инсталацията е разработен алгоритъм за работа, даващ възможност за реализиране на предложените критерии за управление. Обобщения алгоритъм за работа е система за ефективно използване на водата е на фиг. 3, началните параметри на процеса се задават в блок 1:

- $V_{\text{X.P.}}^{min}$ - минимален обем на хранителен разтвор (течна тор);
- $\tau_{\text{П}}$ - период между отделните поливания;
- $V_{C.C.}^{max}$ - максимален обем на съда за съхранение на вода;
- $V_{C.C.}^{min}$ - минимален обем на съда за съхранение на вода;

Правилната работа на система се осигурява чрез блок 2, където се проверява дали при стартиране на процеса на поливане има достатъчно хранителен разтвор $V_{\text{X.P.}}^{min}$, ако е изпълнено условието се извежда индикация към основния панел на програмата (блок 3).

Следенето на момента за поливане се осъществява от блок 4,5 и 11, а в блок 6 се проверява дали водата в съда за съхранение е достатъчна за осъществяване на процеса $V_{C.C.}^{min}$. Ако не е изпълнено това условие започва допълване на от външен източник (блок 7). Този процес продължава докато се изпълни условието от блок 8 (, т.е. да се достигне максимален обем на съда за съхранение ($V_{C.C.}^{max}$). Третирането за бактерии и микроорганизми на водата в съда за съхранение се осъществява от подпрограмата в блок 10, при изпълнение на условието от блок 11 се осъществява подпрограмата за реализиране на хранителен разтвор за поливане (блок 12). Самият процес на поливане се осъществява в подпрограмата на блок 13, след което се осъществява процеса по повторно използване на отпадната вода (блок 14). При отпадане на захранването (условието то блок 15) се прекратява изпълнението на алгоритъма, в противен случай алгоритъма се връща в блок 2. Обема на водата в съда за съхранение на вода за поливане е ключово в инсталацията, като то се проследява от блокове 4 и 6.



Фиг. 4 *Алгоритъм на подпрограмата за повторно използване на водата за поливане*

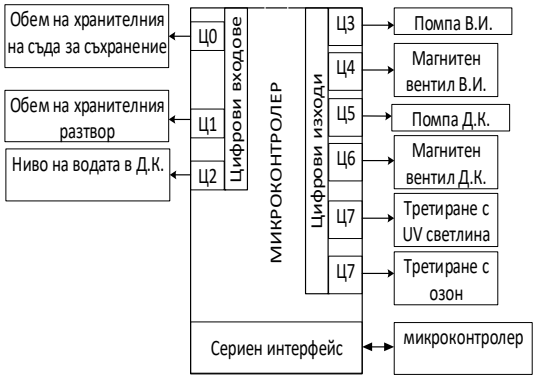
При ниво по малко от необходимия минимум алгоритъма спира отброяването до следващото поливане и осъществява индикация за ниско ниво, както и допълване до максимално ниво (блок 5 и 6). При достигане на максималното ниво се затваря връзката към външния водоизточник и се осъществява подпрограма за третиране на водата в съда (блок 8) . Блок 10 осъществява процеса на поливане при изпълнено условие в блок 9. Повторното използване на водата се осъществява посредством блокове от 11 до 13, а след изтичане на необходимото време за този процес се осъществява проверка за захранващо напрежение. При наличие на захранване алгоритъма се зацикля през блок 2.

На Фиг. 4 е представен алгоритъма на подпрограмата за повторно използване на водата за поливане. Основните параметри (блок 1) на процеса се вземат от основния алгоритъм фиг. 3, а те са:

- $\tau_{\text{Д.В.}}$ - време за изпомпване на отпадната след процеса на поливане вода;
- $\tau_{\text{Т.В.}}$ - време за третиране на водата;
- $V_{\text{Д.К.}}^{min}$ – минимален обем на водата в канала за дрениране.

След процеса на поливане от фиг.3 отнема известно време на водата да премине през почвената покривка до каналите, това време се проследява чрез блок от 2 до 4, а в блок 5 се осъществява проверка за минимален обем на водата $V_{\text{Д.К.}}^{min}$. Прави се с цел защита на дренажната помпа от работа без течност, ако има течност в дренажния канал (изпълнено условие блок 5) се осъществява изпомпването на водата през филтърна система за твърди частици (блок 6). Процеса на изпомпване на водата в съда на съхранение се осъществява от блок 7 до 10. Третирането на водата в съда за съхранение се осъществява посредством блокове от 11 до 14. След изтичане времето за третиране на водата в съда за съхранение се индикира за приключен процес (блок 15), ако условието в блок 16 е изпълнено се прекратява подпрограмата. Ако отпадне захранването след изтичане не определено време от блок 4 се осъществява проверката за минимален обем на водата в дренажния канал ($V_{\text{Д.К.}}^{min}$).

На фиг. 5 е представен структурната на електронна сиситема за ефективно използване на вода. Задаването на началните параметри към контролера се осъществява посредством i2C комуникация с персонален компютър. Към цифрови входове се подава информацията за обема на водата в съда за съхранение (Ц0),обема на хранителния разтвор (Ц1) и нивото на водата в дренажния канал (Ц2).



***Фиг. 5** структурната на електронна система за ефективно използване на вода*

Посредством цифрови изходи се контролира процеса на допълване с вода на съда за съхранение, Ц3 отговаря за помпа за изпомпване на водата от външния източник, а Ц4 контролира магнитен вентил. Процеса на връщане на водата в съда за съхранение от дренажния канал се осигурява от Ц5 и Ц6, а третирането на водата се осъществява от Ц7 и Ц8. Предвидени са индикации за ниско ниво: на хранителен разтвор (Ц9), недостатъчна вода в съда за съхранение на вода (Ц10) и недостатъчна вода в дренажния канал (Ц11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирани са основните фактори влияещи върху ефективното използване на вода в инсталация за оранжерийно отглеждане. Предложена е конструкция даваща възможност за повторна употреба на водата за поливане.

Предложен е алгоритъм за осъществяващ процеса на поливане и даващ възможност за ефективно използване на водата в зависимост от отглежданото в инсталацията.

Разработена е подпрограма осъществяваща безопасното използване на отпадната от процеса на поливане вода.

Разработена е структурна схема на електронна система за управление използваща предложения алгоритъм за ефективно използване на водата в инсталация за оранжерийно отглеждане.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото изследване е подкрепено по договор с 2024–ЕЕА-02 “Разработване и изследване на фотоволтаична система, захранваща сензорни устройства в оранжерии.”, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Aznar-Sánchez, J. A., Velasco-Muñoz, J. F., López-Felices, B., & Román-Sánchez, I. M. (2020). An analysis of global research trends on greenhouse technology: towards a sustainable agriculture. International journal of environmental research and public health, 17(2), 664.

[2] Bland, R., Ganesan, V., Hong, E., & Kalanik, J. (2023). Trends driving automation on the farm.

[3] Czyzyk, K. A., Bement, S. T., Dawson, W. F., & Mehta, K. (2014, October). Quantifying water savings with greenhouse farming. In IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC 2014) (pp. 325-332). IEEE.

[4] Hooda, P. S., Edwards, A. C., Anderson, H. A., & Miller, A. (2000). A review of water quality concerns in livestock farming areas. Science of the total environment, 250(1-3), 143-167.

[5] Kabeel, A. E., & El-Said, E. M. (2015). Water production for irrigation and drinking needs in remote arid communities using closed-system greenhouse: A review. Engineering Science and Technology, an International Journal, 18(2), 294-301.

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА МИКРОКЛИМАТА В ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИИНО ОТГЛЕЖДАНЕ

ELECTRONIC SYSTEM FOR ENSURING MICROCLIMATE IN A GREENHOUSE

Dimitar Trifonov
University of Ruse "Angel Kunchev"

Abstract

An installation for ensuring the microclimate in a greenhouse was examined. The aim of the report is the effective management of the microclimate, using the possibilities of importing energy from the environment. An algorithm has been developed that enables the control of temperature and relative humidity in the installation for greenhouse cultivation. A structural diagram of an electronic control system using the proposed algorithm is proposed.

Keywords: greenhouse, microclimate, environment

ВЪВЕДЕНИЕ

Увеличаването на населението в световен мащаб води със себе си повишаването консумацията на хранителни продукти. Конкуренцията от друга създава необходимост от оптимизиране на разходите и повишаване на качеството на произведената продукция. Начин за постигане на тези цели е автоматизацията на процесите по отглеждане, чрез създаването на оптимални условия за развитие на земеделски култури [4]. Постижимо единствено в инсталации за оранжерийно отглеждане. Те са изолирани от външни въздействия еко системи, което създава възможност за прецизен контрол на средата [5]. Управлението на такава инсталация поражда редица задачи [1], като една от тях е прецизния контрол на микроклимата, т.е :

- Поддържането на оптимална температура в зависимост от отглежданата култура [3];
- Поддържането на оптимална относителна влажност за да се намали възможността от развитие на гъбички и микроорганизми.
- контрол на съдържанието на въглероден диоксид в инсталациите [2].

ИЗЛОЖЕНИЕ

За прецизно и ефективно управление ще въведем следните критерии за управление:

- Поддържане на оптимални параметри на микроклимата;
- Понижаване на разходите на енергия за поддържане на микроклимата;

За постигане на заложените критерии за управление е реализиран алгоритъм за управление на микроклимата в инсталация за оранжерийно отглеждане. Обобщения алгоритъм е показан на фиг. 1:

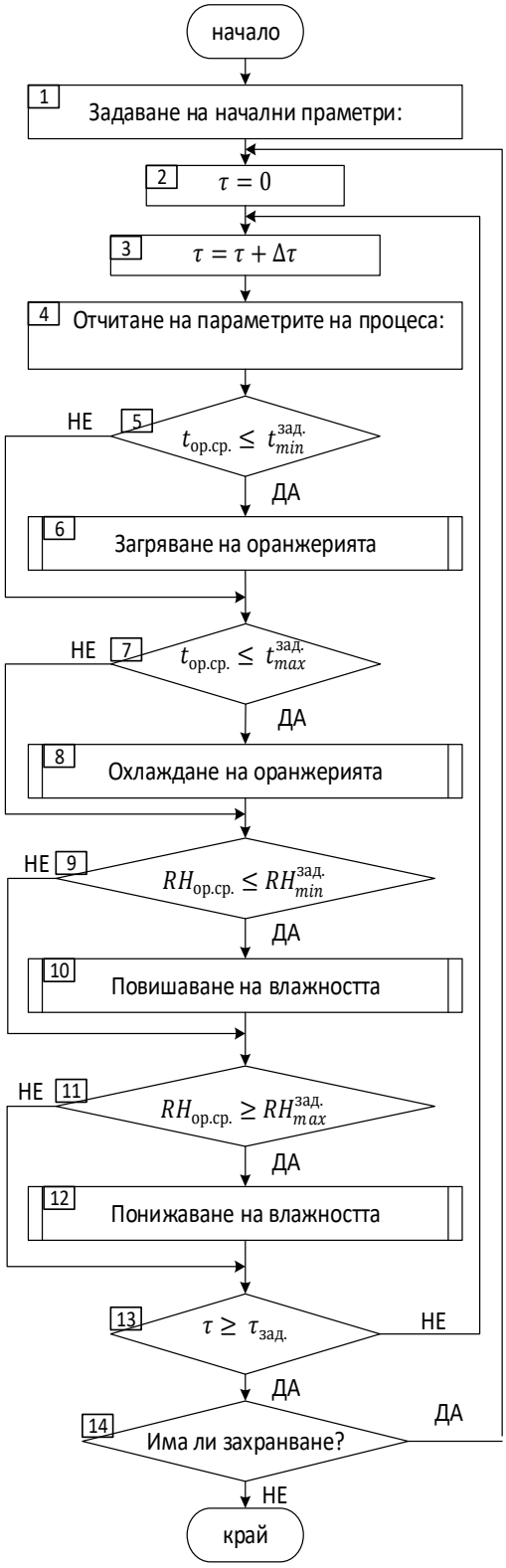
В блок е подпрограма за избор и задаване на параметрите на процеса в зависимост от отглеждана култура, те са:

- $t_{\text{ор.ср.}}$ – осреднена стойност на температура в оранжерията;
- $t_{min}^{\text{зад.}}$ – минимална зададена температура в зависимост от избраната култура;

- $t_{max}^{зад.}$ – максимална зададена температура в зависимост от избраната култура;
- $RH_{\text{ор.ср.}}$ – осредна относителна влажност в оранжерията
- $RH_{min}^{зад.}$ – минимална относителна влажност в зависимост от избраната култура;
- $RH_{max}^{зад.}$ – максимална относителна влажност в зависимост от избраната култура;

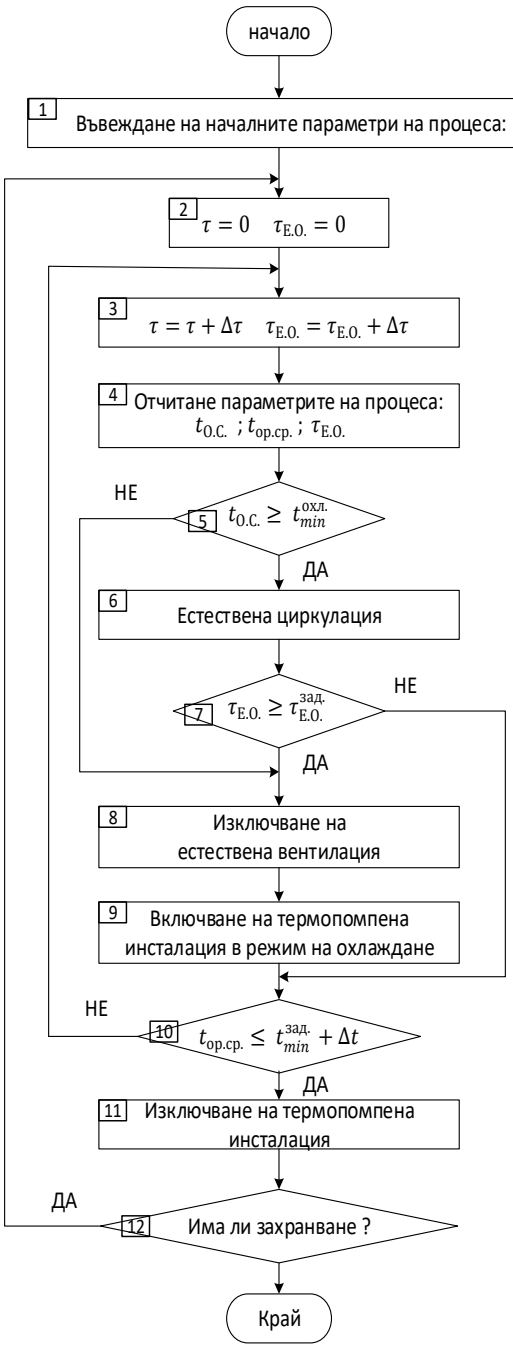
След снемането избраните по горе параметри на околната среда (блок 4) в блок 5 и 7 се проверява стойности на температурата в оранжерията $t_{\text{ор.ср.}}$. Ако температура е по ниска от зададената се изпълнява подпрограмата от блок 6 за повишаване на температура в оранжерията, като подходящо тук решение е инсталация с термопомпа. При по-висока от зададената температура се изпълнява подпрограмата за понижаване на температура от блок 8. В подпрограмите 6 и 8 е заложена възможност за използване на циркулация на външен за инсталация въздух за загряване и охлаждане. Контролът върху относителната влажност се осъществява от блокове 9 до 12, като блокове 9 и 11 контролира границите на вариране.

При стойност по ниската от зададената $RH_{min}^{зад.}$ се изпълнява подпрограмата (блок 10) за внасяне в системата на влага. При стойности превишаващи зададената $RH_{max}^{зад.}$ се осъществява подпрограма (блок 12) за намаляване на влагата. Това се реализира посредством естествена вентилация на инсталацията или чрез процес на кондензация на влагата. Цикличността на програмата се осъществява от блок 3 и 13, прекратяването изпълнението на алгоритъма е при отпадане на захранването на инсталацията.



Фиг. 1. *Алгоритъм за управление на микроклимата в инсталация за оранжерийно отглеждане*

На фиг. 2 е представен алгоритъма на подпрограмата за понижаване на температурата в инсталацията за оранжерийно отглеждане.



***Фиг. 2** Алгоритъм на подпрограмата за понижаване на температурата в инсталацията за оранжерийно отглеждане*

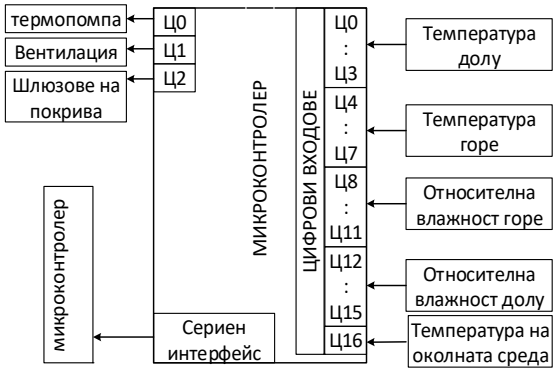
В блок 1 се въвеждат началните параметри на процеса:

- $\tau_{E.O.}$ – максимално време за понижаване на температурата с естествена циркулация на въздух;
- $t_{O.C}$ – температура на външната за оранжерия околна среда;
- $t_{min}^{охл.}$ – минимална температура която би послужила за намаляване на температурата в оранжерията;
- $t_{op.cp.}$ - осреднена стойност на температура в оранжерията.

След отчитане на необходимите параметри: - $t_{O.C}$ и $t_{op.cp.}$ (блок 4), блок 5 осъществява проверка дали външната температура ($t_{O.C}$) е по-ниска от зададена минимална ($t_{min}^{охл.}$). Ако е изпълнено това условие температурата в оранжерията може да се понижи посредством въвеждането на въздух външен за оранжерията (блок 6), този процес продължава до постигане на минималната зададена температура ($t_{min}^{зад.}$) или изтичане на времето за естествено охлаждане ($\tau_{E.O.}$). При изтекло време (блок 7) се включва термопомпа в режим на охлаждане, при постигане на минималната зададена температура ($t_{min}^{зад.}$) и наличие на захранващо напрежение (блок 11) алгоритъма се връща в блок 2, а при отпадане на захранването се слага край на изпълнението на алгоритъма.

На фиг. 3 е представена структурната схема на електронна система за управление на микроклимата на инсталация за оранжерийно отглеждане. Тя е реализирана посредством Микро контролер, като посредством сериен интерфейс може да се осъществи връзка с друг Микро контролер и/или персонален компютър. Към цифровите входове (Ц0 до Ц3) се подават стойностите на температура в близост до тавана на оранжерията, а към (Ц4 до Ц7) в близост до пода. Посредством събраните данни Микро контролера осреднява данните за температура в оранжерията. На същия принцип се свързват и работят сензорите за относителна влажност (Ц8 до Ц15), а температура на външната околна среда се подават към Ц16. Посредством цифровите изходи Ц1 и Ц2 се управлява естествената вентилация, която представлява вентилатори в основата

на инсталацията и шлюзове на тавана. Режима на работа на термопомпата се контролира посредством цифров вход Ц0.



Фиг. 3 *Структурна схема на на електронна система за осигуряване на микроклимата в инсталация за оранжерийно отглеждане*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирани са параметрите служещи за контрол на микроклимата на инсталация за оранжерийно отглеждане.

Разработен е алгоритъм за управление на микроклимата, даващ възможност за контрол на температура и относителната влажност в инсталацията за оранжерийно отглеждане. Предложеният алгоритъм дава възможност за оползотворяване енергия от външната околна среда, като по този начин би намалила разходите за електрическа енергия.

Разработена е алгоритъм за процеса на охлаждане даваща възможност използване енергийния потенциал на околната среда.

Разработена е структурна схема на електронна система за управление използваща предложения алгоритъм за управление на микроклимата в инсталация за оранжерийно отглеждане.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото изследване е подкрепено по договор с 2024–ЕЕА-02 “Разработване и изследване на фотоволтаична система, захранваща сензорни устройства в оранжерии.”, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ahemd, H. A., Al-Faraj, A. A., & Abdel-Ghany, A. M. (2016). Shading greenhouses to improve the microclimate, energy and water saving in hot regions: A review. *Scientia Horticulturae*, *201*, 36-45.

[2] Choab, N., Allouhi, A., El Maakoul, A., Kousksou, T., Saadeddine, S., & Jamil, A. (2019). Review on greenhouse microclimate and application: Design parameters, thermal modeling and simulation, climate controlling technologies. Solar Energy, 191, 109-137.

[3] Kokieva, G. E., Trofimova, V. S., & Fedorov, I. R. (2020, December). Greenhouse microclimate control. In Iop conference series: Materials science and engineering (Vol. 1001, No. 1, p. 012136). IOP Publishing.

[4] Körner, O., Aaslyng, J. M., Andreassen, A. U., & Holst, N. (2007). Microclimate prediction for dynamic greenhouse climate control. HortScience, 42(2), 272-279.

[5] Mukazhanov, Y., Kamshat, Z., Assel, O., Shayhmetov, N., & Alimbaev, C. (2017). Microclimate control in greenhouses. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM, 17, 699-703.

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ОРАНЖЕРИЙНО ОТГЛЕЖДАНЕ ЗАНХРАНВАНА С ФОТОВОЛТАИЧНА ИНСТАЛАЦИЯ.

ELECTRONIC CONTROL SYSTEM FOR GREENHOUSE POWERED BY PHOTOVOLTAIC SYSTEM

Dimitar Trifonov
University of Ruse "Angel Kunchev"

Abstract
The report examines a greenhouse growing plant powered by a photovoltaic plant. The purpose of the report is efficient use of the energy obtained from a photovoltaic installation and optimization of the processes in the greenhouse cultivation installation. As a result, a work algorithm was proposed, allowing for the disconnection of systems in the installation in order to preserve production.

Keywords: optimization, photovoltaic, greenhouse

ВЪВЕДЕНИЕ

С увеличаването на световното население и климатични промени на преден план седи въпроса с емисиите на парните газове. Като единствения изход е да се обърнем към възобновяемите източници, който намират все по-широко приложение в практиката [3]. С развитието на технологията те са все по-достъпни и приложими, като до определена степен те дават енергийна независимост. Ефективното им използване и внедряването им в оранжерийна инсталация дава възможност за намаляване на разходите за електрическа енергия и постигане на частична енергийна независимост [1]. Това дава възможност за изграждане на такъв тип инсталации в отдалечени райони без постоянно електрозахранване [4]. Захранването на оранжерия с фотоволтаична инсталация е свързано с решаването на редица задачи [2, 5]:

- непостоянен добив на електрическа енергия;
- невъзможност за складиране на произведената енергия;
- необходими са определени условия за изграждане;
- необходима площ за изграждане.

Част от тези задачи биха били решени, чрез изграждане на фотоволтаичната инсталация на покрива на оранжерията и изграждането на инсталация за съхранение на енергията. Като по този начин се създава възможност за намаляване на разходите за електрическа енергия и осъществяване на процесите в инсталацията за оранжерийно отглеждане.

ИЗЛОЖЕНИЕ

С цел оползотворяване на пространството фотоволтаичните панели са разположени на покрива на инсталация за оранжерийно отглеждане.

За предложената инсталация се дефинират следните критерии за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане:

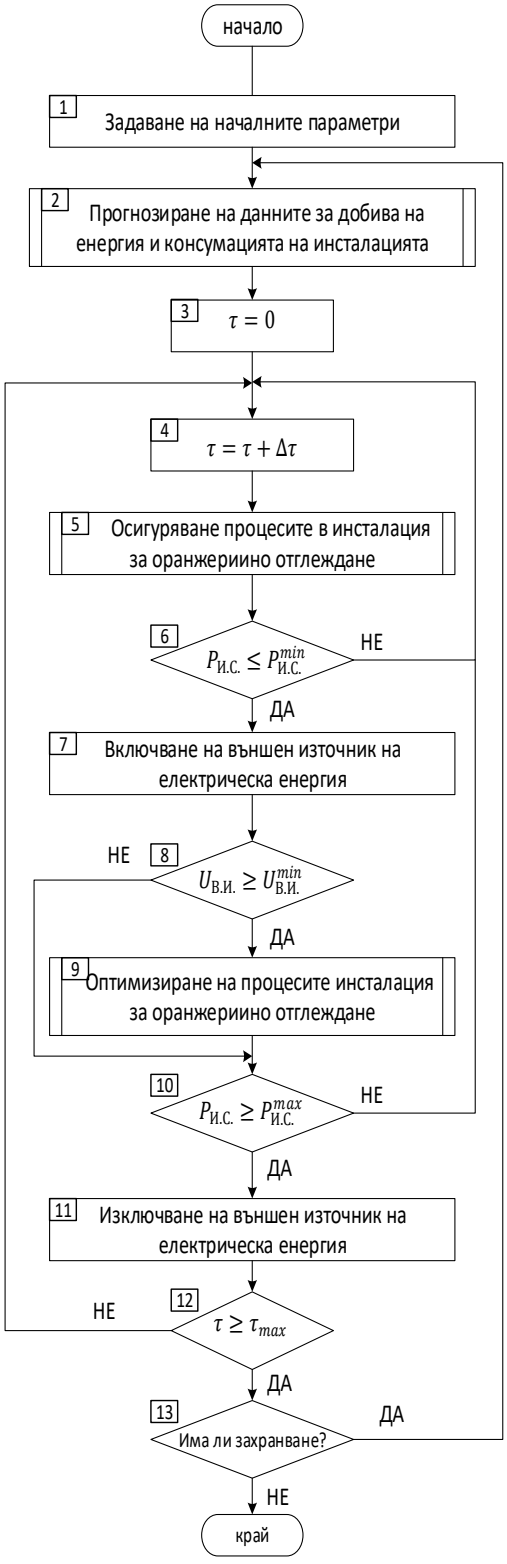
- Ефективно използване на произвежданата енергия от фотоволтаичната инсталация;
- Използване на запасената енергия в инсталацията за съхранение на енергията;

- Намаляване на разходите за електрическа енергия и енергийна автономност.

За предложената инсталацията е разработен алгоритъм за работа, даващ възможност за реализиране на предложените критерии за управление. Обобщения алгоритъм за работа на система за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане захранвана с фотоволтаична инсталация е на фиг. 1, началните параметри на процеса се задават в блок 1:

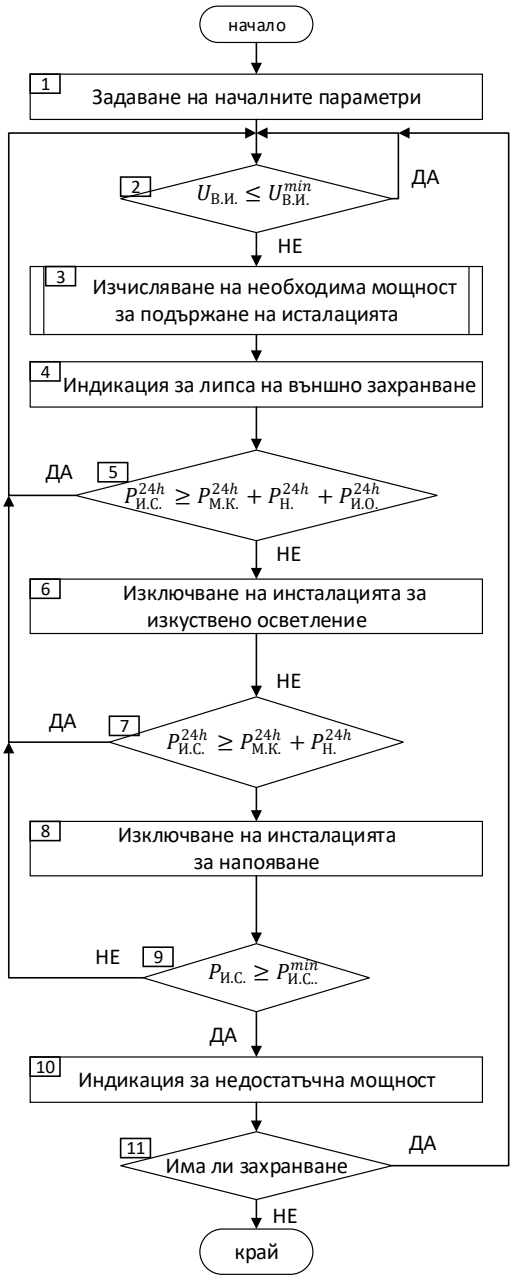
- $P_{\text{С.И.}}$ – капацитет на инсталацията за съхранение в акумулаторна батерия;
- $U_{\text{В.И.}}$ – напрежение на външен източник на електрическа енергия;

В блок 2 се осъществява прогнозиране на данните за добива на енергия от фотоволтаичната инсталация и необходимата енергия за осъществяване на процесите в инсталацията за оранжерийно отглеждане. Подпрограмата на процесите в инсталацията за оранжерийно отглеждане се осъществяват в блок 5, а в блок 6 се проверява дали капацитета на акумулаторната батерия не е достигнал минималния допустим ($P_{\text{И.С.}}^{min}$), при изпълнено условие се включва външния източник на електрическа (блок 7. При отпадане на захранването от външния източник (изпълнено условие в блок 8) се осъществява оптимизирането на процесите в инсталацията, чрез приоритизиране изключване на дадени системи. След това се осъществява проверка (блок 10) дали акумулаторната батерия е достигнала максималната си стойност ($P_{\text{И.С.}}^{max}$), ако е изпълнено условието се изключва външния източник на електрическа енергия (блок 11). В блок 12 се осъществява проверка дали е достигнато максималното време за прогнозиране, ако не е изпълнено условието се затваря алгоритъма през блок 4. В блок 13 се проверява дали към системата има захранващо напрежение, ако има такова цикъла се затваря през блок 2.



Фиг.1. *Алгоритъм за работа на система за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане захранвана с фотоволтаична инсталация*

На фиг. 2 е представен алгоритъма на подпрограмата за оптимизирането на разходите на електрическа енергия. Тук основната цел е ограничаване на част от процесите с цел поддържане на основните параметри на микроклимата.



Фиг. 2. *Алгоритъма на подпрограмата за оптимизирането на разходите на електрическа енергия*

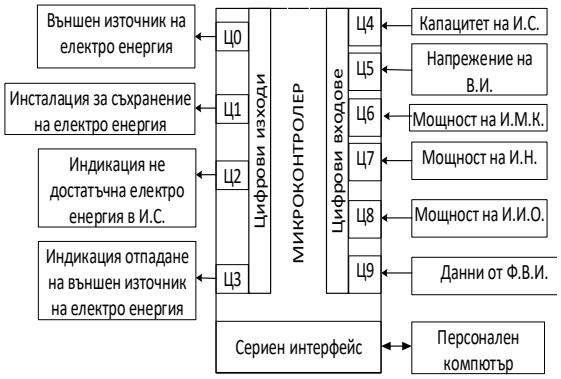
В блок 1 се въвеждат основните параметри на процеса:

- $U_{\text{В.И.}}^{min}$- минимално стойност на захранващото напрежение на външния източни;
- $P_{\text{И.С.}}^{min}$ – минимален допустим капацитет на акумулаторната батерия;
- $P_{\text{И.С.}}^{24h}$ – прогнозна стойност на акумулаторната батерия за 24h;
- $P_{\text{Н.}}^{24h}$ – прогнозна консумация на електрическа енергия на инсталация за напояване за период от 24h;
- $P_{\text{М.К.}}^{24h}$ – прогнозна консумация на електрическа енергия на инсталация за поддържане на микроклимата за период от 24h;
- $P_{\text{О.}}^{24h}$ – прогнозна консумация на електрическа енергия на инсталация за подържане на изкуственото освететлението за период от 24h.

При отпадане на външното захранване (блок 2), в блок 3 осъществява прогнозиране на необходимата мощност за поддържане на всички системи в инсталацията. След извеждане индикация за отпадане на външното захранване (блок 4) се осъществява проверка дали наличния капацитет на акумулаторната батерия ($U_{\text{И.С.}}$) би стигнал да захрани всички системи. Ако не е достатъчен се осъществява изключва изкуственото осветление в инсталацията (блок 6) и отново се проверка (блок 7). Ако енергията е недостатъчна да се подържа микроклимата и системата за напояване, след това се изключва системата за напояване (блок 8). Микроклимата в инсталацията се подържа до момента в който капацитет на акумулаторната батерия ($U_{\text{И.С.}}$) не достигане минимална стойност ($U_{\text{И.С.}}^{min}$). След което се индикира недостатъчна мощност (блок 10), при наличие на захранване алгоритъма се зацикля през блок 2, в противен случай се слага край на изпълнение на подпрограмата.

На фиг. 3 е представен структурната на електронна система за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане захранвана с фотоволтаична инсталация. Задаването на началните параметри към контролера се осъществява посредством

i2C комуникация с персонален компютър. Към цифрови входове се подава информацията за капацитета на акумулаторната батерия (Ц4), напрежението на външния източник на напрежение (Ц5), мощност консумирана от инсталация за осигуряване на микроклимата (Ц6), мощност на инсталацията за осъществяване на напояване (Ц7), мощност на инсталацията за осигуряване на изкуствено осветление (Ц8) и данни за производство на енергии от фотоволтаичната инсталация (Ц9).



Фиг. 3. *Структурната на електронна система за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане захранвана с фотоволтаична инсталация*

Посредством цифрови изходи се контролира превключването на захранването на инсталацията към външен източник на напрежение Ц0. Цифров вход 1 служи за контрол на инсталацията за съхранение на енергия (Акумулаторната батерия). Индикацията за не достатъчна енергия в инсталацията за съхранение се осъществява посредством Ц2, а Ц3 индикира отпадане на захранването на външния източник.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализирани са начините за ефективно използване на електрическа енергия в инсталация за оранжерийно отглеждане. В резултат на това е предложен алгоритъм за управление на оранжерийна инсталация захранвана от фотоволтаична инсталация.

Разработена е подпрограма осъществяваща оптимизацията на процесите в инсталация при отпадане на захранването на външния източник.

Разработена е структурна схема на електронна система за управление на инсталация за оранжерийно отглеждане захранвана с фотоволтаична инсталация.

БЛАГОДАРНОСТИ

Настоящото изследване е подкрепено по договор с 2024–ЕЕА-02 “Разработване и изследване на фотоволтаична система, захранваща сензорни устройства в оранжерии.”, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Genovese, A., Alonzo, G., Catanese, V., Incrocci, L., Bibbiani, C., Campiotti, C., & Dondi, F. (2008, October). Photovoltaic as sustainable energy for greenhouse and closed plant production system. In International Workshop on Greenhouse Environmental Control and Crop Production in Semi-Arid Regions 797 (pp. 373-378).

[2] Hussin, F., Issabayeva, G., & Aroua, M. K. (2018). Solar photovoltaic applications: opportunities and challenges. Reviews in Chemical Engineering, 34(4), 503-528.

[3] Letcher, T. M. (Ed.). (2020). Future energy: improved, sustainable and clean options for our planet. Elsevier.

[4] Saokaew, A., Chieochan, O., & Boonchieng, E. (2018, January). A smart photovoltaic system with Internet of Thing: A case study of the smart agricultural greenhouse. In 2018 10th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST) (pp. 225-230). IEEE.

[5] Soomar, A. M., Hakeem, A., Messaoudi, M., Musznicki, P., Iqbal, A., & Czapp, S. (2022). Solar photovoltaic energy optimization and challenges. Frontiers in Energy Research, 10, 879985.

ВЕРОЯТНОСТНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ПРИ ОПТИМИЗИРАНЕ НА ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ МРЕЖИ

PROBABILISTIC CALCULATIONS IN OPTIMIZATION OF THE ELECTRICAL NETWORKS

Antoaneta Ivanova Hinova
Technical university of Gabrovo
Technical colledge of Lovech

Abstract

The report determines the probability that a current will flow in a certain section of an electrical circuit with three two-state switches when the switches are connected differently. The probability of current flowing in one section of a circuit with four switches was also investigated. The aim of the research is to support the optimization of network services in remote areas and to improve the quality of supplied electricity.

Keywords: switch, circuit, state, probability, current, current source

ВЪВЕДЕНИЕ

Разпределението на ел. енергия е услуга от обществен интерес по смисъла на Закона за енергетиката и се предоставя единствено от оператора на електроразпределителната мрежа. Доставчикът на електроенергия няма влияние върху качеството на мрежовите услуги, но може да ги оптимизира.

Електропроводна линия или само електропровод, също електрически далекопровод, е компонент на електроснабдителната мрежа. Представлява силова въздушна линия (ВЛ) или кабелна линия, която е извод от електрическа централа или подстанция и е предназначен за пренос на електрическа енергия. Електрическата енергия по електропровода се пренася по проводници най-често на открито,, прикрепени с помощта на изолатори и арматура към стълбове или подземни кабелни канали. Електропроводите за пренос реално не са свързани директно с генератора в електроцентралата, тъй като неговото напрежение е прекалено ниско за пренос на енергия на големи разстояния.

За енергийната система е прието електрическите мрежи с фактор на мощността над 0,9 да се считат високоефективни [1]. Начините за измерване на количеството реактивна електрическа енергия са регламентирани в „Правила за измерване на количеството електрическа енергия“., издадени от КЕВР, ДВ, брой 35/30.04.2019г. Перспективите са свързани с изпълнението на ефективни технически проекти за осигуряване и поддържане фактора на мощността на електрическите съоръжения около и над 0,9. На всички клиенти, чиито електрически съоръжения консумират или отдават реактивна енергия, се препоръчва изграждането на компенсиращи уредби с кондензаторни батерии или реактори, произвеждащи необходимата реактивна енергия на мястото на потребление.

Липсата на съоръжения за съхранение на електрическа енергия в преносните системи води до ключово ограничение. Това засяга отдалечените райони с ограничен достъп. Електроенергията трябва да се произвежда със същата скорост, с която се използва. Нужна е сложна сис-

тема за контрол, която да гарантира, че производството на електроенергия съвпада точно с потреблението. Ако потреблението е по-високо от производството, дисбалансът може да накара електроцентралите и електропреносното оборудване да се изключат от системата автоматично, за да се предотвратят щети. В най-лошия случай, това може да доведе до поредица спирания и голяма авария и прекъсване на електрозахранването. Електропреносните мрежи са свързани помежду си в регионални, национални и дори континентални мрежи, като така се намалява риска от мащабен срив чрез множество алтернативни пътища, по които да премине захранването в случай на авария. Компаниите за пренос на електроенергия определят максималния надежден капацитет на всяка линия, за да се осигури достатъчен капацитет, в случай на авария в друга част от мрежата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

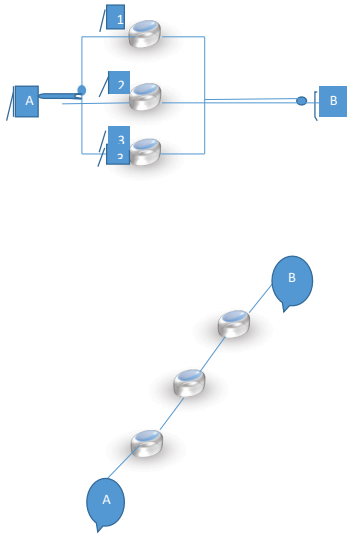
Според теорията на класическата вероятност, две събития се наричат несъвместими, ако едновременното им сбъдване е невъзможно, т.е. ако A.B=0. Теоремата гласи, че ако събитията A и B са несъвместими, вероятността да се сбъдне поне едното от тях, е равна на сбора от вероятностите им:

P(AvB)=P(A)+P(B) (1).

Вероятност P за настъпване на събитието A се нарича частното на благоприятните за A изходи и броят на всички възможни изходи. Съвкупността от всички възможни изходи, които съпоставяме на всеки опит, се нарича пълна система Q от елементарни събития. Всяко подмножество A на пълната система от елементарни събития Q, се нарича случайно събитие. Събитието A‘ се нарича противоположно на събитието A, ако събитието A‘ настъпва точно тогава, когато събитието A не настъпва.

Обединение или сбор на събитията A и B се нарича събитие C, което се сбъдва само когато се сбъдва поне едно от събитията A и B.

Задачата, която се поставя е да се намерят и сравнят вероятностите да протича ток от точката A до точката B в електрическите схеми, представени на фиг.1. Всеки превключвател може да заема две състояния: включен (+) и изключен (-).



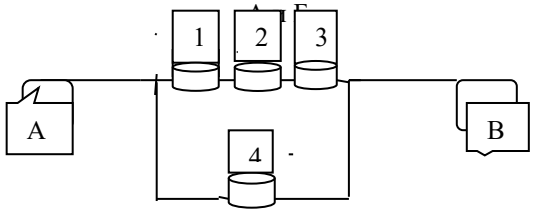
Фиг.1. *Паралелна и последователна връзка*

Като се вземе предвид, че всеки от трите превключватели може да се окаже или включен (+)=1, или изключен (-)=0, се намира, че общият брой изходи и за двете електрически схеми е 2.2.2=8. Броят на благоприятните изходи за събитието P (протича ток от точката A към точката B), отнасящо се за електрическа схема с паралелно свързване, е равен на 4. Това са изходите (1,1,1),(1,1,0), (1,0,1) и (0,1,1). Тогава вероятността да протече ток в тази схема е 4/8=1/2.

Броят на благоприятните изходи на събитието Q= (протича ток от A към B), отнасящо се за електрическа схема с последователно свързване на превключвателите, е равен на 1. Това е изходът, при който и трите превключвателя са включени (1,1,1). Това означава, че при последователното свързване на превключвателите търсената вероятност е 1/8.

Следователно вероятността да протича ток от A към B в ел. схемата с пара-

лелно свързване е по- голяма, от вероятността да протича ток от т. А към т. В в схемата с последователно свързване (1/2>1/8).



Фиг. 2. *Смесено свързване на превключвателите*

На фиг. 2 е показана верига с 4 ключа, като всеки от тях може да бъде нормално включен (1) или нормално изключен (0).

При някакво произволно състояние на превключвателите токът или протича, или не протича от точка А към точка В. За да се оцени вероятността да протича токът, може да се приложи правилото за умножение в комбинатериката. Тъй като във веригата има 4 превключвателя и всеки от тях може или да е включен, или да е изключен, то съгласно правилото за умножение в комбинатериката веригата има 2.2.2.2=16 изхода. Разглеждаме събитието (От А към В протича ток) .

Благоприятни изходи за събитието А се получават в следните случаи:

1) Всички ключове 1.2.3.и 4 са изключени;

2) Ключовете 1,2,3.са включени, а 4 е изключен;

3) Ключът 4 е включен, но поне един от ключовете 1,2 или 3 е изключен.

Случаите 1) и 2) включват по един изход, което означава, че от тях се получават 2 изхода. Тъй като в третия случай четвъртият ключ е включен, то за ключовете 1, 2 и 3 са възможни подслучаите:
а) и трите са изключени (0,0,0);
б) два са изключени, а един е включен, т.е.(0,0,1; 1,0,0; 0,1,0);
в) един е изключен, а два са включени, т.е. (0.1.1; 1,0,1;1,1,0).

По този начин от случай 3) получаваме 7 благоприятни случаи. Това означава, че общо за събитието А имаме 2+7=9 благоприятни изхода. Следователно вероятността да протече ток от точката А към В е равна на 9/16.

Получените резултати от вероятното изследване позволяват използване на ефективни методи и алгоритми за решаване на широк клас оптимизационни задачи, възникващи при обосноваване на рационална конфигурация на системата на електроснабдяване. При създаване на методика и изчислителни програми в Matlab позволяват на електро-разпределителните компании да изчисляват и избират оптимален вариант за електрозахранване на консуматорите в малки населени места.

Разпределителните електрически мрежи постоянно се развиват. Непрекъснато се появяват нови консуматори и инфраструктурни обекти, които трябва да бъдат захранени с електрическа енергия. Наред с това съществуващите мрежи се амортизират, увеличават се свързаните към тях консуматори и се налага те да бъдат допълвани, доразвивани или разширявани. Затова постоянно се търсят начини за оптимизиране на системите и се прибягва до цялостно или частично проектиране. Въпросите, свързани с оптимизация на електрическите мрежи за средно и ниско напрежение и оптималното разположение на източниците на захранване се свеждат до определяне на броя и мощността на трансформаторните постове и оптималното сечение на захранващите проводници, при зададена площ и плътност на товара. Развитието на електроразпределителните мрежи трябва да бъде насочено към подобряване на сигурността, качеството и ефективността на електроснабдяването на консуматорите на енергия чрез непрекъснато усъвършенстване на мрежите на базата на иновативни технологии, с цел превръщането им в интелигентни (активно-адаптивни) мрежи[2].

За постигане на целта в рамките на техническата политика, е полезно да се извърши следното:

1. Разработване и въвеждане на нови видове на електрическо силово обзавеждане.

2. Използване на нови методи и средства за релейна защита и автоматика, апаратура за диагностика и измерване на електроенергията с микропроцесорна апаратура.

3. Въвеждане на система за контрол на техническото състояние на електрическото обзавеждане.

4. Използване на система за събиране на данни, предаване и обработка на информация, както софтуер и хардуер за адаптивно регулиране, способни да въздействат в реално време върху активните мрежови елементи на електроконсумация.

5. Осигуряване на условия за защита на мрежата от външни влияния и безопасност при експлоатация.

6. Прилагане на мерки за подобряване на сигурността на електроснабдяването и качеството на електрозахранването, както и нови концепции за контрол на електрическите мрежи и дизайн, на базата на текущите параметри на режима за наблюдение и контрол (мониторинг). Също така и текуща оценка на мрежата при нормални, или предварително настъпващи спешно аварийни и следаварийни ситуации.

7. Координиране и оптимално взаимодействие между мрежата и независимите производители на електроенергия.

8. Гъвкави пазарни механизми на взаимодействие между мрежовите компании и потребителите.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Извършеното вероятностно изследване може да подпомогне оптимизацията на захранващите мрежи и да се подобри качеството на подаваната ел. енергия. Набелязани са мерки за подобряване на качеството на електрозахранването на потребителите в отдалечени планински райони. Ефективната оптимизация на изграждането на мрежи за ниско и средно напрежение може да се постигне, като се разработят математически модели, методи и алгоритми за оптимален избор на решения за рационално обоснована конфигурация на електрическите мрежи. При разработване на математически модели основни за решаване са следните задачи:

- определяне на местоположението на източника на захранване в радиална електрическа мрежа на базата на произволни ограничения на местността;

- оптимално захранване на консуматорите при възможност за повече от един източник на захранване.

Обект на изследване се явява системата за електроснабдяване на район с комунално-битови консуматори. В него са включени също и оптималното разположение на районни подстанции и рационалното използване по мощност на трансформаторите в трансформаторни постове и подстанции.

Целта може да се постигне и чрез актуализиране на мрежите, като се инвестира в обзавеждане на подстанции и електропроводи за средно напрежение или чрез разработване на модерни системи за експлоатация на мрежата. Технико-икономическите принципи за избор на инвестициите се обосновават с оптимизация на съществуващите показатели посредством съответната целева програма, включваща в себе си загубите, паричния еквивалент на вредата на консуматорите от недоставена електроенергия и други показатели. За оптимизацията трябва да бъдат достъпни средства за провеждане на макроикономически изследвания на основата на използването на различни хипотези, технологично и методологично развитие (техника за моделиране) на разпределителните електрически мрежи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Димитров, М. Теория на вероятностите, С. УНСС, 2020, ISBN 9544944966

[2] Кирчев, В., Кирил. Янев, Валентин. Георгиев Електрически мрежи. Средно и

ниско напрежение. Летера, С., 2017 ISBN 954516871.
[3] Стойнов, П., Ръководство за упражнения по теория на вероятностите, УИ Св. Климент Охридски, С.,2015 ISBN 9789540736747.
[4] Стоилов, Д. Аналитико-емпиричен модел за определяне на техническите загуби в ЕРП., сп. Енергетика ,бр.3, 2020.
[5] Stoilov, D., V. Atanasov, I. Zagorchev, Assessment of electric energy losses of aiming at detection of thefts of elektrisity, IEEE Conference, Siela, Burgas, 2016.

СЪОБРАЖЕНИЯ ЗА ЗАЩИТА НА ОХРАНИТЕЛНИТЕ КАМЕРИ

SECURITY CAMERA PROTECTION CONSIDERATIONS

Antoaneta Ivanova Hinova
Technical university of Gabrovo
Technical colledge of Lovech

Abstract

In this paper, calculations are made to achieve the best illumination of a given guarded area, which can also be taken into account to prevent glare when deploying the cameras in a video surveillance system. Placing a light source at a fixed distance giving maximum brightness can be used to dazzle the cameras of an automated video surveillance system, especially in case of theft of materials at construction sites. Determining this distance when placing the cameras in a circle makes it possible to act against the placement of light sources in order to dazzle the cameras located on the periphery of the circle. This increases the security and reliable protection of video surveillance.

Keywords: cameras, glare, light source, distance

INTRODUCTION

The major challenge for construction companies in high-crime environments is to ensure the safety of construction site workers, machinery, and materials. Construction site security continues to be a critical issue even in today's high-tech age, although new developments in video surveillance offer ample opportunities to prevent and control theft and vandalism. Relying only on physical means of security on construction sites often proves to be an insufficiently reliable strategy. Traditionally, the solution preferred by construction site owners is security CCTV, HD-CCTV, and IP cameras. A significant limitation of these video surveillance tools is the need for a cable infrastructure to provide network connectivity and power to the individual cameras, and allow video recording, storage, and playback. Given the specific nature of construction sites, there are some particular risks to installing CCTV equipment. Among them are the danger of damage to the cameras due to impact from machinery, flying pieces of material, or dust. This requires special camera housings in an industrial design or additional safety measures. Winds and precipitation are other factors complicating the operating environment of outdoor construction sites. The cameras themselves can sometimes also become the object of theft or vandalism. They can be dazzled by a light source placed at an appropriate distance and focused precisely. This necessitates research into the possibilities of protooperation to ensure sufficient reliable protection for video surveillance equipment as well as other materials on site. Most often, in case of theft, blinding of the video cameras is applied with a precisely focused light source – a tungsten lamp, light-emitting diode, or laser lamp. Analyzing the methods of blinding dash cams can aid in anti-dash activities. The goal is to study this physical process to help successfully counter the blinding of cameras in automated systems that are also placed in police cars, security guards, and more.

EXPOSITION

If the strongest illumination is achieved at any point on the periphery of a circle of radius R, by placing a tungsten lamp perpendicular to the center of the circle, a

CCTV camera can be placed at any point on the periphery of this circle. It is necessary to determine at what distance (h) the lamp must be placed in order to completely blind a camera mounted at some point on the periphery of that circle.

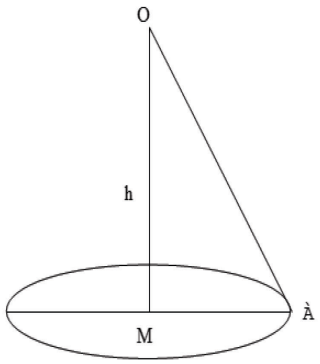


Fig.1. *Location of the cameras*

According to the Law of Illuminance E at point A of the perimeter of the circle is valid.

$$E=\cos(90-x).I/(OM)2=\sin x.I/(OM)2, \quad (1)$$

where x is the angle of incidence, (OA) is the distance from the lamp to the illuminated point A, and I is the current of the lamp, which in this case is constant. It follows from the properties of the right-angled triangle OMA that

$$R/OA=\cos x, \quad (2)$$

$$\text{or } OA=R/\cos x. \quad (3)$$

then

$$E=I/R2.\cos 2x.\sin x=I/R2.F(x), \quad (4)$$

$$\text{Where } F(x)=\sin(x).\cos 2x \quad (5)$$

Since in the interval $[0;\pi/2]$, $F(x)\geq 0$, the functions F(x) and F2(x) assume their greatest values simultaneously at the same value of x.

This means that it is sufficient to find those values of x at which

$$F2(x) =\sin 2(x).\cos 4x \quad (6)$$

This means that it is sufficient to find those values of x at which has the largest values. To be able to apply the function we represent F2(x) in the form

$$F2(x) = \sin 2(x).\cos 4 =\sin 2(x). (1- \sin 2x)2 =2.1/2 \sin 2(x). (1-\sin 2x). (1-\sin 2x) \quad (7)$$

The sum of the three non-negative quantities 2 sin2(x). (1-sin2x). (1-sin2x) does not depend on x, and consequence 3 of the Cauchy inequality can be used, according to which F2(x), and therefore F(x) takes on its largest value if and only if 2sin2(x)=1-sin2x, i.e. at $\sin x=\sqrt{3}/3$ (8)

Since the height h is sought at which illumination at point A is strongest, from the right triangle OAM can be found

$$h/R=tgx=\sin x/\cos x= =\sqrt{3}/3\cos x=1/\sqrt{2}=.\sqrt{2}/2 \quad (9)$$

$$h=OM=R.\sqrt{2}/2 \quad (10)$$

Therefore, the greatest illuminance produced by a tungsten lamp shining on any point on a circle of radius R is reached at a height

$$h=R.\sqrt{2}/2 = 0{,}707.R \quad (11)$$

It is possible to calculate the angle ∂ at the vertex O of an isosceles triangle POA, which is formed by placing a light source at a height h and the cameras are located on the periphery of the circumscribed circle around the points A, T and P. Since the point T of the circumscribed circle lies on the segment, with uniting the projections of the vertices A and P on the sides PO and AO, it is clear that these projections lie on the imaginary axis of the coordinate system, chosen in such a way that the origin coincides with the center of the circle described around the triangle and c=1. Then c=c, because the triangle POA is isosceles. Since the center T of the described circle lies on the segment connecting the projections of the vertices A and P on the imaginary axis of the coordinate system, i.e. the rays (a+ c+c-cc) /2 and (a+ c +av،c) /2 are purely imaginary. Since these numbers are conjugate, it is enough only that their real part is equal to 0, i.e.

$1+2.\cos\tau-\cos2\tau=0$ (12)

Where τ is the argument of the complex number a or, as it were, the angle PTO.

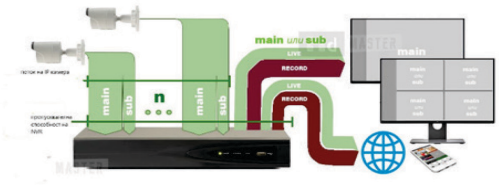


Fig.2. *IP camera stream with NVR*

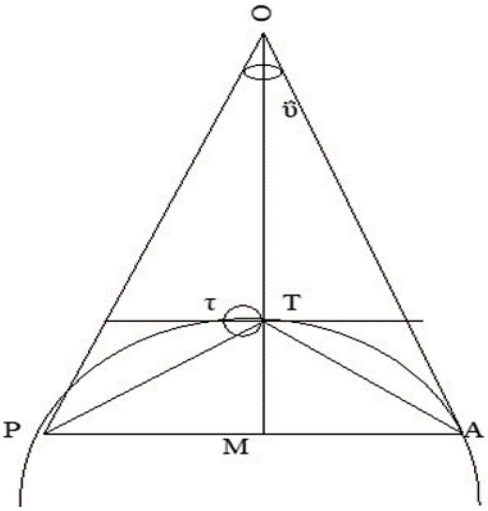


Fig. 3*. The range angles of the cameras*

The solution of the trigonometric equation (12) is

$\cos\tau=-0.62$, (13)

Since for the desired angle we have $\partial+\tau=\pi$, it finally results

$\cos\partial=\cos(\pi-\tau)=-\cos\tau=0.62$ (14)

$\tau=141.7^{o}$ (15)

In this calculation, the points in the plane are marked with uppercase Latin letters, and the corresponding complex numbers - with the corresponding lowercase Latin letters, as is the case with any application of complex numbers in geometry.

When the video surveillance cameras are located on the periphery of a circle with radius R, to counteract their blinding, a protective screen should be placed at a distance of h=0.7.R. This prevents a blinding lamp from being placed and accurately focused on the recording camera. This is especially applicable in video surveillance of construction sites. Any type of light source can be used to dazzle the cameras. In poor focus, when blinded with only an infrared LED lamp, only the faces of the participants are hidden, not the entire image from the camera range. An infrared LED lamp pointed at the camera turns the face into a bright spot. The light from the laser source is coherent, the beams are parallel-wave. Coherence of light is the coherent flow of several oscillations or wave processes. Coherent are two light waves that have the same frequency and maintain a constant difference in their phases. In this case, the maximum effect of blinding the image of cameras located on the periphery of a circle from a light source at a distance h is achieved.

The light-emitting diodes that LED devices use produce much more light, with significantly less energy, than a classic lamp. And the lumen is the internationally accepted unit for measuring the brightness of a light source. The exact definition of lumen that one lumen is equal to the luminous flux emitted by a point source in a spatial angle of 1 steradian at a light intensity of 1 candela. In simpler terms, one lumen is equal to 30 square centimeters of illuminated space from one candle. Accordingly, the more lumens, the brighter the light. To get a clearer idea, a practical example - a standard lamp with a 40 W filament emits a luminous flux of 450 lm. As a comparison, an LED lamp that emits 450 lm is usually between 6 and 9 W. The ratio between watt and lumen is the light output, which is used as a way to compare different lighting fixtures. As examples, in terms of equipment - flashlights with a brightness of about 50 lm are for general use, and illuminate the road immediately in front of us, when moving at night; tactical flashlights used by police and military units usually start at 100 lm; headlamps used for night cycling are 200-300 lm; floodlights start at 1000 lm. Therefore, with each of these light

sources, blinding of a camera can be achieved if it is placed at a distance h from the center of the surface circle illuminated by it [6].

Video surveillance systems are a cost-effective investment in many construction sites. However, there are many specifics regarding the installation and configuration of such solutions considering the operating environment. It is important to consider a number of considerations when designing and planning the implementation, including: what is the most significant security risk; there have been security issues at this location before; accidents have occurred with workers and equipment at this or other sites so far; do the surrounding circumstances strengthen its defenses. Construction sites in existing residential areas, for example, are characterized by fewer problems than sites in industrial areas or new housing developments. If construction equipment and materials spend the night on the site, it is a good idea to have stationary cameras facing the warehouses or parking lots to prevent asset theft. Audio and video surveillance is now widespread as it is an economical way of protection. But one of the problems security experts most often face when deploying stationary or portable CCTV cameras in remote locations is that there is usually no access to mains power. Over the past years, IP video systems have proven their advantages over analog solutions. They provide opportunities for remote access and management over the Internet, flexibility and scalability, the ability to detect, track and identify objects in real time.

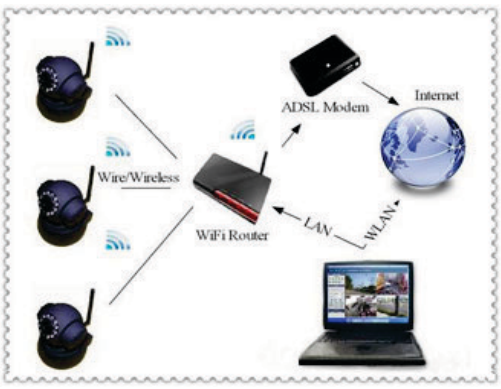


Fig. 4. *IP cameras with WiFi router*

A newer generation video camera aims to send a signal that is digitized and directly recorded on a central device. Some of the best cameras are IP or Internet Protocol cameras. These are cameras with a very good resolution and really have quite a few advantages when it comes to implementing the most adequate and secure way of transmitting the signal from the place being monitored. Modern IP cameras are small in size, compact, with very high resolution. They apply to all video surveillance network options. Bearing in mind the fact that there are also cameras with a very high resolution of up to 20 MP, it can undoubtedly be considered that here the image is extremely clean and clear, which is really a high priority for commercial establishments. In addition, most Internet Protocol cameras are wireless, which further facilitates their installation even in hard-to-reach places. There are not a few models, and depending on the area of the monitored track or room, what is its height, degree of illumination during the dark parts of the day, and it is important to choose a really good camera that meets the monitoring parameters, from which there will actually be a real result.

Like any other type of cameras used in the video surveillance sector, there are not a few advantages and disadvantages here. Among the advantages, we will list the remote access that takes place in real time and the easy installation of the IP cameras. The digital transmission of the signal is a prerequisite for very high quality and giving a realistic picture of the observed place. Only with the presence of an Internet connection, these cameras work perfectly, and this does not affect the image resolution. Among the disadvantages, however, we will have to note the fact that many of the cameras are encrypted and this affects their compatibility with the network recorder. To work with a wireless Internet connection, serious settings are required, which can take time to install. A two-way audio network cable that allows the user to communicate with what they see on the monitors. For

example, gas station staff, customer assistance, warning when a violation is noticed. In order of importance, their main advantages are:

1)High image resolution IP cameras have a very good resolution starting from the smallest 640x480 pixels and can provide very high - megapixel resolution and HDTV image quality at 30 frames per second.

2) Flexibility: IP cameras can be moved anywhere on the IP network (including the wireless network).

3) Encryption and authentication: IP cameras cameras offer data security through encryption and authentication methods such as WEP, WPA, WPA2, TKIP, AES.

4) Remote access: video cameras can be monitored in real time from any computer anywhere in the world, and also from many mobile devices, including iPhones, laptops, and Windows Live Messenger.

5) IP cameras are also able to work only with a wireless network. Initial configuration must be done through a router, then the camera can be used for a wireless network. These cameras are used for navigation purposes in the security field.

6) PoE (Power over ethernet) - power supply via the Internet. Modern IP cameras can work without additional power. They can work with PoE-protocol, which powers them through the Internet cable.

The advantages listed above are only part of what IP cameras offer. If systematization of deficiencies is carried out:

1) Lack of standards. Different IP cameras may encode the video differently or use a different programming interface, which requires pairing the camera with a recorder.

2) The high requirements for network traffic: a simple IP camera for video surveillance with a resolution of 640x480 pixels and 10 frames per second (10 frame/s) in MJPEG mode requires about 3 Mbit/s.

3) Technical barrier. The installation of the IP camera requires network settings, IP address, DDNS, router setting, and for all this a special technician who is familiar with LAN or CCTV technologies should be hired.

4) The system becomes open to hackers via the Internet and they can cause you big problems (fake bomb threats and being placed under hoaxers while watching the cameras.) Criminals can penetrate the video surveillance system, which facilitates criminal acts.

CONCLUSION

Cameras placed in a wider perimeter around a secured site can help to successfully apprehend trespassers after they leave the immediate perimeter of the site. But to counteract their blinding, a light source should be prevented from being placed at the critical point perpendicular to the circle covered by the cameras on the construction site. When CCTV cameras are located on the periphery of a circle with radius R, to counteract their glare, a protective screen should be placed at a distance of h=0.7.R and an angle of 141° should be covered. Illuminance refers to the luminous quantity, which is defined as the ratio of the luminous flux to the area through which it passes. It is directly proportional to the intensity of the light source from which it is emitted. As it moves away from the surface, the illumination decreases. This dependence is inversely proportional to the square of the distance and independent of brightness for the light source. It is important to conduct the attack on the range of CCTV cameras.

REFERENCES

[1] Danchev, S.,Complex numbers, Reglia 6, Sofia, 2016, ISBN 9547455514

[2] Petkov, B., Recommendations for choosing video signal sources,Avangard prima, Sofia,2015

[3] Kavis,M., Design Decisions for Cloud Computing Service Models, Wiley,2014, ISBN:9781118617618, 1118617614.

[4] Ilieva,G., Cloud technologies: multi-criteria choice, BAS Publishing House "Prof. Marin Drinov",2020,pp.48-77

[5] Manev, K., Asenova, P., Landzhev, I., Ivanov, M.. Basics of informatics. New Bulgarian University,2017,pp. 37-67
[6] Hristova, P. ,How to prepare for the "Cloud computing" challenge,. 2018,.pp.57-90
[7] Kisimov,V., D. Velev, V. Lazarova, Information systems and technologies, Avangard Prima, 2019.
[8] Furht,B., A. Escalante, Handbook of Cloud Computing, Springer US, 2018, ISBN :9781441965240, 1441965246.
[9] Rafaels,R., Cloud Computing From Beginning to End, CreateSpace Indepenent Publishin Platform, 2018,ISBN :97819 867 26283, 1986726282.

МЕТОДИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА МИКРОКЛИМАТА И НАМАЛЯВАНЕ КОНСУМАЦИЯТА НА ЕНЕРГИЯ ПРИ СИСТЕМИТЕ ЗА СГРАДНА АВТОМАТИЗАЦИЯ

IMPROVING INDOOR AIR QUALITY (IAQ) WHILE MINIMIZING ENERGY CONSUMPTION IN AUTOMATED BUILDINGS

Dimitar Ivanov Mankov
Faculty of Automatics
Department – Electrical Motion Automation Systems
Technical University Sofia, Bulgaria

Abstract

This article is prepared to cover all active and passive factors that might influence and be considered when it matters to Indoor Air Quality in Commercial Buildings. The main intention is to present an overview and provide possible variations and alternatives for effective IAQ while minimizing energy consumption. The main conclusions are that the document provides practical guidance on preparing a building system for return to work. It offers possible improvements on the IAQ control and increases building effectiveness. The main conclusions are dedicated to the steps that can be taken in both cases (of existing) and new buildings concerning the people and technology factors.

Keywords: Building Management System, Energy Efficiency, Energy Optimization, Building Controls, Environmental parameters, Digital Buildings.

ВЪВЕДЕНИЕ

Опитвайки се да обърнем повече внимание на това каква е работната среда в сградите с икономическо предназначение и още по-силно повлияно от пандемичните и пост-пандемични обстоятелства, неизбежно трябва да се отдели специално внимание на системите за сграден мениджмънт и това до каква степен те имат пряко или косвено влияние върху параметрите на микроклимата в съвременната, модерна сградна инфраструктура. Това означава, че работата в насока оптимизация и навременно прилагане на активни и пасивни мерки по отношение на подобряването на микроклимата е незавършващ процес, нещо като цикъл, който на всяка итерация добива повече и повече променливи. Стига се до момент, в който дори намесата на изкуственият интелект (Artefficial intelligence) е необходима за качествената обработка и съставянето на гъвкави алгоритми за управление в тази насока. Настоящият доклад акцентира върху процеси свързани с промените в нагласата на ползвателите на такъв тип сгради, отчитайки факти като засиленият интерес и по-високи експлоатационни очаквания към системите за ОВиК в сгради, влиянието и мониторингът на параметрите на микроклимата върху производителността на обитателите от една страна и върху енергийният профил [6] на сградата от друга такава. Това би подчертало значението на контрола на параметрите на микроклимата не само върху продуктивността, но и като цяло върху здравето на ползвателите Източник е системата за сграден мениджмънт.

Обследването включва и ползи за собствениците на сгради, снабдени със системи за сграден мениджмънт и контрол на микроклимата, като те могат да полу-

чат сертификация за сградата си по някои от международните стандарти за „здравословен микроклимат на работната среда“ като такива биха могли да бъдат включени WELL, fitwel и RESET. За да бъде сертифицирана една сграда по някои от гореспоменатите стандарти е необходимо да са изпълнени следните условия:

- По-малък процент болнични (отсъствие) на служители
- По-висока работна продуктивност на служителите
- По-ниски нива (брой) на постъпилите оплаквания от условията на работа.

Тези фактори, макар и донякъде субективни имат своята нормативна рамка, описана в редица менжудародни, [1].[2] и европейски стандарти. Тук отново, материалът ще обърне внимание повече на това какви технически мерки и средства могат да бъдат вложени и предвидени, така че да се намали т.нар „неудовлетвореност на ползвателя“ като за репер за това доколко предложените методи и мерки са приложими ще бъде използвана база данни от реална (в експлоатация) система за сграден мениджмънт. Това е необходимо за да може да се види ясно влиянието от предложените алгоритми и тяхната роля за намаляване на енергийната консумация в сградата [3], като своевременно се подобри микроклиматът на обитателите й.

ИЗЛОЖЕНИЕ

МЕТОДИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА МИКРОКЛИМАТА

ПАСИВНИ МЕТОДИ

Този раздел е за идентифициране на това, което вече съществува (и какво е необходимо) в дадена сграда, след това анализиране на данните и действие за подобряване на опита и ефективността на обитателите. Създаването на здравословна сградна среда е процес, който изисква задълбочена оценка на съществуващата инфраструктура като ОВиК сензори, полеви устройства, [3], IoT сензори и т.н. Събраните данни позволяват анализ и при наличието на подходяща платформа, дават реална и достатъчна по качество и количество информация за стимулиране на непрекъснатото здраве и продуктивност на ползвателите. Действията от анализа могат да помогнат за разрешаване на технически проблеми и проблеми с оборудването и да осигурят оптимално здраве и комфорт на обитателите. В този раздел са описани три стъпки, които заинтересованите страни могат да предприемат, за да подобрят опита и ефективността на обитателите:

Стъпка 1: Оценка на съществуващите и необходимите сензори и други източници на данни

Стъпка 2: Анализ на информацията, с цел формиране на аргументирани заключения

Стъпка 3: Действие въз основа на информацията събрана от полево оборудване, с цел подобряване на здравето и работната среда (параметрите на микроклимата) на обитателите на сградата

СТЪПКА ПЪРВА: ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО НА СГРАДНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Стъпката на оценка е критична, защото както повечето специалисти по данни ще се съгласят, качеството на данните в даден модел определя полезността на анализа. Лошите данни водят до лоши резултати. Ключовите въпроси, които трябва да бъдат зададени по време на тази стъпка, са:

• Съществуващите сензори точни и калибрирани ли са?

• Плътността и разпределението на сензора измерва ли точно въздействието върху обитателите на сградата?

• Има ли нужда от допълнителни сензори за покриване на всички съответни зони на сградата?

Това са важни въпроси, тъй като понякога може да е просто калибриране

или актуализация на фърмуера, които могат да отключат или активират големи набори от данни с малко усилия. В други случаи това може да е внедряването на IoT (Интернет на нещата) сензори за обогатяване на общия набор от входна информация. Значителен брой сгради съдържат сензори и оборудване, които или са остарели, или не са напълно функционални, или неправилно пуснати в експлоатация. Ранното определяне на тези предизвикателства и справянето с тях осигурява надеждна основа за следващите стъпки.

Следва списък с източници на данни, които са ориентир за текушо разработената методология. Те са подредени по приоритет от най-критичните (отгоре) до най-малко критичните (отдолу), по отношение на подобряване на здравето на съответната сграда. Може да се каже, че ако в сградата не са налични някои от тези източници на данни (CO2, температура и влажност, ЛОС, светлина и звук), би било добре да се помисли в посока добавянето им като източници на информация за микроклимата в съвременните сгради[2], като се има предвид тяхното значение за здравето на обитателите, както е описано в предишния раздел .

CO2 – Възможно е в рамките на ОВиК системата да има сензори за CO2 (Въглероден двуокис) като средство за регулиране на дебита/промените на въздушния поток (т.е. осигуряване на допълнителен външен въздух за разреждане на концентрацията на замърсяване). Конферентните зали също трябва да имат сензори за CO2[1]. Някои сензори предоставят множество измервания [1] в един пакет, което улеснява отчитането на – CO2, VOC, температура, влажност, ниво на звука, ниво на светлина, налягане и др. **Фигура 1** показва пример за сензор, който измерва пет фактора. Тези видове сензори обикновено могат да наблюдават конферентни зали, които побират 6-8 души



Фиг. 1. *Пример за сензор за CO2 (ляво) и сензор с множество приложение (мерене на температура, CO2, относителна влажност) съответно вдясно.*

Температурни сензори – Тези сензори обикновено се намират в сгради и могат да се интегрират с BMS. Някои сензори може да са разположени във връщащият канал или на други места извън „жизненото пространство“ на обитателите.

Сензори за относителна влажност – Тези съществуващи сензори вероятно са инсталирани в централните връщащи въздуховоди и във връщащия въздуховод на вентилационната система. Поради тази причина вероятно са необходими нови сензори в жизненото пространство за наблюдение на топлинния комфорт на ниво обитател.

Температурни скенери - С появата на COVID-19 собствениците на сгради вероятно ще искат да инвестират в температурни скенери на входовете на своите сгради. Този тип данни са проактивни, тъй като се опитват да предотвратят болести, като не позволяват на хора с повишена телесна температура да преминат през входа на сградата.

Сензори за присъствие - Тези сензори са популярен метод за намаляване на енергията. Например, те се използват в конферентни зали за автоматично включване на осветлението. Налични са и сензори за бюро, които се монтират под бюра **(Фигура 2)** и осигуряват средство за наблюдение на социалното дистанциране, например, ако всяка друга кабина трябва да е празна. Това се разглежда в следващия раздел „Стъпка 2:

Анализ“. Докато в миналото тези сензори са били използвани за настаняване на възможно най-много обитатели, днес те предоставят средство за практикуване на социално дистанциране по време на пандемия.



Фиг. 2. *Пример за сензор за присъствие монтиран под работното място.*

Сензори за броене на хора в помещения - Докато сензорите за присъствие предоставят двоични данни („заето“ или „незаето“), сензорите за преброяване на площта осигуряват брой на хората в конкретна стая или пространство. Това предоставя данните, необходими за справяне с проблеми с качеството на въздуха, като висок CO2, преди хората да се оплачат или нивата на CO2 да надвишат максималния праг[5]. Тези видове сензори не улавят идентичността на хората, като гарантират поверителност.

Сензори за човекопоток – Както подсказва името, тези сензори отчитат колко хора влизат или излизат от сграда. В офис сградите обикновено се поставят на всеки достъпен вход на сградата. Те по същество предоставят общия брой обитатели в дадена сграда във всеки един момент. Това са критични данни за неща като информиране за пожар и мероприятия по евакуация и ограничения за социално дистанциране.

СТЪПКА ВТОРА: АНАЛИЗ НА ИНФОРМАЦИЯТА С ЦЕЛ ФОРМИРАНЕ НА АРГУМЕНТИРАНИ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

След като сензорите и устройствата за зададена точка са инсталирани и се отчитат в система за наблюдение, следващата стъпка е да се анализират данните от сензорите и други данни, за да се получи представа за средата на обитателите.

СТЪПКА ТРЕТА: ДЕЙСТВИЕ ВЪЗ ОСНОВА НА ИНФОРМАЦИЯТА СЪБРАНА ОТ ПОЛЕВО ОБОРУДВАНЕ, С ЦЕЛ ПОДОБРЯВАНЕ НА ЗДРАВЕТО И РАБОТНАТА СРЕДА (ПАРАМЕТРИТЕ НА МИКРОКЛИМАТА) НА ОБИТАТЕЛИТЕ НА СГРАДАТА

Тази стъпка е за коригиращо действие. Докато при управлението на сграда се стигне до тази стъпка, трябва да се знае основната причина за проблема и да има план за справянето с него.

Следват някои приети практики, които подобряват здравето на обитателите:

АКТИВНИ МЕТОДИ

Оптимален Старт/Стоп

Това е лесен начин за пестене на енергия, като се изключва оборудването, когато не е необходимо (не е в експлоатация). Въпросът е: Колко скоро ОВиК системата трябва да започне да достига необходимата температура

и смяна на въздуха, необходима при сутрешната (пълна) заетост на един офис?

Същият въпрос се отнася и за спирането на оборудването, когато сградата остане необитаема.

Оптималният старт настройва стартовите времена на оборудването въз основа на профилът и използването на сградата. Отчита външните условия, вътрешните условия и история (как се е ползвала в миналото сградата, ако е съществуваща). Нестартирането на оборудването по-рано от необходимото гарантира подходящи нива на комфорт в заетото време, както и пестене на енер-

гия[4]. Модерната система за Сградна автоматизация може да осигури този оптимален старт, но често такава програмна логика е деактивиран или се нуждае от модификация, за да работи правилно. Подходящи сензори за измерване на температурата на външния въздух, вътрешните температури на сградата и данните за външния въздух са необходими за прилагане на тази стратегия[5].

Оптималното спиране е регулиране на времето за спиране въз основа на ефекта „маховик“ или „движение по инерция“, за изключване на оборудването преди незаетите часове на сградата. В този доклад, офисът обект на изследване използва тази функция, за да изключи механичното охлаждане / отопление с 30 минути извън планираните часове. Това не само спестява енергия, но гарантира че срещите са приключили навреме.

Използване на честотни задвижвания

Честотните задвижвания управляват скоростта на електро двигателя, за да съответства на необходимото натоварване и могат да се използват за помпи и вентилатори. Инсталираните към двигателя честотни задвижвания трябва да останат в положение „автоматично“.

Мощността, консумирана от двигателя, варира в зависимост от квадрата на скоростта. По този начин, това е ключов елемент от спестяването на енергия. Въз основа на действителното ОВиК натоварване, честотните задвижвания могат да намалят значително количеството консумирана енергия. Например намаляването на скоростта с 20 % води до 50 % намаление на потреблението на електроенергия[6].

Честотните задвижвания също могат да се използват като основен управляващ елемент на електро двигателя за намаляване на механичното съпротивление и осъществяване на т.нар „плавен пуск“[5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тъй като броят на сградите и свързаните с тях емисии нарастват в световен мащаб, правителствата и индустриалните групи продължават да се обединяват в действия чрез въвеждане на стандарти и насоки, които ръководят проектирането и експлоатацията на зелени сгради. Това представлява огромна възможност за всички собственици и проектанти на такъв тип сгради да заложат решения, с които е възможно постигането на оптимални параметри на микроклимата в сградите с икономическо предназначение, така че сградите да са готови да отговорят на исканията на клиентите за енергийно ефективни системи и здравословна работна среда, контролирана от нови и модернизирани приложения.

Интегрирането на необходимото измерване, мониторинг и аналитична технология на етапа на проектиране също ще подпомогне най-добрите практики в активното енергийно управление по време на експлоатационната фаза на сградата.

Това е и бъдещето, когато машинното обучение превръща самостоятелните сгради в реалност. Тоест системата за управление на сградата прогнозира, че чилърът, абонатната станция, климатичната камера или клапата за свеж въздух дори са на път да се повредят, планира посещение за поддръжка и адаптира своята стратегия за контрол, така че да не повлияе на работата на сградата. Бъдещето е, когато системата за сграден мениджмънт знае как да балансира печалбите в производителността, които идват от поддържането на комфорта на обитателите с целите за енергийна ефективност, като същевременно гарантира, че сградата работи с максимална производителност и не оказва влияние върху функционалността при използване на пространството.

От направените проучвания стана ясна и важността на инструменталното оборудване на сградата и предоставянето на достъп на обитателите до данни за състоянието на микроклимата в сградата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers). 2013a. ANSI/ ASHRAE Standard 62.1-2013. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, GA:ASHRAE

[2] ASHRAE. 2013b. 2013 ASHRAE Handbook — Fundamentals. Atlanta, GA:ASHRAE

[3] Maddalena R, Mendell MJ, Eliseeva K, Chan WR, Sullivan DP, Russell M, et al. 2015. Effects of ventilation rate per person and per floor area on perceived air quality, sick building syndrome symptoms, and decision-making. Indoor Air 25(4):362–370, doi:10.1111/ina.12149.

[4] Tsankov D., Selector based control system with improving local ventilation index of pollution, Proceedings of the TU – Sofia, 2015, ISSN 1311-0829, vol. 65, Issue 1, (61-68)

[5] Stoyanov H. , Tsankov D. , Ionkov T. , Control of a ventilation system with minimal concentration of CO in guarantee areas with air duct resistance balance in real time, Proceedings of the TU – Sofia, 2018, ISSN 1311-0829, vol. 68, Issue 2, (89-98)

[6] Tsankov D., Ionkov T., Yonchev E., Switchable control structures for energy efficient control in building systems climate, Proceedings of the TU – Sofia, 2012, ISSN 1311-0829, vol. 62, Issue 2, (261-268)

ОПТОЕЛЕКТРОНЕН СЕНЗОР ЗА ИЗМЕРВАНЕ ДЕБЕЛИНАТА НА ХАРТИЯ

OPTOELECTRONIC SENSOR FOR MEASURING PAPER THICKNESS

Genadi Mihailov
Technical college of Lovech

Nikola Draganov
Technical college of Lovech

Abstract

Optoelectronic sensors are widely used in electronics. It is possible to measure the thickness of paper by passing light between a pair of light source and photodetector.

The report describes an exemplary development of a sensor that allows the thickness of paper to be measured by measuring the light passing through it. A block diagram and a schematic circuit diagram are provided. Experimental studies have been carried out. Experimental characteristics are presented and their dependencies are described.

Keywords: Optoelectronic sensors, LEDs, photodetectors, paper thickness measurement

ВЪВЕДЕНИЕ

Сензорите са неизменна част от системите за автоматизирано управление и регулиране. Широкият спектър от видове им позволява да бъдат вграждани в различни приложения, в които следят различни сензорни величини.

Интерес за електрониката и по-специално за сензорната техника и оптоелектрониката представлява възможността за измерване на неелектрически величини, използвайки някои от свойствата на светлината – пречупване, отражение и поглъщане.

Както е известно, светлината има двойнствен характер, от което произтичат нейните две основни приложения – енергетично и информационно [1, 3]. Използвайки ги в сензорната техника се създават възможности за разработване на сензорни приложения, позволяващи преобразуването и измерването на неелектрически (механични) величини [2]. Една то тези величини е дебелината на хартията.

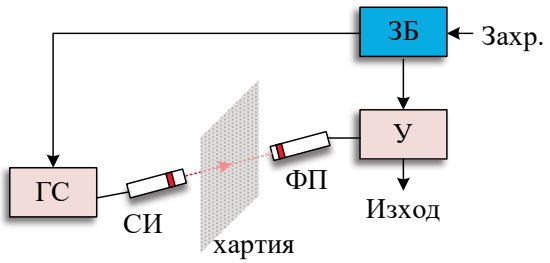
За производството на хартия се използват както различни материали, така и различни технологии, които създават и различните й видове. За правилната настройка на печатащите устройства, особено лазерните, е важно да се знае дебелината на хартията. Този параметър пренастройва лазерната печатаща система при дозирането на тонер, скоростта и температурата за неговото изпичане, дори скоростта на преминаване на хартията през него.

Целта на настоящия доклад е да се опише едно примерно реализирано решение на оптоелектронен сензор, на базата на двойка – светодиод и фотодиод, позволяващо генериране на електрически сигнал, готов за обработка, чийто параметър да бъде зависим от дебелината на хартията (L=0,01mm ÷ 0,1mm), преминаваща в междината между светлинния излъчвател и фотоприемника.

КОНЦЕПЦИЯ И БЛОКОВА СХЕМА

При разработката на сензора за измерва на дебелина на хартия бяха разгледани и анализирани възможностите за преобразуването на този параметър с различни видове сензорни ефекти – ул-

тразвуков, електромагнитен, оптоелектронен и др. [4]. Използвайки всеки един от тях се постигат резултати без повторяемост (ултразвуков) и обхватност (електромагнитен и ултразвуков). Оптоелектронният сензор позволява свободно преминаване на хартиен лист през измервателната междина, има възможност за преобразуване на дебелини l = 0,01mm ÷ 0,1mm и най-вече проявява повторяемост на получените сигнали, важен фактор за всяка измервателна система.

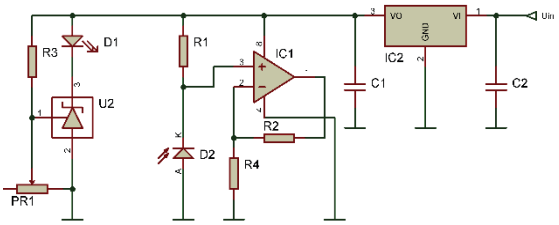


***Фиг. 1**. Блокова схема*

Блоковата схема на разработения сензорен модул е представена на фиг. 1.

Концепцията при създаването на сензора бе той да има възможност за вграждане в конвенционалните лазерни печатащи устройства така, че неговият електрически сигнал, зависещ от дебелината на поставената хартия, да коригира режима на „опичане“ на нанесения от електростатичния барабан тонер върху хартиения лист. Това изисква листа да се движи свободно през сензора, а последния да бъде с малки габарити, за да има възможност за вграждане. За целта е използвана стандартна двойка от светодиод, като източник на светлина (ИС), и фотодиод, като фотоприемник (ФП), разположени един срещу друг на разстояние между тях L=0,5mm. През това разстояние преминава листа от хартия, чиято дебелина се преобразува в електрически сигнал, като се пропуска по-малко светлина при преминаване на по-дебела хартия. Светлинния сноп, излъчван от ИС, се подава насочено към листа хартия, а самия ИС се захранва от температурно стабилизирана генераторна схема (ГС). От другата страна на хартиения лист, ФП приема преминалата през листа светлина и я преобразува в електрически сигнал. Усилвателният блок (УБ) усилва генерирания от ФП електрически сигнал.

За правилната работа на устройството е изграден захранващ блок (ЗБ), който осигурява необходимите захранващи напрежения.



***Фиг. 2.** Опростена принципна електрическа схема*

На фиг. 2 е представена опростената принципна електрическа схема на оптоелекронния модул.

Захранването на схемата се осигурява от линейният стабилизатор IC2 – LM7812.

Както стана ясно по-горе, за да се измери дебелината на хартията е необходима светлина. Тя се осигурява от светодиода D1. Захранващият ток на D1 трябва да е температурно независим, поради тази причина той се управлява от стабилизатора U2 – TL431. Посредством R3 и PR1 се извършва настройка на режима на работа на светодиода така, че токът протичащ през него да отговаря на номиналната стойност, според каталожните му данни.

Преминала през хартията, светлината попада върху фотодиода D2. Последният е включен в делител на напрежение заедно с резисторът R1. При осветяване, изходното напрежение на делителя, т.е. това постъпващо на входа на IC1, намалява.

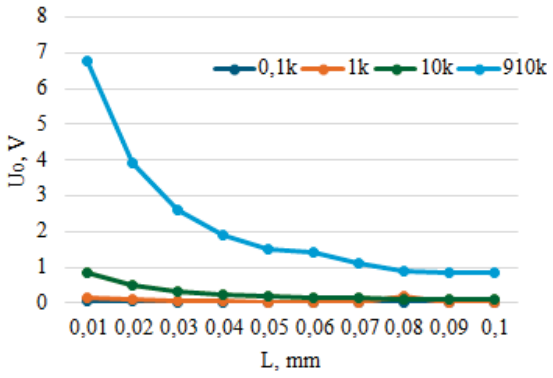
Зависимото от светлината, респективно, дебелината на хартията, изходно напрежение, се усилва от операционния

усилвател IC1 с определен коефициент на усилване, определящ и чувствителността на схема. В дадения случай коефициента на преобразуване, чиято стойност ще бъде изменяна в процеса на измерването с цел да се установи влиянието й върху изходния сигнал, а от там и на изходните характеристики, представляващи зависимостта на изходното напрежение на схемата от дебелината на хартията – $U_O = f(L)$.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Експерименталните изследвания на разработеното устройство са проведени в лабораторни условия. За провеждането на експеримента са използвани проби на хартиени късове с различна дебелина. Последните се поместват в оптичната междина между светодиода и фотодиода (фиг.5).

Проведени са четири серии измервания, като заснемането на преобразувателната характеристика на сензора $U_O = f(L)$ се извършва при различна чувствителност на схемата, т.е. при R_2=const. Стоностите на R_2 са избрани както следва – 0,1kΩ, 1kΩ, 10kΩ и 910kΩ.



Фиг. 3. *Експериментални преобразователни характеристики – $U_O = f(L)$, при R_2=const*

Експерименталните преобразователни характеристики на реализирания сензорен модул са представени на фиг. 3.

От характера на характеристиките се вижда, че се запазва зависимостта на тяхното изменение при промяна на управляващите параметри – L и R_2.

Анализът на характеристиките показа, че с увеличаване на дебелината L на хартиената проба намалява изходното напрежение U_O на сензорния модул, но заедно с това, при изменение на чувствителността на схемата, чрез промяна на съпротивлението R_2 в обратната връзка на усилвателя, се променя и нелинейността. Така, най-голяма нелинейност се получава при най-висока чувствителност на схемата. При стойност на съпротивлението в обратната връзка R_2=10kΩ, за абсолютната чувствителност на схемата се получава:

$$S_{AR_2} = \frac{\Delta U_O}{\Delta L} \qquad (2)$$

$$S_{AR_2=10k\Omega} = \frac{0,85 - 0,51}{0,01}$$

$$S_{AR_2=10k\Omega} = 34\ V/mm,$$

при L=0,01mm, а при L=0,1mm –

$$S_{AR_2=10k\Omega} = \frac{0,11 - 0,1}{0,01}$$

$$S_{AR_2=10k\Omega} = 1\ V/mm$$

т. е. с около 34 пъти по-слаба чувствителност при по-голяма дебелина на хартиената проба.

Аналогични резултати се получават и при R_2=910kΩ, но с по-висок рейд:

$$S_{AR_2=910k\Omega} = \frac{6,75 - 3,93}{0,01}$$

$$S_{AR_2=910k\Omega} = 282\ V/mm$$

при L=0,01mm, а при L=0,1mm –

$$S_{AR_2=910k\Omega} = \frac{0,87 - 0,85}{0,01}$$

$$S_{AR_2=910k\Omega} = 2\ V/mm.$$

И тук чувствителността спада с около 280 пъти с изменение на дебелината на хартията до *0,1mm.*

Получените резултати като стойности на абсолютната чувствителност и като характер на изменение на характеристиките са характерни за този принцип на измерване, използващ ограничение на пропускливостта на светлинния сноп.

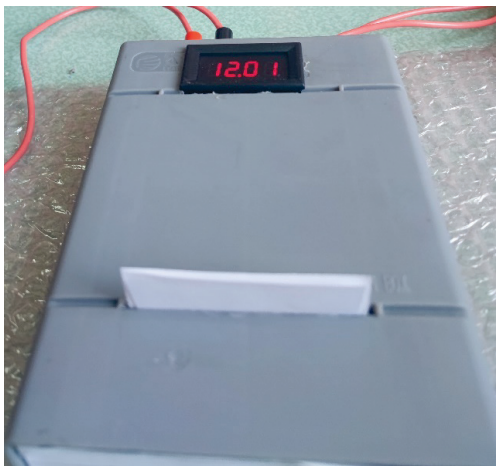
Получаването на по-висока стръмност при измерване в началото на измервателния обхват, т. е. при малки стойности на L, е резултат на по-доброто преминаване на светлината през по-тънката хартия, респективно, по-голямо насищане на фотодиода. И на против, получаване на по-малка стръмност на характеристиката при по-големи стойности на L са в резултат на по-слабата пропускливост.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализираният оптоелектронен сензор дава възможност за преобразуване (измерване) на дебелината на хартия в електрически сигнал.

Външен и вътрешен вид на разработения сензорен модул е показан на фиг. 4.

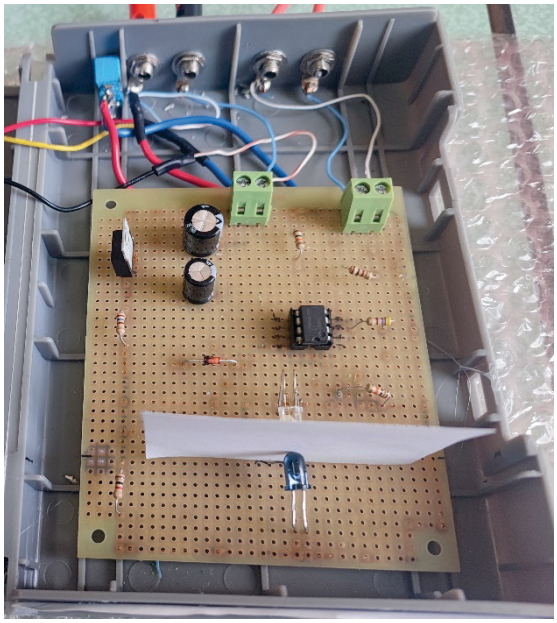
Разработеният модул, въпреки своята елементарност в схемотехнично изпълнение, проявява повторяемост на преобразувателните си характеристики.



Фиг. 4. *Външен вид на разработеният сензорен модул*

Възможността за управление на чувствителността на схемата позволява разработеният сензорен модул да бъде управляван от микроконтролер, който едновременно да получава и обработва резултата и в същото време да настройва чувствителността на схемата според цвета на хартията.

Като предимство на разработката може да се отбележи, както вече се спомена, лесната изработка и достъпността на електронните компоненти. Не бива да се забравя, обаче, и високата повторяемост на преобразувателните характеристики, макар и получени в лабораторни условия.



Фиг. 5. *Модулът от вътре*

Необходимо е да се помисли за надеждността на сензорния модул, относно зависимостта му от околната светлина и цвета на хартията, чиято дебелина се измерва.

Предвид това, че е възможно този сензор да се използва в затворен корпус, поместен и монтиран неподвижно в друг корпус, на машина или др., трябва да се предвиди и възможността самопочистване или премахване на замърсяванията от прах и хартиени влакна.

Въпреки, описаното разработката представлява интерес не само за автома-

тиката, но и за измервателната техника, тъй като представлява един реален електронен преобразувател на неелектрична величина.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Драганов, Н. Сензори. Принципи, устройство, технологии, характеристики параметри приложения. Първа част. Издателство ЕКС-ПРЕС Габрово, 2014

[2] Драганов, Н. Сензорна техника. Ръководство за лабораторни упражнения. Второ преработено и допълнено издание. Издателство ЕКС-ПРЕС Габрово, 2019

[3] Колев, И., Е. Колева. Инфрачервена оптоелектроника. Унив. Издателство Васил Априлов, Габрово, 2008

[4] Hansen, R.,Th. Baek, S. Lange. Non-Contact Papire Thickness and Quality Monitoring Based on Mid-infrared Optical Coherence Tomography and THz Time Domain Spectroscopy. Sensors. Open Access Journals, https://www.mdpi.com.

ИНФРАЧЕРВЕНА СЕНЗОРНА СИСТЕМА ЗА ВИДИМОСТ НА ВЪЗДУШНАТА СРЕДА

INFRARED AIR VISIBILITY SENSOR SYSTEM

Nikola Draganov
Technical college of Lovech

Genadi Mihailov
Technical college of Lovech

Petar Velichkov
Technical university of Gabrovo

Abstract

Visibility systems are widely used to measure the transparency of the air environment. The device presented in the report was developed based on the light projection and scattering method. The light source is modulated to provide excellent rejection of background noise and natural variations in background light intensity. The report presents and explains a block diagram and a schematic circuit diagram. Experimental timing diagrams and device performance characteristics for presented and described.

Keywords: IR signals, fog sensors, air visibility sensors

ВЪВЕДЕНИЕ

Сензорите системи за видимост, по-известни като сензори за мъгла, представляват устройства, определящи видимостта на въздушната среда при метеорологични условия на валежи (дъжд и/или сняг) или при образуването на мъгли.

Известни са различни принципи по които се изграждат сензорните системи за видимост на въздушната среда, които се прилагат в зависимост от приложението и условията на тяхната експлоатация [1, 2, 3]. Най-разпространените от тях са: оптичен, ултразвуков и електростатичен. Оптичният метод има предимство пред останалите, тъй като чрез него могат да бъдат детектирани не само мъгла, която представлява газообразна фаза, но и дъжд примесен със сняг, само сняг с различна големина на снежинките или и трите компонента: мъгла, сняг и дъжд. Ултразвуковият и електростатичния методи не позволяват коректно отчитане при обилен снеговалеж на едри снежинки, а също и на дъжд примесен със сняг. Ултразвуковият метод и електростатичния метод намират по-широко приложение в планински райони с висока надморска височина, над 1800m, където се използват за детектиране само на наличие на споменатите метеорологични явления с определени степени, но не с конкретни прецизни стойности.

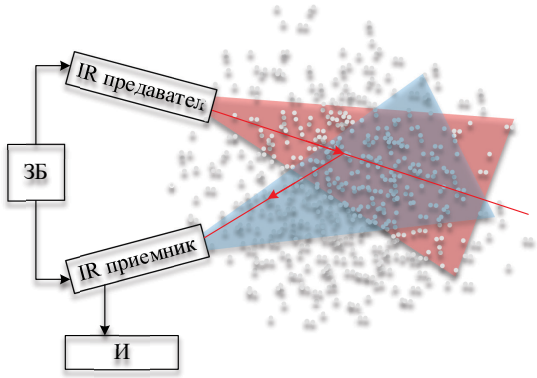
Целта на настоящия доклад е да опише разработен примерен модел на инфрачервена сензорна система за измерване на видимостта на въздушната среда на базата на инфрачервения метод.

ПРИНЦИП НА РАБОТА НА ИНФРАЧЕРВЕНАТА СЕНЗОРНА СИСТЕМА

На фиг.1 е представена онагледяваща схема на принципа на работа на инфрачервена сензора система (ИЧСС) за видимост на въздушната среда.

За да може да бъде детектиран и измерен агентът причиняващ намаляване на видимостта е необходимо да се използва излъчен от подходящ оптичен излъчва-

тел светлинен лъч, който да бъде отразен и върнат към подходящ фотоприемник. Най-подходящ за тази цел е източник на ИЧ светлина и ИЧ фотоприемник. Двата блока са така ориентирани, че отразения лъч от агента да попада върху фотоприемника без препятствия. За тази цел се използват специални оптични лещи с определено фокусно разстояние и инфрачервени филтри. Те концентрират ИЧ лъчи в успореден сноп, който се разпространява десетина метра пред излъчвателя. Наличието на газова водна фаза във въздуха, т. нар. мъгла, предизвиква отражение от повърхността на водните капчици на ИЧ лъчи, чиято концентрация е пропорционална на концентрацията на водните капчици. Отразените лъчи попадат във фотоприемника където биват фокусирани върху оптоелектронния преобразувател и преобразувани в електрически сигнал. За да може това преобразуване да е зависимо от концентрацията на следения компонент и големината на изходния сигнал да зависи от тази концентрация е необходимо ИЧ лъчи да се модулират електрически с определена модулационна честота. По този начин ще се избегнат смущенията в изхода на фотоприемника, предизвикани от дневната светлина.



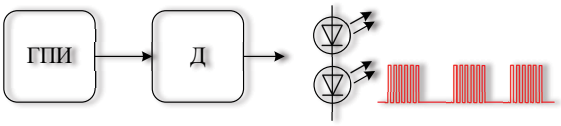
Фиг. 1. *Схема на инфрачервена сензорна система за видимост на въздушната среда*

За правилната работа на сензорното устройство е необходимо, разбира се, да се осигури и подходящ захранващ източник с необходимата мощност. Той не е обект на разглеждане в настоящия доклад.

БЛОКОВИ СХЕМИ

Блоковата схема на реализираната ИЧСС за видимост на въздушната среда основно се разделя на две части инфрачервения предавател и инфрачервеният приемник.

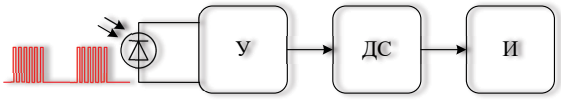
Блоковата схема на инфрачервеният предавател е представена на фиг. 2. Тя се състои от генератор на правоъгълни импулси (ГПИ) с определена честота и модулирани с по-ниска носеща честота.



Фиг. 2. *Инфрачервен предавател*

След като бъдат генерирани, правоъгълните импулси трябва да се усилят за да може да се осигури необходимата електрическа мощност, респективно, светлинна мощност от инфрачервените светодиоди. За тази цел се използва драйвер (Д), който, както ще стане по-нататък ясно, представлява транзисторно стъпало в ключов режим.

Блоковата схема на инфрачервения фотоприемник е представена на фиг. 3.



Фиг. 3. *Инфрачервен фотоприемник*

Усилвателят (У) усилва генерираните импулси от фотоприемника. За да може да се подадат към измервателна схема (И), АЦП или друг, правоъгълните импулси се обработват от детекторна схема (ДС), на изхода на която се получава напреженово ниво с големина, пропорционална на честотната поредица, която зависи от отразената, спрямо проектираната инфрачервена светлина.

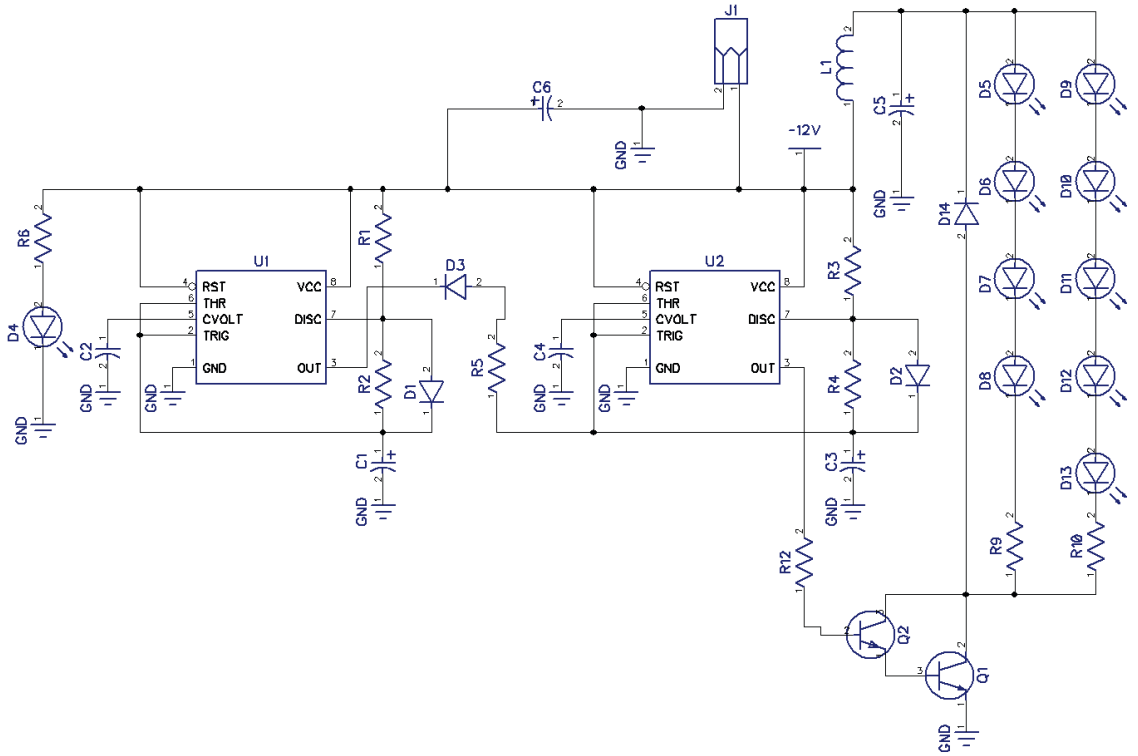
ПРИНЦИПНИ СХЕМИ

Описаните блокови схеми онагледяват работата на устройството от гледна

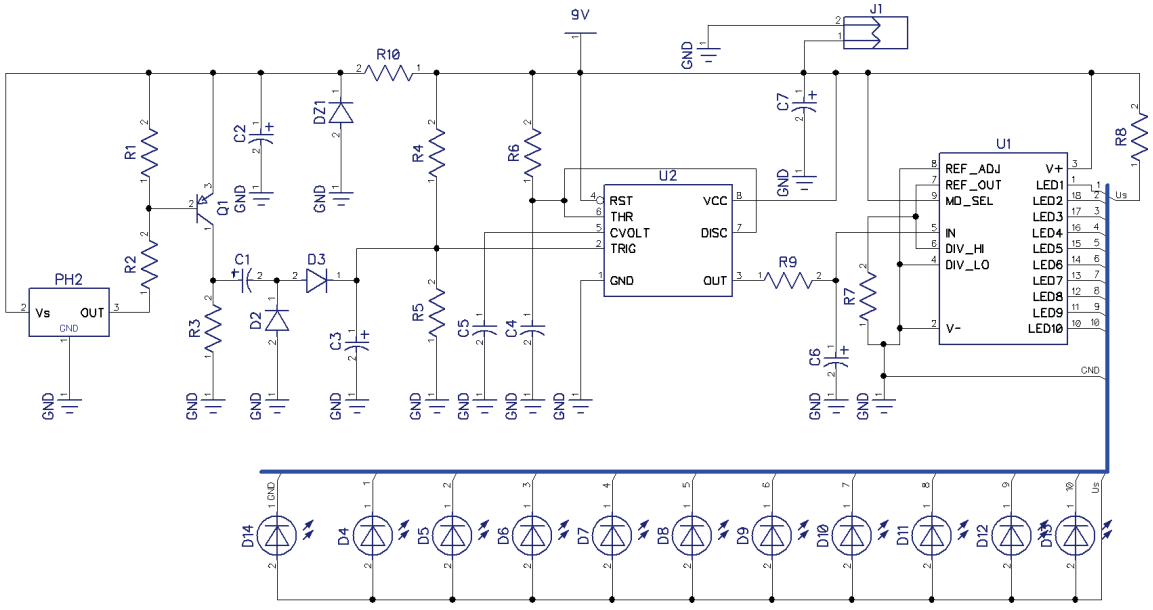
точка на принципа, на който работи. Всеки блок от описаните по-горе може да бъде реализиран като се използват различни схемотехнични решения.

Принципните електрически схеми на инфрачевения предавател и приемник са представени съответно на фиг. 4 и фиг.5.

Както бе споменато по-горе, за да не се генерират смущения във фотоприемника от въздействието околната светлина е необходимо инфрачервените импулси да се модулират. В схемата, представена на фиг. 4 тази функция се изпълнява от два



Фиг. 4. *Схема на инфрачервен предавател*



Фиг. 5. *Схема на инфрачервен приемник*

генератора на правоъгълни импулси изпълнени с интегрални генератори NE555 (U1 и U2). Двата генератора работят в автоколебателен режим, като първият (U1) генерира ниската носеща честота f_{LM}, с която се запуска работата на втория (U2), който генерира висока честота f_H. В резултат на съвместната работа на двата интегрални генератора се получават високочестотни „пакети“ от импулсни поредици, модулирани с ниска честота. Стойностите на двете честоти се избират според честотната лента, респективно, бързодействието, на фотоприемника. Честотата и на двата генератора се определя по следната формула, изразена за f_{LM}:

$$f_{LM} = \frac{1{,}44}{(R1+2.R2).C1} \quad (1)$$

При стойности на времезадаващите елементи на първия генератор (U1): R1=R2=2,7kΩ и C1=1μF, и за втория (U2): R3=R4=2,2kΩ и C3=10nF, съгласно уравнение (1) за честотите на двата генератора се получава съответно: f_{LM}=123Hz и f_H=22kHz.

След като бъде генериран, импулсният сигнал се усилва от Дарлингтон двойката, реализирана от транзисторите Q1 и Q2. Последните позволяват да се управлява по-мощен товар и в същото време разтоварват изхода на интегралната схема U2.

В колекторната верига на Дарлингтон схемата са включени два паралелни един спрямо друг клона с последователно включени четири (D5-D8) и пет (D9-D13) индрачервени светодиоди. Не симетричността е продиктувана от начина на конфигуриране на инфрачервения сноп от излъчвателя.

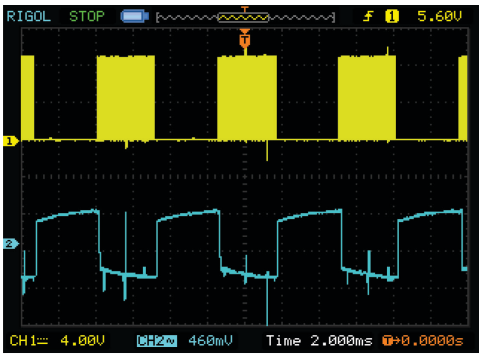
В инфрачервения приемник основен възел е интегралния фотоприемник. Последния е от типа TSOP. Той представлява миниатюризиран приемник за инфрачервени системи за дистанционно управление. Чувствителната му част е с PIN диод, който заедно с предусилвател са сглобени на оловна рамка и залят с епоксидна смола пакетът е проектиран като инфрачервен филтър. Демодулираният изходен сигнал може директно да бъде декодиран от микропроцесор или друга схема. TSOP серията е стандартна серия инфрачервен приемник за дистанционно управление, поддържаща всички основни кодове за предаване [4].

Сигналът от изхода се усилва и подава към междинното стъпало, реализирано с елементите Q1, R1, R2 и R3.

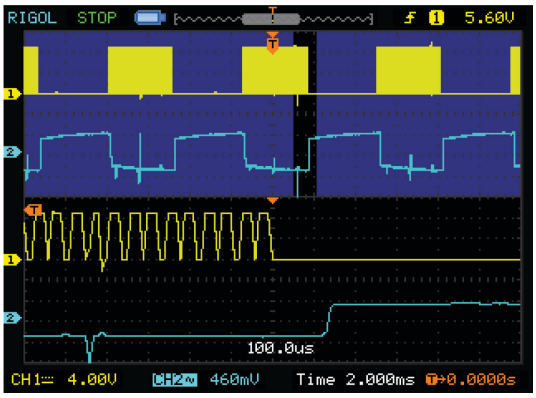
Детекторната схема (C1, C3, D2, D3) заедно с чакащия мултивибратор U2 преобразуват импулсния сигнал така, че да може да се подаде към схемата за управление на светодиодната индикация U2. Последната е от типа LM3914. Това е монолитна интегрална схема, която прихваща аналогови напреженови нива и управлява 10 светодиода, образуващи линеен аналогов дисплей. Захранването на светодиодите се регулира елиминирайки необходимостта от допълнителни външни резистори. Интегралната схема съдържа собствен регулируем еталонен източник, управляван от външния резистор R7. Въпреки, че някой псевдо учени ще оценят използването на тази интегрална схема като остаряло, необходимо е да се отбележи, че тя предлага много добри възможности за приложение.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Експерименталните изследвания на разработената сензорна система са проведени в лабораторни условия. Измерванията са проведени само с газова водна фаза, генерирана от специализиран лабораторен парогенератор.



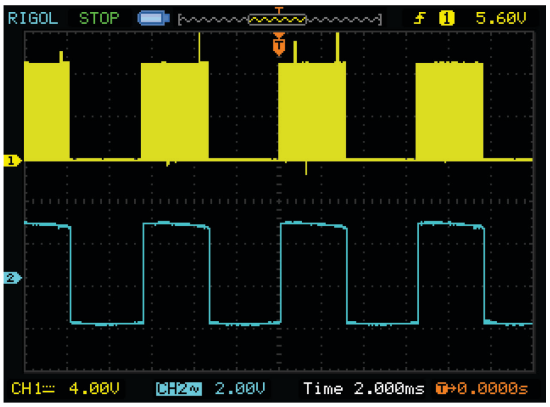
а)



б)

Фиг. 6. *Експериментално заснети време-диаграми*

На фиг. 6 са представени реални времедиаграми, заснети от отделните контролни точки на разработеното устройство. От тях се виждат генерираните модулирани импулси, постъпващи на базата на Q2 (фиг.6а-канал-1) и преобразуваните от инфрачервения фотоприемник инфрачервени сигнали в демодулиран импулсен сигнал (фиг.6а-канал-2).



а)



б)

Фиг. 7. *Експериментално заснети време-диаграми*

Както се забелязва те преминават през делителя на напрежение (R1 и R2, виж фиг. 5) за да постъпят на базата на Q1. Така амплитудата им се редуцира до по-малко от 0,5V.

От осцилограмите, заснети след детекторната схема (канал-2 на фиг. 7б) се забелязва изменението във времето на усиления вече сигнал, показан на канал-2 на фиг. 7а.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеният модел на инфрачервена сензорна система за видимост се характеризира с лесна и достъпна схемотехника, позволяваща не само демонстрация на принципа на детектиране и измерване на видимостта на въздушната среда, но и характерните особености при изграждането на такъв тип сензорни системи.

В доклада е обърнато по-голямо внимание на разяснението на принципа на измерване и реализацията му, прилагайки свойствата на светлината да се разпространява и отразява. Представените блокови и принципни електрически схеми създават още по-голяма представа за принципа на преобразуване на следеното природно явление, като създава условия за разработване на различни разновидности, от гледна точна на схемотехнични решения, на подобен тип системи.

Разбира се, заедно с описаните схотехнични решения на инфрачервения канал, за правилната работа на системата са поставени и подходящата пасивна оптика – инфрачервени филтри и лещи с подходящи параметри.

Не бива да се пренебрегва значимостта на захранващият блок, особено при работа на системата в реални условия, на открито.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://observator.com/products/vpf-710-visibility-sensor/
[2] https://www.youngusa.com/product/sentry-visibility-sensor/
[3] https://www.renkeer.com/product/atmospheric-visibility-sensor/
[4] https://www.vishay.com/search/?searchChoice=part&query=tsop

ИНТЕГРИРАН МОНИТОРИНГ НА БРЕМЕННОСТТА В РАЗЛИЧНИ ЗДРАВНИ УСЛОВИЯ С МРЕЖА ОТ БЕЗЖИЧНИ, ГЪВКАВИ И МЕКИ СЕНЗОРИ

INTEGRATED PREGNANCY MONITORING IN VARIOUS HEALTH CONDITIONS WITH A NETWORK OF WIRELESS, FLEXIBLE AND SOFT SENSORS

Dinko Dinev
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

This report reviews the innovations and applications of a network of wireless, flexible and soft sensors for integrated pregnancy monitoring in various healthcare settings. We are exploring how these technologies can improve maternal and fetal health tracking, provide better diagnostic capabilities, and make it easier for medical staff to care for pregnant women. Existing developments and prospects for future development in this area are analyzed.

Keywords: pregnancy, monitoring, wireless sensors, flexible sensors, soft sensors, health technology, telemedicine.

ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието на медицинските технологии, мониторингът на бременността става все по-ефективен и удобен. Традиционните методи за наблюдение, като ултразвуковите изследвания и кардиотокографията, са ограничени по отношение на мобилността и комфорта на пациентите. Новите технологии, включващи безжични, гъвкави и меки сензори, предлагат значителни предимства, като предоставят непрекъснат мониторинг, минимално инвазивни методи и подобрена мобилност[1].

Целта на настоящето изследване са иновациите, които могат да бъдат интегрирани в съвременните здравни практики и ползите, които могат да донесат [2].

СЪЩЕСТВУВАЩИ РАЗРАБОТКИ

Различните устройства и програми за мониторинг на бременността предлагат уникални функции и подходи за осигуряване на здравето на родилките и плода им. Три от водещите системи в тази област са **Bloomlife, Owlet Band и Nuvo Pregnancy System**. Ето описание и сравнение на тези устройства и програмите, с които работят [3]:

Табл. 1: *Примери за съществуващи устройства и системи за мониторинг на бременността*

Устройство	Производител	Тип сензори	Основни функции
Bloomlife	Bloomlife	Безжични	Следене на контракциисърдечен ритъм
Owlet Band	Owlet	Гъвкави	Следене на сърдечен ритъм на плода
Nuvo Pregnancy System	Nuvo Group	Безжични, меки	Непрекъснато наблюдение на майката

1. Bloomlife

Описание на устройството:

Bloomlife е уред за мониторинг на контракциите, който се прикрепя към корема на бременната жена с помощта на лепенка.

Функции:

- Проследяване и записване на контракции в реално време;
- Безопасна и неинвазивна технология;.
- Лесен за използване у дома.

Предимства:

- Достъпен и лесен за употреба;
- Потребителите могат да наблюдават своето състояние сами.

Недостатъци:

- Ограничен до мониторинг на контракциите.
- Не предлага пълноценен мониторинг на сърдечния ритъм на фетуса.

2. Owlet Band

Описание на устройството: Owlet Band е текстилна лента, която се носи около корема и използва електроди за следене на бременността. Тя предоставя подробни данни за плода и пациентката.

Функции:

- Мониторинг на сърдечния ритъм на фетуса.
- Проследяване на движенията на плода.
- Записване на сърдечния ритъм и други параметри на бременната.

Предимства:

- Многофункционален мониторинг.
- Удобна и лека лента.
- Детайлни данни и анализи.
- Недостатъци:
- По-висока цена в сравнение с други устройства.
- Изисква редовно зареждане.

3. Nuvo Pregnancy System (INVU)

Описание на устройството: Nuvo Pregnancy System, известна и като INVU, е медицинско устройство, което се носи като колан около корема на бременната жена. Тя използва напреднали технологии за медицински мониторинг.

Функции:

- Мониторинг на сърдечния ритъм на фетуса и родилката;
- Записване и анализ на фетални движения;
- Възможност за дистанционен преглед от лекар.

Предимства:

- Медицински клас мониторинг;
- Възможност за дистанционно наблюдение от лекари;
- Пълноценен анализ на бременността.

Недостатъци:

- По-висока цена и сложност.
- Изисква консултации и настройки от медицински специалисти.

Сравнение:

Обхват на мониторинг: Nuvo Pregnancy System предлага най-широк обхват на функции, включително меди-цински клас мониторинг, докато Bloomlife е фокусирана основно върху контракциите, а Owlet Band осигурява междинен вариант с мониторинг на сър-дечния ритъм и движенията на плода.

Лесна употреба: Bloomlife и Owlet Band са по-лесни за самостоятелно използване в домашни условия, докато Nuvo Pregnancy System изисква медицински надзор.

Цена: Bloomlife е най-достъпното решение, следвано от Owlet Band, докато Nuvo Pregnancy System е най-скъпото поради напредналите си функции и медицински приложения.

Всеки от тези продукти предлага уникални предимства, които могат да отговорят на различни нужди и предпочитания на родилките. Изборът на устройство зависи от индивидуалните нужди за мониторинг, бюджета и необходимостта от медицински контрол.

ТРАДИЦИОННИ МЕТОДИ ЗА МОНИТОРИНГ

Традиционните методи за мониторинг на бременността включват ултразвукови изследвания и кардиотокография (КТГ). Тези методи са утвърдени, но имат своите ограничения [4]:

Ултразвук: Предоставя детайлни изображения на плода, но изисква спе-циализирано оборудване и присъствие на медицински персонал.

КТГ: Следи сърдечната дейност на плода и контракциите на матката, но е ограничено до болнична среда и не предлага непрекъснат мониторинг.

Табл. 2: *Сравнение на традиционни и съвременни методи за мониторинг на бременността*

Метод	Традиционни методи	Съвременни сензори
Ултразвукови изследвания	Висока точност, болнична среда	Непрекъснато наблюдение, мобилност
Кардиотокография	Надеждност и ограничена мобилност	Безжични, удобни за ползване, дистанционно наблюдение

Традиционните методи за мониторинг на бременността включват ултразвукови изследвания и кардиотокография (КТГ). Тези методи са утвърдени, но имат своите ограничения [4]:

- **Ултразвук**: Предоставя детайлни изображения на плода, но изисква специализирано оборудване и присъствие на медицински персонал.
- **КТГ**: Следи сърдечната дейност на плода и контракциите на матката, но е ограничено до болнична среда и не предлага непрекъснат мониторинг.

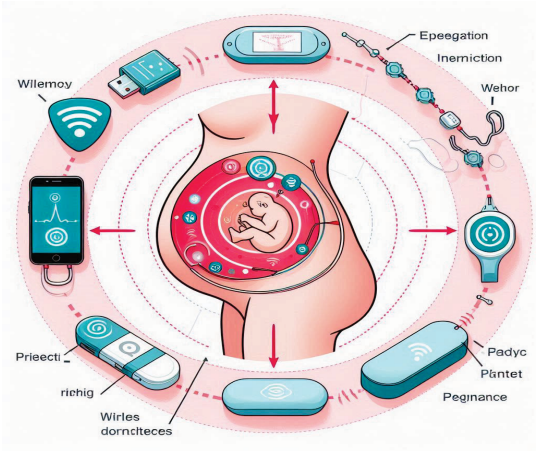
Безжични, гъвкави и меки сензори

Съвременните разработки в областта на безжичните, гъвкави и меки сензори предлагат нови възможности за мониторинг на бременността:

Безжични сензори

Безжичните сензори предлагат мобилност и удобство, като елиминират нуждата от кабели. Те могат да предават данни в реално време на мобилни устройства или медицински платформи, позволявайки дистанционно наблюдение.

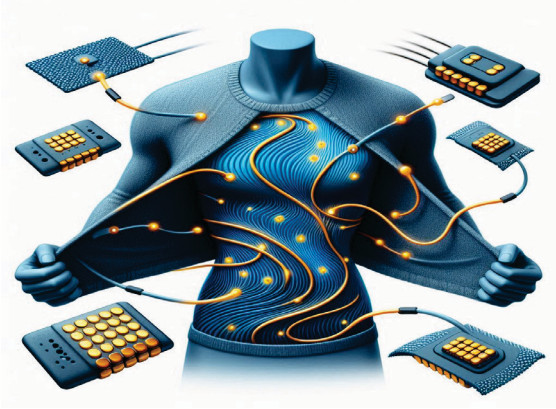
Описание: На фиг. 1 е показан безжичен сензор, прикрепен към корема на бременна жена. Сензорът изпраща данни безжично към смартфон или таблет, който показва информация като сърдечен ритъм на плода, движения на плода и контракции на матката. Данните също могат да бъдат изпратени към облачен сървър за наблюдение.



Фиг. 1. *Принцип на работа на безжични сензори за мониторинг на бременността*

Гъвкави сензори

Гъвкавите сензори са проектирани да се адаптират към формата на тялото, осигурявайки комфорт и надеждно измерване. Те могат да следят различни биометрични параметри, като сърдечен ритъм и движение на плода, без да причиняват дискомфорт на пациентката.



Фиг. 2. *Гъвкави сензори, интегрирани в облекло*

Описание: Фигура 2 показва гъвкав сензор, интегриран в еластичен пояс, който бременната носи около корема си. Сензорът е свързан към малък, лек модул за безжично предаване на данни. Модулът е показан как предава данни към смартфон или друг носим уред.

Меки сензори

Меките сензори са изработени от еластични материали, които минимизират риска от раздразнения на кожата. Те са особено полезни за продължителен мониторинг и могат да бъдат интегрирани в облекло или аксесоари [5].



***Фиг. 3**. Мек сензор, прикрепен към кожата*

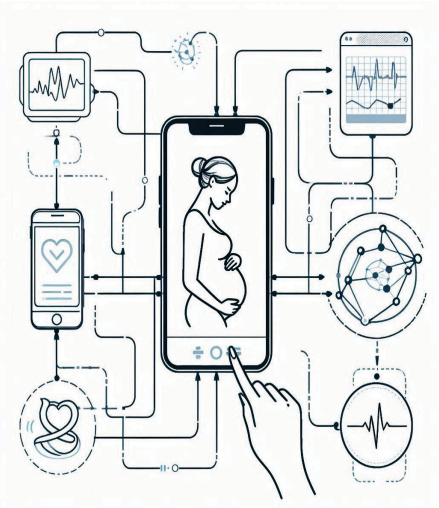
Описание: Фигура 3 показва мек сензор, прикрепен към кожата на бременна жена. Сензорът е изработен от гъвкав материал и е показан как лесно се адаптира към формата на тялото. От сензора излизат фини кабели или безжични връзки към малко устройство за предаване на данни. Бременната жена носи мекия сензор, прикрепен към корема си, докато се движи свободно в дома си и осъществява непрекъснат мониторинг [6].

***Табл. 3:** Приложения на различни видове сензори*

Вид сензор	Приложение	Предимства
Безжични сензори	Дистанционно наблюдение	Мобилност, удобство
Гъвкави сензори	Интегриране в облекло и аксесоари	Комфорт, адаптивност към формата на тялото
Меки сензори	Продължителен мониторинг	Минимално раздразнение на кожата

Описание: Фигура 4 показва как различни видове сензори (безжични, гъвкави, меки) са свързани към едно мобилно устройство. Линиите показват потока на данни от сензорите към устройството, което визуализира информацията на екран.

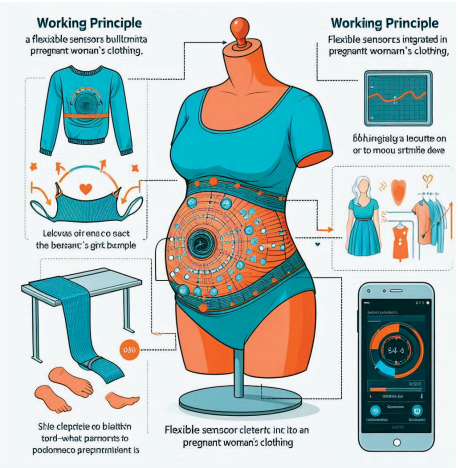
Описание: Фигура 5 показва гъвкав сензор, вграден в облекло като тениска или пояс. Сензорът събира данни за биометрични параметри и ги изпраща към мобилно устройство.



***Фиг. 4.** Свързване на различни сензори към мобилно устройство*

Табл. 4: *Биометрични параметри, следени от съвременни сензори*

Параметър	Вид сензор	Метод на измерване
Сърдечен ритъм на плода	Безжични, гъвкави, меки сензори	Електрическа импедансова кардиография
Движение на плода	Гъвкави, меки сензори	Акселерометри
Контракции на матката	Безжични, гъвкави сензори	Стрейн гейдж сензори
Сърдечен ритъм на родилката	Безжични, гъвкави сензори	Фотоплетизмография



***Фиг.5.** Принцип на работа на гъвкави сензори, интегрирани в облеклото на бременна жена*

Приложения и ползи

Интегрирането на тези сензори в здравната практика предлага множество предимства:

- **Непрекъснат мониторинг**: Позволява непрекъснато следене на биометрични показатели на бременната и плода.
- **Удобство**: Намалява нуждата от чести посещения в болница.
- **Ранно откриване на аномалии**: Позволява ранно идентифициране на потенциални проблеми и вземане на навременни мерки.



Фиг. 6. *Интерактивна платформа за дистанционно наблюдение*

Описание: Фигура 6 показва платформа, която събира и анализира данните от различни сензори в реално време. Платформата е представена като уеб или мобилно приложение, което позволява на лекарите да виждат графики и анализи на биометричните параметри на пациентките.

Основни компоненти на системата

Сензор за гърдите

Сензорът за гърдите използва авангарден биоелектрически интерфейс (AFE), който включва филтриране на електромагнитни смущения и детекция на DC отместване. Този сензор е съвместим с международния стандарт IEC 60601-2-47:2012 и осигурява измервания на електрокардиографски (ЕКГ) сигнали с клинично качество. Основните му характеристики включват:

- Среден шум от 3.1 µVP-P.
- Коефициент на потискане на общия режим (CMRR) над 100 dB.
- Допълнителен биоимпедансен канал.
- Функция за детекция на пейсмейкър.

Сензор за крайници

Сензорът за крайници използва оптичен AFE, който обработва сигнали с висока резолюция, използвайки 19-битов делта-сигма АЦП. Сензорът разполага с:
- Конфигурации за отстраняване на смущения от околната светлина.
- Корекция на входящата капацитивност.

Сензор за корема

Сензорът за корема е оборудван с два полукръгови пиезоелектрически преобразувателя, настроени да резонират на 3 MHz. Тези преобразуватели се използват за предаване и приемане на ултразвукови сигнали, което позволява измерване на сърдечната честота на плода (FHR) и маточните контракции чрез ефекта на Доплер.

Описание: На Фигура 7 е показано как данните от безжични сензори се предават към мобилно приложение. Изображението включва икони на сензори, стрелки, показващи предаването на данни, и екран на мобилно приложение, който показва сърдечен ритъм, движения и други биометрични параметри.



Фиг. 7. *Схема на данните, предавани от безжични сензори към мобилно приложение*

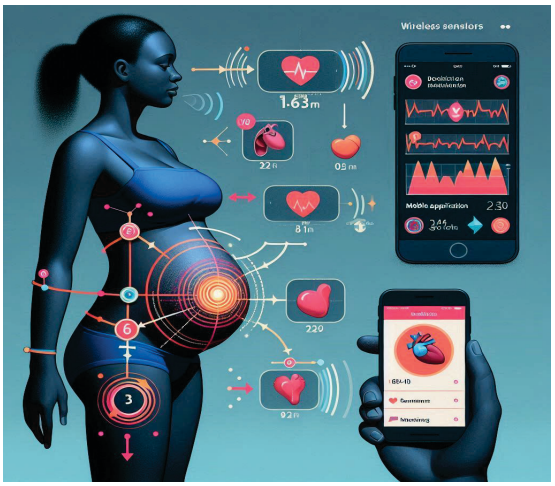
Технологии за мониторинг

Мониторинг на сърдечната честота на плода

Сигналът от коремния сензор се обработва чрез алгоритъм на Хилбърт трансформация, който извлича позитивна обвивка на функцията. Тази обвивка се сегментира и обработва с автокорелационна функция за идентифициране на върховете на повтарящи се честоти, което позволява точното изчисляване на сърдечната честота на плода.

Мониторинг на маточните контракции

Маточните контракции се измерват чрез два канала в коремния сензор, които филтрират сигнала и създават обвивка на данните чрез движещ се Ханинг прозорец. Обвивките от двата канала се агрегират в единен сигнал, от който се изчисляват и анализират маточните контракции.



Фиг. 8. *Взаимодействие между различни видове сензори и централен мониторинг хъб*

Описание: На Фигура 8 е показано как различни сензори (безжични, гъвкави, меки) взаимодействат с централен мониторинг хъб. Хъбът събира данни от всички сензори и ги предава към медицински персонал или облачна платформа за анализ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интегрирането на безжични, гъвкави и меки сензори в мониторинга на бременността представлява значителен напредък в областта на пренаталната грижа.

Разработената система за мониторинг на бременността представлява значителен напредък в медицинските технологии. Тя предлага надежден и точен начин за наблюдение на здравословното състояние на бременни жени в различни здравни условия. Тези технологии не само улесняват медицинския персонал, но и подобряват качеството на грижите за бременните жени, предлагайки по-голяма безопасност и удобство. Въпреки, че са нужни още изследвания и клинични изпитвания, перспективите за бъдещото развитие и внедряване на тези технологии са многообещаващи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Smith, J. A., & Doe, J. B. (2022). Advances in Prenatal Monitoring Technologies. Journal of Medical Devices, 45(3), 123-135.

[2] Wang, L., et al. (2021). Flexible Sensors for Health Monitoring. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 68(4), 987-995.

[3] Johnson, K., & Lewis, M. (2020). Wireless Health Monitoring Systems. Healthcare Technology Letters, 7(2), 98-105.

[4] Thompson, R. D., et al. (2019). Soft and Wearable Sensors for Pregnancy Monitoring. Sensors and Actuators B: Chemical, 280, 123-130.

[5] Lee, S. P., et al. (2018). Integration of Soft Sensors in Medical Care. Nature Electronics, 1(1), 35-44.

[6] Patel, M., & Zhang, Y. (2023). Smart Wearable Devices for Maternal Health Monitoring. IEEE Reviews in Biomedical Engineering, 16, 45-60.

ДВУКООРДИНАТНА СИСТЕМА ЗА ПОЗИЦИОНИРАНЕ С ЦИФРОВО УПРАВЛЕНИЕ

TWO-COORDINATE POSITIONING SYSTEM WITH DIGITAL CONTROL

Veselin Mitev
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract
В статията се обсъжда аналитичен преглед на двукоординатни системи за позициониране, сравнение на различни видове предавки и метод за управление на системи с и без обратна връзка. Разгледан е алгоритъма за движение по дъга на обработващия инструмент. Целта на статията е да разкрие същността на приложеният метод на управление на двукоординатна CNC машина.

Keywords:CNC router, two-place positioning systems, ESP32 control system.

ВЪВЕДЕНИЕ

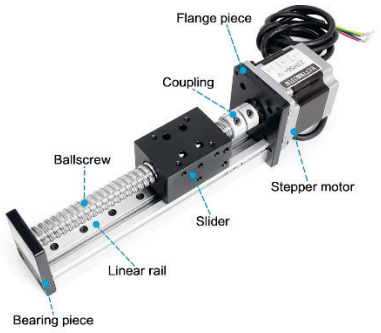
Днес позиционирането е неразделна част от модерното производство. Почти всеки обект на автоматизацията (лазерна глава, фреза, ръка на робот или 3D принтер) е манипулатор в n-измерното пространство. Доста често предмети и инструменти се движат не по една, а по няколко оси едновременно. В много области на производството има нужда от прецизно и плавно движение. В същото време не е необходимо да имате огромна машина с многотонна и невероятно твърда рамка, например при внедряване на лазерни и плазмени технологии, защото върху работния елемент и детайла не се прилагат значителни сили.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съществуват множество решения за методи на позициониране по две оси. Нека разгледаме някои от тях. [1].

За движение в равнината на лазерни устройства с ниска маса е препоръчително да се използва компактна система за прецизно двукоординатно позициониране. Пример за такава система може да бъде тази, която се състои от два линейни двигателя.

Електромеханичният линеен двигател е устройство, което използва електрическа енергия за генериране на праволинейно движение. Най-често използваните са електромеханичните задвижвания, които преобразуват въртящото се движение на вала на електродвигателя в праволинейно движение на каретката. Някои от видовете линейни задвижвания са показани на Фигура 1,2.



***Фиг. 1** . съчмено-винтова предавка за линейно задвижване.*

Задачата на трансмисията е да преобразува въртеливото движение на вала на двигателя в транслационно движение по дадена ос. По правило трансмисията се осъществява по един от 3 начина: трансмисия винт-гайка, сферично-винтова

трансмисия или зъбна предавка (рейка-пиньон или ремъчна шайба). Как да изберете предавка за оси е тема на отделна статия. Тук е достатъчно да се отбележи, че трансмисията, заедно с типа на двигателя (и неговото управление), определят скоростта на движение по оста, разделителната способност на задаване на позиция, а също така оказват влияние върху точността. Всеки тип трансмисия се произвежда с определена прецизност. Използвайки класа на точност, определен от производителя за даден трансмисионен елемент, можете да определите каква грешка ще въведе в работата на машината.

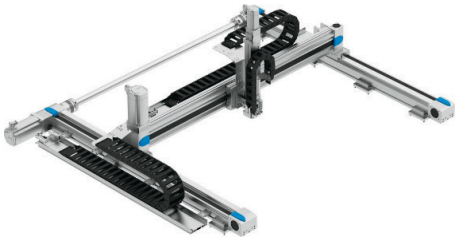
Важният компонент, който гарантира плавното движение на преместващото се тяло и запазва неговата позиция в предварително зададената равнина, са релсовите направляващи (Фиг. 2). Конструкцията на направляващите определя максималната маса на преместващото се тяло, както и максималния момент на въртене, който може да бъде приложен към каретката на задвижването. Те играят ключова роля в осигуряването на стабилно и прецизно движение на системата, като предотвратяват вибрации и осигуряват точно позициониране на инструмента или работния детайл. В същото време, те трябва да бъдат изградени с висока прецизност и здравина, за да осигурят надеждна работа и минимизират възможността за отклонения или проблеми по време на работа.

Порталните оси Lexium PAS B са предназначени за приложения, които изискват позициониране на тежки товари на дълги разстояния с изключително динамични характеристики като обработка на материали, палети, етикетиране и повдигане.



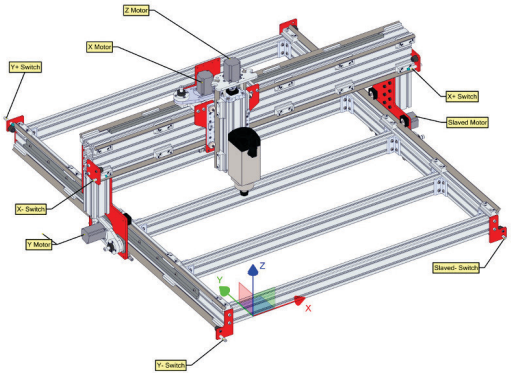
***Фиг. 2**. Линейно задвижване със зъбен ремък и сачмена направляваща*

Често порталните системи се състоят от трите линейни задвижвания. Две от тях се монтират в една равнина на координатната маса (по ос X). Към каретките на тези задвижвания се закрепва напречна портална греда (по ос Y). За синхронизиране на количките по ос X се използва вал, свързващ валовете на линейните задвижвания. Тази конструкция е приложима за задвижвания със зъбни ремъци. За такива инсталации съществуват и готови, но скъпи системи.



***Фиг.3.** Триизмерен портал YXCR [20]*

За позициониране на големи лазерни системи с две координати се използва координатна маса със здрава рамка или основа. Към тази рамка се монтират специални задвижвания, които осигуряват движението на работния механизъм, както и работната решетка за подреждане на обработваните детайли. За да се предотврати движението на детайла по време на работа, той се закрепва с помощта на притискане – вакуумно или механично. Един пример за такава координатна маса е показан на Фигура 4: система, която позволява на масивната лазерна глава да се движи по трите декартови координати. Използването на средства за компютърно управление и подготовка на управляващи програми позволява практически пълна автоматизация на производствения процес.

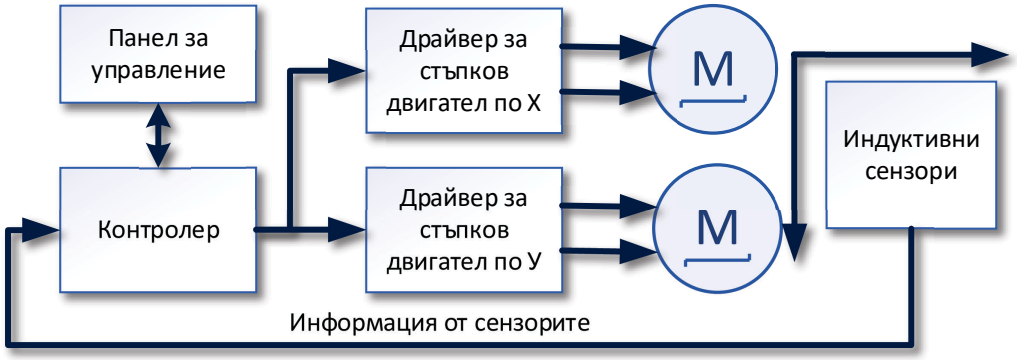


***Фиг. 4** - лазерна машина с портална трикоординатна система за позициониране.*

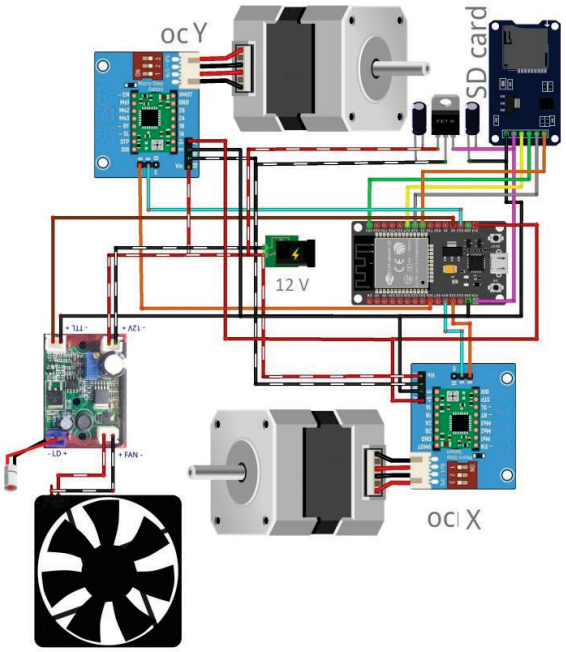
Двукоординатна система без обратна връзка.

Използвайки лазерните технологии, често се сблъскваме със задачата за циклично и последователно почистване на повърхности по зони. В този случай няма нужда да използвате скъпи позиционни контролери. Системата за позициониране с две оси може да бъде разделена с помощта на индуктивни сензори на работни зони, които лазерът ще обработва последователно. Тъй като задвижващият механизъм не изисква големи ускорения, препоръчително е да използвате стъпкови двигатели при движение. Контролера ще събира информация от сензорите и ще издава управляващи сигнали към използваните двигатели.

Контролирайки процеса с помощта на ESP32 и получавайки управляващи сигнали от индуктивни сензори, получаваме доста добро и не скъпо решение[6,7,8]. На фиг. 5 е показана блокова диаграма на такова решение.



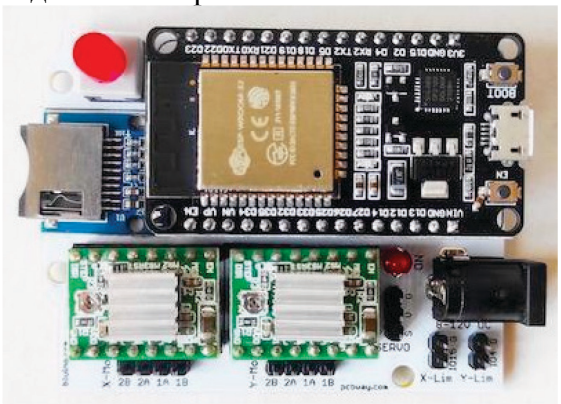
***Фиг. 5** – блокова схема на двукоординатно позициониране с помощта на дискретни сензори.*



***Фиг. 6**. Принципна схема на двукоординатна CNC система*

На фиг. 6 е показана принципната схема на реализираната система за лазерно рязане и гравиране.

Модулът на SD картата е свързан чрез SPI шината, така че е достатъчно да се вземат pinout на платката ESP32 и да се свържат към подходящите контакти. Също така, за да могат драйверите да изпращат сигнал на високо ниво към стъпковите двигатели, е необходимо захранване от 12 до 24 волта. На диаграмата проводниците на 12-волтовата линия са маркирани с пунктирани линии, за да не се объркат.



***Фиг. 7**. Шилд за управление на двукоординатна CNC система*

Управление на ускорението

В ранните дни CNC контролерите, базирани на Arduino, нямаха планиране на ускорението и не можеха да работят на пълна скорост без някакъв вид облекчаване. Тук умишлено се използва попрост модел с постоянно ускорение, който е повече от адекватен за домашна употреба с ЦПУ. Поради това успяхме да инвестираме времето си в оптимизиране на нашите алгоритми за планиране и гарантиране, че движенията са солидни и надеждни. Когато инсталирането на всички набори функции, които смятаме за критични, е завършено и вече не се налага да променяме нашия плановик, за да ги приспособим, възнамеряваме да проучим и внедрим по-усъвършенствани алгоритми за контрол на движението, които обикновено са запазени само за машини с много висока скорости на или в производствени среди.

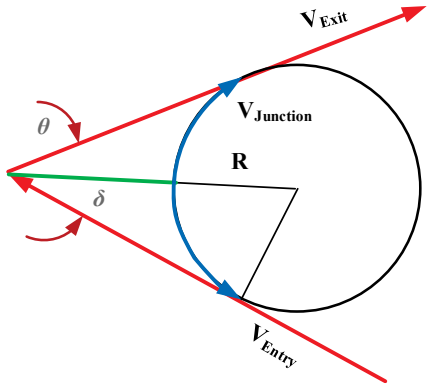
Алгоритъмът за движение по крива

Движенията с G-код включват линейни движения на части, където всяка връзка между тези линейни движения незабавно се завърта и продължава към следващото линейно движение. Проблемът е, че тези завои създават проблеми с реалните CNC машини, тъй като те не могат да направят тези незабавни и мигновени промени в посоката. Стъпковите двигатели имат ограничен въртящ момент и високите инерционни сили, необходими за тези бързи промени в посоката, могат да ги накарат да загубят стъпки. Причината, поради която това е толкова важно, е, че базираните на стъпкови двигатели задвижвания са с отворен цикъл и нямат обратна връзка за това какво правят двигателите. Моторният драйвер просто знае, че е получил стъпков импулс и се опитва да премести двигателя. Ако пропусне стъпка, контролерът няма представа и ще загуби истинската си позиция, което ще доведе до сгрешено движение.

За това как оптимално да се определят максималните скорости в ъглите, така че да не се превишава максимално допустимата граница на ускорение на машината се използва алгоритъмът за чертане на линии на Bresenham [5]

Неговият подход се основава на евклидовата норма на векторите на входната и изходната скорост на кръстовището и ограничаване на максималната моментна промяна в скоростта на кръстовището: $\min\left(\vartheta_{\text{limit}}, \left\|\vartheta_{\text{exit}} - \vartheta_{\text{entry}}\right\|\right)$. Добро приближение за повечето приложения, само ако параметърът ϑ_{limit} е зададен правилно за машината, но не е стабилно за всички ситуации и всички машини. В някои случаи това води до някакво странно поведение, като накъсани и бавни движения през тесни завои. От техническа гледна точка, това решение е линейно приспособяване към проблем с нелинейно ускорение, но е доста изчислително ефективно.

За да се намери по-стабилно решение на този проблем, то трябва да бъде както точно за всички диапазони на движение, така и също толкова изчислително ефективно. След известен размисъл, ето какво измислих: Първо, нека приемем, че при кръстовището на две отсечки, разглеждаме само центростремителното ускорение на прости неща. С други думи, приемаме, че тангенциалната скорост е нула и скоростта през нея е постоянна. На кръстовището нека поставим окръжност с радиус,R така че и двете линии да са допирателни към окръжността. Кръговият сегмент, свързващ линиите, представлява пътя за постоянно центростремително ускорение:$\vartheta_{\text{junction}} = \sqrt{\alpha_{\max}\mathrm{R}}$. Когато максималната скорост на кръстовището $\vartheta_{\text{junction}}$е най-бързата скорост, която CNC може да премине през кръстовището, без да превишава максимално допустимото ускорение на CNC $\alpha_{\max}$.



***Фиг. 8**. Алгоритъмът за завой*

Този кръгъл сегмент създава *виртуално* отклонение от пътя δ, което се определя като разстоянието от кръстовището до ръба на кръговия сегмент. Този δ параметър се определя от потребителя като настройка, която индиректно задава радиуса на окръжността и следователно ограничава скоростта на завоя чрез центростремителното ускорение. Мислете за това като за разширяване на състезателна писта. Ако състезателна кола се движи по писта, широка колкото кола, тя ще трябва да намали почти до пълно спиране, за да завие. Ако разширим малко пистата, колата може да започне да използва пистата, за да влезе в завоя. Колкото по-широк е, толкова по-бързо през завоя може да премине.

Ефективното изчисляване на радиуса на кръга е както следва. Ако направим геометрията по отношение на известните променливи, получавате: $sin(\theta/2) = R/(R+\delta)$. Пренареждайки уравнението по отношение на радиуса на кръга R , получавате: $R = \delta \frac{sin(\theta/2)}{(1-sin(\theta/2))}$. Тита θ се дефинира като ъгъла между линейните сегменти, даден от уравнението на скалния продукт: : $cos(\theta) = \frac{\vartheta_{\text{exit}} - \vartheta_{\text{entry}} -}{\|\vartheta_{\text{entry}} -\| \|\vartheta_{\text{exit}} -\|}$. За решаване на радиуса на окръжността има две тригонометрични функции, acos() и sin(), но те могат да бъдат напълно премахнати от тригонометричната идентичност на половин ъгъл:

$$sin(\theta/2) = \pm\sqrt{\frac{1-cos(\theta)}{2}}.$$

За нашите приложения това винаги ще бъде положително. Сега просто вмъкнете тези уравнения в уравнението за центростремително ускорение по-горе. За да намерите след това абсолютната максимална скорост в завоя, прилагаме: $\min\left(\vartheta_{\text{junction}}, \min(\vartheta_{\text{entry}}, \vartheta_{\text{exit}})\right)$, за да гарантирате, че скоростта в завоя никога не надвишава входната или изходната скорост.

Този подход е както изчислително ефективен, така и отчита нелинейността на завоя на това колко остър е ъгълът между линейните сегменти и колко бързо CNC може да премине през всяка дъга. Това означава, че за прави ъгли или обръщане, изчислената максимална скорост на завоя е равна на или близо до нула. За почти прави ъгли, изчислената максимална скорост на завоя е близо до номиналните скорости на подаване, което означава, че може да лети през него, без да се тревожи за превишаване на ограниченията на ускорението.

В разработения фирмуер дъгата се апроксимира чрез генериране на огромен брой малки линейни сегменти. Хордовият толеранс на всеки сегмент се конфигурира в променлива arc_tolerance, което се определя като максималното нормално разстояние от сегмента до окръжността, когато двете крайни точки лежат на окръжността.

За генериране на дъга центърът на окръжността е оста на въртене и радиус векторът се определя от центъра на окръжността до началната позиция. Всеки сегмент се формира от последователни векторни ротации. Стойностите на единична точност могат да натрупат грешка, по-голяма от прецизността на инструмента в редки случаи. Така се прилага точна корекция на пътя на дъгата.

Този подход избягва проблема с твърде много сложни тригонометрични операции [sin(),cos(),tan()], чието изчисляване може да отнеме 100-200 µs.

Може да се използва апроксимация с малък ъгъл, за да се намалят допълнителни изчисления. Приближение от трети ред (sin() от втори ред има твърде голяма грешка) е валидно за повечето, ако не и за всички CNC приложения.

Трябва да отбележим, че това приближение ще започне да натрупва числена грешка на дрейфа, когато делтата на сегмента е по-голямо от ~0,25 rad(14 deg) И приближението се използва последователно без корекция няколко десетки пъти.

Този сценарий е изключително малко вероятен, тъй като дължините на сегментите се генерират автоматично и се мащабират от настройката за толеранс на дъгата.

Само много голяма настройка на толеранс на дъгата, нереалистична за CNC приложения, би причинила тази числена грешка на дрейфа. Въпреки това, най-добре е корекцията да се зададе в границите [4,20] за да се избегнат тригонометрични операции, като същевременно се поддържа точно генериране на дъга. Това приближение също позволява да се вмъкне линеен сегмент в движението без първоначалните допълнителни разходи за изчисляване на cos() или sin().

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дизайнът на подвижната система зависи от необходимата точност, масата на обекта, който се движи и необходимата скорост за достигане на дадена точка. Всички тези параметри също определят вида на електродвигателя. Точността на позициониране е по-висока при задвижвания, използващи принципа винт-гайка: такова предаване позволява по-големи сили, но динамиката е ограничена в сравнение с други методи. Задвижванията със зъбен ремък имат добра динамика и точност на позициониране от около 0,1 mm. Задвижването с рейка и пиньон се характеризира с висока ефективност и постоянно предавателно число (без приплъзване). Системи, характеризиращи се с такива изисквания като високи динамични характеристики, лекота на управление и смяна на оборудването, висока и понякога абсолютна точност, използват затворена система. Системи, които работят в специфични работни зони и не изискват прецизност до десети от милиметра, използват система с отворен цикъл.

ЛИТЕРАТУРА

[1] J.R. Deepak, Anirudh R.P, S. Saran Sundar, Applications of lasers in industries and laser welding: A review, Materials Today: Proceedings, 2023,

[2] Veremeevich, A.N. & Gorbatyuk, S. & Zharikov, V.M. & Nagovitsyn, V.A.. Prospects for use of laser processing equipment in metalworking, Blanking productions in mechanical engineering (press forging, foundry and other productions). 2021.,pp.331-335. 10.36652/1684-1107-2021-19-7-331-335.

[3] Designing Parts for CNC Machining - the Basics, https://www.instructables.com/Designing-Parts-for-CNC-Machining-the-Basics/ 25.05.2024

[4] По материали от сайта на Festo[Електронен ресурс], https://www.festo.com/25.05.2024

[5] Bresenham's line algorithm, https://en.wikipedia.org/wiki/Bresenham%27s_line_algorithm, 28.05.2024

[6] S. Yordanov, H. Mitev, Synthesis of a Fuzzy PID Controller, Designed to Control a LINAPOD, Proceedings of Scientific Forum on Innovative Trends in Engineering and Science 2015,29-30 May 2015, Kavala, pp 63-67

[7] Mihalev G., Yordanov S, Kinematic model and analysis of an anthropomorphic robotic ﬁnger, ICAI2021, 30 September – 3 October 2021, Sofia, pp. 322-327, ISBN:978-1-6654-2661-9

[8] Йорданов С., В. Митев, Т. Ковачев, Управление на манипулатор с 3 степени на свобода с Raspberry Pi и CodeSys, Международна научна конференция UNITEX 2018, 16-17 ноември, 2018, Габрово, I-285-292, Сборник доклади. ISSN 1313-230

УПРАВЛЕНИЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЕЛЕКТРОХИДРАВЛИЧНА СЕРВО СИСТЕМА

CONTROL OF A EXPERIMENTAL ELECTROHYDRAULIC SERVO SYSTEM

Krasen Kostov
Technical University of Gabrovo

Konstantin Delchev
Technical University of Gabrovo,

Veselin Mitev
Technical University of Gabrovo,

Abstract

Electrohydraulic systems, widely used in industrial and mobile applications, are characterized by high power and precision, but can be non-linear and sensitive to external disturbances and changing conditions. In this article, a comparative analysis is made between control of an experimental electrohydraulic system with classical PID controller, Fuzzy, neuro-fuzzy, neuro-pid and robust control

Keywords: electrohydraulic servo system,PID, fuzzy control, robust control. neuro-PID control.

ВЪВЕДЕНИЕ

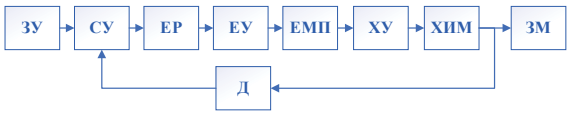
Голяма част от съвременните индустриални съоръжения включват в своите структури редица хидравлични и пневматични системи и механизми. От техническите средства, осигуряващи задвижването на промишлените системи, най-добри характеристики притежават електрохидравличните механизми, съчетаващи електрически входни и хидравлични изходни звена. Предимствата на тези задвижващи механизми произтичат от интегралния подход за реализация, базиращ се на ефективното съгласуване на възможностите на електрическите и хидравличните системи. От една страна в структурата на електрохидравличните механизми се използват възможностите на електрическите системи за управление с обратна връзка, а от друга - характеристиките на хидравличните системи, свързани с достигането на максимална механична мощност. Направените изследвания на електрични, хидравлични и пневматични задвижвания показват, че само хидравличните задвижвания са способни да развият значителна механична мощност при малки маси и габарити. Електрохидравличните системи, широко използвани в промишлени и мобилни приложения, се отличават с висока мощност и прецизност, но могат да бъдат нелинейни и чувствителни към външни смущения и променящи се условия. Това налага да бъде подбрано подходящо по структура и вид управление. В тази статия се разглежда приложението на няколко метода за управление на електрохидравлична система.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Класическите механични хидросистеми с дроселно регулиране могат да се регулират по преместване на изпълнителния механизъм, по скорост, по сила или налягане [1]. Независимо от вида на изпълнителното устройство схемите на свързване на следящите системи не се различават значително една от друга, затова подходът за съставяне на уравненията, описващи работата им в динамичен режим, е приблизително еднакъв.

Хидравличните дросели са сред най-елементарните в конструктивно отношение устройства за управление на скоростта на хидравличните изпълнителни механизми. Скоростта се регулира чрез изменение на дебита на работната течност посредством промяна на проходното сечение на регулиращия елемент, а с това и хидравличното съпротивление в тръбната система на хидравличната система.

В най-честите случай една електрохидравлична или електропневматична система включва следните основни елементи:



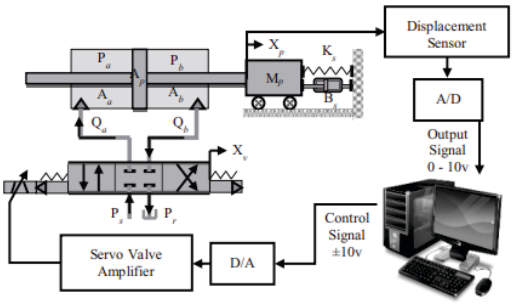
Фиг. 1. *Принципна схема на електрохидравлична следяща система*

На фиг. 1. са обозначени следните елементи: ЗМ - задвижвана машина; ХИМ – хидравличен изпълнителен механизъм; ХУ - хидравличен усилвател; ЕМП - електро - механичен преобразувател; ЕУ - електроусилвател; ЕР - електронен регулатор; СУ - сумиращо устройство; ЗУ - задаващо устройство; Д - датчик за обратната връзка.

Обект за експериментално изследване

В ТУ Габрово е разработена електрохидравлична серво система.

Стенда е предназначен за симулиране и изследване на различни работни режими на електрохидравлични системи, които се използват в промишлеността и други области. Той предоставя възможност за експериментиране с различни параметри като налягане, скорост, температура на флуида, сила и позиция на актуаторите, което е от решаващо значение за оптимизиране на работата и надеждността на тези системи [1,2].



Фиг. 2 *Основна структура на електрохидравлична следяща система.*

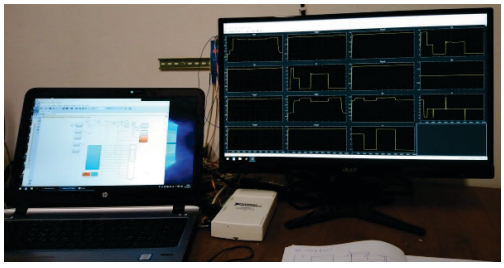
При създаването на експерименталния комплекс в областта на експеримента са използвани съвременни технологии. Постигната е висока точност на измерване на физическите величини. Особено внимание се обръща на системата за управление, която трябва да позволи прилагането на специални алгоритми за управление.

Експерименталният комплекс включва следните компоненти:

- макетна на хидрозадвижването;
- помпена станция;
- система за контрол и събиране на данни, състояща се от хардуер и софтуер (фиг. 3 и фиг. 4).

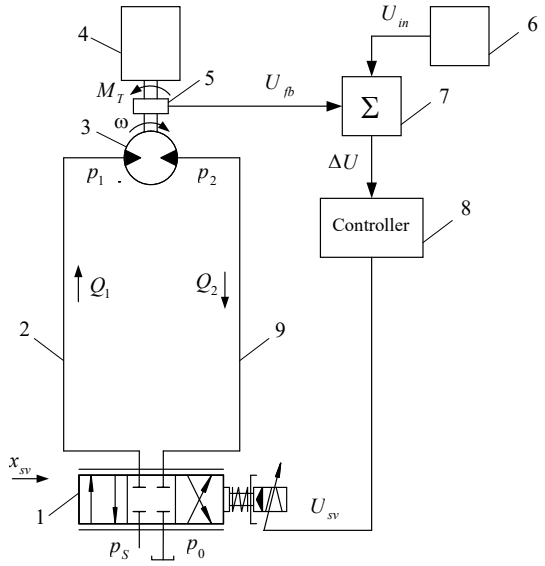


Фиг. 3*. Лабораторен стенд на електрохидравлични системи за мониторинг с роторно задвижване*



Фиг. 4*. Matlab Simulink програма за събиране на данни*

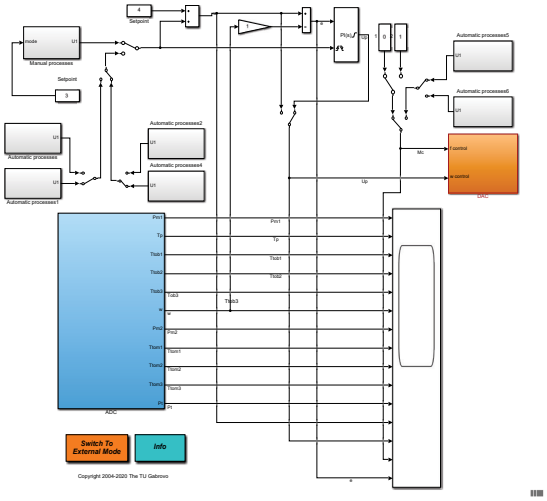
Лабораторният стенд се управлява от персонален компютър. Чрез универсалния измервателен модул Series Data Acquisition NI USB-6215, той получава сигнали от измервателното оборудване: сензори за налягане, дебит, температура и ъглова скорост. Данните се четат от Matlab Simulink с помощта на Data Acquisition Toolbox™. Data Acquisition Toolbox позволява интерактивно да се създават и изпълняват сесии за събиране на данни. Данните се филтрират и анализират в on-line режим и се съхраняват в работната среда на Matlab за следваща обработка. Този подход позволява да се тестват създадените регулатори и интерактивно да се обновят резултатите. Към аналоговите канали на DAQ са включени 11 сензора от които три за налягане, 7 за температура и един от тахогенератора, измерващ оборотите на хидравличния мотор.



Фиг. 5. *Схема на електрохидравлични следяща системи за реализиране на въртеливо движение и задвижващ механизъм*

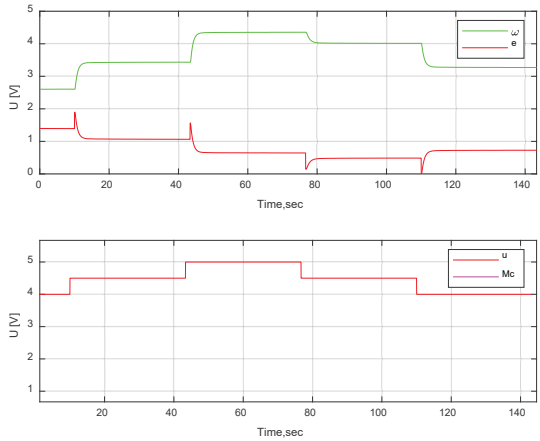
1 – серво клапан
2, 9 – тръбопроводи
3 – хидравличен мотор
4 – електродвигател
5 – тахогенератор
6 настройващо у-во
7 – суматор
8– Контролер

Сервоклапана се управлява посредством напрежение в диапазона от -10V до 10V подавано на аналогов изход 0 на контролера. Чрез подаване на напрежение в диапазона 0-5V на вторият аналогов изход се задава натоварването на системата. За четене на данните в среда на Simulink се използва блок Analog Input, а за изпращане блок Analog Output. Визуализацията и съхраняването на данните в средата се използва блока Skope. Управлението е реализирано чрез блок PID controller (фиг. 6.). За заснемане на статичните характеристики и преходните процеси на входа на EXCC се подава сигнал с постоянна стойност и се регистрират стойностите на интересуващите ни величини. Сигналите получени от сензорите се филтрират в реално време чрез lowpass filter of Butterworth с параметри Filter Order = 1 and Passband edge frequency = 0.05 rad/s.



Фиг. 6. *Matlab Simulink модел на системата за управление в реално време*

На фиг. 7 са показани преходните процеси при промяна на заданието на системата без натоварване. Разликата между заданието и резултатът се дължи на разлика в съотношенията на управлението на дросела и показанията на тахогенератора както и на нелинейният и характер. Също така получените данни потвърждават предположенията за наличието на хистерезис в електрохидравличния усилвател и асиметрия на статичните му характеристики.



Фиг.7. *Реакция на отворената система при промяна на заданието*

Автоматични регулатори за електрохидравлична следяща система

Преобладаващата част от системите за автоматично управление работят на принципа на отклонението и чрез обратна връзка се следи изходната величина на системата. Целта е при отклонение на изходната величина да се противодейства и да се поддържа заданието на входното ниво. Основен елемент на тази система е регулаторът.

Класически регулатори използвани в електрохидравличните следящи системи

В практиката се използват регулатори, в които формираното управляващо въздействие към обекта е пропорционално под една или друга форма на големината на грешката. Най–важното им качество е пропорционалността между електрическият входен сигнал и хидравличният изход. Това е присъщо и на сервоклапаните, но при тях то се постига чрез множество обратни връзки и сложна хидравлична схема. Хидрвличният разпределител следи пряко изменението на управляващият сигнал и когато е нужно стабилизиране на налягането се използват две хидравлични стъпала, едното основно / работно / и второ – управляващо / командно /, което се захранва от отделен вход.

Класически регулатори използвани в електро-хидравличните следящи системи

Най-лесният принцип на управление е "on-off" или релейно управление, при което се подават само две фиксирани стойности на управляващото въздействие. При този тип регулатор липсват параметри за настройка, което води до големи колебания на изхода на системата и загуба на устойчивост, тъй като при малко отклонение на изходния сигнал следва силно управляващо въздействие, което вместо да стабилизира изхода, го отклонява в противоположна посока.

Пропорционално – интегрално - диференциален (ПИД) регулатор се използва масово в индустриалните задвижващи системи за управление. Проектирането на ПИД регулатора включва три отделни съставляващи: пропорционална, интегрална и диференциална компоненти, обозначени с П, И и Д. ПИД закона има следното представяне във времевата област:

$$U = k_p \left(\Delta U + \frac{1}{T_i} \int_0^t \Delta U dt + T_d \frac{d\Delta U}{dt} \right) \quad (1)$$

където: k_p –коефициент на усилване;
T_i –времеконстанта на интегриране;
T_d –времеконстанта на диференциране.

Предимства на ПИД регулаторите се изразява в това, че наличието на трите параметъра позволява да се достигнат добри показатели на преходните процеси.

В [1и 2] е представено изследването на системата с вграден ПИ и ПИД регулатори. Получени са преходни процеси с ПИД пререгулиране, $\sigma = 5\%$ и продължителност на преходния процес $t_s \cong 7s$ Вторият регулатор (ПИ)привежда системата в установено състояние без пререгулиране за сметка на по-дългият преходен процес ($t_s \cong 10s$).

Електрохидравлични следящи системи с интелигентно управление.

С интелигентно управление се разработват методи за управление, които се опитват да имитират важни характеристики на човешката интелигентност. Тези

характеристики включват адаптация, самообучение и планиране, като се налага работа с големи количества данни. Интелигентното управление използва теории от математиката и търси вдъхновение и идеи от биологичните системи. Невронни мрежи, размито управление, генетични алгоритми, системи за планиране, експертни системи, хибридни системи това са все области, в които се работи в тази насока. Концепциите и алгоритмите, разработени в областта на адаптивното управление и машинното обучение, помагат на интелигентните регулатори да се адаптират и учат. Напредъкът в сензорите, изпълнителните механизми, изчислителната техника и комуникационните мрежи спомага за осигуряване на необходимия за внедряване интелигентен хардуер за управление .

Системите с размито управление първоначално са разработени като конструктивно решение за безмоделно управление на процеси с непознат, частично известен или много сложен математичен модел. Въпреки широкото им приложение при управление на промишлени процеси и системи, липсва общ систематичен подход за проектирането им. В управлението с размита логика се използват команди под формата на правила, дефини-рани на основата на експертни знания. За разлика от класическото ПИД управление, при размитото управление броят на входните величини е неограничен. Този тип управление се използва при нели-нейни системи и (или) системи с нелинейни смущения. Възможността да комбинират различни видове размити регулатори например пропорционално - диференциален (ПД) и ПИ в една структура позволява по-добра адаптивност и по-добри резултати. Внедряването им в системи за управление, където има неопределеност или недоостатъчна информация за обекта е от съществено значение за пълната автоматизация на системата. В [3] контролер с размита логика се използва за контрол на позицията на електрохидравлична задвижваща система, която е съставена от хидравличен цилиндър и сервоклапан. След направените тестове с променливо максимално натоварване се доказва, че проектираният размит регулатор е способен да се справи с нелинейностите на системата и да осигури плавна цикличност на изпълните органи. В [4,5 и 6] е представена стратегия за размит ПИД регулатор за управление на различни задвижващи механизми при различни работни изисквания. Проектирана е система за управление с размита логика, която да регулира параметрите в зависимост от променящите се във времето условия на работа. Резултатите показват, че предложеният контролер постига добро проследяване на траекторията на движение и може да компенсира променените във външните сили, когато въртящият се задвижващ механизъм промени посоката си. Разгледаните размити регулатори осигуряват по-добра робастност на системите, отколкото съответните линейни непрекъснати регулатори - техни аналози.

Neuro-PID и Neuro-Fuzzy управлението предлагат усъвършенствани решения за контрол на електрохидравлични системи, които изискват висока адаптивност и робастност [7]. Тези методи интегрират традиционните техники с възможностите на изкуствения интелект, водейки до значителни подобрения в ефективността и надеждността на управлението в различни индустриални приложения.

Електрохидравличните системи, широко използвани в промишлени и мобилни приложения, се отличават с висока мощност и прецизност, но могат да бъдат нелинейни и чувствителни към външни смущения и променящи се условия. Използването на Neuro-PID и Neuro-Fuzzy контролери значително подобрява тяхната производителност и надеждност.

Neuro-PID контролерите са подходящи за управление на позиция, скорост и сила в електрохидравлични системи. Например, при управление на хидравли-

чен цилиндър, Neuro-PID контролерът адаптира параметрите си, за да компенсира промени в натоварването или хидравличното налягане, осигурявайки прецизно и стабилно управление.

Neuro-Fuzzy контролерите са особено ефективни за сложни и динамични електрохидравлични системи. Например, в система за управление на дебит и налягане, Neuro-Fuzzy контролерът може да обработва неясни данни и да се адаптира в реално време, осигурявайки стабилно и прецизно управление.

Робастното управление на електрохидравлични системи е подход, който осигурява стабилност и ефективност на управлението, въпреки наличието на несигурности и смущения. Електрохидравличните системи, които използват електрически сигнали за управление на хидравлични компоненти, са особено податливи на нелинейности, вариации в параметрите и външни смущения. Робастните методи за управление са създадени, за да се справят с тези предизвикателства и да осигурят надеждна работа на системата.

Представете си електрохидравлична система, използвана за управление на позицията на хидравличен цилиндър. Робастният контролер може да се справи с вариации в хидравличното налягане, температурни промени и смущения, като поддържа прецизно и стабилно управление на позицията. Например, при промяна на натоварването, контролерът автоматично ще коригира изходния сигнал, за да поддържа желаната позиция на цилиндъра без значителни отклонения.

Робастното управление на електрохидравлични системи е критично за осигуряване на стабилност и ефективност при наличие на несигурности и смущения. Използвайки подходи като робастен PID контрол, H∞ контрол, моделно-прогнозиращо управление, фъззи логика и невро-фъзи управление, е възможно да се постигне високо ниво на надеждност и прецизност в управлението на тези сложни системи [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В обобщение, изборът на подходящ метод за управление на електрохидравличната серво система зависи от конкретните изисквания и условия на приложение. Внедряването на усъвършенствани контролни методи като Fuzzy-PID, Neuro-PID и Neuro-Fuzzy може значително да подобри ефективността, адаптивността и надеждността на системата. Комбинацията от тези методи с робустното управление предоставя мощен инструментариум за справяне с най-сложните предизвикателства в управлението на електрохидравлични системи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ormandzhiev K., S. Yordanov, G. Mihalev, K. Kostov, Parametric Optimization of Electrohydraulic Servo System, 25th Scientific Conference on Power Engineering and Power Machines (PEPM'2020) ,E3S Web Conf, Volume 207, 2020, , 04003. 10.1051/e3sconf/202020704003

[2] Yordanov S., Ormandzhiev K., G. Mihalev, K. Kostov, Identification and synthesis of PI controller for electrohydraulic servo system, IEEE International Conference Automatics And Informatics'2020 (ICAI'20), 1-3 October 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICAI50593.2020.9311366.

[3] Yordanov S., K. Ormandzhiev and G. Mihalev, "Comparative analysis of control quality between PI and FUZZY controller of experimental electrohydraulic servosystem," 2021 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), 2021, 30 September – 2 October 2021, Varna, pp. 48-53, doi: 10.1109/ICAI52893.2021.9639733.

4. Mihalev G., S. Yordanov, Fuzzy PIDD2 controller for vibratory bowl feeder, International Scientific Conference UNITECH'17, 17-18 November 2017, GABROVO

[5] Yordanov S., H. Mitev, Synthesis of a Fuzzy PID Controller, Designed to Control a LINAPOD, Proceedings of Scientific Forum on Innovative Trends in Engineering and Science 2015,29-30 May 2015, Kavala, pp 63-67

[6] Ormandzhiev K., S. Yordanov, Design of Adaptive Fuzzy PID Controller for

Electropneumatic System, 25th Scientific Conference on Power Engineering Power Machines (PEPM'2020) ,E3S Web Conf, Volume 207, 2020

[7] Ormandzhiev K., S. Yordanov, "Neuro-Fuzzy Control Synthesis for Electro-Hydraulic Follow-up System," 2019 16th Conference on Electrical Machines, Drives and Power Systems (ELMA), Varna, Bulgaria, 2019, pp. 1-6.,ISBN: 978-1-7281-1413-2, ISBN: 978-1-7281-1412-5

[8] Mihalev G., Yordanov S., Ormandzhiev K., Kostov K., Mitev V. ,"Robust Control of Electro-Hydraulic Servo System", ICAI 2022, Varna, Bulgaria, 2022

[9] Yordanov S., K. Ormandzhiev, G. Mihalev, K. Kostov and V. Mitev, "Studying the Influence of Working Fluid Temperature on the Performance of an Electrohydraulic Servo System in Dynamic Mode," 2023 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2023, pp. 211-216, doi: 10.1109/ICAI58806.2023.10339076.

НАПРАВЛЕНИЕ 2

КОМУНИКАЦИОННА И КОМПЮТЪРНА ТЕХНИКА



ИНТЕГРАЦИЯ НА АВТОМАТИЗИРАНИ СИСТЕМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ОТПАДЪЦИТЕ В ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ ГРАДОВЕ

INTEGRATION OF AUTOMATED WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN SMART CITIES

Nikolay Nikolov
University of telecommunication and post Sofia, Bulgaria
e-mail: n.nikolov@utp.bg

Abstract

The purpose of the article is to determine the degree of integration of smart waste management in smart cities, by using statistical methods, as research shows that citizens' perception of the importance of the waste component is underestimated. The thesis that the author defends is that there is a strong correlation and therefore integration of the waste management sector in the smart city. Statistics in the domain of study are examined and correlations in trends are analyzed as an indicator of the degree of integration. The analysis method uses the Pearson correlation coefficient as a quantitative indicator.

Keywords: smart cities, waste management; sustainable management of the urban environment; the Pearson coefficient

ВЪВЕДЕНИЕ

Умните градове са иновативни концепции за устойчиво и ефективно управление на градската инфраструктура и ресурси. Тези градове се основават на използването на информационни и комуникационни технологии, които събират и анализират данни от различни сензори за наблюдение на градската среда [1]. Тези данни се използват за вземане на решения и оптимизиране на функционирането на градските услуги и инфраструктури, с цел подобряване на качеството на живот в града [2].

В умните градове се създават интелигентни системи за управление на отпадъци, транспортни системи, интелигентни енергийни мрежи и системи за обществена безопасност, което е резултат от стратегическото разполагане на разнообразни устройства и сензори в целия градски ландшафт. Тези инициативи са насочени към интеграция на технологичните иновации в ежедневието, което допринася за повишаване устойчивостта и жизнената среда в града. На Фигура 1 са показани основните компоненти в един умен град [3].



Фиг. 1. *Компоненти на умните градове [3]*

Фигурата представя най-общо концепцията за "умен град" (Smart City) като детайлно илюстрирана диаграма с различни аспекти на градската инфраструктура, управлявани чрез интернет на нещата (IoT). Включени са различни компоненти, като:

1. Интернет на нещата (IoT) - основа за свързване на различни устройства и системи в града;

2. Управление на трафика - интегриране на технологии за регулиране и оптимизиране на градския трафик;
3. Умно образование - използване на технологии в образователния процес;
4. Умно здравеопазване – интеграция на технологии за подобряване на здравните услуги и достъпа до тях;
5. Обществена безопасност - приложение на технологии за повишаване на сигурността и отговора при спешни случаи;
6. Умна енергия и осветление - ефективно управление на енергийните ресурси и уличното осветление;
7. Качество на водата - мониторинг и управление на качеството на водните ресурси;
8. Умно паркиране и зареждане на електрически превозни средства - оптимизиране на паркирането и инфраструктурата за зареждане;
9. Управление на отпадъците - иновации за ефективно събиране и рециклиране на отпадъци.

УПРАВЛЕНИЕ НА ОТПАДЪЦИ

Използването на сензори, интелигентни системи за мониторинг в интернет на нещата (IoT) и мобилни приложения, стоят в основата на умното управление на отпадъците. Това от своя страна решава проблемите, свързани с управлението на твърдите отпадъци, генерирани в градовете. Сензорите могат да измерват степента на запълване на контейнерите и да предоставят актуална информация по всяко време. Освен това, те могат да сигнализират на компаниите за събиране на отпадъците да изпразват контейнерите, когато те са пълни или почти пълни [4].

Тези устройства помагат за оптимизиране на най-ефективния маршрут, който включва контейнери, които са напълно запълнени, и за създаване на интелигентни графици за шофьорите. Тъй като функциите на екипа за събиране на отпадъци са определени за даден обем от работа, изборът на контейнери намалява необходимия брой персонал. Освен това тези системи имат възможност да информират фирмите за управление на отпадъците или общините в случай на неблагоприятно събитие, като например внезапно увеличение на температурата или преместване на контейнера, използвайки своите GPS функции.

Проблемите с управлението на твърдите отпадъци могат да бъдат разрешени чрез решения на интернет на нещата, които предоставят на общините данни в реално време. В този контекст, моделите на запълване на определени контейнери могат да бъдат анализирани чрез използване на исторически данни и след това да бъдат контролирани с течение на времето чрез машинно обучение и системи за изкуствен интелект.

В Таблица 1 е направен анализ на ползите от интелигентно управление на отпадъците.

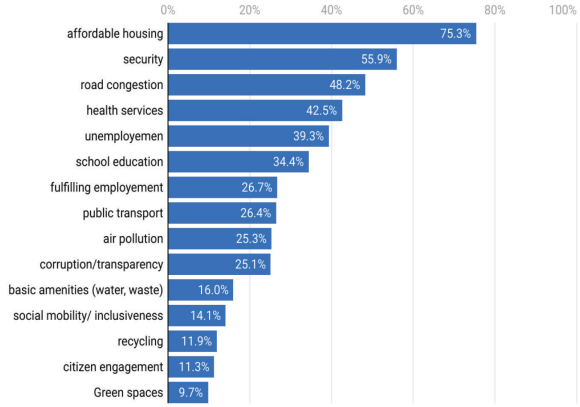
Табл. 1*. Предимства на интелигентното управление на отпадъците*

Предимство	***Описание***
Оптимизация на маршрути	Спестяване на време и средства, тъй като машините за прибиране на отпадъци, не правят „празни“ курсове, за да събират отпадък от контейнери, които са празни или полупълни.
Анализ на модели	Данните са основа на системата за интелигентно управление на отпадъци и се използват за проследяване на моделите, които възникват в различни региони. Анализът на данните, генерирани от интернет на нещата, предоставя на клиентите демографска информация и отваря възможността за предприемане на действия в съответствие с тенденциите за действия в конкретен район.

Намаляване на въглеродните емисии

Отпечатъкът върху въглеродните емисии се намалява в резултат на по-стратегическото планиране на графиците за събиране на боклук с реални данни, което води до намаляване на емисиите на въглероден диоксид. Поради това, традиционната система за събиране на отпадъци става все по-екологична на всеки етап от прилагане на решения за интелигентно управление на отпадъците.

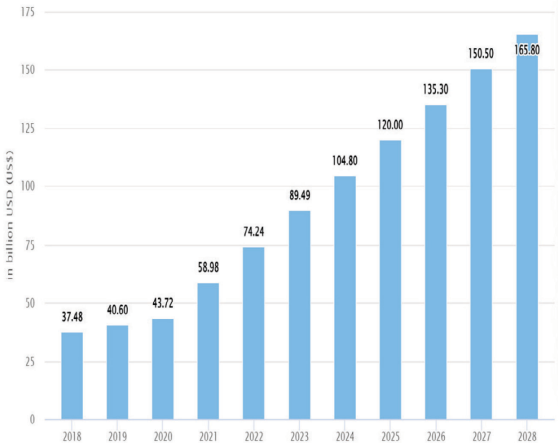
Въпреки видимите предимства обаче, все още жителите от градовете нямат усещането за важността на тази дейност. Според проучване на Coolest Gadgest сред респонденти в анкета, относно важността на различните компоненти на градската среда в Съединените Щати най-голямо значение за тях имат домовете и сигурността, а управлението на отпадъците е поставено на 11-то място с 16% от отговорилите [5]. На фигура 2 е представено значимостта на различните компоненти на градската среда в умните градове. Важността на управлението на отпадъци в умните градове не се отчитат в усещането на жителите, защото те най-вероятно насочват вниманието си към области които пряко засягат личния им живот, а не обръщат внимание на комунални услуги, които приемат за даденост и не плащат директно за тях.



Фиг. 2. *Значимост на различните компоненти на градската среда в умните градове [5]*

КОЛИЧЕСТВЕНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕНДЕНЦИИТЕ

Според данни на Statista [6], се очаква пазарите свързани с умни градове по света да отбележат значително увеличение на приходите, като прогнозираните приходи се очаква да достигнат 104.8 милиарда долара през 2024 година.
Освен това се предвижда, че този растеж ще продължи със сложен годишен темп на нарастване (CAGR) от 12.15 процента от 2024 до 2028 година. В резултат на това се очаква обемът на пазара да достигне 165.80 милиарда долара до 2028 година. На фигура 3 са представени тенденциите на приходите в умни градове до 2028 година.

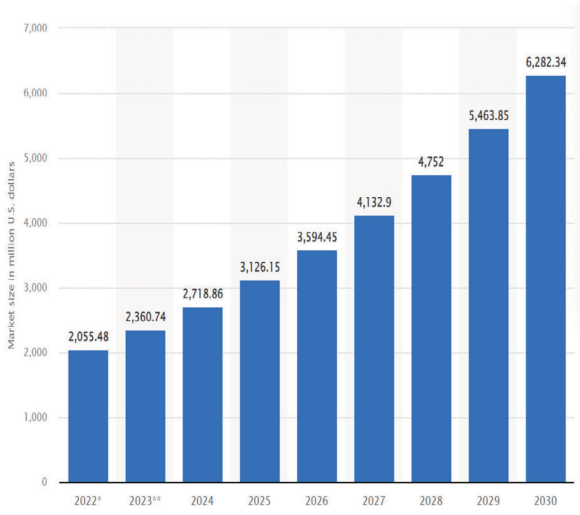


Фиг. 3. *Тенденции на приходите в умни градове до 2028 година [6]*

Прогнозира се още, че Китай ще генерира най-големи приходи на пазара за умни градове през 2024 година, с оценка на приходите от 43,550.00 милиона американски долара, в сравнение с други страни по света. По отношение на изпълнението на инициативи за умни градове, страни като Сингапур и Южна Корея са в авангарда на конкурентния глобален пазар.

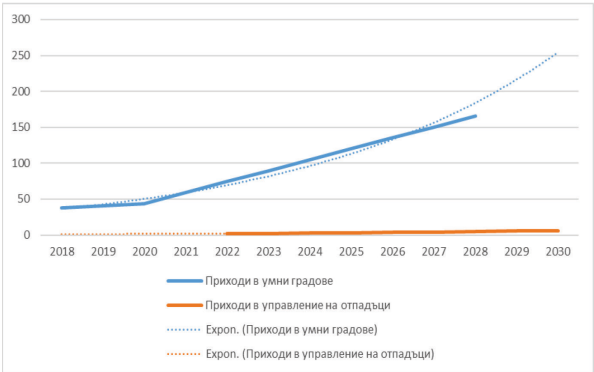
Според други различни проучвания на Statista [7], през 2022 година се очакваше този пазар да достигне стойност от два милиарда американски долара. Прогнозите са, че пазарът ще регистрира сложен годишен темп на растеж

(CAGR) от 14.98 процента до края на десетилетието, което би довело до стойност от 6.2 милиарда долара през 2030 година. На фигура 4 е показано ръстта на пазара за управление на отпадъци в умни градове.



Фиг. 4. *Ръст на пазара за управление на отпадъци в умни градове [7]*

На фигура 5 е представено сравнителен анализ на тенденциите на приходите в умните градове и приходите в управлението на отпадъци. На базата на визуалното представяне на данните в една графика на тенденциите на фигура 5 не е ясно различима корелация между двете тенденции.



Фиг. 5. *Сравнителен анализ на тенденциите*

Въпреки това се допуска тезата, че тези две тенденции са взаимно свързани и развитието на единия сектор влияе в голяма степен на другия.

ОПРЕДЕЛЯНЕ НА СТЕПЕНТА НА ИНТЕГРАЦИЯ

За да се оцени до каква степен автоматизираните системи за управление на отпадъците са интегрирани в умните градове и да се потвърди изложената теза, в този документ се прилага коефициентът на корелация на Пиърсън. Той представлява статистически инструмент, който измерва силата и насоката на взаимовръзката между две непрекъснати променливи [8]. С помощта на този метод се анализира връзката между общите приходи от умните градове и тези, генерирани изключително от системите за умно управление на отпадъците. Данните за пазарите на умни градове и управление на отпадъци са показани в Таблица 2. [5,6]

Табл. 2. *Данни за пазарите умни градове и управление на отпадъци*

Година	**Приходи в умни градове, млн. щатски $**	**Приходи в управление на отпадъци, млн. щатски $**
2018	37,48	
2019	40,6	
2020	43,72	
2021	58,98	
2022	74,24	2,06
2023	89,49	2,36
2024	104,8	2,72
2025	120	3,12
2026	135,3	3,59
2027	150,5	4,13
2028	165,8	4,75
2029		5,46
2030		6,28

Коефициентът се изчислява в три стъпки:

1. Стандартизация на данните: Всяка от двете променливи (X и Y) се стандартизира, като се изважда средната стойност на променливата от всяка стойност и след това се разделя на стандартното отклонение на променливата;

2. Произведение на стандартизираните стойности: Умножават се стандартизираните стойности за съответните стойности на X и Y;
3. Средно аритметично: Намира се средната стойност на произведенията от стъпка 2, което е коефициентът на корелация на Пиърсън.

Математически, коефициентът на корелация на Пиърсън (r) се изчислява съгласно Формула (1).

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \qquad (1)$$

,където:

- xi и *yi* са стойностите на съответните променливи;
- $\bar{x}$ и $\bar{y}$ са средните стойности на съответните променливи;
- сумата в знаменателя е произведението на сумите от квадратите на стандартизираните разлики от средната за всяка променлива.

Коефициентът на Пиърсън варира от -1 до 1, където:

- 1 означава перфектна положителна линейна корелация,
- -1 означава перфектна отрицателна линейна корелация,
- 0 означава липса на линейна корелация между променливите.

За изчисляването на коефициента на Пиърсън относно данните в Таблица 1 е използван софтуерен код на езика за програмиране Python [9], който е показан на Фигура 6.

```
1. import pandas as pd
2. data = {
3.     "Year": range(2024, 2031),
4.     "Smart City Revenue": [104.8, 120, 135.3, 150.5, 165.8, None, None],
5.     "Waste Management Revenue": [2.06, 2.36, 2.72, 3.12, 3.59, 4.13, 4.75]
6. }
7. # Създаване на DataFrame и премахване на годините с липсващи данни
8. df = pd.DataFrame(data)
9. df = df.dropna()  # Премахване на записи с None стойности
10. # Изчисляване на корелацията на Пиърсън
11. correlation = df["Smart City Revenue"].corr(df["Waste Management Revenue"])
12. correlation
13. > 0.996519670509653
```

Фиг. 1. *Код на Python за изчисляване на корелацията между приходите в умни градове и тези от технологии за умно управление на отпадъците*

В резултат на изпълнение на кода се получава стойността на коефициентът на корелация Пиърсън между приходите от умни градове и приходите от управление на отпадъци, който е r= 0.996519670509653.

Това показва много силна положителна корелация между двете променливи, което означава, че когато приходите от едната категория растат, приходите от другата също се увеличават. Тази стойност показва, че между двете променливи има силна зависимост и доказва предположението на тезата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията анализира значимостта и интеграцията на умното управление на отпадъци в контекста на интелигентните градове, като използва статистически методи за доказателство на тезата за съществуването на силна корелация между умните технологии и ефективното управление на отпадъците. Основен акцент в анализа е поставен на връзката между приходите от умни градове и управлението на отпадъците, Чрез изчисления на коефициента на корелация на Пиърсън, е установено значително положително взаимодействие. Това подчертава, че развитието и интеграцията на умни технологии директно влияят и подобряват ефикасността на управлението на отпадъците.

Интеграцията на умното управление на отпадъците в умните градове допринася за подобряване на устойчивостта и качеството на живот на гражданите, като същевременно се стреми към оптимизиране на ресурсите и намаляване на въглеродните емисии. Въпреки видимите ползи, е изтъкнато, че гражданите често подценяват важността на компонента управление на отпадъците, което изисква повишаване на осведомеността и включването на обществеността в процесите на управление.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Vorona, M I., Educational clusters as a tool of public policy on the market of educational services. Hrani, 2016, p.34-41. https://doi.org/10.15421/152016848

[2] Richard, M., Celik, N., Damgacioğlu, H., Michael, H., Jin, D., Young-Jun, S., & Xu, J. Dynamic data driven application systems for smart cities and urban infrastructures, 2016, https://doi.org/10.1109/wsc.2016.7822172.

[3] Gassmann, O., Böhm, J., Palmié, M., Smart Cities, Emerald Publishing, 2019.

[4] Acharya, B., Dey, S., M. Zidan, M., IoT-Based Smart Waste Management for Environmental Sustainability, CRC Press, 2022.

[5] https://www.coolest-gadgets.com/smart-city-statistics - към дата 10.05.2024г.

[6]https://www.statista.com/outlook/tmo/internet-of-things/smart-cities/worldwide#volume към дата 10.05.2024г.

[7]https://www.statista.com/statistics/1286398/global-smart-waste-management-market-size/ към дата 10.05.2024г.

[8] Newcastle University, Strength of Correlation, Newcastle: Newcastle University, 2023.

[9] Unpingco, J., Python Programming for Data Analysis, Springer International Publishing, 2021.

ПЕРСОНАЛЕН АСИСТЕНТ, СПЕЦИАЛИЗИРАН ЗА ПОДПОМАГАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНИ

PERSONAL ASSISTANT, SPECIALIZED IN SUPPORTING FARMERS

Ivan Stoyanov
Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Veneta Tabakova-Komsalova
University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria and Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Stanimir Stoyanov
University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria and Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Radoy Doukovski
Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Abstract

To help farmers, a specialized personal assistant has been developed, which is built into the intelligent farming platform "Zemela". The main function of the assistant is to monitor the vegetation of agricultural crops and, when anomalies are detected, to prepare warning messages for farmers. For its effective operation, appropriate adaptation is necessary—on the one hand, adaptation to the cultivated crop, and on the other hand, adaptation to the peculiarities of its vegetation environment. The assistant is developed as an intelligent agent using the JaCaMo development environment. At the moment, the agent is being tested with four types of tomatoes grown in the area of the Maritsa Vegetable Crops Institute, Plovdiv.

Keywords: smart agriculture, software platforms, personal assistants, intelligent agents, knowledge-based systems.

ВЪВЕДЕНИЕ

В последните години разработването на персонални асистенти става област на засилен научен и практически интерес. Наред с широко използваните персонални асистенти като Apple Siri [1], Google Assistant [2], Amazon Alexa [3] и Microsoft Cortana [4] в последните години бяха разработени ново поколение чатботове, като един от най-известните е ChatGPT [5] (и всичките негови разновидности). В [6] са представени най-популярните за 2024 год. Заедно с бързо увеличаващия се брой персонални асистенти и чатботове с бързо темпо се увеличава също областите на тяхното използване. От гледна точка на предназначението и използването персоналните асистенти могат да бъдат класифицирани като такива с общо предназначение и такива със специализирано предназначение.

Персоналните асистенти с общо предназначение се разработват за подпомагане хората при решаване на общи ежедневни проблеми, взаимодействайки на

естествени езици. Съвременните чатботове използват обикновено големи езикови модели (LLL), които от своя страна използват методи от машинното учене. Такива решения принадлежат към така наречения статистически изкуствен интелект. Въпреки, че асистентите с общо предназначение се въвеждат за подпомагане на потребителите в ежедневните им дейности, определени техни възможности могат да се използват и за подпомагане на специализирани дейности. Ежедневните технологии на потребителско ниво, като например мобилните технологии, могат да бъдат преназначени за специални нужди на хората. Така например, взаимодействието човек-устройство без ръце може да въведе работа с компютъра в нови области, които все още са малко проучени. Например, в областта на здравеопазването хирургът може да провери историята на пациента или резултатите от прегледа по време на хирургична процедура [7]. В спорта, един спортист може да бъде наблюдаван, да пита и да получава информация за неговото представяне по време на тренировка или да има достъп до информация за съперници в състезание [8]. В областта на образованието ИПА могат да помагат на учениците да подобрят допълнително уменията си, като например изучаване на втори език [9] или обучение на нова процедура за поддръжка на машини [10].

Създаване на специализирани персонални асистенти е една слабо изследвана научна област въпреки нарастващия интерес към тяхното използване. Един от малкото специализирани за селското стопанство персонални асистенти е Nuru [11]. Nuru е мобилен интелигентен асистент, който работи в стандартен смартфон и е в състояние да диагностицира точно заболяванията на маниока офлайн, без интернет връзка. Nuru има три компонента към своя изкуствен интелект: диагностика на болести по културите на ниво експерт с помощта на компютърно зрение; над човешките възможности за откриване и прогнозиране на аномалии въз основа на наземни и сателитни данни; разбиране на естествен език и автоматизирани отговори на въпроси, зададени от фермерите.

В статията е представена актуалната версия на специализиран за интелигентно земеделие персонален асистент. Първата версия на този асистент е представена в [12]. Персоналният асистент е базов компонент на платформата ЗЕМЕЛА [13], която се изгражда в съответствие с работната програма на Националната научна програма „Интелигентно растениевъдство“ [14].

КРАТЪК ПРЕГЛЕД НА ПЛАТФОРМАТА ЗЕМЕЛА

ЗЕМЕЛА се разработва като платформа за интелигентно земеделие, предназначена за мониторинг основно на малки площи, каквито обикновено се обработват от производители на зеленчуци и плодове в България. През последните години платформата премина през различни промени. Актуалната версия е предназначена за използване основно от малки земеделски стопани, каквито са производителите на зеленчуци и плодове. ЗЕМЕЛА се състои от пет основни компонента, които ще бъдат представени накратко тук.

Персонален асистент. Базовият проактивен компонент на платформата, който освен работи като специализиран интерфейс между платформата и земеделските специалисти и фермери. Основната задача на асистента е да следи нормалното протичане на определени селскостопански процеси като вегетация на земеделски култури и при установяване на аномалии да информира земеделските стопани и да ги подпомага при подготовката на превантивни, диагностични или компенсаторни дейности. Персоналният асистент управлява функционирането на платформата и осигурява взаимодействие между нейните компоненти.

Събитийна машина. Събитийната машина подпомага работата на персоналния асистент за идентифициране на въз-

никващи събития, които оказват влияние върху вегетацията на наблюдаваните растения. В платформата определени видове събития тясно кореспондират с възникването на възможни аномалии.

Център за данни и знания в земеделието (ЦДЗЗ). Този център действа като централно хранилище на знания и данни на платформата. Центърът се изгражда като разпределена база от знания, в която се съхраняват и управляват базови знания за селското стопанство. Съхраняваните знания се отнасят за селскостопанските култури и факторите, влияещи върху тяхната вегетация като почва, въздух и вода. Освен това се съхраняват знания за различни технически средства, подпомагащи земеделските дейности, като например напоителни системи, сензорни мрежи, вентилационни системи и др. Третият тип съхранено знание е за земеделски дейности и събития, случващи се в сценарии и настройки на земеделието. По принцип знанията се съхраняват във взаимно интегрирани онтологии, рамки и правила [15, 16]. Освен знанията в центъра се съхраняват също различни нормативни данни. Структурираните данни се съхраняват в релационни бази данни, а неструктурираните и полуструктурираните данни - в NoSQL.

Библиотека със земеделски модели (БЗМ). Тази библиотека може да се разглежда като специализирано разширение на ЦДЗЗ. В библиотеката се съхраняват модели на базови процеси и сценарии, свързани с отглеждането на земеделски култури. Така например, когато персоналният асистент трябва да вземе определено решение, той може да вземе предвид резултатите, получени от обработката на определен модел.

Гардова система. Гардовете са специализирани модули, които подпомагат получаването и изпращането на данни между виртуалния свят, в който оперира персоналния асистент, и физическата околна среда, в която вегетират контролираните земеделски култури. Физическият свят е мрежа от IoT възли, която е в състояние да събира актуална информация за „ситуацията на място“, т.е. сензорни данни от наблюдаваните открити и затворени селскостопански площи (например оранжерии). С оглед на факта, че климатичните условия и теренът могат да бъдат много различни (особено на открити площи), е необходимо по-голямо разнообразие от видове устройства, които съставят сензорната мрежа. Поддържащата мрежа ще бъде изградена от взаимосвързани статични устройства като сензори, задвижващи механизми и контролери. В момента гардовата система се разширява с възможности за „виждане“ – т.е. за анализ на дигитализирани изображения. Специално за земеделието такава информация е от съществено значение за идентифициране и локализиране на различни видове аномалии.

За изграждане на платформата е създадена интегрира технология, включваща различни видове развойни средства и среди, основно работещи върху JVM (Java Virtual Machine). Знанията, специализирани за селското стопанство, се моделират като онтологии, правила и рамкови структури с помощта на средите Protégé [17] (за разработване на онтологиите) и Win-Prolog [18], Flex [19] и VisiRule [20] (за производствени правила и рамки). Структурираните данни се съхраняват в релационната база данни PostgreSQL [21], а неструктурираните и полуструктурираните данни са в MongoDB NoSQL [22]. Внедряването на PA се поддържа от рамката JaCaMo [23], която съчетава три отделни технологии, всяка от които е добре позната сама по себе си и е разработена в продължение на няколко години, така че те са доста стабилни и пълноценни. JaCaMo е комбинация от: Jason – за програмиране на автономни агенти с помощта на агентно-ориентирания език AgentSpeak [24]; Cartago – за среда на програмиране на агенти, базирана на модел, известен като Artifact-Action модел [25]; Moise – организационен модел за мултиагентни системи, базиран на понятия като роли, групи и мисии.

ПЕРСОНАЛЕН АСИСТЕНТ ЗА ЗЕМЕДЕЛСКИ СТОПАНИ

Представеният в тази точка персонален асистент за подпомагане на земеделските стопани е нова версия на този, дадена в [12]. Подробно описание на асистента може да бъде намерено в [26].

За разлика от асистентите с общо предназначение, които обикновено използват публични информационни хранилища, този специализиран асистент използва бази знания, съдържащи специализирани знания за областта растениевъдство. Базите знания са разположение в ЦДЗЗ на платформата ЗЕМЕЛА, Знанията са представени като онтологии, производствени правила и фрейми. Работата на асистента се подпомага също от библиотеката БЗМ.

В актуалната версия на асистента е завършена имплементацията на основната функция на персоналния асистент, която е мониторинг върху вегетацията на наблюдаваните земеделски култури с цел идентификация и локализация на възможни аномалии. При забелязани такива персоналният асистент (за сега) подготвя предупреждения и ги изпраща към земеделските стопани. В реализирания алгоритъм за мониторинг се използва концепцията за топлинни единици. Концепцията за топлинни единици (или degree days (DD)) е въведена за първи път от американския учен по земеделие, Даниел Пътнам през 1868 г., който работи върху начини за подобряване на добивите от земеделските култури. Той отбелязва, че растежът и развитието на културите са тясно свързани с температурата и предлага идеята за използване на натрупаната топлина (измерена в градусни дни) като начин за прогнозиране на времето на различните етапи на растеж. Оттогава концепцията за градусовите дни оттогава е усъвършенствана и разширена многократно от други учени и сега се използва широко в селското стопанство за проследяване на растежа и развитието на голямо разнообразие от земеделски култури (включително домати). DD измерват количеството топлина, натрупано с течение на времето. Те могат да бъдат изчислени по много различни начини. Един от широко приложимия начин за изчисляване на натрупването на DD е методът на простата средна стойност, който използва следната формула:

```
DD = (Tmin + Tmax)/2 - Tbase
Tmin = минимална дневна температура
Tmax = максимална дневна температура
Tbase = долен праг на развитие
```

За да може да бъде коректно извършван мониторингът съществена роля имат така наречените контролни числа – това са лимитиращи и прагови стойности (например Tbase, DD). Така например контролните числа при натрупаните топлинни единици се използват за установяване дали вегетацията на наблюдаваните земеделски култури протича очакваното нормално. При установени отклонения от тези числа се предполага наличие на аномалия. Контролните числа се използват също за контролиране преходите между отделните фази на вегетация.

Друго съществено предизвикателство, което се решава с помощта на контролните числа е адаптацията на платформата (и по-специално на персоналния асистент) към характерните особености на наблюдаваните земеделски култури и климатичните дадености на района, в който се отглеждат. Адаптацията е от особено значение, понеже платформата ЗЕМЕЛА е предназначена за използване в малки ограничени площи, опитвайки се да експлоатира по възможност максимално дадеността на района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За провеждане на експерименти с персоналния асистент беше избран района на Института по зеленчукови култури „Марица“, гр. Пловдив. Бяха наблюдавани и проведени съответни измервания по време на пълен вегетационен цикъл на четири вида домати. За да се адаптира за работа в конкретната вегетационна среда персоналният асистент

беше инициализиран с контролни числа, взети от литературни източници за райони с подобни климатични условия.

Една основна констатация е, че беше установено значително разминаване на литературните данни с реални измерените – при някои контролни числа разликите достигнаха до 30%. Това потвърждава нашето убеждение, че адаптацията към условията на вегетационната среда трябва да бъде основен аспект в усъвършенстването на персоналния асистент.

Сега, през новия вегетационен цикъл на същите сортове домати, се провеждат допълнителни експерименти и измервания. Целта е да се натрупат достатъчно количество данни за да могат да се направят по-обосновани изводи за ефекта от използване на персонален асистент със специализирано приложени в интелигентното земеделие.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е подкрепена от българското Министерство на образованието и науката по Национална програма за научни изследвания „Интелигентно растениевъдство“, договор за безвъзмездна финансова помощ № D01-65/19.03.2021 г., одобрен с Решение на Министерския съвет №866/26.11.2020 г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://www.apple.com/siri/ (посетен на 21.05.2024).
[2] https://assistant.google.com/ (посетен на 21.05.2024).
[3] https://developer.amazon.com/en-US/alexa (посетен на 21.05.2024).
[4] https://www.microsoft.com/en-us/cortana (посетен на 21.05.2024).
[5] https://openai.com/index/chatgpt/ (посетен на 19.05.2024).
[6] https://www.elegantthemes.com/blog/business/best-ai-chatbot-for-website (посетен на 19.05.2024).
[7] Jalaliniya, S., & Pederson, T. (2015). Designing wearable personal assistants for surgeons: An egocentric approach. IEEE Pervasive Computing, 14(3), 22–31.
[8] Sörös, G., Daiber, F., & Weller, T. (2013). Cyclo: A personal bike coach through the glass. In Siggraph Asia 2013 symposium on mobile graphics and interactive applications on - SA’13. In SA ’13 (pp. 1–4). New York, New York, USA: ACM Press.
[9] Dizon, G. (2017). Using intelligent personal assistants for second language learning: A case study of Alexa. TESOL Journal, 8(4), 811–830.
[10] Zhu, Z., Branzoi, V., Wolverton, M., Murray, G., Vitovitch, N., Yarnall, L., Kumar, R. (2014). AR-mentor: Augmented reality based mentoring system. In 2014 IEEE international symposium on mixed and augmented reality (ISMAR) (pp. 17–22). IEEE.
[11] Nuru, https://bigdata.cgiar.org/digital-intervention/plantvillage-nuru-pest-and-disease-monitoring-using-ai. (посетен на 19.05.2024).
[12] И. Стоянов, Л. Дуковска, В. Табакова-Комсалова, В. Монов, Персонален асистент за земеделски стопани, VI-та национална научна конференция с международна участие, 1-2.07.2022, Ловеч.
[13] Stanimir Stoyanov, Jordan Todorov, Ivan Stoyanov, Veneta Tabakova-Komsalova, Lubka Dukovska, ZEMELA – An Intelligent Agriculture Platform, Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdKCSE'2021, 28–29 October 2021, Sofia, Bulgaria.
[14] Национална научна програма „Интелигентно растениевъдство“, https://nnp-ir.bg/ (посетен на 19.05.2024).
[15] A. Stoyanova-Doycheva, E. Doychev, V. Ivanova, V. Valkanov, V. Tabakova-Komsalova, Event Ontology about Wheat Cultivation, AgriControl 2022The 7th IFAC Conference on Sensing, Control and Automation Technologies for Ag-riculture, 14-16 September 2022, Munich, Germany.
[16] S. Stoyanov, V. Tabakova-Komsalova, L. Doukovska, I. Stoyanov & A. Dukovski, An Event-Based Platform Sup-porting Smart Agriculture Applications, IEEE Intelligent Systems IS’22, Warsaw, Poland, October 12-14, 2022.
[17] Protégé, https://protege.stanford.edu/ (посетен на 20.05.2024).
[18] R. Shalfield, C. Spenser, B. D Steel, A. Westwood, WIN-PRPLOG. Programming Guide, Logic Programming As-sociates Ltd, 2021.

[19] R. Shalfield, C. Spenser, B. D Steel, A. Westwood, Flex Reference, Logic Programming Associates Ltd, 2021.
[20] R. Shalfield, C. Spenser, B. D Steel, A. Westwood, VisiRule, User Guide, Logic Programming Associates Ltd, 2021.
[21] PostgreSQL, https://www.postgresql.org/ (посетен на 20.05.2024).
[22] MongoDB, https://www.mongodb.com/ (посетен на 20.05.2024).
[23] Boissier, O., Bordini, R., Hübner, J., Ricci, A. 2020. Multi-Agent Oriented Programming Programming. Multi-Agent Systems Using JaCaMo, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.
[24] R. H. Bordini, J. F. Huebner, M. Wooldridge, Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak Using Jason, Wiley, 2007, p. 294.
[25] Ricci, A., Piunti, M. & Viroli, M. Environment programming in multi-agent systems: an artifact-based perspective. Auton Agent Multi-Agent Syst 23, 2011, 158–192.
[26] И. Стоянов, Изследвания за създаване на виртуален оператор в инфраструктура за интелигентно земеделие, дисертация, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, 2023.

ИНТЕЛИГЕНТНА СИСТЕМА ЗА РАННО ИДЕНТИФИЦИРАНЕ НА ЗАБОЛЯВАНИЯ ПРИ ЗЕЛЕНЧУКОВИ КУЛТУРИ

INTELLIGENT SYSTEM FOR EARLY IDENTIFICATION OF VEGETABLE CROP DISEASES

Veneta Tabakova-Komsalova
University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria and Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Stanimir Stoyanov
University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria and Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Laska Kostadinova-Tsankova
University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, Bulgaria

Atanas Dukovski
Institute of Information and Communication Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Abstract

In this paper, we present a knowledge-based system for the early identification of disease symptoms in vegetable crops. Early detection of diseases in agricultural crops helps to increase their yields. Vegetable growers rely on their own observations and conclusions about the condition of agricultural crops. The system will help them set symptoms for a scientifically based conclusion in the case of a possible disease. The Flex production rule-based system is used as the development environment. Tests are currently underway with certain tomato varieties.

Keywords: artificial intelligence, expert systems, software architectures, smart farming.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години системите с изкуствен интелект стават все по-привлекателни за използване в селското стопанство. Това доведе до концепцията за „интелигентно земеделие". Има различни причини за тази трансформация. В момента около 4 милиарда души по света са бедни или уязвими към крайна бедност [1]. Такива домакинства, живеещи предимно в страни с ниски и средни доходи, биха могли да се възползват от трансформиращи иновации, свързани с изкуствения интелект и допълнени от големи данни, Интернет на нещата, киберфизически системи и блокчейни.

Вземайки предвид тези тенденции, ние разработихме платформа, известна като ZEMELA, насочена към поддръжка на киберфизически приложения в областта на интелигентното земеделие. Платформата предоставя инфраструктура за интеграция на физическия и виртуалния свят. Специфичните за селското стопанство знания са представени като мрежа от специализирани онтологии, фрейми и правила. Активните компоненти на ZEMELA [2, 3] са персонални асистенти, реализирани като рационални автономни, реактивни, проактивни BDI агенти [4]. Група от специализирани агенти, наречени гардове, внедряват ин-

терфейса между виртуалния и физическия свят. Физическият свят е представен като IoT Nodes Network, който е в състояние да събира действителна информация за „ситуацията на място“, т.е. данни от сензори от наблюдавани открити и покрити земеделски площи и др. Мрежата се състои от различни видове взаимосвързани устройства (сензори, контролери и метеорологични станции).

За изграждането на конкретно приложение със ZEMELA е необходимо в платформата да се интегрират модули, които предоставят решение на конкретна задача (бизнес логика). Има огромен брой задачи и предизвикателства, които могат да бъдат решени с помощта на AI методи. Предизвикателство като това е ранното откриване на болести по зеленчуковите култури. Поради голямото разнообразие от заболявания и тяхната симптоматика, диагностицирането на заболяване е особено трудна задача. И в повечето случаи, когато фермерът забележи заболяването, вече е късно да се спаси реколтата.

В тази статия представяме експертна система, която има за цел да помогне земеделските производители при диагностицирането на заболявания при зеленчуците (по-точно домати). Нашите предварителни проучвания показаха, че такава система би била много полезна. Експертната система се интегрира в платформата ZEMELA, като използва нейните възможности за подпомагане на реален диагностичен процес.

АРХИТЕКТУРА НА СИСТЕМАТА

Основната функция на експертната система, представена в този документ, е да подпомага земеделските производители за ранното откриване на различни видове заболявания при зеленчуковите култури. В диалог с потребителя системата може да предложи хипотези за възможно заболяване и при необходимост да провери тези хипотези. За целта използва симптоми, за които може да се получат данни от различни източници. Архитектурата на системата включва основните модули, представени накратко в [5].

Архитектурата на системата за диагностика на заболяванията включва следните три базови компонента: База знания; Машина за извод; Потребителски интерфейс.

База знания. Базата знания се разработва като разпределено хранилище за съхраняват специализирани знания, които са необходими за идентифицирането и диагностицирането на възможни заболявания. Като форма за представяне на знанията сме избрали правила.

Основни структури за представяне на специфичните за проблемната област знания са фрейми и правила. Чрез правилата се поддържа стратегията свързване напред и стратегията свързване назад. Правилата биват два вида: производствени правила и релации.

В структурата на базата знания се поддържа също работна област. Работната област съдържа фактологията за конкретния наблюдаван случай. Съхраняват се основни познания за отравянията при зеленчуковите култури. В зависимост от съдържанието на работната област машината за извод избира приложимите правила, опитвайки се да идентифицира възможно заболяване и евентуално да го диагностицира. За целта машината за извод поддържа две стратегии: свързване назад и свързване напред. Принципът свързване назад се използва за избор, активиране и прилагане на производствените правила. Съответно свързването напред се използва за обработка на релации.

Получените данни от околната среда, в която вегетира наблюдаваното растение, се въвеждат в работната област посредством потребителския интерфейс.

CC дескриптор. Дескрипторът представлява действителния случай, който се диагностицира. Това е работна памет, състояща се от две части. Първата част съхранява лични данни за диагностицираната земеделска култура като име

(идентификатор), сорт, коренова система, стъбло, лиса, съцветие, цветове, плод, семена и др.

Тези данни са необходими за персонализиране на диагнозата. Информацията се получава от външна база данни. Във втората част се съхраняват симптомите на възможно отравяне.

Симптомите могат да бъдат получени по различни начини.

- Наблюдавани симптоми – това са симптоми от внимателното наблюдение на земеделския производител. Тези симптоми се получават в диалог с потребителя чрез потребителския интерфейс.
- Данни от сензори – това могат да бъдат данни от сензори, инсталирани в почвата, метеорологични станции и др. Данните от сензорите се получават от специализирани компоненти на платформата ZEMELA (наречени гардове). Те се записват в специализирана база данни, откъдето могат да бъдат извлечени за CC дескриптора.
- Лабораторни изследвания – това са данни, събрани от специализирани лаборатории. Подобно на данните от сензорите, те се получават чрез платформата ZEMELA.

Машина за изводи. Механизмът за изводи подготвя възможна диагноза, използвайки знанията от базата знания и описанието на случая в CC дескриптора. Машината за изводи работи в два режима:

- P-Diagnosis – в този режим се извършва предварителна диагностика. Целта е да се създаде хипотеза за възможно заболяване на растението. Обикновено в този режим машината за изводи използва симптоми, наблюдавани от земеделския производител. Използва се метод на „свързване напред“ за генериране на хипотеза и се определят подходящи правила чрез успешно обединяване на техните условни части със симптомите от CC дескриптора.
- D-Diagnosis – в този режим машината за изводи се опитва да провери генерираната хипотеза. Машината активира съответните правила, използвайки метода на „свързване назад“. Диференциалната диагноза може да изисква допълнителна (обективна) информация, обикновено предоставена от сензорните устройства или от специализирани лаборатории.

Потребителски интерфейс. Чрез потребителския интерфейс експертната система получава информация за наблюдаваните от земеделския производител симптоми. Потребителският интерфейс инициализира и води диалог с потребителя за получаване на първоначална информация за наблюдаваните симптоми. Обикновено тази информация е непълна, защото се получава от преки наблюдения на фермера. Всички данни, получени от потребителя чрез потребителския интерфейс, се записват в CC-Descriptor.

ВНЕДРЕНЕ НА ЕКСПЕРТНАТА СИСТЕМА

За разработване на експертната система използваме базираните на WIN-PROLOG инструменти Flex и VisiRule. Flex предоставя набор от инструменти за подпомагане на разработването на експертни системи. Средата поддържа разсъждения, базирани на фрейми с наследяване, програмиране, базирано на правила, и процедури, управлявани от данни.. Това е напълно интегрирана среда за логическо програмиране, отговаряща на езика за спецификация на знанието (KSL) [6]. Основно предимство на Flex е неговата отворена архитектура, която позволява достъп до обектно-ориентирани езици за програмиране и външни бази данни. Комбинацията от Flex и Prolog формира функционално богата и гъвкава среда за разработка на експертна система с възможност за по-лесна фина на-

стройка и използва вградените механизми за поведение. По този начин могат да бъдат задоволени специфичните изисквания на разработваните системи.

Заболявания при доматите. Болестите по доматите се причиняват от различни по своята природа патогени [7]. В зависимост от мястото на отглеждане един или друг патоген може да намери благоприятни условия да се развие в посилна степен от друг. Най-често срещаните болести по доматите са: кореново гниене и сечене; фитофторно гниене; вкорковяване на корена; кафяви листни петна; бели листни; фузарийно и вертицилийно увяхване; фузарийно увяхване и кореново гниене; сиво гниене (ботритис); картофена мана; брашнеста мана; листна плесен; бяло гниене; бактерийно изсъхване; бактерийно струпясване; бактериен пригор; бактерийно увяхване; вирус на краставичната мозайка; вирус на мозайката по доматите; вирус на мозайката по тютюна; ипсилон вирус по картофите; вирус на слабото прошарване по пипера; вирус на мозайката по люцерната; фитоплазма столбур.

Актуално системата се прилага за ранно откриване и диагностициране на най-често срещаните заболявания при доматите. В Таблица1 са изписани наблюдаваните симптоми и условия за развитие на патогени за едни от най-често срещаните заболявания по дометените растения в България.

Табл. 1 *Симптоми и условия за развитие на патогени при доматите*

Заболяване	**причинител**	**Симптоми наблюдавани в**				**Условия за развитие на патогена**
		корен	**стъбло**	**листа**	**плод**	
Кореново гниене Root Rot Phytophthora	бактерия	големи кафяви петна, хлътнали напоени с вода лезии, хлътнали напоени с вода лезии от стъбло до корен	хлътнали напоени с вода лезии от стъбло до корен			висока относителна влажност
картофена мана Phytophthora infestans	гъбичка			огъване дръжките на заразените листа, напоени с вода петна, кафяви петна	големи, твърди, неправилни, кафяво-зелени петна, грапави и мазни лезии	влажност на въздуха над 70%, мин. Температура 10-12о С
сиво гниене (ботритис) Botryotinia fuckeliana	гъбичка		елипсовидни, напоени с вода лезии	v-образни лезии, сива гъбична спорулация	края на чашката на плода, сиво-кафяви лезии, сива гъбична спорулация, воднисто гниене, петно с малки бели до бледо-жълти или зелени пръстени	Висока атмосферна влажност 85-100%, температура 15-20о С и обилно азотно торене
бактериен пригор Xanthomonas vesicatoria	бактерия			ъгловати петна, тъмни петна, напоени с вода петна, кръгли с диаметър до 3 мм, мазни петна, полупрозрачни центрове на петната, черни полета на петната, избеляват	малки черни повдигнати петна, бял мазен ореол, лезии до 4-5 мм, тъмно кафяви лезии, повдигнати ръбове на лезиите, хлътнали тъмно кафяви центрове на лезиите	висока относителна влажност и температура 19-25°C

Трудно е да се диагностицира заболяване. Диагнозата се поставя въз основа на комплексни данни, които включват наблюдавани симптоми при вегетацията на растението, изследвания на почвата, данни от сензори (влага, температура, химичен състав на почвата) и др. С примерът на Фиг. 1. демонстрираме функ-

ционирането на P-диагностика (предварителна диагноза). Отделните стъпки са обяснени с помощта на съответния Flex код.

Когато се активира нова сесия на експертната система (run), първо се определя в какъв режим ще работи машината за изводи – или в режим на преддиагностика (pd), или в режим на диференциална диагноза (dd). В случай на P-Diagnosis се активира диалог с потребителя (атрибути на запитване), за да се споделят наблюдаваните симптоми. Потребителят може да избере симптомите от списъците, показани от потребителския интерфейс.

```
action run( Diagnosis ) ;
   if Diagnosis is pd then
   run pdiagnosis
   else
      if Diagnosis is dd then
         run ddiagnosis
      else
         fail
      end if
   end if.

action run pdiagnosis;
   do  restart
   and ask attributes
   and invoke ruleset identify
   and write(disease`s kind)
   and nl.

ruleset identify
   contains identity rules;
   update ruleset by removing each selected rule.

group identity rules
   rootRot, alternariaSolani, phytophthoraInfestans,
      botryotiniaFuckeliana, xanthomonasVesicatoria.
%кореново гниене, кафяви листни петна, картофена мана, сиво гниене, бактериен пригор

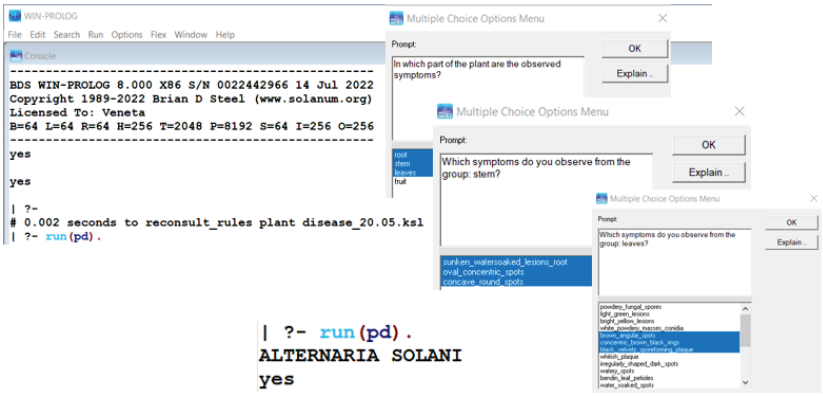
question attributes
   'In which part of the plant are the observed symptoms?';
%В коя част на растението са наблюдаваните симптоми?
   choose some of attribute types.

group attribute types
 root, stem, leaves, fruit.
%, root system, stem, leaves, inflorescences, flowers, fruit, seeds
%коренова система,стъбло,листа,съцветия,цветове,плод,семена

question root
   'Which symptoms do you observe from the group: root?';
%Кои симптоми наблюдавате от групата: коренова система?
   choose one of root types.
group root types
      large brown spots, sunken watersoaked lesions,
sunken_watersoaked_lesions_stem_to_root.
%големи кафяви петна, хлътнали и напоени с вода лезии, хлътнали и напоени с вода лезии
на стеблото до корена
```

Фиг. 1. Flex реализация на P-диагностика

Следващото действие (извикване на идентичност на набор от правила) задейства машината за изводи, за да провери набора от правила, посочен в набора от правила (identity_rules). Flex предоставя различни стратегии за проверка и активиране на правила. В този случай ние избрахме набора от правила за актуализиране, като премахнахме всяка избрана вече стратегия за правило. Ако машината за заболяване може да генерира възможна хипотеза, тя се показва на потребителя в края на сесията. Целия този процес е показан на Фиг.1 и Фиг.2.



Фиг. 2. Сесия с експертната система

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В момента сме внедрили модула P-Diagnosis, който е в процес на тестване. Провеждат се поредица от тестове от студенти, докторанти и др. с примерни комбинации от наблюдавани симптоми, въз основа на които трябва да се предложи възможна хипотеза за заболяване. Тези хипотези се сравняват с хипотезите, генерирани от експертната система за същите комбинации. Следващото предварително тестване на системата ще бъде извършено с изследване на засадени растения в оранжерия на ИЗК „Марица“, град Пловдив.

Що се отнася до развитието на системата, следващата стъпка ще бъде внедряването на компонента D-Diagnosis. За проверка на предварителната хипотеза, където ще е необходимо да се получи допълнителна обективна информация от сензори и специализирани лаборатории изследвания.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е подкрепена от българското Министерство на образованието и науката по Национална програма за научни изследвания „Интелигентно растениевъдство“, договор за безвъзмездна финансова помощ № D01-65/19.03.2021 г., одобрен с Решение на Министерския съвет №866/26.11.2020 г.

ЛИТЕРАТУРА

[1] H. Kharas, and K. Hamel, “A global tipping point: Half the world is now middle class or wealthier,” Brookings, Washington, DC, USA, 2018 [Online].

[2] Stanimir Stoyanov, Jordan Todorov, Ivan Stoyanov, Veneta Tabakova-Komsalova, Lubka Dukovska, ZEMELA – An Intelligent Agriculture Platform, Big Data, Knowledge and Control Systems Engineering – BdKCSE’2021, 28–29 October 2021, Sofia, Bulgaria.

[3] Stanimir Stoyanov, Veneta Tabakova-Komsalova, Lyubka Dukovska, Ivan Stoyanov, Atanas Dukovski, An Event-Based Platform Supporting Smart Agriculture Applications

[4] M. Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems, Wiley, 2009.

[5] V. Tabakova-Komsalova, S. Stoyanov, A. Stoyanova-Doycheva, I. Stoyanov, L. Doukovska and A. Dukovski, "An Expert System for the Diagnosis of Livestock Poisoning," 2023 International Conference Automatics and Informatics (ICAI), Varna, Bulgaria, 2023, pp. 459-463, doi: 10.1109/ICAI58806.2023.10339064. (SCOPUS)

[6] R. Shalfield, C. Spenser, B. D Steel, A. Westwood, Flex Reference, Logic Programming Associates Ltd, 2021.

[7] Нидал Шабан и др., ЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВО, София, 2014, ISBN 978-954-332-116-2, Издателска къща при ЛТУ.

МЕХАНИЗЪМ НА ДЕЙСТВИЕ НА КОМПЮТЪРНА АТАКА „ОТКАЗ ОТ УСЛУГИ“. ОБЗОР И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ

MECHANISM OF ACTION OF A DENIAL-OF-SERVICE (DOS) ATTACK. OVERVIEW AND COUNTERMEASURES

Iskren Yankov
Technical University of Gabrovo

Stanimir Sadinov
Technical University of Gabrovo

Abstract

A Denial-of-Service (DoS) attack is a malicious attempt to disrupt the normal functioning of a targeted server, service, or network by overwhelming it with a flood of illegitimate requests. This overloads the system, causing it to slow down or become completely unresponsive, thus denying legitimate users access to the service.

The mechanism of a DoS attack typically involves the attacker sending a massive volume of traffic to the target system using various methods, such as flooding the network with packets, exploiting vulnerabilities in the system's software, or exhausting the target's resources like bandwidth, memory, or CPU. Some common types of DoS attacks include SYN floods, ICMP floods, and HTTP floods.

Keywords: Denial-of-Service; SYN floods; ICMP floods

ВЪВЕДЕНИЕ

В съвременния дигитален свят, където интернет и компютърните технологии играят ключова роля във функционирането на бизнеса, правителствените институции и ежедневието на хората, сигурността на информационните системи е от съществено значение. Сред разнообразието от киберзаплахи, които съществуват днес, компютърната атака „отказ от услуги“ (Denial of Service, DoS) се отличава със своя разрушителен потенциал и способността си да парализира цели мрежи и услуги. DoS атаките целят да направят дадена услуга недостъпна за потребителите, като я претоварят с изкуствено генериран трафик или експлоатират уязвимости в софтуера. Това води до значителни финансови загуби, нарушаване на репутацията и в някои случаи до критични последици за организацията. Настоящият обзор ще разгледа механизмите на действие на DoS атаките, различните им форми и ще предложи практически методи за противодействие и защита срещу тях, с цел минимизиране на риска и осигуряване на устойчивост на информационните системи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

2. Симулиране на компютърни атаки от тип „отказ от обслужване“

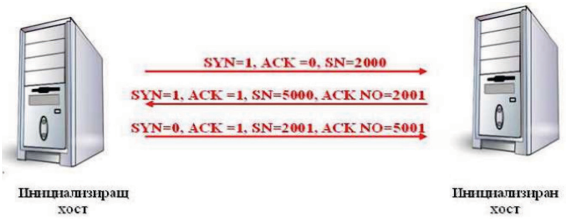
По статистически данни за Q1 и Q2 на 2023 г. атаките от типа TCP SYN DDoS заемат около 80 % от всички компютърни атаки в Интернет. Въпреки, че историята на TCP SYN атаките датира от далечната 1996 г., и до днес този тип атаки е една от най-често използваните за привеждане на огромен брой уеб хостове в състояние „отказ на обслужване” . Този тип атаки се основават на стандартен механизъм за изграждане на TCP сесия, наречен „трипътно установяване”, поради което се оказва изключително трудно разграничаването на легалните от маскираните заявки към атакуваните сървъри.

TCP SYN атаките са най-често срещаните атаки в транспортния слой на OSI модела. Те се основават на стандартен комуникационен механизъм в TCP про-

токола, поради което тяхното филтриране или елиминиране се оказва изключително трудно. TCP SYN атаките се основават на механизма на установяване на TCP сесия (three-way handshake) или т. нар. „трипътно установяване”.

При „трипътното установяване” инициращия хост изпраща SYN (Synchronization) флаг към хоста получател, което представлява първа стъпка в механизма за установяване на сесия. При втората стъпка получателя отговаря на хоста-източник с ACK/SYN. Третата стъпка е свързана с ACK потвърждение от инициализиращия хост. Флаговете SYN и ACK приемат единствено стойности „0” и „1”. В реални условия трипътното установяване може да бъде илюстрирано по следния начин:

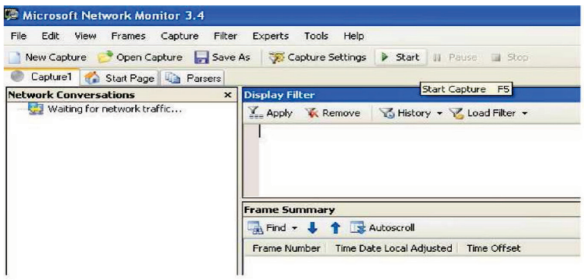
Инициализиращия хост изпраща TCP съобщение, съдържащо примерни стойности за флаговете SYN = 1, ACK = 0 и SN = 2000, където SN е Sequence Number и може да бъде произволно число в размер на четири байта. Полето SN определя началния номер от който започва предаването на данните.



Фиг. 1. *Трипътно установяване на връзка*

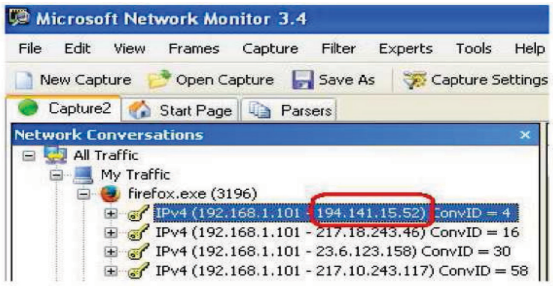
Хоста - получател (инициализиран хост) на TCP съобщението отговаря на подателя с флагове, както следва: SYN = 1, ACK = 1, SN = 5000 и ACK N0=2001. Инициализиращия хост изпраща второ съобщение (трета стъпка) със следните стойности на флаговете: SYN=0, ACK=1, SEQ N0=2001, ACK N0=5001.

Описания процес може да бъде наблюдаван посредством Microsoft Network Monitor (MNM). Стартиране процеса на наблюдение на мрежовите ресурси се реализира посредством функция от лентовото меню New->Capture, и „Start” от менюто с инструменти,както е показано на снимката.



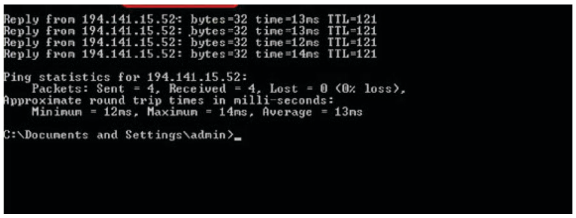
Фиг. 2. *Microsoft Network Monitor (MNM)*

Нека стартираме Mozilla Firefox и заредим сайта на Държавна структура. В панел Network Conversations на Microsoft Network Monitor могат да бъдат наблюдавани всички мрежови сесии, инициализирани от локалния компютър.



Фиг. 3. *Наблюдение на изградените сесии в Microsoft Network Monitor*

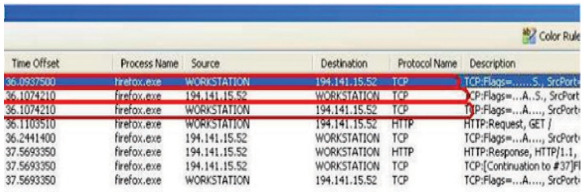
Където 194.141.15.52 е IP адреса на сайта на Държавната структура, а 192.168.0.101 е IP адреса на локалния компютър (WORKSTATION) от който извършваме наблюдение на трафика.



Фиг. 4. *Идентифициране на хоста – получател*

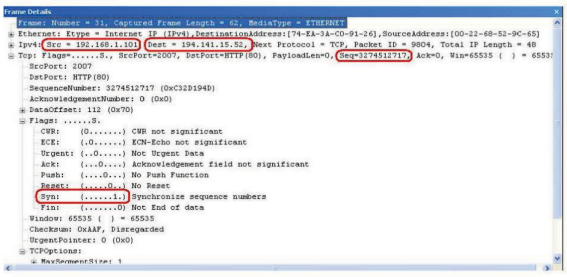
Трипътното установяване може да бъде проследено чрез панела Frame Summary, където са отбелязани трите стъпки при изграждане на сесия между локалния компютър с име WORKSTATION

(192.168.1.101) и уеб хоста, в случая Интернет сайта на Държавната структура на адрес (194.141.15.52)



Фиг. 5. *Наблюдение на трипътно установяване*

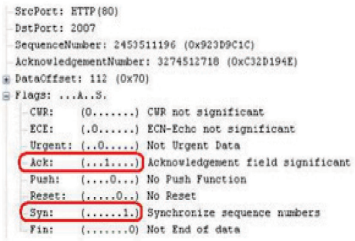
При избор на ред с номер 1 в полето Frame Number на панела Frame Summary, в панела. Frame Details на. Microsoft. Network Monitor, се визуализира детайлна информация в първа стъпка от трипътното установяване. SYN флага приема стойност „1”, а всички останали флагове приемат стойност „0”. SYN флаг със стойност „1” указва на хоста-получател, че целта на инициализиращия хост е да бъде изградена сесия. Генерираната стойност за Sequence Number (ISN) е 3274512717.



Фиг. 6. *Стойности на флаговете при първа стъпка*

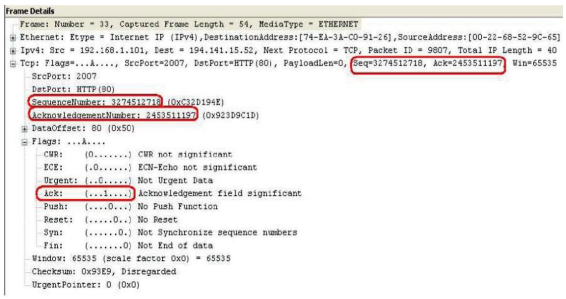
TCP протокола е многозадачен, т.е. между дава или повече хоста могат да бъдат изградени повече от една сесии. Тази многозадачност при TCP е реализирана посредством използването на портове. Тъй като по подразбиране Hypertext Transfer Protocol (http) работи на порт 80, то за изграждането на няколко сесии (например отваряне на различни уеб страници в няколко таба) се използват резервирани за целта портове, в конкретния случай за изграждане на сесия между локалния компютър с име WORKSTATION и уеб хоста на сайта на университета, се използва вътрешен порт 2007. Портовете представляват 16 битови числа, като максимално допустимата стойност е 65535 ((2Л16)-1).

Стойностите на TCP флаговете във втора стъпка на ред номер 2 от трипътното установяване са показани на следната фигура:



Фиг. 7. *Стойности на флаговете при втора стъпка*

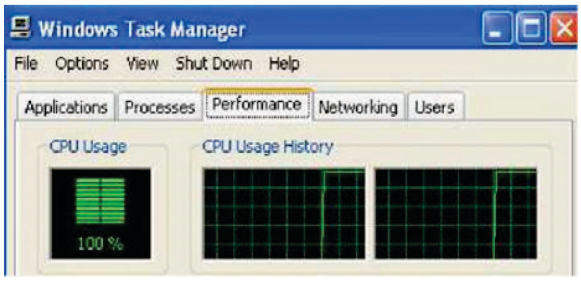
При третата стъпка от трипътното установяване стойността наAcknowledgement е стойността на полето за Sequence Number, увеличено с единица или 3274512718. При третата стъпка за установяване на сесия, стойностите на флаговете са следните:



Фиг. 8. *Стойности на флаговете при трета стъпка*

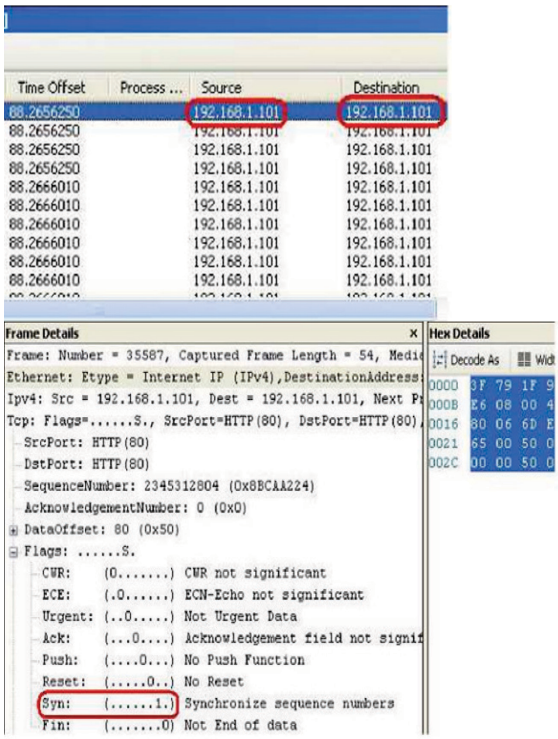
Начина на симулиране на компютърна така от типа TCP SYN не е описан в настоящия доклад, тъй като целта на доклада е да покажем слабостите на системите, не да обучаваме как да бъдат реализирани атаки от такъв тип, а те да бъдат изследвани с оглед тяхното предотвратяване. Нека атакуващият и атакувания хост да бъдат с един и същ адрес 192.168.1.101, като атакуващия хост

да изпраща SYN флаг във всеки фрейм със стойност „1”. При стартиране на атаката се наблюдава запълване ресурсите на компютърната система, при което системата, ако продължи работата си в това състояние, стига до „отказ от услуги“ [Sanjeev Kumar, Senior Member, Raja Sekhar Reddy Gade, Evaluation of Microsoft Windows Servers 2008 & 2003 against Cyber Attacks, Journal of Information Security,2015, 6, p. 156].



Фиг. 9. *Използвано процесорно време при стартиране на атаката*

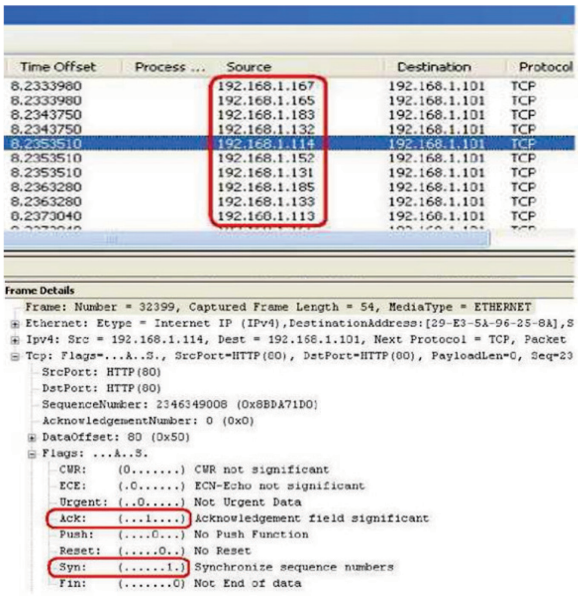
На фигура 12 е показано състоянието на Microsoft Network Monitor по време на TCP SYN атаката, съгласно експерименталната поставка.



Фиг. 10*. Състояние на MNM без маскиране на атакуващия хост*

Във всички фреймове по време на атаката стойността на SYN е „1” и не се променя, тъй като атаката няма за цел да осъществи сесия.

Нека маскираме източника и подаваме към атакувания хост (192.168.1.101) освен SYN и ACK флагове със стойност „1”. Атакуващия хост в този случай е един, но неговия IP адрес ще бъде маскиран във всеки фрейм.



Фиг. 11. *Състояние на MNM при симулиране на TCP SYN с маскиране*

Практическото осигуряване на информационна и комуникационна сигурност на системите които събират, обработват, съхраняват и разпространяват информация е от особено важно значение за нормалното функциониране на всяка една организация. С нарастването обема на информацията в световен мащаб, изискванията към нейното опазване от нерегламентиран достъп и злоупотреба с информация се увеличават. Научните изследвания са насочени предимно към разработката на нови информационни технологии и системи, които в съвременното информационно общество трябва да бъдат съпроводени с щателен анализ и систематизиране на информационните и комуникационни процеси с оглед предотвратяване на нерегламентиран достъп и злоупотреба с информация.

Един от задължителните елементи за функционирането на Интернет хостовете е обезпечаването със сигурност на информацията по отношение на евентуална злоупотреба и осъществяването на нерегламентиран достъп до ресурсите на информационните системите.

Настоящата разработка може да бъде използвана както при оптимизиране нивото на информационна и комуникационна сигурност при различни системи за управление на съдържанието, така и за решаване на конкретни проблеми, свързани с атаки от типа „отказ на обслужване“, в конкретния случай TCP SYN атаки. Методът на отбрана от отказ от услуги (DoS) се състои в предприемането на мерки, които да предотвратят или ограничат възможността на атакуващия да причини нарушения в работата на услугата. Ето някои от основните методи за защита от DoS атаки:

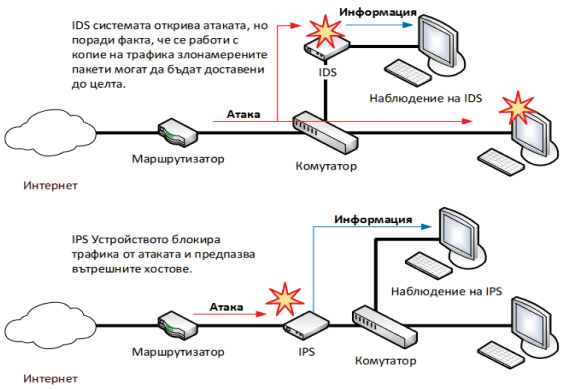
Механизъм на филтриране на трафика

1. Идентификация на зловреден трафик: Системите за филтриране използват предварително зададени правила и модели на поведение, за да идентифицират подозрителен трафик. Това може да включва необичайно голям брой заявки от един IP адрес, известни сигнатури на атаки или аномалии в поведението на трафика.

2. Филтриращи устройства и технологии: За филтриране на трафика се използват различни устройства и технологии, като:

- Файъруоли: Мрежови защитни стени, които контролират достъпа до мрежата на база предварително зададени правила.

- Системи за откриване и предотвратяване на проникванията (IDS/IPS): Тези системи следят мрежовия трафик и предприемат действия за блокиране на зловреден трафик в реално време.



Фиг. 12. *Система за откриване и предотвратяване на проникванията*

- Рутери и суичове с вградени функции за сигурност: Някои мрежови устройства имат вградени функции за филтриране на трафика и могат да блокират подозрителни пакети.

1. Черни и бели списъци: Създаване на черни списъци с известни зловредни IP адреси и бели списъци с доверени адреси. Това позволява бързо блокиране на зловредния трафик и пропускане на легитимния.

2. Анализ на протоколи: Филтрирането на трафика включва и анализ на различни мрежови протоколи (HTTP, TCP, UDP и др.), за да се открият аномалии и потенциални заплахи.

Механизъм на мониторинг и реагиране

1.Постоянен мониторинг:

- Системи за откриване на проникванията (IDS): IDS следят мрежовия трафик и системните дейности за аномалии и подозрителни действия, като генерират аларми при откриване на потенциални заплахи.

- Системи за предотвратяване на проникванията (IPS): IPS са като IDS, но с допълнителна функционалност за автоматично предприемане на защитни мерки, като блокиране на зловреден трафик.

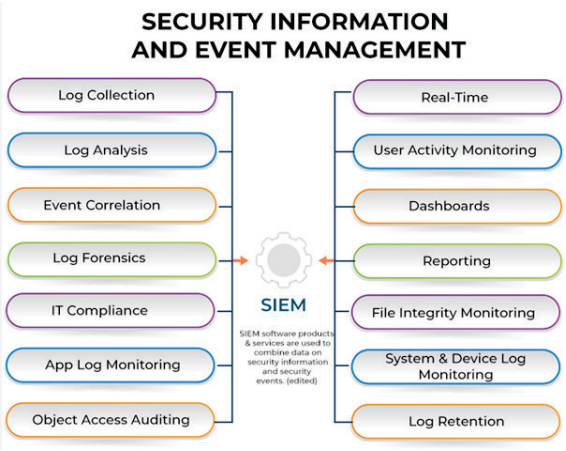
- **Мрежови мониторингови инструменти**: Тези инструменти събират и анализират данни за мрежовия трафик, за да идентифицират необичайни модели, които могат да указват атака.

- **Системни логове и събития**: Анализът на логовете от системите, приложенията и мрежовите устройства предоставя ценна информация за потенциални заплахи и аномалии.

Технологии и инструменти за мониторинг и реагиране

- Endpoint Detection and Response (EDR): EDR решенията предоставят мониторинг и защита на крайни устройства (компютри, мобилни устройства), като откриват и реагират на заплахи.

- **Security Information and Event Management (SIEM)**: SIEM системите събират и анализират логове и събития от различни източници, предоставяйки централизирана видимост и възможности за откриване на заплахи в реално време.



***Фиг. 13**. Система за анализи SIEM*

-Network Traffic Analysis (NTA): Инструменти за анализ на мрежовия трафик идентифицират аномалии и потенциални заплахи чрез детайлен анализ на мрежовите потоци.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Атаките от тип „отказ от услуги“ (DoS) представляват сериозна заплаха за информационните системи, като целят да направят уебсайтове и онлайн услуги недостъпни за легитимни потребители чрез претоварване на мрежовите ресурси. Механизмът на действие на тези атаки включва изпращане на огромен обем от заявки към целевата система, което води до изчерпване на ресурсите ѝ и прекъсване на нормалната работа. Внедряването на тези методи и технологии осигурява цялостна защита срещу DoS атаки, като същевременно подобрява производителността и надеждността на информационните системи. Организациите трябва да прилагат многослойни мерки за сигурност и да бъдат подготвени за бърза реакция при откриване на заплахи, за да минимизират риска и последствията от такива атаки. С нарастващата сложност и честота на DoS атаките, е от съществено значение компаниите и институциите да остават информирани за новите тенденции и да инвестират в съвременни решения за киберсигурност. Само чрез проактивен и стратегически подход към сигурността, организациите могат ефективно да защитят своите цифрови активи и да осигурят непрекъснатост на бизнес процесите си.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ризов.В. Сигурността в киберпространството и колективна отговорност, С.2013.

[2] Смирнов А.А. Международноправо -ви аспекти в борбата с киберпрестъпността и кибертероризма.

[3] Стоянова, Е. Анализ на Конвенцията на Съвета на Европа за престъпления в кибернетичното пространство. В: Научни трудове на Института за държавата и правото, том VI. БАН ИЛП. С.2011 г

[4] Albanese, J. (2018). Cybercrime as an Essential Element in Transnational Counterfeiting Schemes. Presentation at International Academic

[5] Alsmadi I.M., Karabatis G., AlEroud A. (eds.) Information Fusion for Cyber-Security Analytics, Springer, 2017.

[6] Demchak, Ch. Conflicting Policy Presumptions about Cybersecurity: Cyber- Prophets, Priests,Detectives,and –Design-ers, and Strate-

gies for a Cybered World. Issue Brief. Washington, Atlantic Council, 12.08.2010, PDF, 8 p. ,www.acus.org, 15.05.2013.
[7] Ватев. В. Сигурността в киберпространството – военни действия и отбрана, С.2013.
[8] Иванов О.П. Военно-политическа стратегия на САЩ в АТР. В кн.
[9] Иванов, И. Входни точки за кибератаки. В: Сб-к научни трудо: научна конференция на НБУ „Широката сигур-ност". Т.2. Киберсигурност, икономическа, социална и културна сигурност, 2020, ISBN 978-619-7383-19-5.

УЧЕБНА ДЕМОНСТРАЦИОННА ПЛАТФОРМА ЗА IP-ВИДЕОПОТОЧНО ПРЕДАВАНЕ И МОНИТОРИНГ НА ТЕЛЕВИЗИОННО СЪДЪРЖАНИЕ

A TRAINING AND DEMONSTRATION PLATFORM FOR IP VIDEO STREAMING AND MONITORING OF TV CONTENT

Mihail Angelakis
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Emanuil Kipreos
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Krasen Angelov
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

The main objective of the paper is to present the design, implementation and testing of a training demonstration platform for IP video streaming by rebroadcasting TV programs received by a DVB-T digital multiplex and retransmitted over an IP network. The main application of the proposed development is the monitoring of the IP-streaming parameters during its broadcast on the network. The platform is based on the Raspberry Pi single-board computer. A test optical cable line as a model of a real communication network is also included. Such a solution is convenient for implementation in the main stations of cable operators distributing TV and radio programs in Bulgaria via IP protocol (IPTV), due to its easy installation and maintenance, low cost, small dimensions and extremely low consumption.

Keywords: IPTV, DVB-T, streaming, monitoring.

ВЪВЕДЕНИЕ

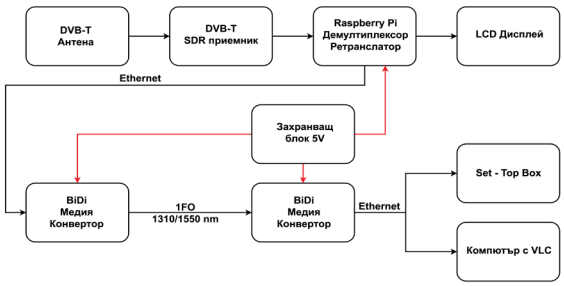
IPTV означава интернет телевизия, която дава възможност да предостави на клиентите услуги с добавена стойност като видео по заявка (Video On Demand), отместена във времето телевизия (Timeshift), интерактивност (Pause TV) и др. [1,2,3]. Този вид платформи могат да излъчват цифрово съдържание по IP мрежи, прието по различни способи – чрез сателит, наземно, по кабел или IP. Това съдържание може да бъде пренасяно на големи разстояния посредством IP мрежи и да се използва както от крайни потребители на IPTV услуга посредством STB (Set-Top-Box), така и от базови станции на съвременните кабелни оператори за разпространение на телевизионно и радио съдържание [2,4]. Телевизионните и аудио сигналите се преобразуват в потоци от данни, които преминават през мрежата, заедно с друг трафик на данни. Специална форма на предаване на данни, известна като IP multicasting, се използва за минимизиране на търсенето на честотната лента на мрежата. Зрителят може да избере кой поток или канал да се показва. Основни проблеми пред осигуряването на качествено високоскоростно и с висока резолюция предаване на IP-видеопоточно телевизионно съдържание за пропускателната способност на комуникационната мрежа, времезакъсненията и загубите на пакети и отпадането на основните източници на излъчване [2,4,5]. Това налага прилагането на системи за непрекъснат мониторингът на транспортните потоци [4], тяхната скорост и цифрово съдържание [5,6], като за оценка на състоянието и качеството на услугата се използват различни параметри и метрики [7]. Това се осигурява от специализирани системи, които често са комплексен и скъп хардуер.

В тази разработка е предложено нискобюджетно решение на платформа за учебни и демонстрационни цели на IP-видеопоточно предаване на телевизионно съдържание и мониторинг мониторинг на качеството на услугата. За тази цел се използва сървър, реализиран с едноплатков компютър Raspberry Pi, компактен SDR приемник за DVB-T сигнали и локален дисплей за мониторинг на системата и качеството на услугата. Потребителите в мрежата може да използват специализиран хардуерен IPTV приемник или софтуерен плеър (например VLC Player [10]) за възпроизвеждане на телевизионното съдържание.

ИЗЛОЖЕНИЕ

А) Синтез на блокова схема на демонстрационна платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание

Блоковата схема на демонстрационната платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание, е предложена и показана на фиг. 1.



Фиг. 1. *Блокова схема на демонстрационна платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание*

Като източник на телевизионно съдържание се използва цифров телевизионен сигнал по стандарт DVB-T [8]. За целта на входа на DVB-T SDR приемник ще се подава сигнал от антена, като входът е за F-куплунг. DVB-T приемникът е свързан посредством USB2.0 към платформа Razpberry Pi 3 Model B+ с инсталиран софтуерен демултиплексор. Той ще играе ролята също и на преобразувател на избраните програми в IP поток. За да може цифровите потоци да се приемат и анализират едновременно от няколко приемника с IP вход, програмите ще бъдат предавани в IP мрежата посредством multicast.

За DVB-T SDR приемник е използван популярен USB приемник Mini Digital TV Stisk.

За BiDi медия конвертори са използвани Екском модули с SC-PC оптични конектори, предназначени за работа на дължина на вълната 1310 и 1550 nm.

Макетът включва и: оптичен пачкорд, имитиращ оптичната свързаност в реални условия; захранващ блок 230V/5V DC за захранване на основните модули; 7“ LCD дисплей - IPS екран с резолюция 1024x600, на който се извежда информация от локалния мониторинг на сървъра за стрийминг и IP видео потоците.

Приетите DVB-T цифрови потоци се демултиплексират и предават в IP мрежата по метода multicast към предварително избрани мултикаст групи. За тази цел е използван софтуерен демултиплексор, инсталиран на Raspberry Pi. В практиката са разпространени няколко решения за софтуерно демултиплексиране, като всяко от тях има своите предимства. Популярните сред тях са DVBlast, VDR, TV Headend, MuMuDVB [9]. За разработката на модула е избран софтуера DVBlast, тъй като се поддържа в комилираните пакети на операционната система, инсталирана на Raspberry Pi, лесен е за инсталация и настройка и е изключително непретенциозен към ресурсите на платформата. DVBlast е приложение за MPEG-2/TS демултиплексиране и предаване на потоци. Използва се за предаване на една или няколко програми в IP мрежа, използвайки вход от DVB приставка (наземна, кабелна, сателитна) или ASI.

Целта на сървъра е да преобразува получения сигнал от DVB-T тунера в IPTV поток, предаван към потенциалните клиенти в локалната мрежа. Всеки телевизионен канал е идентифициран по

идентификационния му номер (SID) както е показано в таблица 1 и се предава в локалната мрежа в отделен стрийм. Може да се групират всички канали от даден мултиплекс в един общ стрийм, като отделните канали се идентифицират с уникално име на канала. Използвани са следните методики за кодиране на канала: за транспортния поток по-старата MPEG transport stream (MPEG-2 Part 1) и съвременната H.264/MPEG-4 AVC за кодиране на видео потока. Всички телевизионни програми от мултиплекс-пакета се излъчват едновременно в локалната мрежа.

Табл. 1 *Идентификационни номера на каналите*

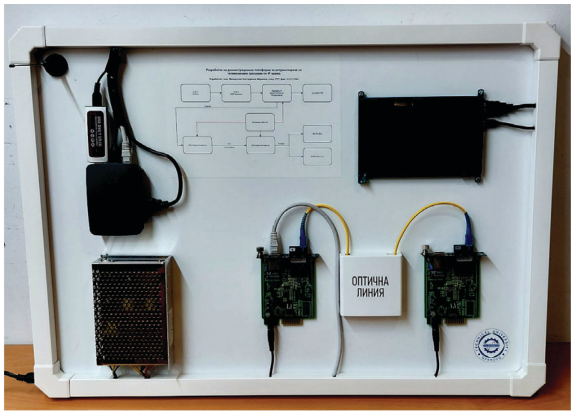
Програмен списък	**Video/Audio**	**SID**
BTV	5172/5173	2
Nova TV	5342/5343	3
BNT	5343/5332	4
BNT 2	5332/5333	5
BNT 3	5162/5163	6
Bulgaria on Air	5152/5153	8

Б) Практическа реализация на демонстрационна платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание

Практическата реализация на демонстрационната платформа е свързана със следните основни етапи:

1. Подготовка и свързване на хардуера;
2. Избор на подходящ цифров мултиплекс, излъчващ по системата DVB-T с налични FTA програми;
3. Инсталация на Raspberry Pi и подготовка на софтуера за приемане и ретранслиране на DVB-T сигнали;
4. Подготовка на преносната оптична линия и нейните компоненти;
5. Подготовка на работна станция за приемане на цифров поток от IP мрежа;
6. Анализ на цифровия поток, събиране на експериментални данни с VLC, Task Manager;
7. Обобщаване на събраните експериментални данни.

Общият вид на макета на демонстрационната платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание е представен на фиг. 2.



Фиг. 2. *Практическа реализация на макет на демонстрационната платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание*

В) Тестване на демонстрационна платформа за IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание

На разположения локално дисплей се извежда информация от работата на софтуерната система DVBlast, която може да бъде използвана за мониторинг и за отстраняване на грешки при конфигурирането и при работата на приемната или предавателната част, както и за мониторинг на IP видеопотоците. Пример за такава информация е извеждането в реално време на параметрите, които се подават към dvb-t тунера:

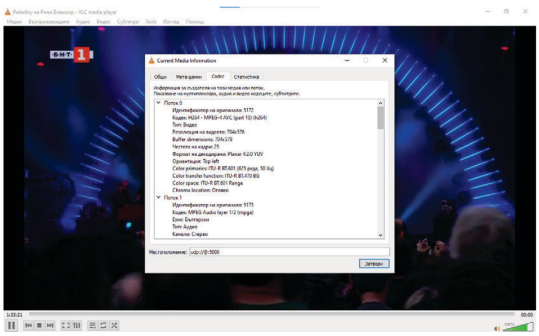
```
root@m-angelakis:~# dvblast -f 514000000 -a 0 -u -C
...
debug: tuning DVB-T frontend to f=514000000 bandwidth=8 inversion=-1 fec_hp=999 fec_lp=999 hierarchy=-1 modulation=qam_auto guard=-1 transmission=-1
```

Мониторинговата система извежда на дисплея и информация за елементарните стриймове. Пример за такава информация са данните за приета PMT таблица, съдържаща описание на елементарните стриймове ES с техния тип и PID:

```
debug: new PMT program=4 version=2 pcrpid=5172
debug: * ES pid=5172 streamtype=0x1b streamtype_txt="H.264/14496-10 video (MPEG-4/AVC)"
debug: - desc 28 avc_video profile_idc=0x4d constraint_set0_flag=0 constraint_set1_flag=1 constraint_set2_flag=0 AVC_compatible_flags=0x00 level_idc=0x1e AVC_still_present=0 AVC_24_hour_picture_flag=0
debug: * ES pid=5173 streamtype=0x03 streamtype_txt="11172-3 audio (MPEG-1)"
debug: - desc 0a audio_language language=bul audiotype=0 audio-type_txt="undefined"
debug: - desc 0e maximum_bitrate max_bitrate=437 max_bitrate_decoded=21850
debug: end PMT
```

От гледна точка на крайните клиенти, те може да използват софтуерен плеър, например VLC. Както задължително условие за успешна комуникация между модула и работната станция е IP адресите им да са настроени в една и съща подмрежа (subnet). Например, ако IP адреса на Raspberry Pi е 192.168.1.12/24, това означава, че работната станция трябва да има адрес от подмрежа 192.168.1.0/24 – например 192.168.1.206/24. Тъй като комуникацията ще се извършва в локална мрежа (LAN), няма нужда от конфигуриране на default gateway (шлюз по подразбиране) и DNS (услуга за преобразуване на имената).

VLC разполага с инструменти за подробна информация и статистики за приетия поток. От меню “Tools > Codec information” се получава подробна информация за ES в приетия поток. Като пример информацията от уникаст група 192.168.1.12 канал BNT 1 е показана на фиг. 3.

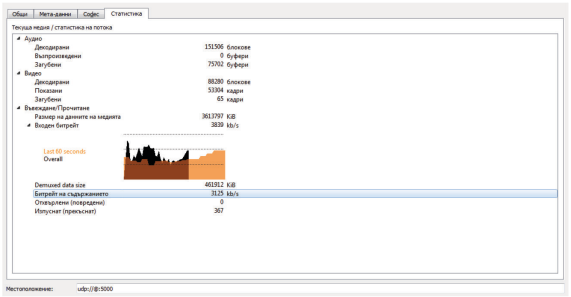


Фиг. 3. *Подробна информация за ES (елементарен поток) на приетия поток от мултикаст група 192.168.1.12*

От изведената информация става ясно, че приетия поток съдържа:

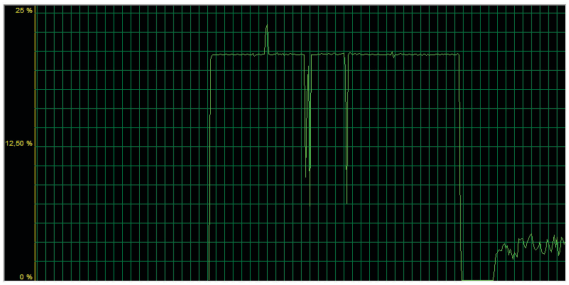
– програма „BNT 1” с програмен идентификатор 5172,
– ES с видео, с PID 5342, кодиран чрез MPEG-4 AVC h264, резолюция 704x576,
– ES с аудио, с PID 5173, кодирано чрез MPEG-1, Stereo, 48kHz, 160kbps.

Статистика за приетите потоци се получава от меню “Tools > Media information”, което е показано на фиг. 4. Фигурата дава информация за скоростите на потоците и общите приети и възпроизведени данни.



Фиг. 4. *Статистика за приетите потоци от мултикаст група 192.168.1.12*

На фиг. 5 са представени резултати от мониторинг на натоварването на мрежовия интерфейс (с капаците 100 Mbps) на системата за стрийминг, по който се предава изходящия IP-трафик към клиентите.



Фиг. 5. *Натоварването на мрежовия интерфейс на системата за стрийминг, при предаване на изходящ IP-трафик към клиентите*

На фигурата ясно се вижда разликата в натоварването на мрежовия интерфейс

при видеопоточно предаване на една и повече от една телевизионни програми.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената учебна демонстрационна платформа позволява приемането и IP-видеопоточно предаване и мониторинг на телевизионно съдържание, не само за цифрови телевизионни сигнали по стандарт DVB-T, но и такива по DVB-S2/S/C. Това е възможно, както поради факта, че Raspberry Pi има необходимия USB интерфейс за връзка с различни видове приемни устройства, така и поради това, че софтуерния демултиплексор DVBlast поддържа управлението им, при условие тези устройства да имат подходящи драйвери за работа под операционна система Linux. Модулът може успешно да демултиплексира и преобразува в IP видеопотоци и кодирани (scrambled) сигнали, ако DVB приемника има поддръжка за CI (common interface). Съществуват и решения за софтуерно дескремблиране, но те са значително повзискателни към ресурсите на хардуера.

В тази разработка бяха използвани софтуерни решения за визуализиране и анализ на транспортните потоци, но платформата позволява да бъдат свързвани и специализирани измервателни уреди и уреди за анализ на цифрови потоци с IP вход от гледна точка на използването на макета за обучение.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка на IoT/4G/5G-базирани комуникационни решения за платформи, системи и услуги в "Интелигентен град"", договор 2403Е/2024 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Конов К., Цифрово радио и телевизионно разпръскване, Диос, София, 2010.

[2] Койчев К, С. Садинов, К. Ангелов, Проектиране на интерактивни кабелни телевизионни мрежи, Екс-Прес, Габрово, 2010.

[3] Sadinov S., J. Kanev and I. Kandov, Using IPTV Services in Distance Learning Systems", in: International Scientific Conference SINTEZA 2014, Invited papers, Belgrade, 2014, pp. 52–54.

[4] Rahman M., T. Karim, M. Haque, M. Lipu and M. Morshed, IPTV technology over broadband access network and traffic measurement analysis over the network, 2010 International Conference on Information, Networking and Automation (ICINA), Kunming, China, 2010, pp. V2-303-V2-306, doi: 10.1109/ICINA.2010.5636503.

[5] Wang C., IPTV Video Perception Quality Based on Packet Loss Distribution, 2023 3rd International Conference on Consumer Electronics and Computer Engineering (ICCECE), Guangzhou, China, 2023, pp. 502-506, doi: 10.1109/ICCECE58074.2023.10135241.

[6] Nuñez L., R. Toasa, Performance evaluation of RTMP, RTSP and HLS protocols for IPTV in mobile networks, 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Seville, Spain, 2020, pp. 1-5, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9140848.

[7] Tzvetkov P., K. Galabov, G. Petrov and R. Pasarelski, FFT Analysis of Amplitude Frequency Response of Quadripoles Using a Square Waveform Reference Input Signal, 2022 XXXII International Scientific Symposium Metrology and Metrology Assurance (MMA), Sozopol, Bulgaria, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/MMA55579.2022.9993073.

[8] DVB Fact Sheet. DVB-T - Digital Terrestrial Television, Produced by the DVB Project Office – dvb@dvb.org, November 2008.

[9] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_streaming_media_systems

[10] https://www.videolan.org/projects/dvblast.html

УНИВЕРСАЛНА ИНТЕГРИРАНА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ В КОМУНИКАЦИИТЕ

UNIVERSAL INTEGRATED SYSTEM FOR MONITORING IN COMMUNICATIONS

Mihail Angelakis
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Plamen Tashev
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Krasen Angelov
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

Monitoring systems are a set of technical tools that continuously monitor and collect information in a communication network based on the analysis of statistical data in order to identify faulty or malfunctioning nodes and alert the responsible persons. The main objective of this paper is to present the development of a hardware integrated device mounted in a chassis for embedding in a 19" communication cabinet, enabling monitoring of the server room in which it is located by means of built-in sensors, as well as monitoring of external networks and systems of different types (wireless, optical, etc.) and with a different purpose.

Keywords: monitoring, communications, network devices, network malfunction.

ВЪВЕДЕНИЕ

Активното мрежово оборудване трябва да осигурява дългосрочно и непрекъснато функциониране на комуникационните мрежи [1,2,4]. Навременното идентифициране и отстраняване на неизправностите е ключово за успешна и ефективна работа на всяка една организация. Ето защо е много важно да се обърне специално внимание на системите за мониторинг, които следят за състоянието на активното оборудване и изправността на комуникационните канали за връзка и да уведомяват за отклонения от нормалните показатели.

Системата за мрежов мониторинг трябва да може да предоставя информация за коефициентите на наличност на всички устройства и възли от мрежата следейки различни параметри. Тази информация се събира с помощта на различни протоколи включващи ICMP, SNMP, както и инсталиране на специализиран софтуер върху наблюдаваното оборудване, което да изпраща допълнителни данни към сървърите от системата за мониторинг [2,3,4].

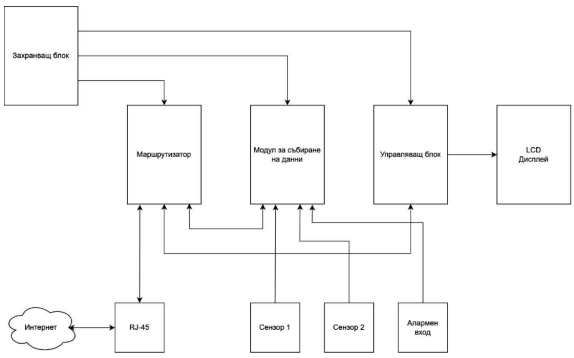
Създаването на пълноценна система за мониторинг, която има възможности за наблюдение на големи мрежи, изисква скъпоструващ хардуер и в повечето случаи софтуер със скъпоструващи лицензи [3,5]. В този доклад се предлага решение, което може да предостави същите възможности на значително по-ниска цена и може да бъде използвано от малки организации, както и за учебни и демонстрационни цели. Предложеното решение може да бъде разширено и след подмяна на част от компонентите да бъде използвано и в по-големи организации, наблюдение на по-големи мрежи и значително по-високи изисквания за надеждност.

ИЗЛОЖЕНИЕ

А) Синтез на блокова схема на универсална интегрирана системата за мониторинг в комуникациите

Представената разработка се базира на програмен продукт Zabbix инсталиран на едноплатков компютър Raspberry Pi 4 [8]. Тя включва допълнителни компоненти и интегрирани сензори, които я отличават от други подобни разработки [5,6,7]. Включените към устройството сензори позволяват да се прави мониторинг на помещението, в което то се намира. Възможно е добавянето на сензори, които да се включат директно към GPIO конектора на Raspberry Pi, но тук е избран друг подход. Включения външен модул е конфигуриран в програмния продукт и позволява добавянето на външни такива модули. На предния панел на устройството е предвиден дисплей, който да показва важна информация и да му придаде завършен търговски вид.

На фиг. 1 е показана блокова схема на системата за мониторинг на сървърни помещения и мрежи. Корпусът трябва да бъде реализиран така, че да бъде монтиран в стандартен 19“ комуникационен шкаф.



Фиг. 1. *Блокова схема на универсална интегрирана системата за мониторинг в комуникациите*

Основните компоненти на системата са управляващ блок, реализиран с едноплатков компютър Raspberry Pi 4 Model 4B и модул за събиране на данни NetControl 2R2S1A, който използва SNMP протокол [9]. Тези компоненти имат по един мрежов интерфейс и затова с тях може да бъде изградена само една мрежова връзка. Крайната версия на устройството трябва да има само един външен мрежови интерфейс и затова то не може да бъде реализирано без допълнителни компоненти. За целта ще добавя допълнителен маршрутизатор Mikrotik hEX (RB750) [10], с помощта на който да бъде изградена допълнителна виртуална мрежа за вътрешна връзка между едноплатковия компютър и модула за събиране на данни. Комуникацията между тези два блока трябва да бъде изцяло вътрешна и от гледна точка на потребителя, който ще ползва готовото устройство, да има само един интерфейс за достъп до цялата система. Маршрутизаторът трябва да работи в режим „бридж“ и ще се използва за да се добавят 2 VLAN мрежи, като по този начин едноплатковия компютър ще получи два виртуални мрежови интерфейса – единия за вътрешната комуникация с модула за събиране на данни, а другия за да бъде използван като външен интерфейс на устройството. Модулът за събиране на данни не трябва по никакъв начин да има външна свързаност извън устройството.

За софтуерно решение, което да бъде инсталирано и на което да бъде базирана системата за мониторинг, е избран Zabbix. Изборът е мотивиран на база предимствата му и факта, че е безплатен софтуер с отворен код, разработва се активно и позволява да се използва за мониторинг на всякакъв вид оборудване. Може да се инсталира на Linux-базирана операционна система, което го прави подходящ за използване на различни компютърни системи.

Дисплеят е реализиран с 1,3" LCD модул с резолюция 240x240 с контролер ST7789. Дисплеят ще ще бъде свързван към управляващия блок и ще се намира на предния панел на кутията. Той ще има за цел извеждане на основна информация, която може да бъде най-различна по вид. Като пример, може да се извеждат данни от сензорите, включени към модула за събиране на данни.

Програмния продукт Zabbix ще бъде използван за събиране на информация от външни устройства и визуализирането на данните в уеб интерфейс, като връзката с устройството ще става през локална компютърна мрежа или Интернет, посредством Ethernet порта на управляващия блок.

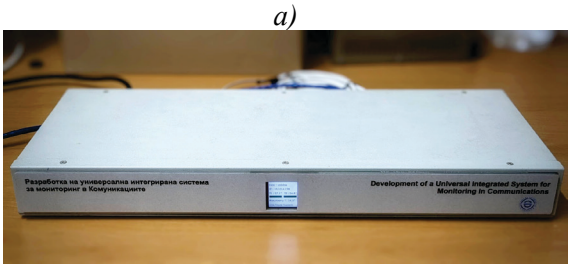
Целта е полученото решението да бъде универсално, а не специализирано и по този начин да може да се използва за мониторинг на различни по вид комуникационни мрежи и устройства. По-надолу ще бъдат представени няколко примерни приложения на системата.

Б) Практическа реализация на универсална интегрирана системата за мониторинг в комуникациите

За практическата реализация на системата е използвана фабрично произведена кутия, предназначена за монтаж в 19" комуникационен шкаф. Завършеният вид на практически реализираната универсална интегрирана система за мониторинг в комуникациите е показана на фиг. 2.



а)



б)

Фиг. 2. *Практическа реализация на универсална интегрирана система за мониторинг в комуникациите: а) вътрешна структура; б) общ вид*

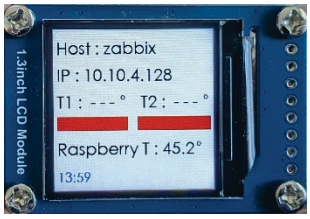
В) Тестване и примерни приложения на реализираната универсална интегрирана системата за мониторинг в комуникациите

Като примерни приложения на реализираната система, тук ще бъде разгледано използването и за:

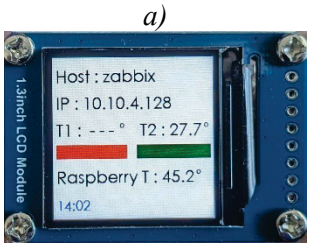
– Извеждане на информация върху дисплей на предния панел – фиг. 3;
– Мониторинг на параметрите на устройството – фиг. 4;
– Мониторинг на параметрите на оптични усилватели – фиг. 5.
– Мониторинг на физическата сигурност на комуникационно оборудване – фиг. 6.

- *Извеждане на информация върху дисплей на предния панел:*

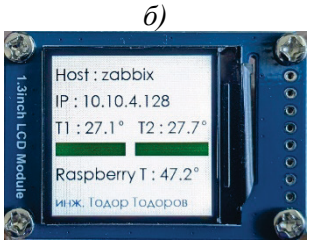
Информацията от външните сензори за температура (например за извеждане на информация в сървърното помещение, където е монтирана системата за мониторинг) и състоянието на свързаност на системата, се извеждат директно върху дисплея на предния панел – фиг. 3.



а)



б)



в)

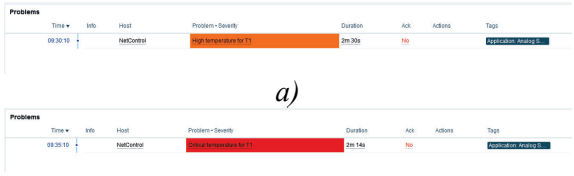
Фиг. 3. *Изобразяване на информация на LCD дисплея на предния панелна системата: а) при липса на данни от сензорите; б) при един свързан сензор; в) при два свързани сензора*

На фиг. 3а) не е включен мрежовия кабел на модула за събиране на данни в

системата и съответно двата сензора не са свързани и индикацията свети в червено. На фиг. 3б) е изключен първия температурен сензор и само на него няма стойност. На фиг. 3в) всичко е нормално, получени са данни от двата сензора, тяхната температура е визуализирана. Температурите са в нормата и индикациите светят в зелено. На втория ред винаги се показва текущия IP адрес на мрежовия интерфейс на Raspberry Pi, което е много удобно в случай, че IP адреса е получен по DHCP или не за документирани неговите зададените мрежови настройки.

- *Мониторинг на параметрите на устройството:*

За мониторинг параметрите на мрежови устройства се използва SNMP протокол и вградения сървър Zabbix. За целта трябва да се конфигурират необходимите шаблони, хостове и тригери, свързани с желаните параметри за мониторинг на даденото устройство. Като пример на фиг. 4 е показан резултатът от мониторинг на температурата на сървър – показани са две сработвания на тригера: в първия случай при достигане на висока температура, а във втория случай – при достигната критичната такава.



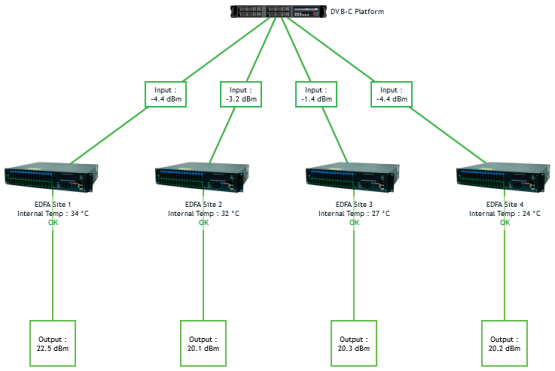
а)

б)

Фиг. 4. *Мониторинг на температурата на комуникационен сървър: а) алармиране при висока температура; б) алармиране при критична температура*

- *Мониторинг на параметрите на оптични усилватели:*

Оптичните усилватели са важна част от оптичните комуникации и се използват масово в оптичните мрежи на телекомуникационните оператори за усилване на оптичните сигнали при дължина на вълната 1550 nm. Основната цел тук е осигуряването на дистанционен мониторинг на основни параметри на усилвателите, като входна и изходна мощност, температура, модел. Крайният резултат е визуализацията на тези параметри върху логическа карта, която е удобна за работа и бързо възприятие. Този тип карта дава бърз поглед над група от устройства и спестява време пред това да се проверяват параметрите на всяко едно от тях поотделно. Чрез опция за добавяне на допълнителни обекти лесно може да се изгради йерархична структура, която да дава общ поглед над голяма мрежа и отделни карти показващи състоянието на нейните сегменти. Полученият примерен резултат е показан на фиг. 5.



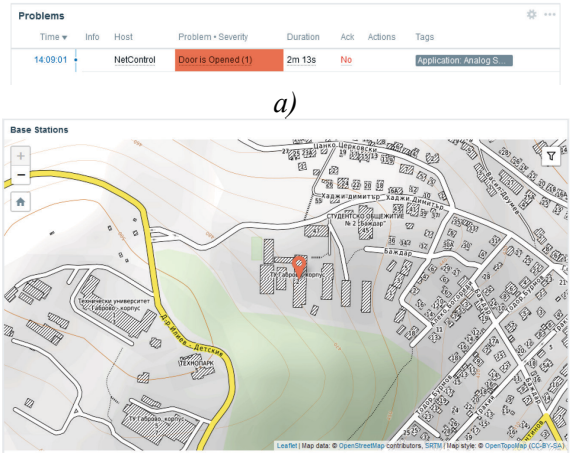
Фиг. 5. *Мониторинг на параметрите на оптични усилватели в оптични комуникационни мрежи*

- *Мониторинг на физическата сигурност на комуникационно оборудване:*

Чрез използване на алармения вход на NetControl може да се симулира отворена врата на комуникационен шкаф, част от чувствителната инфраструктура на дадена комуникационна мрежа. Във всеки шаблон може да се добавя описване на стойности. В случая на алармения вход се задава тригер с две състояния 0 и 1. Състояние 0 ще съответства на физическо състояние Closed, а Състояние 1 – на физическо състояние Opened на вратата на комуникационния шкаф. Този вход ще се използва за контактен сензор за врата и това отговаря точно на състоянието на вратата, затворена и отворена. По този начин тригера ще се задейства,

ако последната получена стойност за алармения вход е 1.

При отваряне на контактния датчик, включен на алармения вход, се активира последно добавения тригер. Както се вижда на фиг. 6 името на променливата *Door is {ITEM.LASTVALUE1}* показва описателно име добавено във *Value Mapping*. Проблемът се отразява и върху карта с оцветяване на маркера зависещо от тежестта му.



а)

б)

***Фиг. 6.** Мониторинг на физическата сигурност на комуникационно оборудване: а) активиране на тригер, б) визуализация на събитието върху карта*

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка на IoT/4G/5G-базирани комуникационни решения за платформи, системи и услуги в "Интелигентен град"", договор 2403Е/2024 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработеното устройство има редица предимства, като някои от тях са:

- възможност за монтаж в стандартен комуникационен шкаф;
- ниска консумирана мощност;
- ниска себестойност;
- интегрирани в устройството сензори;
- широки възможности за мониторинг на различни по вид устройства, било то комуникационни или други, което я прави универсална;
- съвременен и стилен уеб интерфейс даващ удобна визуализация за състоянието на наблюдаваната мрежа.

Наред с изброените предимства, съществуват и някой недостатъци, свързани с хардуерните възможности на използвания едноплатков компютър.

Описаните недостатъци могат да бъдат преодолени с използването на друг вид хардуер за реализация на системата. Изборът на конкретният описан хардуер е породен от това да се постигне по-ниска цена и поради факта, че разработката е с демонстрационна цел. Системата за мониторинг, описана в този доклад, може да реализирана с по-мощен хардуер и разработката да бъде използвана в реална голяма комуникационна мрежа за изпълнение на отговорни задачи.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Пенчев П., Монов К., „Компютърни комуникации”, ИДЕЯ, София, 2005г.

[2] Rufferty, Irene. (2018). "Telecommunications Monitoring. Comparative Analysys".

[3] Tong J. et al., "The application of converged communication in transmission line online monitoring system," 2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT), Changchun, China, 2016, pp. 450-454, doi: 10.1109/ICCSNT.2016.8070199.

[4] Liu K., W. Tang, X. Liu, J. Shi and L. Liu, "Monitoring for Health Status of Communication Equipment Based on IoT," 2019 International Conference on Computer Network, Electronic and Automation (ICCNEA), Xi'an, China, 2019, pp. 264-269, doi: 10.1109/ICCNEA.2019.00058.

[5] Rozhnov A., "Investigation and Development of Hybrid Intelligence Elements in the Joint Use of Activity Monitoring and Communication Tools," 2022 15th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), Moscow, Russian

Federation, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/MLSD55143.2022.9934680.
[6] Guo J., Q. Huang, S. Xiong, S. Jing, W. Zhen and J. Ren, "Monitoring of optical power in fiber communication for secondary equipment in smart substation," 2017 2nd International Conference on Power and Renewable Energy (ICPRE), Chengdu, China, 2017, pp. 622-628, doi: 10.1109/ICPRE.2017.8390610.
[7] Pang X., Z. Huang and C. Xiao, "Optical Performance Motoring of Terminal Receiver in Optical Fiber Communication System," 2017 International Conference on Computer Technology, Electronics and Communication (ICCTEC), Dalian, China, 2017, pp. 1411-1414, doi: 10.1109/ICCTEC.2017.00308.
[8] Zabbix Manual (2021-2022), Zabbix SIA.
[9] NetControl & Zabbix Applicaton Note (2022), Neomontana Electronics.
[10] https://mikrotik.com/product/RB750Gr3 (посетен на 01.09.2022 г.).

СИСТЕМА ЗА ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА, БАЗИРАНА НА ТЕХНОЛОГИЯТА LORA IOT

VEHICLE TRACKING SYSTEM BASED ON LORA IOT TECHNOLOGY

Plamen Tashev
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

This paper describes the design and implementation of a smart system for vehicle tracking and monitoring in real time. The platform is based on the application of LoRa technology as a wireless communication infrastructure in the concept of IoT and Smart Cities. The development of the system focuses on the infrastructure and components considered related to the communication between the vehicles and the control center, as well as the presentation of information to the users of the system. Communication requires sending information over a LoRaWAN from the vehicles to gateways, which then transmit it to the control center via the Internet. The system serializes using available hardware and free software tools. It evaluates the performance and behavior of the LoRaWAN network from the point of view of transmission range, percentage of received packets and number of messages per minute.

Keywords: LoRa, LoRaWAN, Internet of Things, vehicle tracking.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните няколко години Интернет на нещата (IoT) получи повече внимание по отношение на научни изследвания и индустриални приложения [1]. В парадигмата на IoT много обекти, които ни заобикалят, са свързани с облачно базирани изчисления. IoT се използва в множество приложения като селско стопанство [2], интелигентни градове [3] и здравеопазване [4]. Проследяването на автомобилния парк е едно IoT приложение, където активите на автопарка могат да се проследяват в реално време. Той осигурява възможност за незабавно откриване на нарушения като отклонения от маршрута и нарушения на скоростта и позволява офлайн анализ на моделите на трафика и поведението на водача.

Публикувани са множество проучвания за дългосрочно проследяване на активи, например базиран на смартфон потребителски интерфейс (UI) за проследяване на превозни средства, използвайки GPS като сензор и GSM/GPRS за предаване на данни [5]; мобилен робот за проследяване с помощта на GPS и GSM [6], система за проследяване на автобуси, използвайки RFID като сензор [7] и мн. др.

Изборът на безжичен интерфейс зависи от обхвата на предаване и скоростта на предаване на данни. За проследяване в малки населени места са достатъчни обхват от 10 км и доклад за местоположение на минута. Няколко IoT комуникационни технологии са изброени в таблица 1 [8-10]. Сред тях LoRa, NB-IoT и Sigfox формират нова група, наречена широкообхватна мрежа с ниска мощност (LPWAN). LPWAN набира популярност в IoT общността поради характеристиките с ниска мощност, голям обхват и ниска цена. GSM, UMTS, LTE, NB-IoT и SigFox не са удачни поради изискването за лицензиране и/или абонамент. За посочената цел LoRa осигурява най-добрия компромис по отношение на цена, обхват на предаване и скорост на докладване.

Повечето приложения за проследяване използват GPS, тъй като осигурява лесен за използване механизъм и практичен начин за получаване на информация за местоположението. Точността на GPS позицията може да бъде оценена до ±6 cm, когато се комбинира с източник на диференциална корекция (напр. диференциален GPS (DGPS)) [9]. Този вид точност, съчетана с наличието на GPS сателитна мрежа, изглежда идеалното приложение за локализиране на открито, като проследяване на превозни средства. Въпреки това, сигналите от GPS сателитите могат да бъдат блокирани от твърди обекти като сгради и дървета и в някои случаи оценките на позицията са объркани от многопътност; GPS сигнали, които се отразяват от твърди обекти. Следователно, за проследяване на превозни средства в градска среда, само GPS не осигурява нивото на надеждност. От друга страна, многопътността не е съображение в приложенията за проследяване на лодки, следователно DGPS не е необходим.

***Табл. 1**. Комуникационни технологии за IoT*

Технология	Обхват	Пикова скорост	Лицензиране
RFID	3 m	424 kbps	Не
Bluetooth	10 m	1 Mbps	Не
ZigBee	10 m	256 kbps	Не
WiFi	100 m	320 Mbps	Не
NB-IoT	10 km	204.8 kbps	Да
LoRa	20 km	50 kbps	Не
UMTS/GSM	30 km	9.6 Kbps	Не
SigFox	40 km	100 bps	Не

ИЗЛОЖЕНИЕ

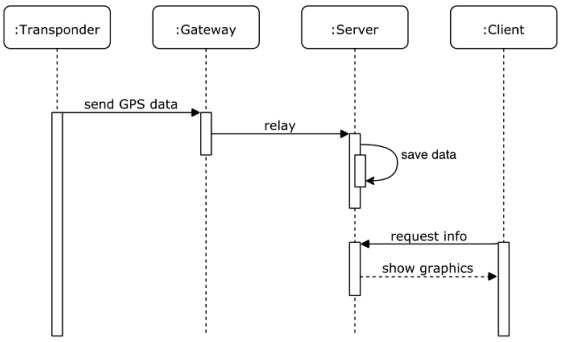
Моделът на предложената архитектура е базиран на LoRa. Първата стъпка е асемблирането на хардуерните и софтуерните компоненти, определени от архитектурата. Втората стъпка е провеждане на експериментално изследване за проверка данните от транспондера с действителните данни, съхранени в сървъра и графичния дисплей.

А) Системна архитектура

Архитектурата на системата, както е показано на фиг. 1, се състои от три основни хардуерни компонента: транспондер, шлюз и сървър. Транспондерът чете GPS сигнали от сателити и предава пакет всяка секунда. Шлюзът получава пакети от транспондери и препредава пакета към сървъра. Фиг.2 показва диаграмата на UML системната последователност, която описва работата на системата и потока от данни. Главното действащо лице е транспондерът, който изпраща GPS пакет данни всяка минута към шлюза. След това шлюзът препредава пакета през интернет връзка към сървъра, където се записва като SQL записи. Клиентът може да преглежда записите с данни в реално време или със закъснение в таблична или графична форма.



***Фиг. 1**. Архитектура на системата за проследяване на превозни средства*



***Фиг. 2**. UML диаграма за последователността на работа на системата*

Създадени са собствени прототипи на транспондери, за да се проучат различните аспекти на дизайна. Разгледан е потенциала на всяка платформа за миниатюризация, при вземане на решение за

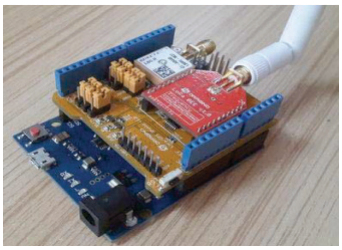
основната платформа. Основните компоненти на транспондера са GPS приемник, LoRa предавател и процесорна платка. Семействата Raspberry Pi, Beaglebone и Arduino са включени в краткия списък, тъй като и трите имат достатъчна производителност, необходима за задачата, и е удобно да се използва всяко от тях. Основните показатели на дизайна са изброени в таблица 2, по ред на важност.

***Табл. 2**. Избор на процесорна платформа за реализация на транспондера*

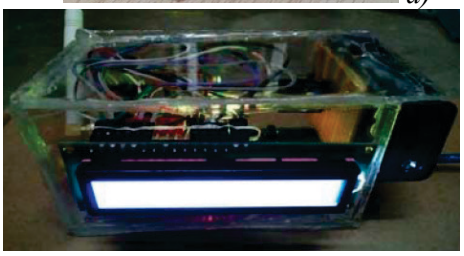
Параметър	Raspberry Pi	Beaglebone	Arduino
Бързо прототипиране	Умерено	Ниско	Високо
Консумация на енергия	Висока	Висока	Ниска
Надеждност	Много висока	Най-висока	Висока
Отвореност	Частично	Да	Не
Цена	Висока	Висока	Ниска

Първият показател е бързото създаване на прототипи: Arduino е ясният избор поради лесното снабдяване с компоненти и по-опростен процес на разработка. Вторият показател е консумацията на енергия. Базиран на 8-битов AVR процесор в сравнение с 32-битов ARM, Arduino използва значително по-малко енергия и определено е възможна дългосрочна работа на батерия. Третият показател е надеждността. Raspberry Pi и Beaglebone имат по-висока софтуерна надеждност благодарение на операционна система. Недостатъкът на Arduino може да бъде смекчен чрез поддържане на бордовия код възможно най-прост. Хардуерно, Beaglebone е по-желан от Raspberry Pi поради използването на запоени eMMC чипове за съхранение на операционни системи вместо сменяеми micro-SD карти. Четвъртият показател е отвореността на системата. Отвореността оказва влияние върху потенциалните персонализации и някои части на Raspberry Pi са със затворен код. Последният показател е цената. Цената на базираното на Arduino решение е най-ниска, въпреки че трябва да се отбележи, че цената на GPS сензора и LoRa предавателя представлява значителна част от цената на транспондера. След като са разгледани компромисите, изборът е използване на Arduino като основна платформа.

Реализирани са два транспондера, показани на фиг. 3.



а)



б)

***Фиг. 3**. Реализирани транспондерни комплекти: а) Версия 1 и б) Версия 2.*

Версия 1 е с щит Dragino GPS/LoRa, подреден върху оголената платка Arduino Uno. Транспондерът на Версия 2 използва интегриран модел Arduino/Lora, към който е прикрепен различен GPS сензор. Втората версия има LCD дисплей, използван за отстраняване на грешки, LiPo батерия с вградено зарядно устройство.

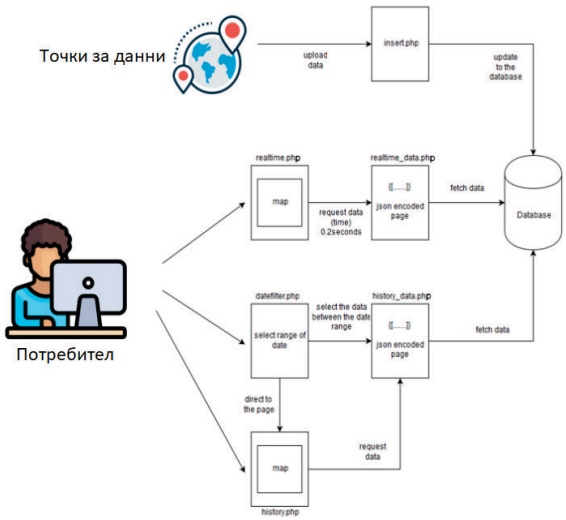
Шлюзът LoRa е с модул Dragino LG01, показан на фиг. 4. Той получава и предава безжични LoRa данни на честота от 868MHz. Данните от транспондера се прехвърлят към сървър през интернет връзката чрез LAN, WiFi, 3G или 4G. Шлюзът работи OpenWrt вградена операционна система с отворен код и са възможни бъдещи персонализации. Това е устройство за автоматично осигуряване с вграден уеб сървър за конфигуриране чрез уеб GUI или алтернативно чрез връзка за отстраняване на грешки.



***Фиг. 4**. Dragino LG01 LoRa шлюз*

Софтуерният пакет на сървъра е базиран на философията на LAMP с отворен код (Linux, Apache, MySQL, PHP). Използвани са основно PHP и някои Perl и Ruby скриптове, за да се оптимизира производителността на кодирането.

Избрано е да се използва MariaDB за управление на база данни. MariaDB е разработено от общността разклонение на MySQL поради опасения относно неговата отвореност. Фиг. 5 показва сървърната архитектура с основните PHP скриптове.



***Фиг. 5**. Сървърна архитектура на проекта*

Б) Резултати

Тук са представени резултатите от експерименти за проверка на работата на системата, предложена на фиг. 2.

Транспондерът беше тестван, за да симулира първоначалното приложение за проследяване на МПС в градска зона на гр. Габрово. Там данните за местоположението са достъпни непрекъснато от сателити. За да се тества работата на транспондера, от сателитните данни се вземат проби на всяка секунда и незабавно се прехвърлят към LoRa шлюза. Използвайки серийния монитор за отстраняване на грешки, моментна снимка на данните може да се види в Arduino IDE. Тук получените от GPS данни са с параметри 42.874193N и 25.317531E. Тези стойности по-късно бяха сравнени със стойностите от LoRa шлюза.

Основната функция на LoRa шлюза е да предава данните за местоположение на сървъра. В случай на прекъсване на връзката шлюзът може временно да съхранява данни в своето USB флаш устройство, докато връзката бъде възстановена. Тази възможност е използвана за проверка на данните, получени от транспондера. Фиг. 6 показва подредбата на данните, а именно дължина, ширина и време във формат CSV. Данните могат да бъдат прочетени от всеки текстов редактор или Microsoft Excel. Времето в този файл е клеймото на пакета, пристигащ в шлюза. Когато данните за геолокация пристигнат от LoRa шлюза, те се съхраняват от сървъра в таблица, съдържаща географските дължина, ширина и време.

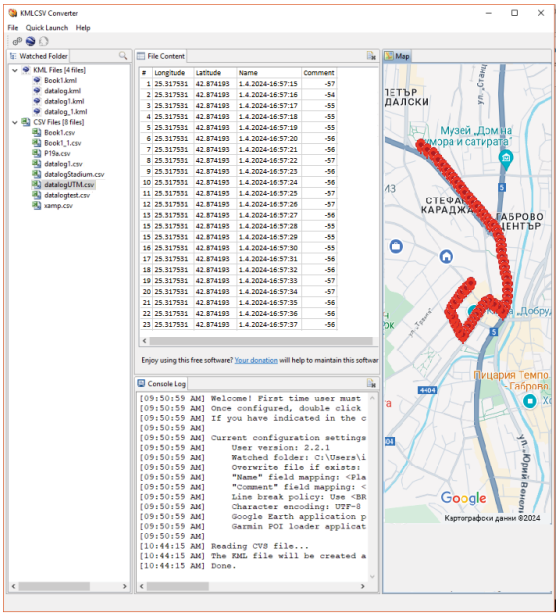
	A	B	C	D
1	Longitude	Latitude	Time	
2	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:15	
3	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:16	
4	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:17	
5	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:18	
6	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:19	
7	25.317531	42.874193	1.4.2024-16:57:20	

***Фиг. 6**. Моментна снимка на данните за местоположението, съхранени локално*

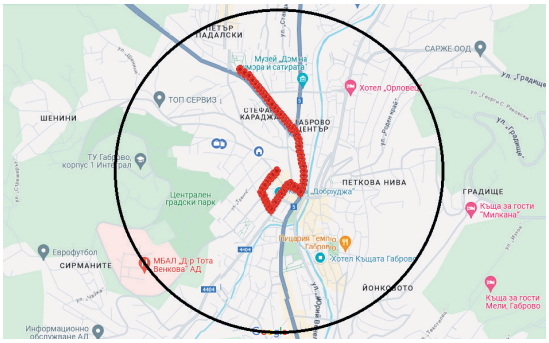
След проверка на работата на отделните компоненти на архитектурата, данните за местоположението трябва да бъдат валидирани. Поредица от пакети за геолокации бяха събрани чрез движение в централната градска част на гр. Габрово. След това е използван софтуер KMLCSV с отворен код, за проверка на местоположението. Софтуерът разчита записите за географската дължина и ширина и след това ги извежда върху на

картата с червен маркер. Други събрани подробности се показани като коментар: време и RSSI. Местоположението, посочено от KMLCSV съвпада с данните от транспондерите, както е показано на фиг. 7.

За LoRa се твърди, че обхватът й в градски и извънградски условия е съответно 2 км и 20 км. Използвайки софтуера KMLCSV, за да анализираме покритието на шлюза и да проверим тези твърдения. На фиг. 8 шлюзът, разположен в центъра на кръга (сграда Ректорат на ТУ-Габрово). Средната граница на шлюза е при радиус от 850 метра, обозначен с кръга на картата.



***Фиг. 7**. Анализ на данните от определяне и сравнение на местоположението чрез KMLCSV*

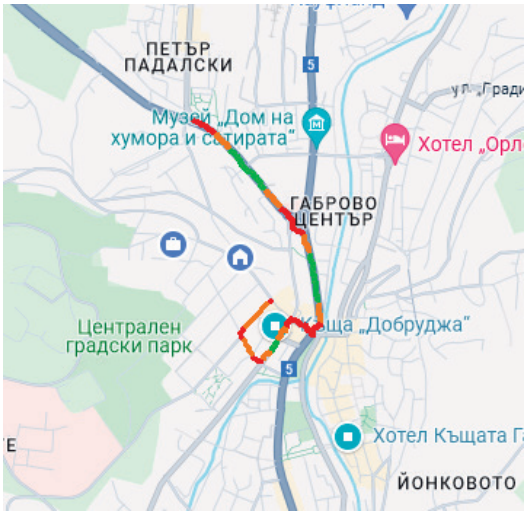


***Фиг. 8**. Зона на покритие на LoRa шлюза*

Част от зоната на покритие попада в засенчване, тъй като радиосигналът е блокира от горски пасажи в паркова зона. Макар и маловажна, тази зона попада в обхвата на LoRa шлюза. От това следва че за да може системата за проследяване на превозни средства да работи ефективно, източниците на затихване на сигнала трябва да бъдат преодолени. Някои от класическите методи включват използването на по-качествена антена и подобряване на височината и/или разположението на антената/шлюза. На фиг. 9 е представен резултат от изследване на индикатора за сила на получения сигнал (RSSI) по отношение на разстоянието, когато LoRa шлюзът е разположен на покрива на Учебен Корпус 3 “Интеграл“ на ТУ – Габрово, който се намира на хълм спрямо сграда Ректорат и по тази причина осигурява значително по-голям обхват на LoRa шлюза.



***Фиг. 9**. Отчитане на RSSI и подобряване на обхвата на покритие на LoRa шлюза чрез разполагането му на по-подходяща локация*



***Фиг. 10**. Визуализация на скоростта на придвижване на превозното средство*

Набор от скриптове на сървъра позволява на потребителя да преглежда исторически данни и да извършва основен анализ. След въвеждане на началния и крайния час, данните се извличат от базата данни и се представят в уеб браузъра с помощта на JSON. Данните се показват в текстова или графична форма. След това Mapbox API и Leafleat.JS позволяват на потребителя да преглежда следите на превозното средство с цветно кодиране със скорост. Фиг. 10 показва данните от превозно средство, пътуващи в посока към сграда Ректорат на ТУ-Габрово, преминаващо през различни кръстовища, светофарни уредби, както и свободни от трафик участъци по своя маршрут.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представена е базирана на LoRa система с отворен код за проследяване на превозни средства. Успешно е изграден прототип на системата и е доказана коректността, ефективността и обхвата на нейната работа в градска среда. Бъдещи подобрения могат да бъдат направени в различни аспекти: увеличаване на броя следени параметри (разход на гориво, средно време на престой и др.). Хардуерно, транспондерът може да бъде миниатюризиран и след това тестван в пореалистични и сложни условия на околната среда. От гледна точка на софтуера, скриптовете трябва може да бъдат преработени, за да се осигури по-добра визуализация, поддръжка и гъвкавост при разгръщане и поетапно скалиране на системата.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка на IoT/4G/5G-базирани комуникационни решения за платформи, системи и услуги в "Интелигентен град"", договор 2403Е/2024 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Li S, L. Da Xu, S. Zhao, The internet of things: a survey. Information Systems Frontiers. vol. 17(2), pp. 243-59, 2015.

[2] Mekala M., P. Viswanathan, “A Survey: Smart agriculture IoT with cloud computing.” 2017 International conference on Microelectronic Devices, Circuits and Systems (ICMDCS), pp. 1-7, 2017.

[3] Centenaro M., L. Vangelista, A. Zanella and M. Zorzi, "Long-range communications in unlicensed bands: the rising stars in the IoT and smart city scenarios," IEEE Wireless Communications, vol. 23(5), pp. 60-67, 2016.

[4] Laplante P., N. Laplante, "The internet of things in healthcare: Potential applications and challenges," IT Professional. vol. 1(3), pp. 2-4, 2016.

[5] Lee S., G. Tewolde, J. Kwon, "Design and implementation of vehicle tracking system using GPS/GSM/GPRS technology and smartphone application," 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 353-358, 2014.

[6] Verma G, H. Verma, I. Singh, A. Vikram, S. Singhal, A. Kumar, S. Banarwal, K. Goel, “Wireless position tracking of a DTMF based mobile robot using GSM and GPS.” Indian Journal of Science and Technology, vol. 8(17), 2015.

[7] Kamble P., R. Vatti, “Bus tracking and monitoring using RFID.” 2017 Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP), pp. 1–6, 2017.

[8] Mekk K., E. Bajica, F. Chaxela, F. Meyer, “A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment”, ICT Express, 2018.

[9] Wang H, A. Fapojuwo, "A survey of enabling technologies of losw power and long-range machine-to-machine communications." IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 19(4), pp. 2621-39, 2017.

[10] Manchev N., K. Angelov, P. Kogias, S. Sadinov, "Development of Multichannel LoRaWAN Gateway for Educational Applications in Low-Power Wireless Communications," 2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET), Sozopol, Bulgaria, 2019, pp. 1-4

РАЗРАБОТКА НА СИСТЕМА С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ ЗА РАЗПОЗНАВАНЕ НА ИЗОБРАЖЕНИЯ И ОБЕКТИ

DEVELOPMENT OF AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEM FOR IMAGE AND OBJECT RECOGNITION

Krasen Angelov
Technical University of Gabrovo, Bulgaria

Abstract

Classical software and hardware image processing systems are mainly limited to the development of the user interface with tools and algorithms for the realization of the respective task. In modern terms, image processing systems with the help of artificial intelligence are aimed at solving typical tasks of recognizing scenes, faces, objects, car numbers, road signs, analyzing remote and medical images, etc. In the field of image processing, the required set of tools must support the analysis and recognition of images with previously unknown content and ensure the efficient development of applications by ordinary programmers. Object detection is an important but challenging visual task. It is a critical part of many applications such as image search, automatic image annotation and scene understanding, object tracking. The main objective of this paper is the development, research and evaluation of the performance of an artificial intelligence system for image and object recognition.

Keywords: image recognition, object recognition, artificial intelligence, deep neural network.

ВЪВЕДЕНИЕ

Разпознаването на обекти може да опише колекция от свързани задачи за компютърно зрение, които включват дейности като идентифициране на обекти в цифрови снимки. Класификацията на изображения включва дейности като прогнозиране на класа на един обект в изображение. Локализацията на обект се отнася до идентифициране на местоположението на един или повече обекти в изображение и изчертаване на кутия около техния обхват. Откриването на обекти върши работата като комбинира тези две задачи и локализира и класифицира един или повече обекти в изображение [1]. Откриването на обекти се използва широко в различни задачи за компютърно зрение, като изображения и нотиране, разпознаване на дейност, разпознаване на лица, ко-сегментиране на видео обекти. Използва се също и при проследяване на обекти [2].

Съществуват два подхода за откриване на изображения: базирани на машинно обучение (ML) подходи и подходи, базирани на дълбоко обучение (DL) [3]. В по-традиционните базирани на ML подходи се използват техники за компютърно зрение за анализиране на различни характеристики на изображение, като например цветна хистограма или ръбове, за идентифициране на групи от пиксели, които може да принадлежат на обект. Тези особености се въвеждат в регресионен модел, който прогнозира местоположението на обекта заедно с неговия етикет [2-4].

Някои подходи за машинно обучение са базирани на рамка за откриване на обекти на Viola–Jones, характеристики на Хаар, трансформация на инвариантни характеристики на мащаба (SIFT), HOG функции [2] и др.. От друга страна, подходите, базирани на дълбоко обучение, CNN невронни мрежи, неконтролирано

откриване на обекти и др., в които функциите не е необходимо да се дефинират и извличат отделно [3,4]. Някои подходи за дълбоко обучение са: R-CNN, Fast R-CNN, Faster R-CNN, cascade R-CNN.), Single Shot MultiBox Detector (SSD), You Look Only Once (YOLO), Single-Shot Refinement Neural Network, RefineDet) Retina-Net и др.

Разпознаването на обект е способността на интелигентна система да идентифицира обект въз основа на определени прилики, които споделя с друг обект, с който интелектът е имал среща преди.

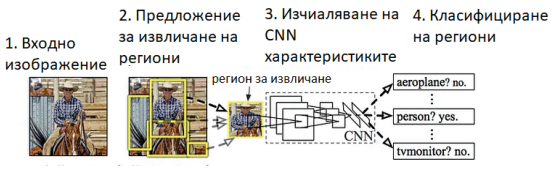
Проблемът с разпознаването на обекти може да се дефинира като проблем с етикетиране въз основа на модели на известни обекти [1-3]. Формално, дадено изображение, съдържащо един или повече интересни обекти и набор от етикети, съответстващи на набор от модели, известни на системата, системата трябва да може точно да присвоява правилни етикети на региони или набор от региони в изображението. Проблемът с разпознаването на обекти е тясно свързан с проблема със сегментирането: без поне частично разпознаване на обекти, сегментирането не може да бъде направено, а без сегментиране разпознаването на обекти не е възможно [13,14].

ИЗЛОЖЕНИЕ

А) Анализ и избор на методи за реализация на изкуствен интелект за разпознаване на изображения и обекти

ResNet (residual neural network) е основен модел на задълбочено обучение, при който тегловните слоевете се обучават с остатъчни функции по отношение на входовете на слоя. Той е разработен през 2015 г. за разпознаване на изображения [6]. ResNet се държи като магистрална мрежа, чиито шлюзове се отварят чрез силно положителни тегла на отклонение. Това позволява на моделите за задълбочено обучение с десетки или стотици слоеве да се обучават лесно и да се доближават до по-добра точност, когато се задълбочават. Връзките за прескачане на самоличността, често наричани „остатъчни връзки“, се използват също в оригиналната LSTM мрежа, преобразуващи модели (напр. BERT и GPT модели като ChatGPT), системата AlphaGo Zero, системата AlphaStar и системата AlphaFold [7].

За да заобиколят проблема с избирането на огромен брой региони, в [8] е предложен метод, при който се използва селективно търсене, за да се извлекат само 2000 региона от изображението, наречени предложения за региони – R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network). Следователно сега, вместо да се класифицират огромен брой региони, може да се работи само с 2000 региона. Тези 2000 предложения за региони се генерират с помощта на алгоритъма за селективно търсене, който е описан на фиг. 1.



***Фиг. 1**. Прилагане на R-CNN за разпознаване на обекти в изображение*

Тези 2000 предложения за кандидат-региони се подават в конволюционна невронна мрежа, която произвежда 4096-измерен вектор на характеристики като изход. CNN действа като екстрактор на характеристики и изходният плътен слой се състои от характеристиките, извлечени от изображението, а извлечените характеристики се подават в SVM (Support Vector Machine), за да се класифицира присъствието на обекта в това предложение за регион. В допълнение към предвиждането на присъствието на обект в предложенията за региони, алгоритъмът предвижда и четири стойности, които са стойности на отместване, за да се увеличи прецизността на ограничителната кутия. Например, като се има предвид предложение за регион, алгоритъмът щеше да предвиди присъствието на човек, но лицето на това лице в това

предложение за регион можеше да бъде намалено наполовина. Следователно стойностите на отместването помагат при коригирането на ограничителната кутия на предложението за регион.

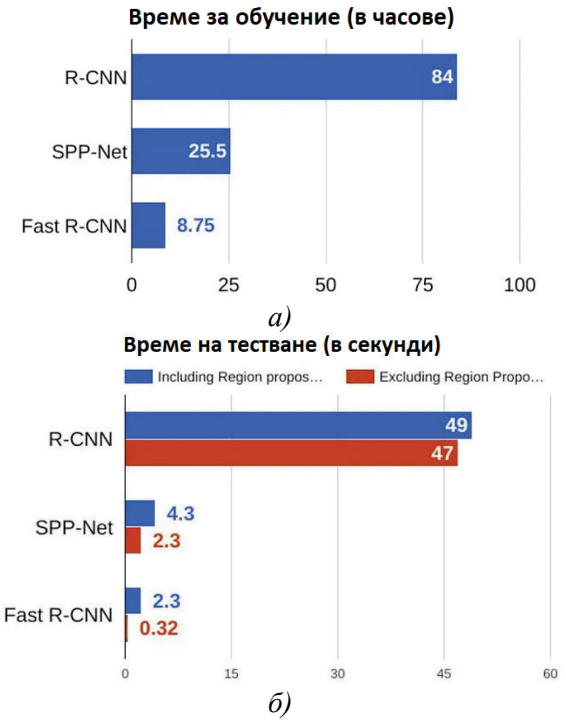
Проблемите, свързани с R-CNN са: все още отнема много време за обучение на мрежата, тъй като ще трябва да се класифицират 2000 предложения за регион на изображение; не може да се приложи в реално време, тъй като отнема около 47 секунди за всяко тестово изображение; алгоритъмът за селективно търсене е фиксиран алгоритъм и следователно на този етап не се случва обучение – това може да доведе до генериране на лоши предложения за региони кандидати.

Решение на някои от недостатъците на R-CNN, за изграждане на по-бърз алгоритъм за откриване на обекти е Fast R-CNN [8]. Подходът е подобен на алгоритъма R-CNN. Но вместо да се подават предложенията за региони към CNN се подава входното изображение, за да се генерира карта на конволюционни характеристики. От картата на конволюционните функции се идентифицира региона на предложенията и се деформира в квадрати и с помощта на слой за обединяване на RoI се преоформят във фиксиран размер, така че да може да бъде подаден в напълно свързан слой. От вектора на характеристиките на RoI се използваме слой softmax, за да се предвиди класа на предложения регион, а също и стойностите на отместване за ограничителната кутия.

Причината, поради която Fast R-CNN е по-бърз от R-CNN, е, че не е нужно да се подават 2000 предложения за регион към конволюционната невронна мрежа всеки път. Вместо това, конволюционната операция се извършва само веднъж за изображение и от него се генерира карта на характеристиките.

На фиг. 2 е показана за сравнение производителността на R-CNN и Fast R-CNN. Вижда се, че вторият е значително по-бърз в сесии за обучение и тестване спрямо R-CNN. Същевременно предложенията за региони се превръщат в тесни места в алгоритъма Fast R-CNN, което засяга неговата ефективност.

И двата горни алгоритъма (R-CNN & Fast R-CNN) използват селективно търсене, за да открият предложенията за региони. Селективното търсене е бавен и отнемащ време процес, който влияе върху работата на мрежата.

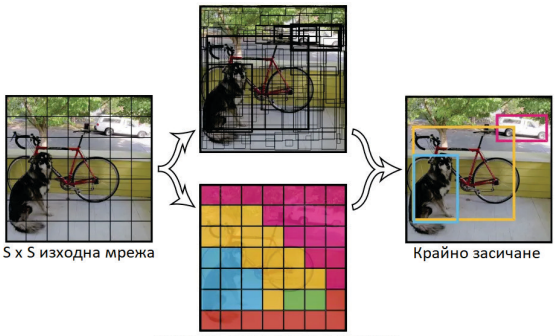


***Фиг. 2**. Прилагане на R-CNN за разпознаване на обекти в изображение*

Всички гореспоменати алгоритми за откриване на обекти използват региони за локализиране на обекта в изображението. Мрежата не разглежда цялостното изображение. Вместо това се разгеждат само части от изображението, които имат голяма вероятност да съдържат обекта. YOLO или You Only Look Once е алгоритъм за откриване на обект, който е много по-различен от алгоритмите, базирани на региони, показани по-горе [9]. В YOLO се използва една конволюционна невронна мрежа, която взема снимка като вход и се опитва да предскаже ограничаващи полета и етикети на класове за всяко ограничаващо поле директно.

YOLO взема изображението и го разделя на SxS решетка. Във всяка от решетките се вземат m ограничителни полета. За всяко от ограничаващите полета мрежата извежда вероятност за клас и стойности на отместване за ограничителното поле. Ограничаващите полета с вероятност за клас над прагова стойност се избират и използват за локализиране на обекта в изображението.

YOLO е с порядък по-бърз (45 кадъра в секунда) от други алгоритми за откриване на обекти. Ограничението на алгоритъма YOLO е, че той се затруднява с малки обекти в изображението, например може да има затруднения при откриването на ято птици. Това се дължи на пространствените ограничения на алгоритъма.



***Фиг. 3**. Прилагане на YOLO за разпознаване на обекти в изображение*

В) Експериментални изследвания

За целите на разработката и изследването на система с изкуствен интелект за разпознаване на изображения и обекти е използвана SqueezeNet – дълбока невронна мрежа за класифициране на изображения, разработена от изследователи в DeepScale, Калифорнийския университет, Бъркли и Станфордския университет [10].

***Табл. 1**. Идентификационни номера на каналите*

DNN модел	**Приложение**	**Имплементация**	**Други имплементации**
SqueezeDet	Откриване на обекти в изображения	TensorFlow	Caffe, Keras
SqueezeSeg	Семантична сегментация на LIDAR	TensorFlow	
SqueezeNext	Класификация на изображения	Caffe	TensorFlow, Keras, PyTorch
SqueezeNAS	Невронна архитектура за семантична сегментация	PyTorch	

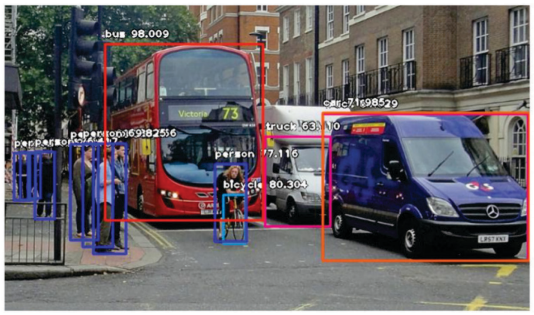
SqueezeNet се доставя като част от изходния код на редица рамки за дълбоко обучение като PyTorch, Apache MXNet и Apple CoreML. В допълнение, разработчиците на трети страни са създали изпълнение на SqueezeNet, което е съвместимо с рамки като TensorFlow. По-долу е обобщена рамката, която поддържа SqueezeNet.

На фиг. 4 е представено примерно изображение, което се подава към алгоритъма за откриване и идентифициране на обекти в изображението, тяхното етикетира според класа им, които му са присвоени.



***Фиг. 4**. Общ вид на тестовото изображение*

Както се очаква, приложеният алгоритъм идентифицира обектите по техните класове и присвоява всеки обект по неговия етикет и задава размери на откритото изображение – фиг. 5.

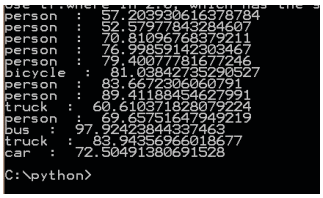


***Фиг. 5**. Резултати след прилагането на алгоритъма за откриване на обекти върху тестовото изображение*

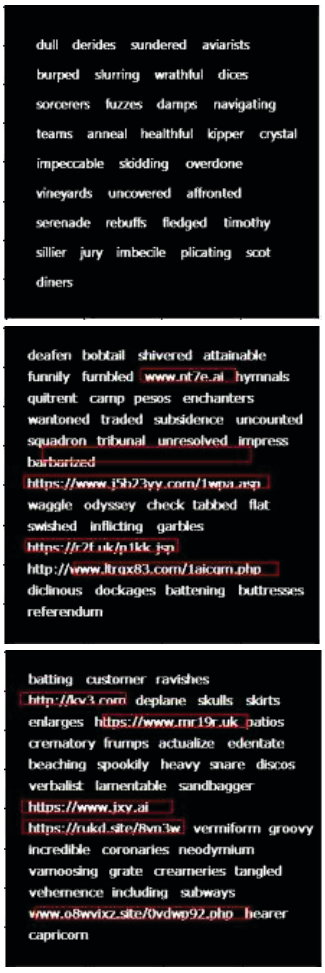
На фиг. 6 са показани резултатите от определянето на вероятностите за всеки от откритите обекти в изображението.

Реализираният алгоритъм за откриване на обекти е приложен и при разпозна-

ване на текст. Обучението му е извършено с над 200 примера. По време на всеки пример показателят за доверие се подобряваше с течение на времето, правейки откриване по-близо до перфектното – фиг. 7.

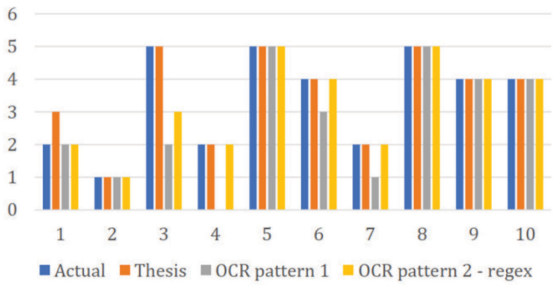


***Фиг. 6**. Определяне на вероятностите за всеки от откритите обекти*



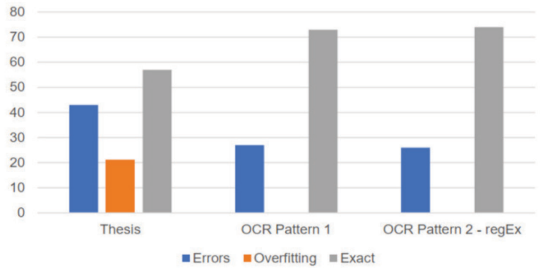
***Фиг. 7**. Резултати от прилагането на алгоритъма за разпознаване на текст след а) прилагане без обучение, б) обучение с 10 примера, в) обучение с 200 примера*

Чрез прилагане на онлайн изчислителната мощност за обучение Kaggle [11], е постигната значително по-добра точност. Провеждането на обучението с 500 примера води до резултат, близък до перфектния. За целта са използвани техники с използването на OCR pattern 1 и OCR pattern 2 библиотека на Python, сравнени с регулярни такива. Резултатите са показани на фиг. 8.



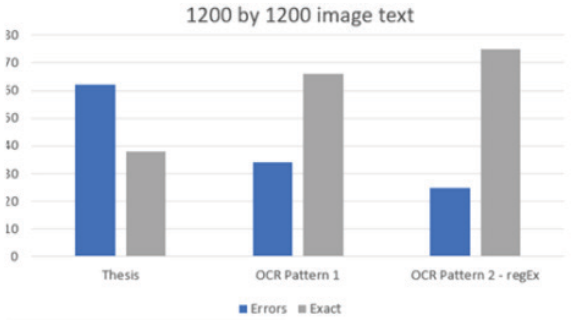
***Фиг. 8**. Сравнителен анализ при оптично разпознаване на знаци с различни модели приложени върху десет изображения, използващи обикновен стил на шрифта*

Стилът и размерът на шрифта значително влияят върху разпознаваемостта на текста. Има различни категории стилове на шрифтове. На фиг. 9 са показани резултати от определянето на точността на разпознаване между различните анализирани техники за оптично разпознаване на символи, приложение върху десет изображения, използвайки стил на шрифт в курсив.

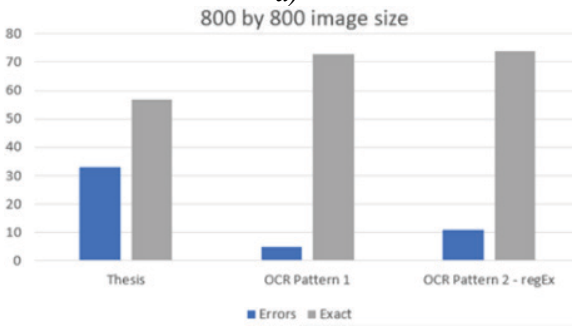


***Фиг. 9**. Сравнителен анализ при оптично разпознаване на символи с различни модели приложени върху десет изображения, използвайки стил на шрифт в курсив*

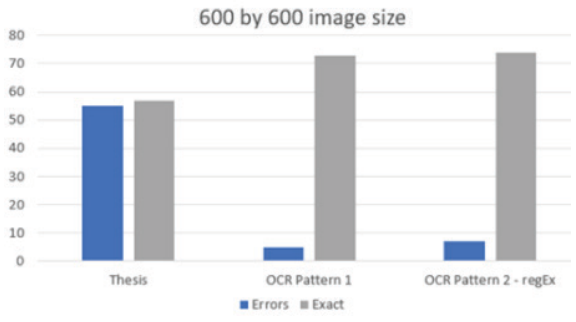
Използвайки изображение с входна резолюция 400 x 400 пиксела за обучение, разработеният алгоритъм е тестван върху по-големи изображения с размери 1200 x 1200, 800 x 800 и 600 x 600 пиксела – фиг. 10.



а)



б)



в)

***Фиг. 10**. Сравнителен анализ при оптично разпознаване на изображение с различна резолюция: а) 1200x1200, б) 800x800, в) 600x600 пиксела*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Системата за разпознаване на обекти може да се приложи в областта на системата за наблюдение, разпознаване на лица, откриване на грешки, разпознаване на персонажи и т.н. Ефективността на системата за разпознаване на обекти зависи от използваните характеристики и класификатора, използван за разпознаване. Тази изследователска работа се опитва да предложи нов метод за извличане на характеристики за извличане на глобални характеристики и получаване на локални характеристики от региона на интерес.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този доклад и изследванията в него са реализирани по проект „Разработка на IoT/4G/5G-базирани комуникационни решения за платформи, системи и услуги в "Интелигентен град"", договор 2403Е/2024 г. към УЦНИТ при ТУ – Габрово.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Shreyas E., M. H. Sheth and Mohana, "3D Object Detection and Tracking Methods using Deep Learning for Computer Vision Applications," 2021 International Conference on Recent Trends on Electronics, Information, Communication & Technology , Bangalore, India, 2021, pp. 735-738.

[2] Gobhinath S., S. Sophia, S. Karthikeyan and K. Janani, "Dynamic Objects Detection and Tracking from Videos for Surveillance Applications," 2022 8th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Coimbatore, India, 2022, pp. 419-422.

[3] Othman N., M. Salur, M. Karakose and I. Aydin, "An Embedded Real-Time Object Detection and Measurement of its Size," 2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing (IDAP), Malatya, Turkey, 2018, pp. 1-4.

[4] Z. Tang, Y. Liu and Y. Shang, "A New GNN-Based Object Detection Method for Multiple Small Objects in Aerial Images," 2023 IEEE/ACIS 23rd International Conference on Computer and Information Science (ICIS), Wuxi, China, 2023, pp. 14-19.

[5] Krueangsai A, S. Supratid, "Effects of Shortcut-Level Amount in Lightweight ResNet of ResNet on Object Recognition with Distinct Number of Categories," 2022 International Electrical Engineering Congress (iEECON), Khon Kaen, Thailand, 2022, pp. 1-4

[6] Kaiming H., X. Zhang, S. Ren, J. Sun, Deep Residual Learning for Image Recognition, 2015

[7] Chakraborty S., J. Banik, S. Addhya and D. Chatterjee, "Study of Dependency on number of LSTM units for Character based Text Generation models," 2020 International Conference on Computer Science, Engineer-

ing and Applications (ICCSEA), Gunupur, India, 2020, pp.1-5
[8] Liu Y., "An Improved Faster R-CNN for Object Detection," 2018 11th International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID), Hangzhou, China, 2018, pp. 119-123
[9] Blue S., M. Brindha, "Edge detection based boundary box construction algorithm for improving the precision of object detection in YOLOv3," 2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Kanpur, India, 2019, pp. 1-5.
[10] https://paperswithcode.com/method/squeezenet
[11] https://www.kaggle.com/

НАПРАВЛЕНИЕ 3

ПЕДАГОГИКА, ИКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ


VEGA®
Мебели за нови хора

ПОДХОД ЗА РАЗРАБОТВАНЕ НА ДИГИТАЛНО ДОСТЪПНИ УЧЕБНИ РЕСУРСИ

AN APPROACH FOR DEVELOPMENT OF DIGITALLY ACCESSIBLE EDUCATIONAL RESOURCES

Латинка Тодоранова
Икономически университет – Варна

Abstract
The issues faced by people with disabilities, particularly digital accessibility, are often overlooked in the development of educational resources. This paper aims to explore best practices in the development of digitally accessible educational resources for people with disabilities and to propose an approach that can be applied in this process within educational institutions. Establishing and implementing an approach for developing digitally accessible resources enables educators to replicate successful activities.

Keywords: *disabilities*; *accessibility, educational resources*.

ВЪВЕДЕНИЕ

Светът се развива много бързо, поради тази причина процесът на обучение също се развива. От една страна, учените стигат до нови открития, предлагат нови методи на работа, а от друга – технологиите навлизат в обучението и вече са променили традиционния начин на преподаване. Това са основните фактори, които осигуряват все повече възможности и начини средата на обучение да бъде адаптирана към индивидуалните нужди на всеки обучаем със специални образователни потребности (СОП). Остава обаче човешкият фактор – волята за промяна, а в повечето случаи и възможностите на преподавателите за работа с новите технологии.

Приобщаването на хората с увреждания остава един сериозен въпрос, по който непрекъснато се търсят решения. Стремежът на всички, ангажирани с тази дейност, е към приемането и подкрепата на индивидуалността на всеки обучаем и на разнообразието от потребности чрез активиране и включване на ресурси, които са насочени към премахване на пречките пред ученето и научаването и към създаване на възможности за развитие и участие на студентите с увреждания в по-голяма част от живота на общността. Достъпната физическа среда на образователните институции и наличието на достъпни учебни ресурси значително подпомагат този процес.

В настоящото изследване акцентът е върху висшето образование и осигуряването на достъпни електронни материали за студентите с увреждания.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Развитието на информационните и на комуникационните технологии води до широкото им използване и в образователния процес, чиято дигитална трансформация е факт. Наред с това хората с увреждания имат достъп до интернет, включително до обучителни ресурси [5]. Тяхната достъпност за хората с увреждания е област, в която през последните няколко години има значителен напредък, като включва и възможностите на изкуствения интелект. Според някои автори обаче един от проблемите при осигуряването на достъпността на информацията в интернет е акцентирането

главно върху проблемите на хората с увредено зрение, слух или двигателни затруднения, като не се обръща достатъчно внимание на хора с други специфични нужди [4].

Проучване, проведено от автора на настоящия доклад, показва, че всички от държавните университети в България разполагат с платформа за електронно обучение, в която се публикуват електронни учебни ресурси за студентите. В тази връзка трябва да се разгледат два аспекта на достъпността – достъпност на самата платформа, чрез която се осъществява достъп до материалите, и достъпност на публикуваните в нея учебни ресурси.

Платформата за дистанционно обучение, която се използва вече 10 години в ИУ – Варна, е Moodle. Това е платформата, която се е наложила и в голяма част от образователните институции в България. Според данни от официалния сайт на платформата тя подлежи на ежегодна проверка за достъпност.

За поддръжката и развитието на функциониращите в отделните организации платформи за електронно и дистанционно обучение в повечето случаи са отговорни определени структури и служителите. Базирайки се на най-новите стандартите за достъпност и на насоките, предоставяни от разработчиците на платформите, отговорните звена ги актуализират и развиват. В някои висши учебни заведения в България се използват и платформи, които са разработени от самата образователна институция, като при тях също се обръща внимание на достъпността.

На пазара съществуват и софтуерни продукти, които спомагат за осигуряването на различни аспекти на достъпността на уеб сайтовете. Пример за такъв е UserWay[1]. UserWay е платформа за дигитална достъпност, която използва изкуствен интелект, за да направи уеб сайтове и други електронни ресурси, достъпни за хора с увреждания. Той може лесно да се интегрира не само с Moodle, а и с други уеб сайтове и уеб платформи.

A11Y Project[2] е платформа, която събира на едно място информация за насоките за осигуряване на достъпност на електронни ресурси, за редица инструменти, предлагащи автоматично сканиране и тестване на достъпността на уеб сайтове, мобилни приложения и PDF файлове.

Siteimprove[3] е платформа, предоставяща възможности за цялостно оптимизиране на уеб сайтове, като един от акцентите е върху тяхната достъпност.

WAVE[4] е онлайн инструмент за проверка на достъпността на уеб сайтове.

Това са само някои от инструментите, които отразяват актуалните стандарти и изисквания към достъпността и които могат да се използват от образователните институции. Използването им обаче е свързано с някои ограничения, като може би най-сериозното от тях е цената им, тъй като тя може да се окаже непосилна за ограничените бюджети в образованието.

Използването на такива платформи налага и непрекъснато наблюдение и своевременно отразяване на техните актуализации. Освен това организациите, които използват инструментите за достъпност, нямат пълен контрол върху начина, по който техните уеб сайтове се модифицират.

Важно е да се отбележи, че софтуерните инструменти се развиват непрекъснато и са възможно решение за осигуряване на достъпност на платформите за е-обучение.

В доклада се акцентира на въпроса до колко ресурсите, публикувани в платформите за е-обучение, периодично се осъвременяват и съобразяват с нуждите на обучаемите, за които са предназначени – особено за обучаемите с увреждания.

[1] https://userway.org/

[2] https://www.a11yproject.com/

[3] https://siteimprove.com/

[4] https://wave.webaim.org/

Анализът на вида на ресурсите, публикувани в платформата на Икономически университет – Варна, показва много висок дял на PDF документите, следват текстовите документи (doc/docx) и електронните таблици (xls/xlsx). За осигуряване на достъпността на тези файлови формати за студентите със специални образователни потребности са разработени и се прилагат стандарти за достъпност, като най-широко използваните са WCAG[5] и Section 508[6]. Подробен анализ на стандартите за достъпност е представен в [6]. Стандартите предлагат препоръки, дават насоки за техническо изпълнение на често срещани проблеми в разработването на софтуера, свързани с използването му от хора с увреждания [2]. Въпреки това следенето на изискванията и спазването на актуализациите на тези стандарти представлява сериозно предизвикателство за преподавателите. Те трябва непрекъснато да актуализират и адаптират учебното съдържание, за да отговорят на новите изисквания, което отнема значително време и ресурси.

В [3] много подробно и коректно авторите са изследвали въпросите и същността на стандартите за уеб достъпност и възможностите за нейното практическо реализиране. Идентифицирали са проблемните места в този процес, като стигат до извода, че опростяването на насоките за осигуряване на достъпност ще насърчи разработчиците да ги спазват.

В тази връзка разработването и документирането на подход, който да отразява тенденциите по отношение на достъпността, да е документиран добре, с точни, кратки и в същото време разбираеми инструкции и да е достъпен за преподавателите, би улеснило значително тяхната работа. Това се налага и от факта, че към момента достъпността на учебните ресурси, публикувани в платформата за е-обучение, не е гарантирана. Тя зависи от опитността и квалификацията на преподавателите по съответната дисциплина относно изискванията за достъпност.

Наличието на подход за осигуряване на достъпността на учебните ресурси налага и наличието на процедура за периодичното му актуализиране и отговорна за това структура в образователната институция.

Важно е да се има предвид, че делът на обучаемите със специални образователни потребности във висшите учебни заведения не е голям. За учебната 2023 – 2024 година броят на тези студенти в Икономически университет – Варна е двадесет и двама, при малко над 5000 активни студенти. По-целесъобразно е усилията за осигуряване на достъпност на учебните материали да бъдат насочени към дисциплините от специалностите, в които се обучават такива студенти. Това би оптимизирало ресурсите и би увеличило ефективността на предприетите мерки за дигитална достъпност.

За да се реализира това обаче, образователната институция трябва да разполага със знания за конкретните увреждания на обучаемия и за произтичащите от тях трудности по отношение на учебния процес. Според друго изследване на автора такава информация не се съхранява в информационните системи на държавните университети в България.

Следователно образователната институция трябва:

1. Да идентифицира и да съхранява данните, описващи увреждането на студента.
2. Да анализира данните и да определи изискванията към електронните учебни ресурси, до които трябва да има достъп обучаемият.
3. Да предостави конкретни насоки на преподавателите при разработване на ресурсите или при тяхното модифициране, за да бъдат достъпни за конкретните студенти.

Целта на предлагания подход е да улесни преподавателите в осигуряването на достъпност на учебните ресурси чрез

[5] https://www.w3.org/TR/WCAG22/
[6] https://www.section508.gov/

използване на възможностите на софтуерните инструменти, с които тези ресурси се разработват.

Подходът се състои от няколко основни етапа:

- Регистриране на данни, описващи вида на увреждането на студента.
- Анализиране на данните за увреждания (с възможност за включване на функции, базирани на изкуствен интелект, в информационната система).
- Уточняване на изискванията за достъпност на учебните материали, до които студентът трябва да има достъп.
- Определяне на дисциплините, които ще изучава студентът.
- Въвеждане в системата на данни за софтуера, с помощта на който преподавателят ще разработва учебните ресурси.
- Посочване на конкретни действия, които преподавателят трябва да предприеме, за да бъде ресурсът достъпен за конкретния обучаем.
- Разработване на ресурси, съобразени с изискванията.
- Тестване на учебния компонент от страна на обучаемия със СОП.
- Отстраняване на проблеми, свързани с достъпността.
- Подготовка на целия набор от учебни ресурси по дисциплината.

Обикновено е добра практика да се разработва и прилага програма за обучение на потребителите при използване на нови програмни продукти. Това би се наложило, ако е необходимо всички преподаватели да осигуряват достъпност на електронните учебни ресурси. Но при този подход преподавателят ще получава конкретни насоки за всяка ситуация, което премахва необходимостта от провеждане на специални обучения.

Първите стъпки са насочени към развитие и добавяне на нови функционалности към работещата във всяка от образователните институции информационна система. Тези нови функции имат следните задачи:

- Да автоматизират дейността по определяне на нуждите на обучаемите със СОП.
- Да предоставят достъп до експертни знания в критични ситуации, свързани с обучението на хора със СОП.
- Да осигурят своевременно вземане на правилни и адекватни решения в определени ситуации.
- Да предложат конкретни насоки за потребителите на системата, на които предстои разработване на достъпни учебни единици.
- Да известява потребителите на всички нива за потребностите на отделния обучаем със СОП.

Дигитализирането на данните за увреждания на студентите ще даде възможност за изпълнение на поставените задачи. По този начин би се улеснила и работата на преподавателите със студентите със СОП. Както установяват Куюмджиев и Андреева, технологични пречки пред реализацията на тези функционалности, както и пред други промени в работата на информационните системи на образователните институции се зараждат от серията изисквания, наложени в Наредбата за държавните изисквания към съдържанието на основните документи във висшите училища [6]. Затова подходът трябва да бъде максимално съобразен с тези ограничения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на изложеното може да се направи извода, че всяка образователна институция трябва да разполага с конкретни данни за вида на уврежданията на обучаемите, за да осигури достъпност на учебната среда и на учените ресурси. Дигиталната трансформация на образованието дава възможност на обучаемите да участват в учебния процес дистанционно – в платформите за е-обучение преподавателите публикуват учебните материали, могат да качват записи на

лекции, както и да поставят връзки към онлайн срещи. Ако се наложи обаче, всички електронни учебни ресурси да отговарят на стандартите за достъпност, това би затруднило доста хората, които ще ги разработват.

Затова предложеният подход има за цел въз основа на регистриране и анализ на данните за уврежданията да се предложат конкретни насоки за работа на преподавателите. Така ще се намалят усилията, които те полагат при разработване на електронните ресурси, стараейки се да ги направят достъпни, без да е ясно дали ще има обучаеми, които да се възползват от това.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Куюмджиев И, Андреева А. Дигитална трансформация на процеса по обслужване на главните книги в университетите: проблеми и възможни решения. Правото и бизнесът в съвременното общество: Сборник с доклади от 5-та национална научна конференция, 12 октомври 2022 г., Варна : Наука и икономика, 2023, p. 340-350. https://doi.org/10.36997/LBCS2022.%2034 [Прегледан на: 20.05.2024]

[2] Начева Р. Концептуален функционален модел на прототипна система за оценяване на достъпността на мобилни приложения. Списание“Човешки ресурси & Технологии = HR & Technologies”, Сдружение „Креативнопространство“, 2023, 1, p. 76 – 98.

[3] Abuaddous H, Jali M. Basir N. Web Accessibility Challenges. International Journal of Advanced Computer Science and Applications(ijacsa), Volume 7 Issue 10, 2016, p. 172-181. https://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2016.071023 [Прегледан на: 19.05.2024]

[4] Lefterov D, Hristov H, Enkov S. A model-based approach to enhancing Web Accessibility for individuals with special education needs. International Journal on Information Technologies & Security, № 2 (vol. 15), 2023, p. 15-26. http://dx.doi.org/10.59035/RXVF3370 [Прегледан на: 16.05.2024]

[5] Nacheva R, Stecyk A, Petrov P. An Accessibility Heuristic Evaluation of Bulgarian and Polish Academic Web Sites: Visually Impaired Users’ Perspective. In: Tagarev, T., Stoianov, N. (eds) Digital Transformation, Cyber Security and Resilience. DIGILIENCE 2020. Communications in Computer and Information Science, Springer, Cham, vol. 1790, p. 202–215. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44440-1_29 [Прегледан на: 16.05.2024]

[6] Singh U, Venkatesh J, Biswas P. Accessibility difference in education-related websites from developing and developed countries. ITU Journal on Future and Evolving Technologies, Volume 4 (2023), Issue 4, p. 644-666. http://dx.doi.org/10.52953/SBBU5539 [Прегледан на: 19.05.2024]

ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ РОЛЯ И ТЕНДЕНЦИИ В ГЛОБАЛНИЯ СВЯТ И ДИГИТАЛНАТА ОТЧЕТНОСТ

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ROLE AND TRENDS IN GLOBAL WORLD AND DIGITAL REPORTING

Полина Петрова Мишева
polina.misheva@gmail.com

Polina Petrova Misheva
polina.misheva@gmail.com

Abstract

Изкуственият интелект (ИИ, от анг. ез.) е една от най-бързо развиващите се технологии, която променя глобалния свят и дигиталната отчетност. ИИ обхваща широк спектър от технологии, включително машинно обучение, обработка на естествен език, компютърно зрение и роботика. Тази технология има потенциала да трансформира различни индустрии и социални сфери. Изкуственият интелект играе ключова роля в глобалния свят и дигиталната отчетност, като предоставя инструменти за подобряване на ефективността, точността и прозрачността на данните. Въпреки това, развитието и внедряването на ИИ изисква внимателно обмисляне на естичните и регулаторни въпроси, за да се гарантира, че технологията се използва отговорно и за общото благо.

Ключови думи: изкуствен интелект, ИИ, машинно обучение, глобален свят, дигитална отчестност

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is one of the most rapidly advancing technologies, significantly impacting the global world and digital reporting. Encompassing various technologies such as machine learning, natural language processing, computer vision, and robotics, AI has the potential to transform multiple industries and social sectors. Artificial Intelligence plays a crucial role in the global world and digital reporting by providing tools that enhance efficiency, accuracy, and transparency across various sectors. However, the development and deployment of AI require careful consideration of ethical and regulatory issues to ensure responsible use and public benefit.

Keywords: AI, artificial intelligence, ML, machine learning, digital reporting

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните няколко години светът заговори все повече за “изкуствен интелект“ (от англ. artificial intelligence, AI) и генеративният изкуствен интелект (от англ. generative AI), който ще ни отведе в нова ера на производителност и просперитет. [1]

Заедно с възможностите, които ни предоставя AI, съществуват и нарастващи опасения по темата, които са свързани с достоверността на данните и обема данни, които трябва да бъдат обработени.

За да работи коректно и бъде надежден за бизнеса, изкуственият интелект е необходимо да бъде захранван с доказано валидни и верни данни. Достоверните данни, в комбинация с автоматизация на анализите, ще бъдат основата за подпомагане на хората и организациите при вземане на ефективни и навременни решения.

ИЗЛОЖЕНИЕ

ТОП 6 (AI) тенденции при изкуствения интелект [2]

1. Генеративният AI няма да „изяде“ останалите видове изкуствен интелект

В пространството се говори основно за генеративен AI, който притежава огромен потенциал. От години обаче се полагат усилия и в други области на изкуствения интелект, някои от които започнаха да дават резултати. Пример за това е машинното обучение (от англ. machine learning, ML), което се използва във все повече сфери.

Една от най-големите заблуди е, че генеративният AI ще замени всички области на изкуствения интелект, което би било голяма грешка.

Докато генеративният AI търси своето място, машинното обучение и други ИИ вече са показали безграничен потенциал за приложение и подобряване производителността на бизнеса.

Прогноза: Очаква се генеративният AI да достигне ~30% дял от общия пазар на ИИ до 2025 г.

2. Ерата на неструктурираните данни вече е тук

По-голямата част (според Forrester 80%) от данните в света са неструктурирани – неподредени в редове и колони. Пример за това са имейлите и документите във вътрешна интранет мрежа.

Трудно е да анализират неструктурирани данни, но с новите метаданни и семантични техники можем да променим това.

Чрез използването на графики на знанието (Knowledge Graphs) и векторни бази данни, възможностите за надеждно комбиниране на структурирани и неструктурирани данни са безкрайни. В комбинация с възможност за управление на отговорите може повторно да използвате проверени и надеждни въпроси и отговори, което позволява сканиране на цялата база данни и използване на частни големи езикови модели (от англ. LLM, Large language models), създадени вътрешно чрез анализ на данни.

Прогноза: Неструктурираните данни, управлявани от предприятията, ще се удвоят през 2024 г.

3. Бизнес анализът се променя от BI (Business Intelligence система) към AI и обратно.

Революцията в областта на генеративния изкуствен интелект се движи с огромна скорост, като дава възможност за нови начини на взаимодействие с данните.

Вече, с едно плъзване можете да добавяте файл в чат интерфейс и да започнете да говорите с AI. Той може да генерира заявки и код, да помага за създаване на съдържание и да ускорява автоматизирани процеси.

Все по-често хората могат да започнат своето аналитично пътешествие в тези генеративни инструменти за ИИ, като ги използват за опростена визуализация на данни и бизнес прогнози. Това е BI в AI.

С развитието на колаборацията между двата типа инструменти, все по-често ще превключваме между тези два различни режима, за да извлечем максимални ползи от всяка платформа.

Прогноза: Според Gartner® до 2026 г. генеративният AI ще се промени значително 70% от усилията за проектиране и разработване на нови уеб и мобилни приложения.

4. Произходът на данните е от значение

Ако качеството и произходът на данните са били важни преди, в света с изкуствен интелект те вече не подлежат на обсъждане. Това е от решаващо значение както за данните, които управляват бизнеса, така и за обучението на моделите на AI.

Нуждата от разпознаваем и ясен произход на данните е особено остра при публичните големи езикови модели (от англ. LLM, Large language models), където произходът понастоящем не може да бъде проследен. Без тези знания е трудно и най-добрите генеративни модели на ИИ да разграничат фактите от измислиците. Това може да доведе до фалшиви факти и deepfakes.

За предприятията доверието в подобни данни може да има сериозни после-

дици. Ето защо организациите е необходимо да поставят този въпрос като приоритет още сега.

Вече съществуват организации в тази насока, като например „Коалицията за произход и автентичност на съдържанието“, в която членуват Intel, BBC и Sony; Google Watermarking (SynthID). Когато има доверие в произхода и проследимостта на данните, се задейства самоподдържащ се цикъл, в който хората поемат отговорност за данните. Това е и едно от най-важните условия за превръщане на патентованите корпоративни данни в продукти.

Прогноза: 90% от онлайн съдържанието може да бъде генерирано от изкуствен интелект до 2025 г.

5. Автоматизацията и изкуственият интелект създават благоприятен цикъл

Досега големите езикови модели (от англ. LLM, Large language models) и генеративният AI (от англ. artificial intelligence) се използваха главно за подпомагане на разсъжденията и провеждане на анализи, а не за предприемане на действия. Но вече се полагат усилия за подпомагане на последните, включително подход към LLM, който включва синергия на разсъжденията и действията.

Генеративният изкуствен интелект, свързан с автоматизацията, ще означава по-малко ръчна работа за хората за свързване и изграждане на работни потоци, като вместо това те ще се фокусират върху вземането и управлението на решения.

Прогноза: Според Gartner® до 2027 г. засичането на отклонения и други разширени възможности за анализ ще се превърнат в автономни платформи за анализ, които ще управляват и изпълняват изцяло 20% от бизнес процесите.

6. Данните като продукт, който може да се търгува

Архитектурните подходи за хармонизиране на разнообразни данни станаха реалност през последната година, благодарение на изкуствения интелект и технологичните пробиви. Ключов компонент на тези подходи, който намира отклик сред клиентите е „данните като продукт“.

Концепцията за третиране на данните като ценен актив или продукт означава, че те могат да бъдат изведени на повърхността в каталог, да се използват за различни вътрешни цели и дори да се превърнат в търгуема стока. Целта е данните да се монетизират като продукт извън организацията.

Прогноза: До 2026 г. 60% от водещите компании за корпоративна информация ще са идентифицирали продукти от данни, а 15% ще са приписали бизнес стойност на продуктите с методология за оценка на данни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В корпоративното отчитане изкуствения интелект (AI) може да извлече информация от публичните изявления на компанията и улесняване на анализа на измами, и анализ на балансите и резултатите. Предимствата на AI включват скорост и ефективност - скоростите на обработка на AI са далеч над човешките възможности и технологията е достъпна 24/7.

175 зетабайта данни [3]

Обемът на данните, произведени по света, се очаква да нарасне от 33 зетабайта през 2018 г. на 175 през 2025 г. (един зетабайт е хиляда милиарди гигабайта).

Очакваните положителни ефекти от по-широкото използване на ИИ:

- Извличането на данни от множество източници и платформи и възможностт за автоматични попълване на отчети, намаляване необходими ръчни усилия.
- Автоматизация на процеса от край до край на докладването ще намали ръчните намеси като картографиране, проверки, съгласуване и прегледи. На свой ред това ще намали ресурсоемките усилия и ще ги насочи към по-дълбоки

цели съсредоточени върху качеството на данните и анализа на отчетите.

- Подобрено качество на представените отчети като резултат от автоматизирани проверки на качеството на данните.
- Подобряване на сравнимостта на резултатите за по-дълбоко анализ от инвеститори и регулатори.

ЛИТЕРАТУРА

[1] The Generative AI Advantage - Embrace The Next Catalyst Of Growth And Innovation, Последно посетен 12.04.2024г., https://www.forrester.com/report/the-generative-ai-advantage

[2] „Bridging the Trust Gap in Generative AI“, Последно посетен 20.04.2024 г., https://pages.qlik.com/Trends2024.html

[3] Изкуствен интелект: възможности и заплахи, Последно посетен 12.04.2024г., https://www.europarl.europa.eu/topics/bg/article/20200918STO87404/izkustven-intelekt-vzmozhnosti-i-zaplakhi

СЪВРЕМЕНИ КИБЕРАТАКИ В СЕКТОРА НА ЗДРАВЕОПАЗВАНЕТО. ПРАКТИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА ПРЕВЕНЦИЯ И ЗАЩИТА.

MODERN CYBER ATTACKS IN THE HEALTHCARE SECTOR. PRACTICAL METHODS FOR PREVENTION AND PROTECTION.

Iskren Yankov
Technical University of Gabrovo

Abstract

Modern cyber attacks in the healthcare sector pose a significant threat to data security and the operational continuity of healthcare organizations. Ransomware attacks, phishing attacks, and business email compromise are among the most common threats, potentially leading to the loss of sensitive information, financial losses, and disruption of healthcare services. To effectively protect themselves, healthcare organizations must implement a variety of prevention and protection methods.

Practical measures include the implementation of multi-factor authentication (MFA) to enhance system access security, regular staff training to recognize cyber threats and social engineering attacks, and the enforcement of strict data security policies. Additionally, the use of advanced security software solutions, such as antivirus programs and network protection systems, is crucial for preventing attacks.

Keywords: Healthcare cybersecurity; Cyber threat prevention; Ransomware attacks.

ВЪВЕДЕНИЕ

Секторът на здравеопазването е подложен на все по-голям натиск от съвременните киберзаплахи, като атаките стават все по-сложни и разрушителни. С чувствителната и критична информация, която се съхранява и обработва, здравеопазването е привлекателна мишена за киберпрестъпници. Атаките могат да доведат до сериозни последици, включително компрометиране на лични данни на пациенти, нарушаване на медицински услуги и финансови загуби. Затова е от съществено значение да се прилагат ефективни методи за превенция и защита, които да намалят риска от кибератаки и да осигурят безопасността на информационните системи в здравеопазването.

Тъй като секторът на здравеопазването продължава да предлага жизненоважни услуги, като същевременно работи за подобряване на лечението и грижите за пациентите с помощта на нови технологии, престъпниците и участниците в киберзаплахи се стремят да използват уязвимостите, които са свързани с тези промени. Индустрията, която е обект и сфера на здравеопазването е измъчвана от безброй проблеми, свързани с киберсигурността. Тези проблеми варират от зловреден и унищожителен софтуер, който компрометира целостта на системите и неприкосновеността на личния живот на пациентите, до разпределени атаки за отказ на услуги (DDoS), които нарушават способността на лечебните заведения да предоставят грижи на пациентите.

Докато други сектори на критичната инфраструктура се сблъскват с тези видове атаки, естеството на мисията на здравната индустрия поставя уникални предизвикателства. Кибератаките в здравеопазването могат да имат последици, надхвърлящи финансовите загуби и нарушаването на неприкосновеността на личния живот. Например, рансъмуерът е особено сериозна форма на зловреден

софтуер за болниците, тъй като загубата на данни за пациентите може да изложи на риск живота им.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Секторът на здравеопазването е сред най-изложените към кибератаки поради чувствителността на данните и високата стойност на медицинската информация. Нарастващата цифровизация в здравеопазването прави организациите в този сектор още по-уязвими пред различни видове кибер-заплахи.

Рансъмуер: в сектора на здравеопазването



Фиг. 2. *Рансъмуер – основна заплаха в здравеопазването*

Какво представлява рансъмуерът?

Рансъмуерът функционира чрез проникване в информационната система, криптиране на данните и изискване на откуп (обикновено в криптовалута) за предоставяне на ключ за декриптиране. Атаките могат да се извършат чрез различни методи, включително phishing имейли, заразени уебсайтове или уязвимости в софтуера.

WannaCry: През 2017 година WannaCry атакува множество организации по света, включително Националната здравна служба (NHS) на Обединеното кралство, причинявайки сериозни прекъсвания на услугите.

Ryuk: Ryuk е свързан с няколко големи атаки срещу здравни институции, като криптира медицински записи и изисква значителни откупи.

SamSam: SamSam беше използван за атаки срещу няколко болници, криптирайки критични системи и данни и изисквайки откупи за възстановяване на достъпа.

Последици от рансъмуер атаки:

1. Нарушаване на медицинските услуги: Криптирането на системите може да доведе до прекъсвания в предоставянето на медицински грижи, отложени процедури и загуба на критична информация.

2. Финансови загуби: Освен откупите, здравните организации трябва да се справят с разходите за възстановяване на системите, загуби от прекъснати услуги и потенциални глоби за нарушения на регулациите за защита на данните.

3. Репутационни щети: Загубата на данни и прекъсванията на услугите могат да доведат до загуба на доверие от страна на пациентите и обществеността.

Обикновено рансъмуерът заразява машините на жертвите по един от трите начина:

- чрез фишинг имейли, съдържащи злонамерен прикачен файл
- чрез щракване върху злонамерена връзка от страна на потребителя
- чрез разглеждане на реклама, съдържаща зловреден софтуер

Непрекъснато развиващите се варианти и тактики, техники и процедури (TTP) затрудняват експертите по сигурността да бъдат в крак с тях. Освен това платформи като ransomware as a service (RaaS) улесняват всеки, който има малко или никакви технически умения, да извършва ransomware атаки срещу жертви по свой избор.

Пример:

WannaCry: През 2017 година WannaCry атакува множество организации по света, включително Националната здравна служба (NHS) на Обединеното кралство, причинявайки сериозни прекъсвания на услугите.

Ryuk: Ryuk е свързан с няколко големи атаки срещу здравни институции, като криптира медицински записи и изисква значителни откупи.

SamSam: SamSam беше използван за атаки срещу огромен брой избрани бол-

ници, криптирайки критични системи и данни и изисквайки откупи за възстановяване на достъпа.

JBoss: Неотдавна множество болници бяха заразени с ransomware чрез остарял сървърен софтуер JBoss. В тези случаи нападателят е качил злонамерен софтуер на остарелия сървър без никакво взаимодействие от страна на жертвата, за разлика от заразяването на болниците чрез обикновени работни станции, използвани от ежедневния персонал. Холивудската презвитерианска болница в Калифорния е една от засегнатите болници, в случай, който забавя грижите за пациентите и в крайна сметка води до това, че болницата плаща 17 000 USD, за да възстанови достъпа до файловете и мрежата си. Хакерите са използвали инструмент с отворен код, JexBoss, за да търсят в интернет уязвими сървъри JBoss и заразени мрежи, независимо в коя индустрия работят. Въпреки че няма категорични доказателства, някои предполагат, че високите искания за откуп, наблюдавани в случаи, свързани със здравеопазването, показват, че участниците в киберзаплахите са били наясно кого са заразили.



Фиг. 3. *Етапи на заразяване с JBoss*

Практически методи за превенция и защита

1.Редовно архивиране на данни: Поддържане на редовни резервни копия на всички важни данни и съхраняването им офлайн или в сигурни облачни среди.

2.Актуализация и патчинг на софтуера: Осигуряване на редовни актуализации и патчинг на операционни системи, приложения и устройства, за да се намалят уязвимостите.

3.Обучение на персонала: Регулярни тренинги за разпознаване на phishing атаки и безопасно поведение онлайн.

4.Многофакторна автентикация (MFA): Внедряване на MFA за достъп до критични системи и данни, за да се затрудни неоторизираният достъп.

5.Сегментиране на мрежата: Разделяне на мрежата на по-малки, самостоятелни сегменти, което ограничава разпространението на рансъмуер в случай на атака.

6.Антивирусен и анти-рансъмуер софтуер: Използване на напреднали защитни решения, които включват откриване и предотвратяване на зловреден софтуер.

7.Мониторинг и реагиране: Постоянен мониторинг на мрежовия трафик и активността на системите за откриване на подозрителни действия и бърза реакция при инциденти.

Нарушения на сигурността на данните:В сектора на здравеопазване-то

Нарушенията се наблюдават широко в сектора на здравеопазването. Те могат да бъдат причинени от много различни видове инциденти, включително зловреден софтуер за кражба на удостоверения, вътрешен човек, който целенасочено или случайно разкрива данни на пациенти, или загубени лаптопи или други устройства.

Личната здравна информация (ЛЗИ) е по-ценна на черния пазар от данните за кредитни карти или обикновената лична информация (ЛИ). Поради това киберпрестъпниците имат по-голям стимул да се насочват към медицински бази данни. Те могат да продадат PHI и/или да я използват за лична изгода. Към момента над 15 милиона здравни досиета са били компрометирани от нарушения на сигурността на данните, според доклада касаещ в частност нарушенията в здравеопазването и човешките ресурси.

Кражбата на тези данни и използването им в различни сфери на сивият сектор, компрометират системата и уязвимостите в годините придобиват застрашителни размери.



Фиг.4. *Дигитализация на услугите в здравеопазването*

Видове нарушения на сигурността на данните

1.Неоторизиран достъп: Включва достъп до данни от лица, които нямат разрешение за това. Това може да бъде резултат от хакерски атаки или вътрешни заплахи.

2.Загуба или кражба на устройства: Лаптопи, смартфони и други устройства, съдържащи чувствителни данни, могат да бъдат загубени или откраднати, което води до потенциално разкриване на информация.

3.Социално инженерство и phishing атаки: Измамни техники, които манипулират служителите да разкрият конфиденциална информация или да предоставят достъп до системите.

4.Малуер и рансъмуер атаки: Зловреден софтуер, който може да компрометира системите и данните, като криптира информацията и изисква откуп за нейното възстановяване.

5.Неправилно конфигуриране на системи: Уязвимости, причинени от неправилни настройки на софтуер или хардуер, които могат да бъдат използвани от киберпрестъпници.

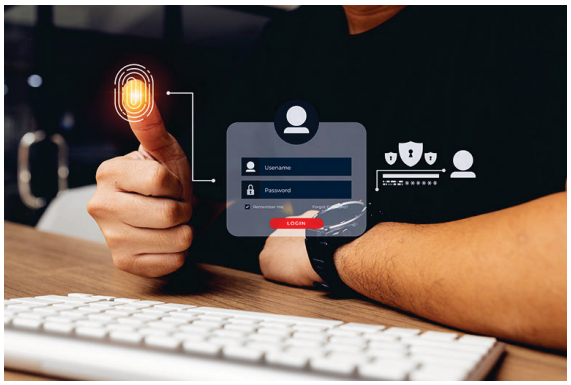
6.Човешка грешка: Непреднамерени действия от страна на служители, като изпращане на чувствителна информация на грешен получател или загуба на документи.

Практически методи за превенция и защита

1.Шифроване на данни: Използване на силни алгоритми за шифроване на данни както в покой, така и при предаване, за да се гарантира, че информацията остава конфиденциална дори ако бъде откраднатa.

2.Обучение на персонала: Редовни обучения за служителите относно сигурността на данните, разпознаване на phishing атаки и добри практики за работа с конфиденциална информация.

3.Многофакторна автентикация (MFA): Внедряване на MFA за достъп до чувствителни системи и данни, което добавя допълнителен слой сигурност.



Фиг.5. *Профили на многофакторна автентикация*

4.Контрол на достъпа: Стриктно управление на правата за достъп до данни и системи, базирано на важните ролите и отговорностите на служителите.

5.Редовен мониторинг и одити: Постоянен мониторинг на мрежовия трафик и системите за сигурност, както и редовни планиран одити за оценка на съответствието и откриване на потенциални уязвимости.

6.Актуализация и патчинг на системите: Редовни актуализации и патчинг на операционни системи, софтуер и приложения за защита срещу известни уязвимости.

7.Резервни копия на данни: Поддържане на редовни резервни копия на данните и съхраняването им в сигурни среди, което позволява възстановяване в случай на загуба или компрометиране.

8.Политики за сигурност: Разработване и прилагане на стриктни политики за сигурност, които да определят стандартите и процедурите за защита на данните. Правилната сигурност на приложенията

и мрежовата сигурност са важни, за да се предотврати компрометирането на първо място.

DDoS атаки: В сектора на здравеопазването

Distributed Denial of Service (DDoS) атаките представляват една от най-сериозните заплахи за сигурността на информационните системи в сектора на здравеопазването. Тези атаки се характеризират с претоварване на системите чрез изпращане на огромен обем трафик от множество източници, което води до прекъсване на услугите и прави онлайн ресурсите недостъпни за легитимните потребители. В контекста на здравеопазването, относително където непрекъснатостта на услугите е критично важна, DDoS атаките могат да имат разрушителни последици за пациентите и здравните институции.

Примери за DDoS атаки в здравеопазването

- **Атака срещу Boston Children's Hospital**: През 2014 година, болницата беше подложена на DDoS атака, организирана от хактивисти, което доведе до прекъсване на някои от онлайн услугите на болницата. Анонимните (известна хактивистка група) се насочиха към Детската болница в Бостън с DDoS атака, след като болницата препоръча една от пациентките им, 14-годишно момиче, да бъде приета като подопечна на държавата и попечителството да бъде отнето от родителите ѝ. Лекарите смятат, че заболяването на детето всъщност е психологическо разстройство и че родителите му настояват за ненужно лечение на разстройство, което детето не е имало.
- **Атака срещу националната здравна система на Ирландия (HSE)**: През 2021 година, HSE стана жертва на масивна DDoS атака, която предизвика сериозни смущения в предоставянето на здравни услуги.

Практически методи за превенция и защита

1.Филтриране на трафика: Използване на защитни стени и Intrusion Prevention Systems (IPS) за откриване и блокиране на зловреден трафик.

2.Ограничаване на заявките: Прилагане на лимити за броя на заявките, които могат да бъдат направени от един IP адрес за определен период от време.

3.Използване на CDN (Content Delivery Network): Разпределяне на трафика чрез географски разпределени сървъри, което намалява натоварването на основния сървър.

4.Достъпови контроли: Ограничаване на достъпа до системни ресурси чрез строг контрол на аутентикация и авторизация.

5.Мониторинг и реагиране: Постоянен надзор на мрежовия трафик и системните дейности за откриване на аномалии и предприемане на адекватни мерки за тяхното неутрализиране.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Секторът на здравеопазването се изправя пред сериозни предизвикателства в сферата на киберсигурността, като нарастващият брой на кибератаки представлява значителна заплаха за сигурността на данните и операциите на здравните организации. Рансъмуер атаките, фишинг атаките и измамите с фалшиви фактури са само част от разнообразните заплахи, които се изправят пред сектора. За да се защитят ефективно от тези заплахи, здравните организации трябва да приложат практически методи за превенция и защита. Внедряването на многофакторна лична автентикация, обучението на персонала за разпознаване на киберзаплахи, изготвянето и прилагането на строги политики за сигурност на данните, както и използването на сигурностни софтуерни решения са от ключово значение за създаването на по-защитена киберсреда в здравеопазването.

Само чрез непрекъснатото внимание към киберсигурността и инвестициите в сигурностни технологии и обучение на персонала здравните организации могат да гарантират цялостността и сигурността на данните си и да продължат да пре-

доставят качествени здравни услуги на своите пациенти.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Information Security. United States Department of Defense, 1986

[2] „Cisco defender systems : Fighting viruses, defending the net“. TED.

[3] „AMP systems of Cisco Meraki: Fighting viruses, defending the net“. TED.

[4] „Using Cisco Meraki MX . Business Insider. 20 November 2013.

[5] Verton, Dan (28 януари 2004). „DHS launches national cyber alert system“. Computerworld (IDG).

[6] Ransomware. // Freedomonline.bg..

[7] Types of Ransomware Attacks. // Distributed Denial of Service Attacks(DDoS) Resources, Pervasive Technology Labs at Indiana University. Advanced Networking Management Lab (ANML), 3 декември 2009. Архивиран от оригинала на 14 септември 2010.

[8] Global Ransomware Landscape Q1 2017.

[9] Глава 12. Атаки Ransomware. Техническая библиотека lib.qrz.ru.. (на руски).

[10] Phishing attacks and countermeasures. Handbook of Information and Communication Security. Springer, 2010.

ЕФЕКТИВНИ РЕШЕНИЯ ЗА АВТОМАТИЗАЦИЯ В ХРАНИТЕЛНО-ВКУСОВАТА ПРОМИШЛЕНОСТ

EFFECTIVE FOOD AUTOMATION SOLUTIONS

Елена Иванова Метева
elenamarkova@yahoo.com

Elena Ivanova Meteva
elenamarkova@yahoo.com

Abstract

The food industry is facing significant challenges driven by the growing global population, increased consumer demand for diverse foods, limited access to cheap labor, and stricter legislation. These factors compel producers to seek innovative strategies, methods, and tools to adapt and evolve. Industrial robots and automation systems are expected to play a pivotal role in addressing these challenges, despite their relatively slower integration in the food industry compared to other manufacturing sectors. This study aims to explore flexible automation solutions tailored to specific production requirements, focusing on the various applications of robots in food handling and processing, palletizing, packaging, and serving food.

Keywords: effectivity, food, automation

ВЪВЕДЕНИЕ

Зад нарастващото търсене на пакетирани хранителни продукти на фона на глобализацията и урбанизацията поставя безпрецедентни изисквания към хранително-вкусовата промишленост по отношение на производството, безопасността и качеството. Закупуването на допълнителни машини и наемането на допълнителен персонал обаче не винаги е рентабилен вариант за производителите в тази област. Компаниите в тази индустрия могат да намерят гъвкави и адекватни отговори на предизвикателствата на съвременния пазар на автоматизация. Постепенното увеличаване на нивото на автоматизация на производствените мощности постоянно остава един от основните приоритети в историята на хранителната индустрия през последните години.

Автоматичните системи за мониторинг, технологичните линии и спомагателното оборудване са сред инструментите за ефективност, в които инвестират все повече компании от индустрията. За да се подобри ефективността на производството, самоуправляващите се превозни средства и други системи за автоматизация за вътрешно фабрично транспортиране на суровини и готови продукти стават все по-популярни. В допълнение към предимствата на ефективността, решенията за автоматизация като опаковъчни линии, основната цел на тази мащабна технологична модернизация е подобряване на производителността, стриктно спазване на високите стандарти за безопасност и оптимизиране на качеството.

Сред най - търсените технически решения в областта през последните години са автоматизирани системи за наблюдение на различни процеси. Интелигентни машини, линии и спомагателно оборудване за първична и вторична обработка на храни. Автоматизирана система за нарязване, пълнене, дозиране и т.н. е все по-популярна. Нараства търсенето на

автоматични гранулатори и екструдери за производство на различни течни, твърди и прахообразни продукти готови за консумация.

Един от най-ефективните начини за автоматизация в хранително-вкусовата промишленост са конвенционалните автоматизирани производствени линии. В тях суровината се подава в единия край на линията, преминава през различни етапи на обработка и се превръща в завършен продукт, опакован за получаване на крайния продукт. Продължителността на работния цикъл е няколко пъти по-кратка, отколкото при конвенционалните монтажни линии, където хората извършват индивидуална работа. Освен това позволява да се поддържа високо качество и да се подобри безопасността на операторите, които запазват контролните функции, но не трябва да рискуват здравето си при извършване на тежки, отнемащи време, повтарящи се или опасни работи.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1.**Автоматизирани приложения в хранително-вкусовата промишленост**

Роботиката и автоматизацията в хранително-вкусовата промишленост имат огромен потенциал за подобряване на безопасността, качеството и рентабилността в различните етапи на производствените процеси. Автоматизирането на новите технологии е много трудна задача в съвременната индустрия, тъй като те могат да обхващат различни аспекти на производствения процес. Автоматизацията е връзката между механизацията и компютъризацията. Предвид настоящата ситуация, повечето хранителни предприятия са напълно или частично автоматизирани. По принцип роботизираните системи се използват за избор и поставяне на продукти, опаковане на палети, както и за сервиране на ястия в ресторанти за обществено хранене.

Роботният палетизатор е разделен на опаковъчни и палетизиращи машини за хранително-вкусовата промишленост.Той се използва за палети с бисквити, напитки, сладкиши и други хранителни продукти. Предимството на използването на този тип роботи в хранително-вкусовата промишленост е, че няма повреда на опаковката. Визуалните сензори се използват за определяне на височината на стека на отделните стекове и ориентацията на кутиите в палетите.[3].

Инспекция и тестване -този тип роботи се използват за проследяване и окачествяване на готови изделия в хранително-вкусовата промишленост. Контролът обикновено се извършва с помощта на множество камери за проверка на желаното качество на крайния продукт. След маркирането роботът участва в операцията за проверка. Некачественият продукт се отстранява, а готовият продукт се пакетира за окончателно транспортиране до пазара. Напоследък в компютърните платформи се използват множество видеокамери за проверка на качеството на различни хранителни продукти. Тези камерни системи са с ниска цена, но с висока производителност.[4, 5]

Роботи за готвене- Роботите от тази категория могат да работят в тежки условия. Чистотата и редът в работата се осигуряват чрез визуален контрол, който не само помага да се предотврати изгарянето на ръцете, когато човешки оператор случайно докосне плота.

Сервизните роботи напоследък се използват за задоволяване на нуждите на ресторантите, като приемане на гости или разпределяне на ястия между клиентите [6]. Понякога не използваме истински роботи, а вместо това използваме прототипи, за да демонстрираме реални роботи в тази област [7]. Японските суши ресторанти например пуснаха напълно автоматизирана система за сервиране на ястия за своите клиенти и сега стават все по-популярни.

2.**Приложиние на автоматизирани системи в прерабатката на хранителни продукти**

Хранителната промишленост се занимава с преработка на храни, включител-

но морски дарове, пресни плодове и зеленчуци, месо (преработено и сурово), млечни продукти, напитки, сладкарски изделия и зърнени храни [8]. Най-важните операции на единица продукция, използвана в хранително-вкусовата промишленост, са почистване, разделяне, смилане, смесване и пренос на топлина, концентриране, сушене, разпенване и опаковане [12]. В съответствие с най-новите разработки, роботи и системи за автоматизация се използват във всички области на хранително-вкусовата промишленост. Понастоящем в нея се използват рентабилни и печеливши решения за автоматизация, за да увеличи производството в сектора, който използва ръчни системи. Тъй като ангажиментът към ръчния труд се разглежда като концепция, роботизацията на преработвателните/производствените предприятия става по-голям приоритет. В сравнение с ръчните системи, след използването на роботика и автоматизирани системи за обработка на храни, производителността се е увеличила с 25%. Въпреки това, степента на приемане варира в зависимост от хранителния сектор [14]. По този начин това се влияе от няколко фактора, като нивото на автоматизация, броя на използваните роботи и колебанията в продуктовата гама поради промяната в потребителското търсене. Яйчната индустрия използва онлайн методи за сортиране на яйца. Онлайн инспекцията на птици използва система с множество камери за точно откриване и идентифициране на трупове, негодни за консумация от човека [9]. Камерата следи качеството на яйцата, преминаващи през системата, а изображенията се анализират цифрово. Предимствата на точността на откриване на дефектни яйца се увеличават и степента на сортиране става висока.

Системите за автоматизация са фокусирани предимно върху конкурентния успех и безопасността на хранително-вкусовата промишленост или производителите. Автоматизираните системи имат редица предимства за отрасъла, включително повишена производителност, качество на продукта и подобрена хигиена и безопасност при работа. Освен това използването на автоматизирани системи може да помогне за намаляване на нараняванията и намаляване на разходите за труд.

3. Изисквания за избор и внедряване на автоматизирани системи в хранително-вкусовата промишленост

Хигиена на храните

Хигиената на храните е необходимо условие за осигуряване на тяхната безопасност от производството до консумацията. Хранителните продукти могат лесно да бъдат замърсени на всеки етап от експлоатацията в предприятието, включително, прибиране на реколтата, преработка, съхранение, разпространение, транспортиране и приготвяне. Хранителните роботи могат удобно да гарантират безопасността на храните (чистотата) при производството на всякакви храни и напитки, вместо да използват ръчна система. Всички външни компоненти трябва да бъдат видими за проверка и достъпни за ръчно почистване. Роботизираните грайфери обработват продуктите и ги измиват с промишлени почистващи препарати и гореща вода под налягане, за да осигурят чистота[15]. Повърхностите на роботите и машините са гладки, лесни за почистване повърхности, които са устойчиви на повечето корозивни вещества .

Разходи

Големите производствени линии могат да осигурят производствена система с ниски разходи, използвайки система за автоматизация, която осигурява гъвкавост на производствената линия. По този начин е по-изгодно от ръчният начин на труд , тъй като разходите за него, които трябва да бъдат платени, намаляват. Първоначалните разходи за инсталиране на автоматизирана система са високи, но оперативните разходи се намаляват, за да се получат по-високи печалби.

Безопасност на работниците

Основната концепция за осигуряване на безопасността на служителите е отделянето на автоматизираните системи от човешкия труд. Новите изображения, които включват записване на текущите дейности и отчитане на контекста и приложимите обстоятелства, ще дадат на служителите достъп до потенциално опасни възможности, на които могат да бъдат изложени поради движението на робота.

Лесна работа и поддръжка

За лесна работа роботът трябва да бъде с подходящ размер по отношение наличното работно пространство, така че да може да изпълнява необходимите задачи. Програмирането на конфигурацията на робота трябва да бъде проектирано по такъв начин, че да улесни работата на потребителя чрез подобряване на управлението и поддръжката на процесите осигурявайки надеждна работа на робота и автоматизираните системи[10].

4. Предизвикателства при внедряване на ефективни решения за автоматизация в хранително-вкусовата промишленост

Като цяло в хранително-вкусовата промишленост възникват сериозни проблеми, свързани с използването на ръчни системи и тези проблеми се решават с помощта на високо прецизни автоматични роботизирани технологии.

Основните изисквания са безопасността и хигиенните фактори, поради което е необходимо да се предотврати замърсяването на околната среда и да се спазват санитарните изисквания. При производството на роботи за хранително-вкусовата промишленост в конструкцията се използва избрано защитно покритие. Например: оборудване на основата на епоксидна смола или неръждаема стомана. Тези роботи използват хранителни смазочни материали, тъй като неръждаемата стомана не реагира химически с почистващи препарати, киселини или основи, присъстващи в хранителните материали [11].

Софтуерните решения са неразделна част от разработването на роботика и системи за автоматизация в производствените линии. Софтуерът трябва да бъде стабилен в хранително-вкусовата промишленост поради бързата промяна на типа продукт. Разработването на оптимални и евтини енергийни решения винаги е от съществено значение за прилагането на такива системи.

Работата с роботи с огромни полезни възможности, осигуряването на консумацията на енергия, необходима за индустриалните процеси, е една от предизвикателните области, тъй като необходимата мощност се увеличава. Консумацията на енергия трябва да се следи, да се избягва загубата й и да се анализират енергийните нужди.

Свързаните интегрирани производствени машини предлагат много ценни предимства на компаниите, които се стремят да разширят своите технологични възможности чрез целенасочени инвестиции в най-новите инструменти за автоматизация, чрез които процесите и оборудването на различни етапи от производството, като обработка на суровини, дозиране, бутилиране и разпределение на крайния продукт, могат да обменят информация в реално време и да се синхронизират, за да оптимизират целия процес. В резултат на тази многопосочна настройка се постига по-висока гъвкавост и ефективност на производството, намалени загуби и повишена рентабилност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роботите, изкуственият интелект и сложните алгоритми за машинно зрение са само част от най - модерните иновации, които са част от съвременното производство. Процесът на дигитализация на индустрията е постоянен отговор на нарастващото търсене на пакетирана храна през последните години, съчетано с разширяващата се урбанизация и постепенното преминаване на съвременни-

те хора от селскостопанските реалности към мегаполисите. За да направят съответните предприятия конкурентоспособни на динамичния и пренаситен съвременен пазар на храни, е необходимо да се произвеждат много повече единици от преди, като се произвеждат по-бързо, по-икономично и по-ефективно.

Високопроизводителните машини сами по себе си вече се оказаха недостатъчни, за да отговорят на такова прекомерно потребление. Необходимостта от интелигентно и свързано оборудване, способно да функционира в една мрежа, да взаимодейства помежду си, да обменя данни, да извършва самонаблюдение, самодиагностика, самокорекция, изчезва. Интелигентното цифрово производство стана възможно днес благодарение на еволюцията на автономните производствени машини в напълно интегрирани и съвместими кибер-физически системи, способни да реагират в реално време на промените в търсенето и условията на труд. По този начин класическата индустриална автоматизация се слива с функциите на информационните и комуникационните технологии. Тези масиви от информация могат да бъдат избрани, организирани, обработени, анализирани и съхранявани за различни цели от мониторинг на състоянието на оборудването до прогнозна поддръжка, проучване на тенденциите в производителността и идентифициране на зони и системи, които потенциално могат да подобрят енергийната, ресурсната и икономическата ефективност.

Това гарантира безупречно качество и безопасност на крайния продукт, както и постигането му с максимална ефективност. Функцията за самодиагностика на интелигентното устройство на съвременната цифрова фабрика може да се използва за решаване на редица критични проблеми, предстоящи повреди и неизправности, както и свързаните с тях разходи и ненужно производство, което води до значително намаляване на времето за доставка на продукта от входа на фабриката до рафтовете на магазините, допринасяйки за цялостна оптимизация на бизнеса, разходите и печалбите.

ЛИТЕРАТУРА

[1] J. F. Lindström, M. Bellgran, A model for parallel levels of Automation within manufacturing, 18th international.

Conference on Production Research, Italy, 2005.

[2] J. Iqbal, Z.H. Khan, A. Khalid, Prospects of robotics in food industry, Food Sci. Technol (Campinas) 37 (2), 2017 https://doi.org/10.1590/1678-457X.14616.

[3] HBB. (2015, 2nd February). Power and Productivity for a better world.

[4] H. A. Pierson, M. S. Gashler, "Deep learning in robotics: a review of recent research," Advanced Robotics, vol. 31, pp. 821-835, 2017.

[5] L. Pan, S. Pouyanfar, H. Chen, J. Qin, and S.-C. Chen, Deep Food: Automatic Multi-Class Classification of Food Ingredients Using Deep Learning," in 2017 IEEE 3rd International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC), 181-189, 2017.

[6] M. Sedacca. Are Robots Really Destined to Take over Resturant Kitchens?, 2006.

[7] M. Asif, Jan, S., Ur Rahman, M., & Khan, Z. H., Waiter Robot – Solution to Restaurant Automation," in 1st Student Multi-Disciplinary Research Conference (MDSRC), Wah, 2015.

[8] A. Meshram, G. Singhal, S.S. Bagyawant, N. Srivastav, Plant- Derived enzymes; A Treasure for Food.

[9] H. A. Pierson, M. S. Gashler, "Deep learning in robotics: a review of recent research," Advanced Robotics, vol.

31, pp. 821-835, 2017.

[9] A. Gordon Food safety and quality systems in developing countries, Academic Press, 2020.

[10]T. Brogårdh, "Present and future robot control development—An industrial perspective," Annual Reviews in Control, vol. 31, pp. 69-79, 2007.

[11]Khan, Z.H.Ali, A.S, &raiz, Z. Iintelligence for decision support in cyber – physical system (Vol – S40). Spinger.

[12] V.O. Alvarenga, F.B. Campagnollo, L. do Prado-Silva, C.N. Horita, M.Y.R. Caturla, E.P.R. Pereira, A. Crucello,

A.S. Sant'Ana. Impact of Unit Operations From Farm to Fork on Microbial Safety and Quality of Foods. Adv Food Nutr Res. 85:131-175, 2018. doi: 10.1016/bs.afnr.2018.02.004. Epub 2018 May 2. PMID: 29860973.

[13] G. Saravacos, A.E. Kostaropoulos, Equipment for novel food processes handbook of food processing equipment, 605-643). Springer, 2016.

[14] E. Saldaña, R. Siche, M. Luján, R.Quevedo, Review: Computer vision applied to the inspection and quality control of fruits and vegetables. Brazilian Journal of Food Technology, 16(4), 254-272, 2013. http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000031.

[15]S. Oberer and R. D. Schraft, Robot-dummy crash tests for robot safety assessment, in Robotics and Automation, 2007 IEEE International Conference on, 2934-2939, 2007.

МЕТОДИКА ЗА ВНЕДРЯВАНЕ НА ЛИЙН В МИКРО, МАЛКИ И СРЕДНИ ПРЕДПРИЯТИЯ

METHODOLOGY FOR IMPLEMENTATION OF LEAN IN MICRO-, SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES

Zina Hristova
PhD Student Department of Economics, Industrial Engineering and Management, Technical University of Sofia, zinazankova@mail.bg

Abstract

This publication presents an adapted general methodology for introducing Lean production into Bulgarian micro-, small, and medium-sized enterprises has been proposed. The essence of the methodology is described. The introduction of this methodology provides a competitive advantage for manufacturers because it minimizes the costs and improves the productivity and the quality of the production. She allow continuous improvements with the active involvement of staff.

The implementation of this concept requires minimum financing. It can be done by the company independently or with the assistance of limited number of consultants.

Keywords: Lean production, micro-, small, and medium-sized enterprises, adapted general methodology.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последното десетиление, средата в която производствените предприятия осъществяват своята дейност, съществено се промени. Очакванията и нагласата на клиентите се превърнаха във водещ фактор за развитие на индустрията.

За да останат конкурентоспособни на пазара и по-устойчиви към икономическите промени, предприятията от всички страни се стремят да минимизират разходите, да увеличат ефективността на работния процес и да подобрят качеството на продукцията си.

Поради ограничените си технически и финансови ресурси, най-потърпевши от промените, са микро-, малките и средни предприятия. За да могат да се възползват от новите хоризонти за развитие на бизнеса, е необходимо те да предприемат промяна. Да проявят организационна гъвкавост, насочвайки вниманието си към нови концепции, методи, инструменти и добри практики.

Една от възможностите е концепцията на Лийн-производството. То е сравнително нов подход, който позволява по-разнообразно производство при по-ниски разходи, в по-малки количества и по-кратки срокове за доставка. Целта е да се намалят, или премахнат всички дейности, които консумират ресурси и не добавят стойност, т.е. тези, за които потребителят не иска да плати.

Приложението му освен в големите производствени предприятия, през последното десетилетие навлезе с бързи темпове и в микро-, малките и средни предприятия по целия свят.

Концепцията е разработена от японската фирма Тойота и доразвита от американски учени от Масачузетския технологичен институт. Включва голям брой инструменти и техники [1] за повишаване ефективността на работата, чрез непрекъснато усъвършенстване с малки промени. Въвеждането им помага на предприятията да бъдат по-конкурентоспособни, с ресурсите с които разполагат.

Терминът „Лийн“ се използва, като съкращение на Лийн-производство и означава „постно“, „пестеливо“.

Въпреки, че концепцията е доказала своята ефективност и е въведена в много МСП по света, у нас тя не е толкова популярна.

От направеното литературно проучване е установено, че в научната литература у нас до края на 2021 г. има публикации за български предприятия въвели инструменти на Лийн, но в тях не се посочва колко на брой и какъв вид са въведени в МСП. В България, за разлика от някои други страни по света, все още не се води статистика или поддържа сайт на предприятия, които са въвели инструменти на Лийн-производството.

Поради липса на такива данни, в началото на 2022 г. е направено анкетно проучване сред обучителни фирми от цялата страна, занимаващи се с обучение и въвеждане на различни концепции, което установява, че въвеждането на Лийн сред този тип предприятия е незначително [2].

За да бъде изяснена причината за този резултат и запълнена празнината в научната литература, същата година (2022 г.), е проведено друго анкетно проучване. То обхваща български микро-, малки и средни предприятия, избрани на случаен принцип от цялата страна, в които се осъществява производствена дейност, но не са въведени инструменти на Лийн. Установено е, че един от главните фактори, поради който Лийн-производството не се внедрява масово в тях [3], е липсата на подходяща методика за въвеждане на инструментите му.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съществуват различни методики за прилагане концепцията на Лийн, предлагани от консултански фирми, учени – теоретици и практици по целия свят.

От проучените най-популярни и известни такива, които са създадени от James Womack, Taiichi Ohno, Michael Vader, Jeffrey Liker, Shigeo Sing, Dennis Hobbs, нито една не е универсална и напълно приложима за микро-, малки и средни предприятия.

Поради тази причина, в настоящият доклад, авторът предлага, адаптирана методика, за въвеждане на подходящи инструменти на Лийн в трите типа предприятия, която е представена на Фигура 1.

Първата и много важна стъпка е осъзнаване нуждата от промяна в работата на предприятието от ръководството.

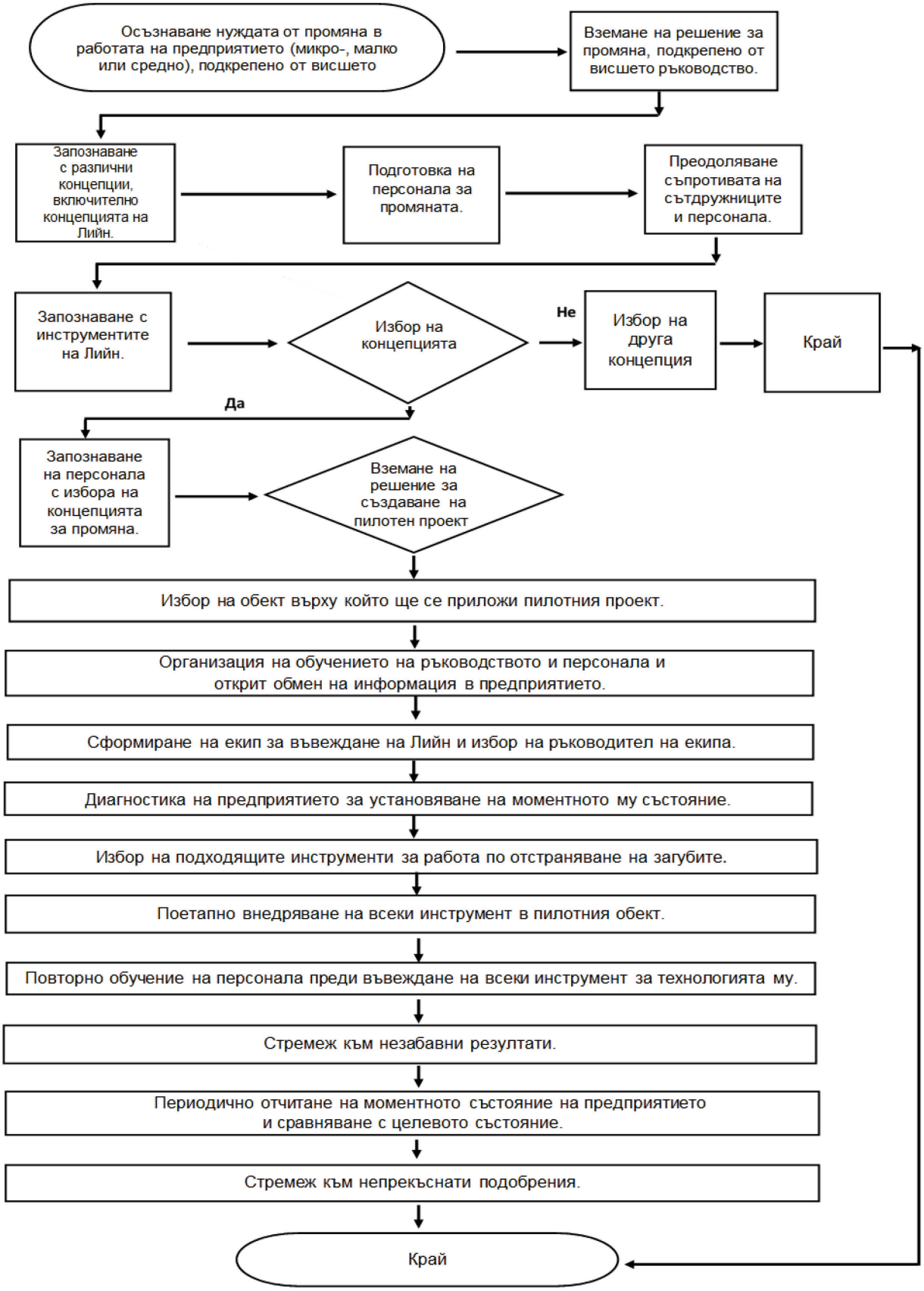
В динамично развиващата се среда на нашето време всяка организация, за да оцелее трябва да бъде способна да се променя, за да отговори на измененията на средата в която съществува. Много често промяната е не само един от най-важните процеси в една организация, а и е единствената възможност за нейното оцеляване [4]. Много са факторите, които предизвикват и налагат промени в организациите. Някои от тях са:

- промяна в икономическата ситуация;
- промени в технологиите;
- натиск на конкуренцията;
- натиск от страна на клиентите;
- въвеждане на ново организационно поведение и умения;
- държавни регулации, закони и др.

Втората стъпка е вземане на решение за промяна [5] подкрепено от висшето ръководство. То е свързано със създаване на нова организация на работната среда, проектиране на нови работни процеси, въвеждането на нови технологии и привличане на персонала към нововъведенията във всички сфери на дейността на организацията.

Третата стъпка включва запознаване с различни концепции, включително и концепцията на Лийн. За да бъде успешна промяната е важно, да се оценят потенциалните възможности на предприятието и чак след това да се избере съответната концепция.

Четвърта стъпка: Преди започване на каквато и да е промяна, всички служители трябва да бъдат информирани



Фиг. 1. *Методика за въвеждане на лийн-производство в микро-, малко и средно предприятие.*

и подготвени, за това че предстои такава и защо е необходима, до каква степен всеки служител ще бъде засегнат лично от нея относно работа, заплащане и допълнителна квалификация.

Стъпка **пет:** Промяната най-често се свързва с несигурност и неопределеност на служителите [4]. Поради тези особености много често е налице противопоставяне на промяната. Тя нарушава вече изградени навици, чувство за удобство, неразбиране. Това може да доведе до съпротива. Има три вида съпротива срещу промяната – съпротива срещу самата идея да се прави промяна, съпротива срещу действията по провеждане на промяната и съпротива към очакваните последици от промяната.

За преодоляване на съпротивата на съдружниците и служителите е препоръчително да се приложат някои правила и техники. Препоръчително е да се даде достатъчно време на съпротивляващите се да осмислят ползите от промяната. Също така да бъде осигурено участие на всички засегнати, или да им се създаде усещането за участие. Друг начин е промяната да се започне постепенно, да се избере удобният момент, да се измести вниманието, или да се въвлекат противниците на промяната и др.

Стъпка **шест** включва запознаване с различните инструменти на Лийн. Това може да стане по няколко начина. Първият е получаване на информация от предприятия, вече въвели такива инструменти. При този вариант може нагледно да се добие представа за възможностите на Лийн-концепцията и да се научи спецификата на изпълнението. При невъзможност да се посети такова предприятие, може да се потърси информация от обучители, занимаващи се с обучение и въвеждане на Лийн-инструменти, които да разяснят принципите на Лийн пред ръководството на предприятието, като представят неговите предимства и недостатъци. Друг начин за информиране е чрез интернет източници, научни статии и литература, въпреки, че в България няма много публикации по темата.

Стъпка **седем:** След преминаване на шестте стъпки се взема решение, коя от концепциите да бъде избрана, като най-подходяща за предприятието.

При избор на друга концепция и концепцията на Лийн бъде отхвърлена, това слага край на проекта.

При избор на концепцията на Лийн се преминава към стъпка **осем**. Преди да се осъществи процесът на внедряването, ръководството и персонала трябва да бъдат информирани за същността на Лийн-концепцията, какви са предимствата и ползите, очаквани от изпълнението й.

Причината, поради която въвеждането на Лийн е претърпяло провал в много предприятия по света е, че служителите не са добре информирани за същността на концепцията.

Въвеждането на инструментите може да бъде направено от самото предприятие със собствен ресурс, ако разполага със специалисти, запознати с принципите и методите на Лийн (предимно в средните предприятия), или с помощта на консултанти, ако е микро- или малко и не разполага с наличен обучен персонал.

Стъпка **девет:** Вземане на решение за създаване на пилотен проект.

Пилотния проект е малък по мащаб експеримент или серия от наблюдения, предприети, за да се реши как и дали да стартира пълномащабният проект [6]. Той е временен и е предназначен за обучение и придобиване на практически опит при прилагането на нови процеси, методи и инструменти и за преодоляване страхът от непознатото. Критериите, по които се избира проекта са различни в зависимост от нуждите, приоритетите и типа на предприятието.

За постигне на максимален ефект от пилотния проект е необходимо, той да бъде изпълнен в реална работна среда и да бъде разглеждан като истински пълноправен проект.

В стъпка **десет** се избира обект, върху който ще се приложи пилотния проект.

Пилотните обекти при въвеждане на Лийн-инструменти се избират в зависимост от типа на предприятието. За средни предприятия това може да бъде цех или производствена линия, докато при микропредприятията може да са едно, или няколко работни места. Критериите за избор на пилотни обекти са много. Предприятието трябва да избере такива критерии за обект, които са най-подходящи за него. Може да бъдат избрани тесните места в производството, или там където има най-големи загуби. Подходящ избор биха били обектите, където има най-квалифициран или най-дисциплиниран персонал, както и тези с най-компетентен, или отговорен ръководител.

В следващата **единадесета** стъпка се преминава към организиране на обучение и открит обмен на информация в предприятието под формата на работни срещи, семинари, външни и вътрешни обучения, относно принципите на Лийн и начините на тяхното прилагане. Стартира се с обучение на ръководството, а след това и на целия персонал.

Стъпка **дванадесет**: След приключване на обучението се преминава към сформиране на екип за въвеждане на Лийн. При съставяне на такъв екип трябва да се вземат предвид уменията на хората и да се включат добри „агенти на промяната". Целесъобразно е в него да бъдат включени технолози, производствени мениджъри, ръководителите, или работниците от пилотните обекти, както и собствениците на предприятието. Избира се ръководител на екипа, който да координира действията му.

Процесът на внедряване на инструменти на Лийн не е еднозначно определен, което означава, че всяко едно внедряване е само по себе си. Поради това преди въвеждане на даден инструмент на Лийн в микро-, малко или средно предприятие е необходимо да бъде формиран и обучен екип по въвеждане.

Стъпка **тринадесет:** След преминаването на всички горепосочени стъпки, се преминава към въвеждане на инструменти на Лийн в предприятието.

Инструментите на Лийн не се въвеждат в строго определен ред в микро-, малките и средни предприятия, а според възможностите на специалиста (обучителя) и според нуждите на предприятието.

Не е задължително, но е препоръчително, въвеждането на Лийн да започне с инструмента - „Картографиране на потока от стойности" (Value Stream Mapping - VSM) [7]. С този инструмент се прави диагностика за установяване на моментното състояние на предприятието и наличните загуби, като се изготвя карта на потока от стойност на избран произвеждан продукт или продуктова линия. За прецизно изработване на картата на моментното състояние е препоръчително, а в повечето предприятия наложително в тази стъпка да бъде включен външен специалист или обучител по Лийн като консултант.

Когато картата на моментното състояние е готова, се прави прецизен анализ от екипа по въвеждане на Лийн, за установяване на проблемните места и загубите, след което се построява карта на бъдещото състояние на потока от стойност (целево състояние). Тази карта трябва да изобразява идеалното състояние на потока на стойността, което предприятието желае да постигне и това трябва да бъде съгласувано с висшето ръководство като крайна цел.

Стъпка **четиринадесет**: След построяването на бъдещата карта на стойността, става възможно да се определи кои Лийн-инструменти са най-подходящи за работа по отстраняването на загубите.

Поради не доброто финансово състояние на голяма част от микро-, малките и някои средни предприятия, авторът смята, че най-подходящите инструменти за работа по отстраняване на загуби са Лийн-инструменти, при които се постигат бързи резултати с минимални средства. Такива инструменти са: 5S и 6S,

Kaizen, VSM, TPM, SMED, Метод 5 „Защо“ и Спагети диаграма.

Стъпка **петнадесет**: За постигането на желаните резултати е важно внедряването на всеки инструмент в пилотния обект да става поетапно, а не едновременно. Препоръчително е след диагностицирането да се започне внедряване на 5S и 6S.

Инструментът е набор от правила за организиране на работното пространство [8]. Добре изпълнен, ще създаде основа за прилагане на други Лийн- инструменти, защото ще определи нуждата от тях.

Стъпка **шестнадесет**: Практиката е показала, че е наложително повторно обучение на персонала преди въвеждането на всеки инструмент във връзка с технологията му.

Стъпка **седемнадесет**: Въвеждайки инструмент на Лийн, предприятието трябва ежедневно да се стреми към незабавни резултати, не само да ги постигне, но и да ги задържи.

Стъпка **осемнадесет**: За да е ясно какъв е резултатът от въвеждането на всеки инструмент е необходимо периодично отчитане на моментното състояние на предприятието и сравняването му с целевото състояние.

Стъпка **деветнадесет**: Въвеждайки инструменти на Лийн, предприятието трябва ежедневно да се стреми към непрекъснати малки подобрения за задържане на получените резултати и за постигане на още по-високи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лийн е непрекъснат процес, който продължава с години. Успешното му внедряване изисква дългосрочна ориентация.

Въвеждането на инструменти на лийн-производството в избрания тип предприятие (микро, малко или средно), по представената от автора методика, помага на предприятията да станат по-гъвкави и конкурентноспособни с ресурсите с които разполагат.

Лийн-инструментите могат да повлияят на ефективността на труда чрез малки промени допринасящи за повишаване на производителноста. да бъдат намалени разходите, чрез премахване на различни видове загуби (за престой на оборудването, загуба на работно време, загуби от отпадъци и др.). да се намали до минимум вероятността от извънредни ситуации, както и да допринесат за създаването на по-благоприятна атмосфера на работното място.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Селезнева А. В. Инструменты бережливого производства на благо российских компаний Вестник ПНИ ПУ, 2014, Машиностроение, материа- ловедение Т. 16, № 4 УДК 658.018.

[2] Hristova Z. Empirical Research of Micro, Small and Medium-Sized Enterprises in Bulgaria, Introducing Lean, p. 144, XXI-I.S. Conference “Management and Engineering’23” SD of TU-Sofia, 2023 ISSN 1314-6327, June 25-29, 2023 Sozopol, Bulgaria

[3] https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp22/5.1/5.1-2.pdf

[4] Петрова Е. 2011, Проблеми на постмодерността, Том I, Брой 2, 2011 Перспективи пред „Управление на промяната”.

[5] https://obuch.info/upravlenie-na-promyanata.html

[6] https://stenco-rostov.ru/bg/guide/dlya-chego-ispolzuetsya-kartirovanie-potoka-sozdaniya-cennosti-potok/

[7] https://www.conceptdraw.com/solution-park/business-value-stream-mapping

[8] https://www.novavizia.com/sistema-5s-za-organizatsiya-na-rabotnoto-myasto/.

НАПРАВЛЕНИЕ 4

МАШИНОСТРОЕНЕ

ИЗСЛЕДВАНЕ НА МИКРОТВЪРДОСТТА И СТРУКТУРАТА НА РЕЗБОВИ ПОВЪРХНИНИ, ПОЛУЧЕНИ ЧРЕЗ ФОРМООБРАЗУВАНЕ С РЕЖЕЩО-ДЕФОРМИРАЩИ МЕТЧИЦИ

INVESTIGATION OF THE MICROHARDNESS AND STRUCTURE OF THREADED SURFACES OBTAINED BY FORMING WITH CUTTING – DEFORMATION TAP

Христо Радев
hradew81@abv.bg
катедра МТТ, ТУ-Габрово, 5300, БЪЛГАРИЯ

Hristo Radev
hradew81@abv.bg
Department of Mechanical Engineering and Technologies, Technical university Gabrovo

Abstract

The article presents the results of the conducted study of the microhardness and structure of threaded surfaces obtained by forming with cutting-deforming taps in materials with different physical and mechanical properties - aluminum alloy Al2024T3, copper Cu 99.9 and steel C 50. Through the observed changes in the structure of the materials, the presence of a surface hardening zone is proven. There is also an increase in the hardness of the surface layer for the three processed materials.

Keywords: taps, micro grinding, cutting-deformation tap, microhardness, thread.

ВЪВЕДЕНИЕ

Метчиците са най-широко използваните инструменти за обработване на вътрешни скрепителни резби с диаметри до 12 mm. В зависимост от методите за формообразуване на резбата те се класифицират в три основни групи – режещи, деформиращи (безстружкови) и комбинирани режещо-деформиращи.

При обработването на резби чрез пластична деформация с деформиращи метчици значително влияние оказват физико-механичните свойства на обработвания материал, като структурата на метала на формираните резби не се изрязва, а следва контура на профила на резбата и е изтеглена по направление на изтичането на метала. При този метод изходният материал, имащ хаотично ориентирана равномерна структура и свойства, след формообразуване получава ориентирана структура с влакнист характер [4, 6, 10].

При обработване чрез рязане физико-механичните свойства на повърхностния слой на метала почти не се отличават от свойствата на основния метал вследствие на отсъствието на пластична деформация. Резбата се формира чрез изрязване на прибавка, като по този начин структурата на материала се прекъсва, а зърната на метала са разположени без определена ориентираност спрямо контура на обработената повърхнина [4, 7, 9, 12].

Комбинираната обработка, съчетаваща процесите рязане и пластично деформиране, притежава редица предимства от гледна точка на обезпечаване на основните качествени показатели на резбовите

съединения. Това се обяснява с по-голямата твърдост на повърхностния слой на обработената резба, положителното влияние на повърхностните натискови напрежения, стабилната висока точност и малката грапавост на повърхнините [1-3, 6, 8].

При комбинираната обработка с режещо-деформиращи метчици формираната резба в по-дълбоко разположените слоеве също е с прекъсната структура, но в повърхностния слой има изразена влакнеста структура което се обяснява с наличието на деформационна част на инструмента.

Установено е, че по-високи стойности на микротвърдостта се получават при по-ниски скорости на формообразуване и зависят от геометричните параметри на инструмента [1-4, 7, 8, 11].

Анализа на представените в литературата резултати [1-3, 6, 8, 10] от проведени изследвания на процеса формообразуване на резби с режещо-деформиращи метчици показва, че не са изследвани в достатъчна степен структурата и физико-механичните свойства на обработените резбови повърхнини за различни материали.

Целта на статията е да се изследват структурата и разпределението на микротвърдостта в повърхностния слой на резбови повърхнини на детайли от материали с различни физико-механични свойства (алуминиева сплав, мед и средновъглеродна стомана), обработени чрез формообразуване с режещо-деформиращи метчици.

ИЗЛОЖЕНИЕ

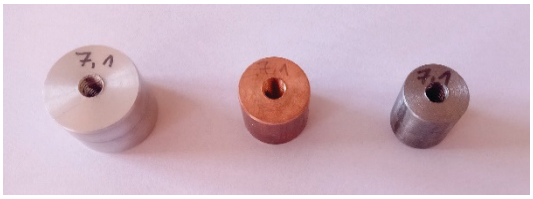
1. Инструменти, материали, методи и апаратура

За провеждане на изследването е използвана оригинална конструкция на режещо-деформиращ метчик М8 [5, 6] с ъгъл на наклона на стружковите канали λ_s=9°(фиг. 1). В качеството на обработвани материали са използвани алуминиева сплав Al 2024T3, мед Cu 99,9 и стомана С50, физико-механичните свойства и химичен състав на които са представени в табл.1



Фиг. 1 *Режещо-деформиращ метчик с наклон на стружковия канал* λ_s=9°

От тези материали са изработени заготовки тип „втулка“ с външен диаметър ф22 mm и дължина 20 mm, а диаметърът на отвора е do=7,1mm (фиг. 2). За постигане на необходимата точност отворите са обработени чрез пробиване и райберoване.



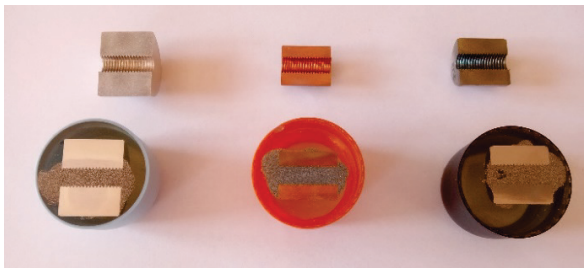
а) *б)* *в)*

Фиг. 2 *Изследвани заготовки от алуминиева сплав Al 2024T3(а), мед Cu 99,9(б) и стомана С 50(в)*

След получаване на резбовия профил образците са разрязани по оста на резбите, на нишкова ерозийна машина AGIE 100, като по този начин се избягват допълнителните физико-механични влияния, получавани при отрязване чрез фрезоване с дискова фреза.

От получените образци са обработени микрошлифове, като са залети с епоксидна смола и метален прах (фиг. 3). Те са проявени със следните проявители:

- За алуминиева сплав Al 2024T3 – 1% HF+1.5%HCl+95%H2O;
- За мед Cu 99,9 – HNO3:HCl=1:3 (Царска вода);
- За стомана С 50 – 5%HNO3 в EtOH;



Фиг. 3 *Подготвени надлъжни шлифове*

Структурата на материалите е изследвана чрез наблюдение на микроскоп CMEX PRO 5 с камера за наблюдение DC5000P (фиг. 4), като изследваните образци са наблюдавани с увеличение на обектива 50 и 200 пъти.

Табл.1 *Физико-механични свойства и химичен състав на изследваните материали*

Обработван материал	Твърдост HV	Якост на опън σ_B, MPa	Химичен състав, %
Al2024T3	135	460	Al 90.7, Cr <0.1, Cu 3.8, Mg 1.2, Mn 0.3, Si <0.5
Cu99,9	178	520	P 0.05-0.07
C50	279	630	C 0.5, Si 0.103, Mn 0.8, Ni <0.25, Cr 0.11, S 0.03



Фиг.4 *Микроскоп с камера CMEX PRO 5 DC5000P*

Измерванията на повърхностната микротвърдост $HV_{0,01}$ са извършени в Технически университет – Габрово посредством микротвърдомер *ZHVμ* Zwick/Roell, с възможност за компютърна обработка на резултатите от измерването (фиг.5). Стойностите на микротвърдостите са измерени и съответстват на стандарт DIN EN ISO 6507-1:2018.

Измерва се твърдостта на повърхнината, на формираната резба, за всеки от изследваните материали като са направени измервания в три сечения разположени върху профила на резбата, в посока от върха на резбата към сърцевината и (фиг.6).



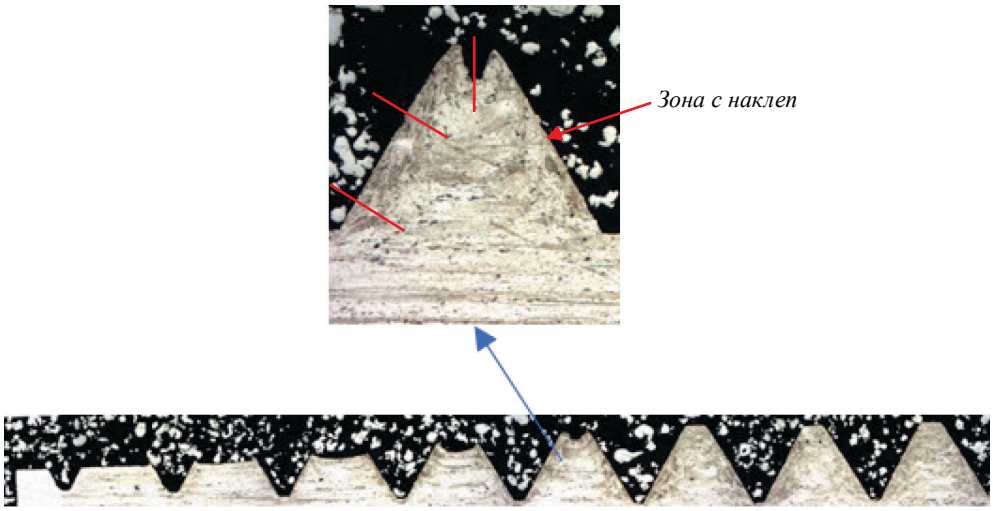
а) *б)*

Фиг.5 *Установка за измерване на повърхностна микротвърдост – а) Твърдомер Zwick/Roell,*
б) компютърна обработка на данни

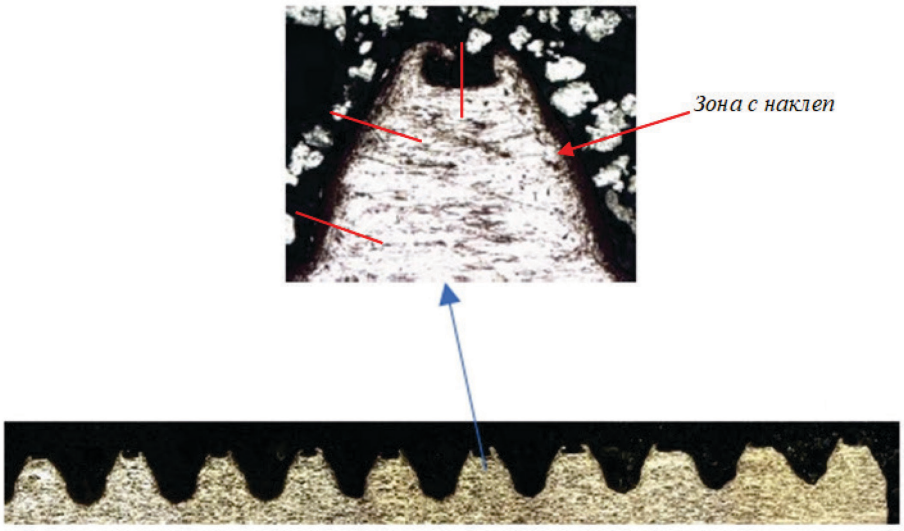
За всяко от тези сечения перпендикулярно на профила на резбата, са направени по три измервания с натоварване 0,01 kg, като е изследвана микротвърдостта на разстояние 0,05 mm, 0,08 mm и 4,5 mm от повърхностния слой на контура.

2. Изследване на структурата на повърхнини, получени чрез режещо-деформиращи метчици

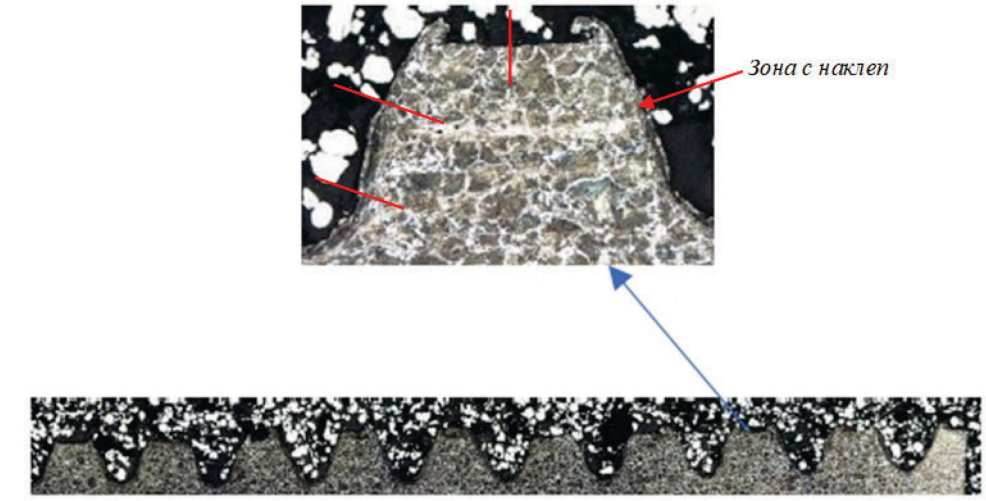
На фиг. 6 е показана микроструктурата в дълбочина на резбови повърхнини, получени чрез режещо-деформиращ метчик M8 върху детайли от алуминиева сплав Al 2024T3 (а), мед Cu 99,9 (б) и стомана C50 (в).



а)



б)



в)

Фиг.6 *Микроструктура при алуминиева сплав Al 2024T3 (а), мед Cu 99,9 (б) и стомана C 50 (в), при 50 и 200 кратно увеличение*

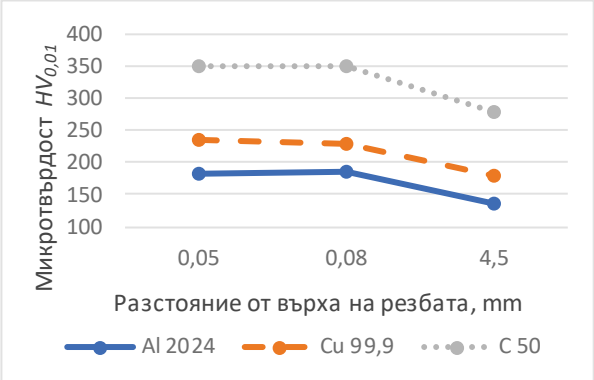
При алуминиевата сплав Al2024T3 (фиг. 6 - а) и медта Cu 99,9 (фиг. 6 - б) сърцевината е със силно изразена слоеста структура, докато при стомана С 50 (фиг. 6 - в) зърната са едноосни, което е резултат от различните методи на производство на материалите. Наблюдава се издребняване на зърната по повърхността вследствие на придвижването на метала от повърхността към върха на резбата.

В резултат на използване на режещо-деформиращ метчик влакната на резбовата повърхнина в повърхностния слой не са прекъснати, а са изтеглени по направление на изтичането на метала.

Формираната резба в по-дълбоко разположените слоеве е с прекъсната структура, но в повърхностния слой има изразена влакнеста структура, като под влиянието на пластичната деформация се изменят физико-механичните свойства на метала и се образува наклеп (фиг. 6), повишаващ твърдостта на материала, видоизменят се формата и ориентацията на кристалите.

3. *Микротвърдост*

Резултатите от измерванията на твърдостта за трите обработвани материала в съответствие със стандарт DIN EN ISO 6507-1:2018 са представени в таблица 2. Те са определени като средноаритметични стойности от измерванията за всяко от направленията. На фиг. 7 е показан характерът на изменение на микротвърдостта в дълбочината на профила.



Фиг.7 *Микротвърдост на повърхностния слой*

Анализът на получените резултати (фиг. 7 и табл. 2) показва, че твърдостта на слоя метал, разположен близо до върха на резбата (на разстояние ≈ 0,1mm), получена след обработка с режещо-деформиращ метчик, е по-висока от пър-

воначално измерената твърдост на изследваните материали, както следва:

- С 35% за проба от алуминиева сплав Al 2024T3 ($HV_{0,01Al}$ ≈183);
- С 30% за проба от мед Cu 99,9 ($HV_{0,01Cu}$ ≈232);
- С 24% за проба от стомана С 50 ($HV_{0,01C50}$ ≈345);

Обработван материал	Алуминиева сплав Al 2024	Мед Cu 99,9	Стомана С 50
Означение на материала по Werkstoff	3.1355	2.0090	1.0540
Проведени изследвания			
Създаване на структурни изображения с помощта на светлинен микроскоп CMEX PRO 5 DC5000P (фиг. 4)			
Определяне на твърдостта на сърцевината с помощта на уред за измерване на твърдост *ZHVμ* Zwick/Roell в $HV_{0,5}$	135	178	279
Определяне на SHD чрез измерване на твърдост в повърхностния слой на разстояние 0,05 mm от върха на контура в $HV_{0,01}$	181	235	349
Определяне на SHD чрез измерване на твърдост в повърхностния слой на разстояние 0,08 mm от върха на контура в $HV_{0,01}$	185	229	342
Определяне на SHD чрез измерване на твърдост в повърхностния слой на разстояние 4,5 mm от върха на контура в $HV_{0,01}$	141	181	296

Табл.2 *Твърдост на повърхностния слой на резбови повърхнини от изследваните материали*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследвана е микроструктурата на резбови повърхнини, получени след формообразуване с режещо-деформиращ метчик при три материала с различни физико-механични свойства. Установено е, че по повърхносния слой на обработената повърхнина има издребняване на структурата и намаляне на размера на зърната. Тенденцията е валидна и при трите изследвани материала и доказва наличието на зона с наклеп.

Проведеното изследване за трите материала показва увеличение на твърдостта на повърхностния слой с 35%, 30% и 24% съответно за алуминиева сплав Al 2024T3, мед Cu 99,9 и стомана С 50.

REFERENCE

[1] Бржозовский, Б., О. Захаров, В. Руст. Прогрессивная конструкция комбинированного метчика для труднообрабатываемых материалов. – Научные труды SWorld, 2, 2013, No 2, 71-73

[2] Канареев, Ф., А. Харченко, П. Новиков, Исследование стойкости и крутящего момента при работе режуще-деформирующих метчиков. ВІСНИК СЕВНТУ, 2013, No 139, 96-100

[3] Новиков, П., Ф. Канареев, С. Братан. Моделирование силовых взаимодействий при формообразовании резьбовых поверхностей режуще-деформирующими метчиками. Сборники научных работ НТУ "ХПИ": Різання та інструмент в технологічних системах, 2012, No 82, 208-215

[4] Stéphan, P., Mathurin, F., Guillot, J., 2012. Experimental study of forming and tightening processes with thread forming Technology 212 (4), 766–775.

[5] Радев, Хр., И. Александрова. Аналитично определяне на диаметъра на предварително обработения отвор при режещо-деформиращи метчици. Доклад от националната конференция по Машиностроене и машинознание, 8–10 септември 2023 г., Варна.

[6] Aleksandrova, I.S., Ganev, G.N. Combined cutting-deforming taps (2013) Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering, 59 (2), pp. 106-111

[7] Landeta, J.F., Valdivielso, A.F., Lopez de Lacalle, L.N., Girot, F., Perez Perez, J.M. Wear

of form taps in threading of steel cold forged parts (2015) Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME, art. no. 031002, DOI: 10.1115/1.4029652

[8] Bratan, S., Novikov, P., Roshchupkin, S. Application of Combined Taps for Increasing the Shaping Accuracy of the Internal Threads in Aluminium Alloys (2016) Procedia Engineering, 150, pp. 802-808. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.115

[9] De Oliveira, J.A., Ribeiro Filho, S.L.M., Brandão, L.C. Investigation of the influence of coating and the tapered entry in the internal forming tapping process (2019) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 101 (1-4), pp. 1051-1063. DOI: 10.1007/s00170-018-3011-9

[10] Саввин В.В., Киричек А.В., Афонин А.Н. Методика моделирования накатывания внутренних резьб бесстру-жечными метчиками /Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, 2010, № 2/2-280.

[11] Ţălu, Ş., Kulesza, S., Bramowicz, M., Sağlam, H., Kus, R. Fractal geometry of internal thread surfaces manufactured by cutting tap and rolling tap(2020) Manufacturing Letters, 23, pp. 34-38. DOI: 10.1016/j.mfglet.2019.12.001

[12] Вагабов, Н., А. Курбанов, М. Магомедова. Технология нарезания внутренних резьб высокой точности в деталях судовых машин, механизмов и судовой арматуры. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 41, 2016, No 2, 22-3.

ВЛИЯНИЕ НА СКОРОСТТА НА РЯЗАНЕ ВЪРХУ ВЪРТЯЩИЯТ МОМЕНТ ПРИ ФОРМООБРАЗУВАНЕ С РЕЖЕЩО-ДЕФОРМИРАЩИ МЕТЧИЦИ

EFFECT OF CUTTING SPEED ON TORQUE IN FORMING WITH CUTTING-DEFORMING TAPS

Христо Радев
hradew81@abv.bg
катедра МТТ, ТУ-Габрово, 5300, БЪЛГАРИЯ

Hristo Radev
hradew81@abv.bg
Department of Mechanical Engineering and Technologies, Technical university Gabrovo

Abstract

The article presents the results of a study of the influence of the cutting speed Vc on the maximum torque Mвmax when forming threads with cutting-deforming taps in materials with different physical and mechanical properties (aluminum alloy, copper, brass and medium carbon steels) at different diameters of pre-machined hole d_0 of the workpiece and different thread lengths. It was found that the cutting speed Vc does not have a significant effect on the maximum torque Mвmax in thread forming.

Keywords: taps, forming tap, cutting-deformation tap, cutting speed, torque, thread.

ВЪВЕДЕНИЕ

Формообразуването на вътрешни скрепителни резби с метчици е технологичен проблем, свързан с възникването на големи въртящи моменти и сили на рязане.

Анализът на предимствата и недостатъците и качествената оценка на обработването на резби в непластични материали с режещо-деформиращи метчици [1-3, 6, 10] показват, че за обезпечаване на високо качество на вътрешните резби по отношение на геометрична точност, грапавост и якостни параметри е целесъобразно изследването на въртящия момент при формообразуване.

Редица автори [3-9, 11-14] са провели изследвания в резултат на което е установено влиянието на въртящият момент върху качеството на получената резба и са анализирани процесите при формообразуване на вътрешни резби с различни видове метчици. Установено е, че големината на въртящия момент и силите на рязане зависят от различни параметри по време на процеса на формообразуване на резби, като скорост на формообразуване, големина на прибавката, геометрични параметри на изследваните инструменти, физико-механични свойства на материалите и др. Установено е също, че е необходимо да се дефинира минимален диаметър на отвора при обработка на резбата, който трябва да осигури достатъчно механична устойчивост на резбовите профили, заедно с минимален въртящ момент [5].

Според представените в литературата резултати [1-3, 6, 10] от проведени изследвания на процеса формообразуване на резби с режещо-деформиращи метчици се забелязва, че не са изследвани в достатъчна степен елементите на режима на

рязане и по-конкретно скоростта на рязане *Vc*. Във връзка с това за всяка нова конструкция метчици, каквато е създадената нова конструкция на режещо-деформиращ метчик представена от [1, 2, 10] е необходимо да се изследва влиянието на скоростта на рязане *Vc* върху въртящия момент $M_{вmax}$ при формообразуването на резбови повърхнини.

Цел на статията е да се изследва влиянието на скоростта на рязане *Vc* върху въртящия момент $M_{вmax}$ при формообразуване на резби в материали с различни физико-механични свойства (алуминиева сплав Al 2024T3, мед Cu 99,9, месинг CuZn39Pb3, стомана C10 и стомана C 50) със създадена нова конструкция режещо-деформиращи метчици с различен ъгъл на наклона на стружковите канали λ_s при рзаличен диаметър на предварително обработен отвор d_0 на детайла и променлива дължина на резбата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1.Инструменти, материали и апаратура

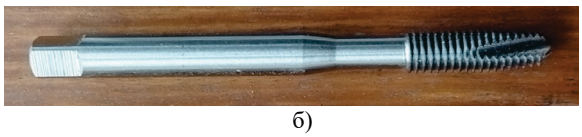
За да се оцени влиянието на скороста на рязане *Vc* върху максималният въртящ момент $M_{вmax}$ при формообразуване на резби са използвани режещо-деформиращи метчици M8 с наклон на стружковия канал съответно λ_s=3°, λ_s=6° и λ_s=9° (фиг. 1). Проведени са експериментални изследвания в материали с различни физико-механични свойства (алуминиева сплав Al 2024T3, мед Cu 99,9, месинг CuZn39Pb3, стомана C10 и стомана C 50), химичният състав и физико-механичните свойства на които са представени в таблица 1.

Табл. 1. *Физико-механични свойства и химичен състав на изследваните материали*

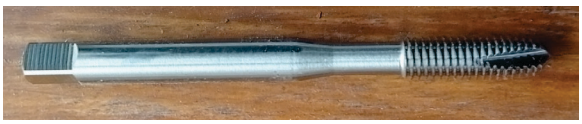
Обработван материал	Модул на еластичност E, N/m^2	Граница на провлачване R_e, N/m^2	Якост на опън σ_B, MPa	Твърдост HV	Химически състав, %
Al2024T3	710.10^8	3,95.10^8	460	135	Al 92.7, Cr <0.1, Cu 3.4, Mg 1.5, Mn 0.6, Si <0.5
Cu99,9	1050.10^8	1,5.10^8	520	178	P 0.05-0.07
CuZn39Pb3	1150.10^8	1,2.10^8	430	145	Al 0.05, Cu 58, Ni 0.2, Pb 3, Sn 0.2
C10	2060.10^8	2,6.10^8	335	143	C 0.07, Si 0.17, Mn 0.35, Ni <0.25, Cr <0.15, S <0.04
C50	2100.10^8	2,1.10^8	630	279	C 0.5, Si 0.103, Mn 0.8, Ni <0.25, Cr 0.11, S 0.03



а)



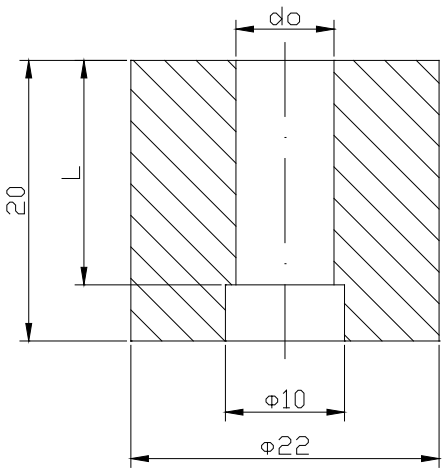
б)



в)

Фиг. 1. *Режещо-деформиращи метчици с наклон на стружковия канал λ_s=3° (а), λ_s=6°(б) и λ_s=9° (в)*

От тези материали са изработени заготовки тип „втулка“ с външен диаметър ф22 mm, и дебелина 20 mm (фиг.2) и номинален диаметър на отвора d_0 в зависимост от изследването (табл. 2). Дължината на формообразуваната резба *L,* е изследвана в три различни варианта (10 mm, 16 mm и 20 mm), представена в таблица 2.



***Фиг. 2** Опитни образци*

Всички експериментални изследвания за определяне на големината на въртящият момент $M_{вmax}$ са проведени на специализиран стенд MICROTAP (фиг. 3), с възможност за компютърна обработка на резултатите от измерването. Динамометърът е с диапазон на измерване 0 – 30 Nm и чувствителност 0,01 Nm, като измерванията са проведени при честота на въртене n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1}.

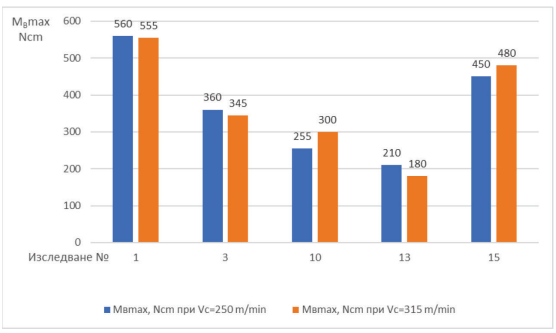
За всеки от изследваните материали са направени по пет произволни измервания за да се добие представа за изменението на големината на въртящият момент $M_{вmax}$ в зависимост от скоростта на рязане *Vc* с различни честота на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1}) с представените режещо-деформиращи метчици с рзаличен диаметър на отвора d_0 и наклон на стружковите канали λ_s.



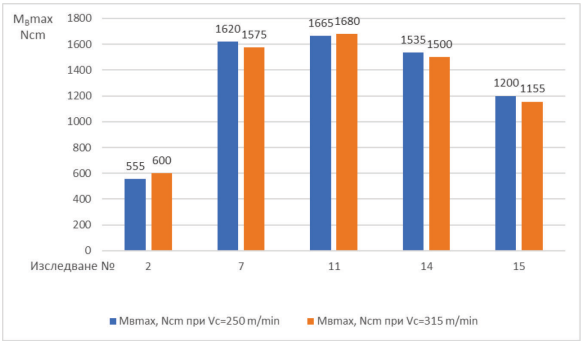
***Фиг. 3** Специализиран стенд за измерване на въртящ момент MICROTAP*

2. Резултати от изследването на влиянието на скоростта на рязане Vc върху максималният въртящ момент $M_{вmax}$

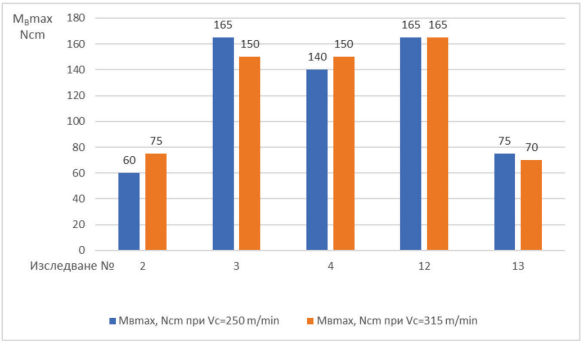
Измерените максимални стойности на въртящият момент $M_{вmax}$ при различни скорости на рязане *Vc* при формообразуване на резба М8 с използваните режещо-деформиращи метчици с различна геометрия на режещата част, в различните материали при различен диаметър на предварително обработените отвори d_0 и променлива дължина на резбата *L* са представени съответно на фигури от 4 до 8 и таблица 2.



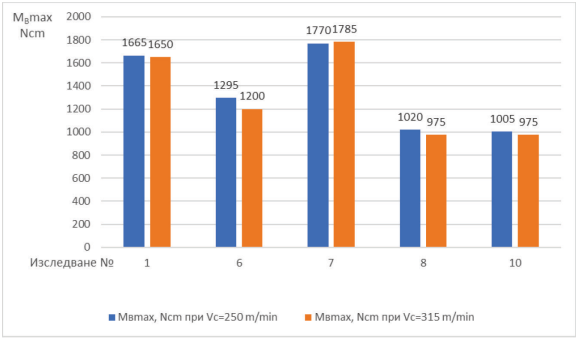
***Фиг. 4** Стойности на въртящият момент при алуминиева сплав Al 2024T3 в зависимост от честотата на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1})*



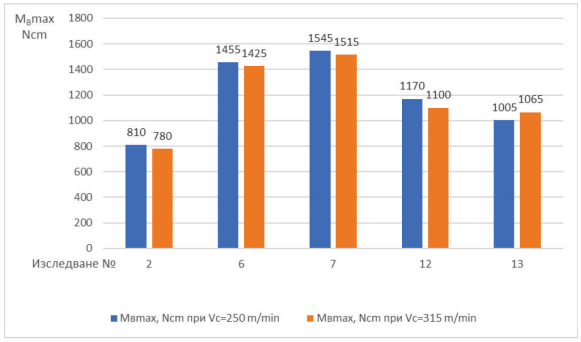
Фиг. 5 *Стойности на въртящият момент при мед Cu 99,9 в зависимост от честотата на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1})*



Фиг. 6 *Стойности на въртящият момент при месинг CuZn39Pb3 в зависимост от честотата на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1})*



Фиг. 7 *Стойности на въртящият момент при стомана C10 в зависимост от честотата на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1})*



Фиг. 8 *Стойности на въртящият момент при стомана C50 в зависимост от честотата на въртене (n=250 min^{-1} и n=315 min^{-1})*

Анализът на получените резултати (фиг. 4 до фиг. 8 и табл. 2) показва, че скоростта на рязане *Vc* не оказва съществено влияние върху максималният въртящия момент $Мв_{max}$ при формообразуване на резби с използваните режещо-деформиращи метчици с различна геометрия на режещата част, в материали с различни физико-механични свойства и при различен диаметър на предварително обработените отвори и дължина на резбата. При различни зададени стойности на скоростта на рязане *Vc* се наблюдава незначителна разлика върху максималният въртящия момент $Мв_{max}$ както следва:

- С 9,1% за проба от алуминиева сплав Al 2024T3;
- С 3,6% за проба от мед Cu 99,9;
- С 8,5% за проба от месинг CuZn39Pb3;
- С 3,5% за проба от стомана С 10;
- С 4,1% за проба от стомана С 50;

***Табл. 2**. Данни за изпитваните образци и измерен максимален въртящ момент при различните материали и метчици*

№	Диаметър на отвора d_0, mm	Ъгъл на наклона на стружковият канали λ_s, °	Дължината на резбата, mm	Al 2024		Cu 99,9		CuZn39Pb3		C10		C50	
				$Мв_{max}$, Ncm		$Мв_{max}$, Ncm		$Мв_{max}$, Ncm		$Мв_{max}$, Ncm		$Мв_{max}$, Ncm	
				n=250 min^{-1}	n=315 min^{-1}	n=250 min^{-1}	n=315 min^{-1}	n=250 min^{-1}	n=315 min^{-1}	n=250 min^{-1}	n=315 min^{-1}	n=250 min^{-1}	n=315 min^{-1}
1	7,0	3	10	560	555					1665	1650		
2	7,3	3	10			555	600	60	75			810	780
3	7,0	9	10	360	345			165	150				
4	7,3	9	10					140	150				
5	7,0	3	22										
6	7,3	3	22							1295	1200	1455	1425
7	7,0	9	22			1620	1575			1770	1785	1545	1515
8	7,3	9	22							1020	975		
9	7,0	6	16										
10	7,3	6	16	255	300					1005	975		
11	7,15	3	16			1665	1680						
12	7,15	9	16					165	165			1170	1100
13	7,15	6	10	210	180			75	70			1005	1065
14	7,15	6	22			1535	1500						
15	7,15	6	16	450	480	1200	1155						

Представените данни за разликата в максималният въртящия момент $Мв_{max}$ са процентно определени като средноаритметични стойности от измерванията за всяко от наблюденията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследвано е влиянието на скоростта на рязане *Vc* върху максималният въртящ момент $Мв_{max}$ при формообразуване на резби получени след обработка на повърхнини с режещо-деформиращи метчици с различна геометрия на режещата част в пет материали с различни физико-механични свойства при различен диаметър на предварително обработените отвори d_0 и променлива дължина на резбата *L*.

Представените резултати показват, че при различни зададени стойности на скорост на рязане *Vc* се наблюдава незначителна разлика върху максималният въртящия момент $Мв_{max}$, при формообразуване на резби с режещо-деформиращи метчици като средната стойност за петте материала е 5,8%

REFERENCE

[1] Aleksandrova, I.S., Ganev, G.N. Combined cutting-deforming taps (2013) Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering, 59 (2), pp. 106-111.

[2] Радев, Хр., И. Александрова. Изследване на въртящия момент при формообразуване на резби с режещо-деформи-ращи метчици. Доклад от националната конференция по Машиностроене и машинознание,8–10септември2023г., Варна.

[3] Бржозовский, Б., О. Захаров, В. Руст. Прогрессивная конструкция комбинированного метчика для труднообрабатываемых материалов. – Научные труды SWorld, 2, 2013, No 2, 71-73

[4] Cao T, Sutherland JW (2002) Investigation of thread tapping load characteristics through mechanistics modeling and experimentation.Int J Mach Tool Manu 42:1527–1538

[5] Mathurin F,Guillot J, Stéphan P, Daidié A (2009) 3D finite element modeling of an assem-

bly process with thread forming screw. J Manuf Sci Eng 131(4):1–8

[6] Bratan, S., Novikov, P., Roshchupkin, S. Application of Combined Taps for Increasing the Shaping Accuracy of the Internal Threads in Aluminium Alloys (2016) Procedia Engineering, 150, pp. 802-808. DOI: 10.1016/ j.proeng. 2016.07.115

[7] Chowdhary S, DeVor RE, Kapoor SG (2003) Modeling Forces Including Elastic Recovery for internal thread forming. J ManufSci Eng,doi.org /10.1115/ 1.1619178

[8] Stéphan, P., Mathurin, F., Guillot, J., 2012. Experimental study of forming and tightening processes with thread forming Technology 212 (4), 766–775.

[9] Brandão, G.L., Silva, P.M.C., de Freitas, S.A., Pereira, R.B.D., Lauro, C.H., Brandão, L.C. State of the art on internal thread manufacturing: a review (2020) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 110 (11-12), pp. 3445-3465.DOI: 10.1007/s00170-020-06107-x

[10] Nikolova-Pencheva, M., I. Alexandrova, J. Mitev. Effect of lubricant-coolant fluids on the working performance of taps**.** Report from the National Conference on Mechanical Engineering , 2019, Varna

[11] Uzun G, Korkut I (2016) The effects of cutting conditions on the cutting torque and tool life in the tapping process for AISI 304 stainless steel. Mater Tehnol 50(2):275–280

[12] Siqueira BS, Freitas SA, Pereira RBD, Brandão LC (2019) Influence of chip breaker and helix angle on cutting efforts in the internal threading process. Int J Adv Manuf Technol 102:1537– 1546

[13] Puzović R, Kokotović B (2006) Prediction of thrust force and torque in tapping operations using computer simulation. FME Trans 34:1–5

[14] Ribeiro Filho SLM, Lauro CH, Bueno AHS, Brandão LC (2016) Influence cutting parameters on the surface quality and corrosion behavior of Ti-6Al-4V alloy in synthetic body environment (SBF) using response surface method. Measurement 88:223–237.

МЕТОДИ И ИНСТРУМЕНТИ ЗА ФОРМООБРАЗУВАНЕ НА РЕЗБИ

METHODS AND TOOLS FOR FORMING THREADS

Христо Радев
hradew81@tugab.bg

Христо Якимов
Yakimov.h@abv.bg

Department of Mechanical Engineering and Technologies, Technical university Gabrovo

Abstract

The great diversity and wide practical application of threaded joints are a prerequisite for the emergence and development of numerous methods for their shaping. According to the classifications, they are divided into six main groups. The article presents the main methods and tools for forming threads, working through various establishment schemes, defining their specifics and systematizing their fields of application

Keywords: internal threading, forming methods, threading tools, threads, taps, rolling, cutting-deforming taps.

ВЪВЕДЕНИЕ

Голямото многообразие и широкото практическо приложение на резбовите съединения са предпоставка за възникването и развитието на множество методи за тяхното формообразуване. Изборът на метод и инструменти за обработване на резби зависи от изискванията по отношение на точността на обработената резба и производителността на процеса на формообразуване, както и от физико-механичните свойства на обработвания материал (твърдост, якост на опън и относително удължение и др.) [1-4, 11-13].

Според класификациите, представени в литературните източници [1, 2, 5, 6, 13], те се разпределят в шест основни групи (табл.1): методи за първично формообразуване, резбонарязващи методи, методи за формообразуване чрез пластично деформиране, режещо-деформационен метод, резбошлифоване и електрохимичен и електрофизичен метод.

Целта на статията е да се представят основните методи и инструменти за формообразуване на резби, работещи чрез различни схеми на установяване, като се определят техните специфики и се систематизират областите им на приложение.

ИЗЛОЖЕНИЕ

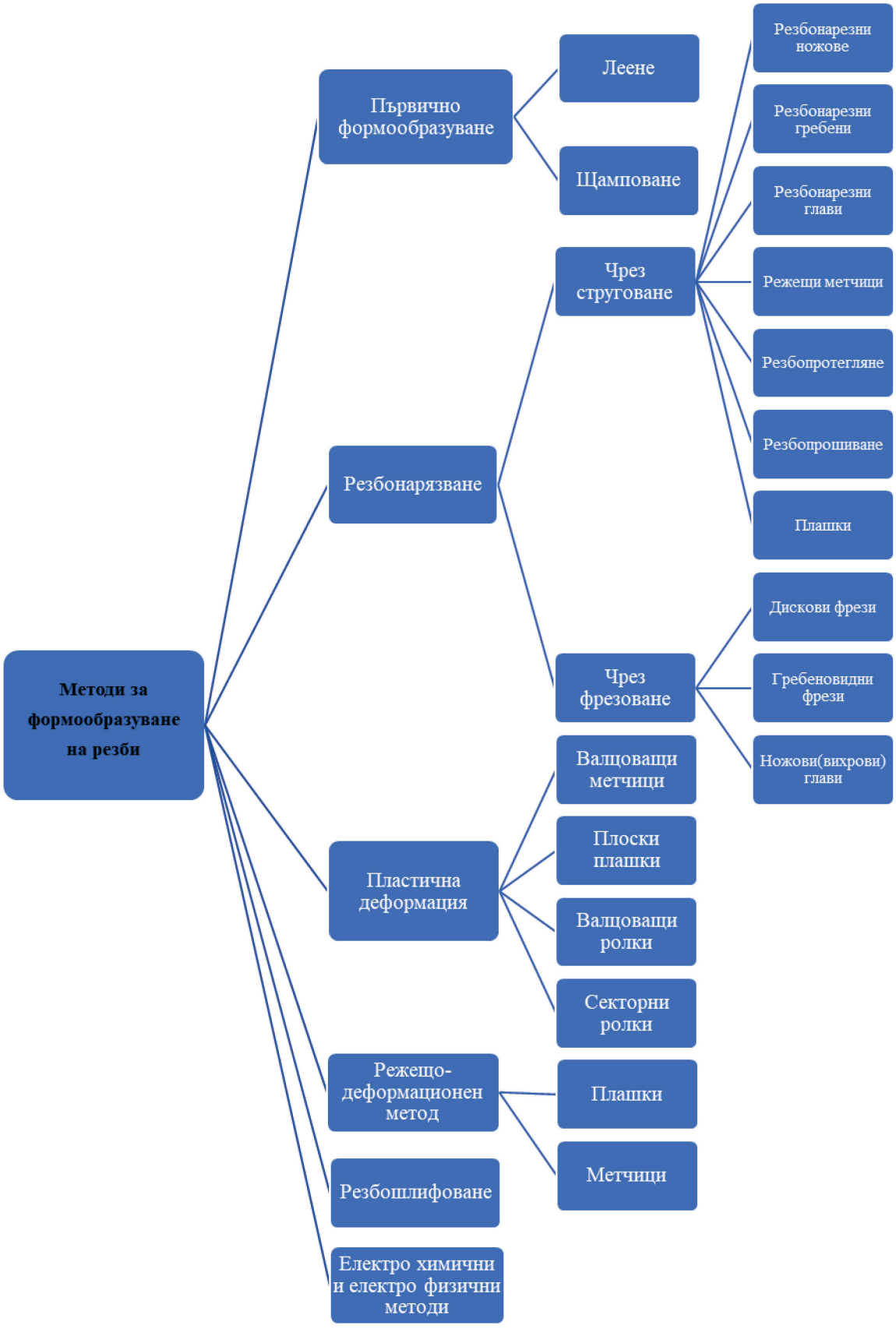
1.Методи за първично формообразуване

Първата група методи не са характерни за машиностроенето. Получените от тях резби (фиг.1) в последствие трябва да бъдат дообработвани, понеже само се формообразуват в предварителен етап самите резби. Тези методи са характерни за едрогабаритни части и детайли, изработени най – често от пластмаса или цветни метали и се използват основно за едро размерни резби (над М 100 мм)[11].



***Фиг. 1**.Първично формообразуване*

***Табл. 1**. Методи за формообразуване на резби*



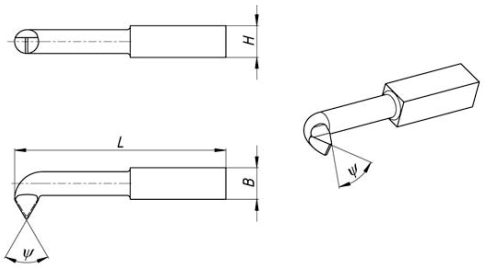
2. Резбонарязващи методи

Резбонарязващите методи са един от най – разпространените методи за формообразуване на резби. Процесът на нарязване на резби чрез стружкотнемане се характеризира с няколко основни признака:

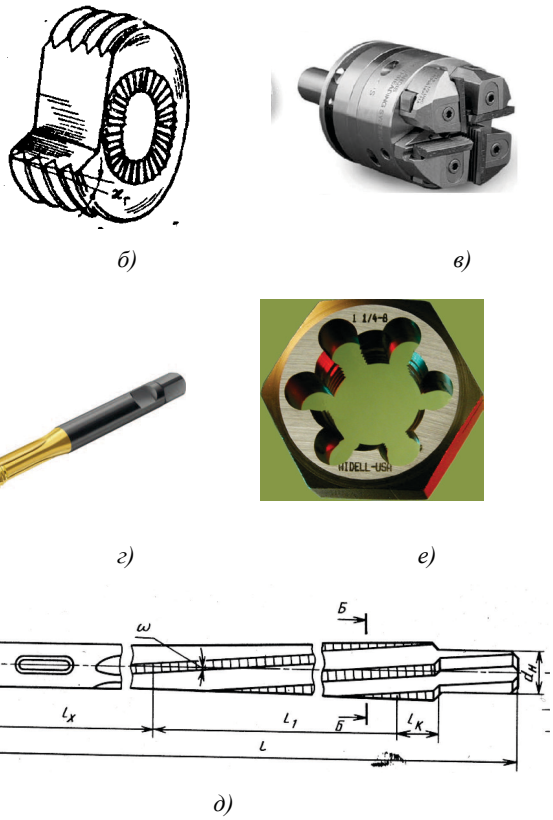
- Малка дебилина на срязваните слоеве материал;
- Участие в рязане едновременно на два или три режещи ръба;
- Високи изисквания по отношение на точността на резбообработващият инструмент и на неговото установяване;

При обработването на резби чрез стружкоотнемане се прилагат две принципни схеми, които се реализират с различни режещи инструменти. Изборът им зависи от обема на производството, конструктивните особености на детайлите и винтовите повърхнини, точността и грапавостта на резбовите повърхнини, наличното оборудване и изискванията към технологичния процес [2, 3, 11-13, 15].

Първата схема е основана на процеса струговане. При нея инструментът и обработваната заготовка извършват помежду си винтово движение, оста на което съвпада с оста на резбата. Главното движение е въртеливо и може да се извършва както от инструмента, така и от заготовката. По тази схема работят (фиг.2.) резбонарязващите ножове (а), резбонарязващите гребени (б), резбонарязващите глави (в), метчиците (г), резбопротяжките (д) и плашките (е) [5, 11-13, 15-17].



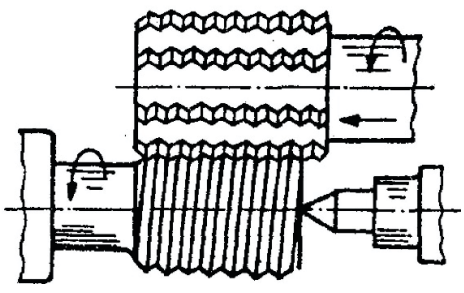
а)



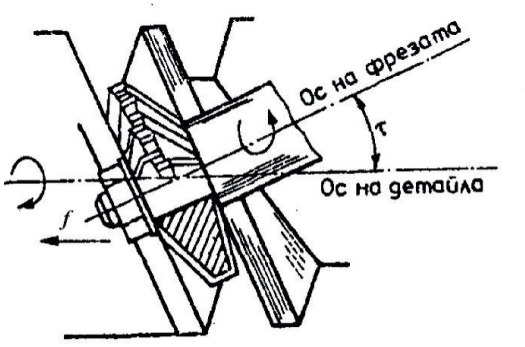
б) *в)* *г)* *е)* *д)*

***Фиг. 2**. Резбонарезн нож(а), резбонарезен гребен(б), резбонарезна глава в), метчицк(г), резбопротяжка(д) и плашка(е)*

Втората принципна схема за обработване на резби е основана на процеса фрезоване. Главното движение при резбофрезофане е въртеливо и се извършва от инструмента – дискова фреза, гребеновидна фреза, ножова глава. Заедно с това се извършва и винтово подавателно движение на инструмента спрямо обработваната заготовка, оста на което съвпада с оста на резбата. По тази схема работят (фиг.3) дисковите фрези (а), гребеновидните фрези (б) и ножовите (вихровите) глави (в) [11, 15].



а)



б)



в)

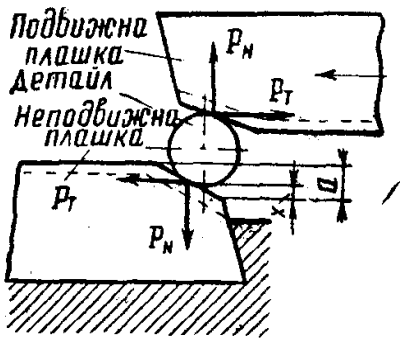
***Фиг. 3**. Дискова фреза (а), гребеновидна фреза (б) и ножова (вихрова) глава (в)*

3.Методи за формообразуване чрез пластично деформиране

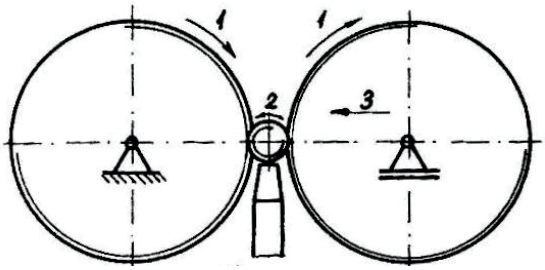
Третата група включва методите за формиране на резбите чрез пластично деформиране на обработвания материал в ненагрято състояние. Чрез използваната при тях инструментална екипировка и оборудване се осигурява висока производителност, поради която основно се прилагат в едросерийното и масовото производство при формиране резбите на скрепителни елементи [2, 3, 5, 8, 13].

Валцуването на резби е най-производителният и с най-ниска цена метод за получаване на резби, при който профилът на резбата се получава чрез студено пластично деформиране, без да се снема стружка. За тази цел инструментът натиска върху заготовката, деформира метала по повърхността и придава своя профил на резбата върху самата заготовка [2-4, 8, 13]. По констру-кция и начин на работа инструментите за валцуване на резби (фиг. 4) се разделят на валцоващи метчици (а), плоски плашки (б), валцовъчни ролки (в) и секторни ролки (г) [2-5, 8, 13, 15-17].

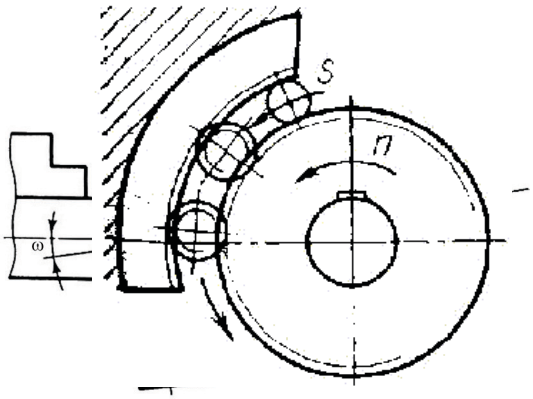
а)



б)



в)



г)

***Фиг. 4**. Валцоващ метчик а), плоски плашки б), валцовъчни ролки в) и секторни ролки г)*

4. Режещо-деформационен метод

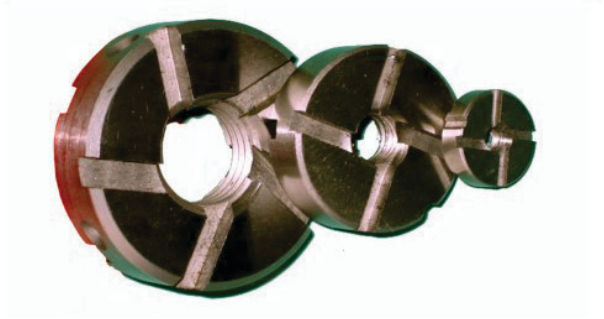
При обработване на резби с тези инструменти присъстват както елементи на процеса рязане, така и елементи на процеса пластично деформиране, тъй като комбинираният инструмент има и режещи, и деформиращи зъби. Режещата част

изрязва цялата или по-голяма част от прибавката по различни схеми, както класическите режещи инструменти, а деформиращата част дооформя и уякчава резбата чрез пластично деформиране (фиг. 5) [1-4, 7, 9].

За обработка на вътрешни резби се използват режещо-деформиращи метчици (а) [3-4, 7, 10], а за обработка на външни резби – режещо-деформиращи плашки (б) [5, 13].



а)



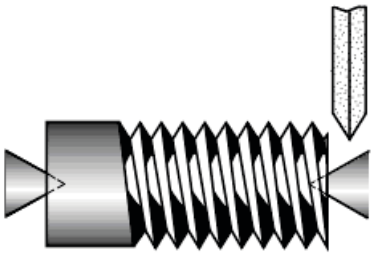
б)

***Фиг.5**.Режещо-деформиращ метчик а) и режещо-деформираща плашка б)*

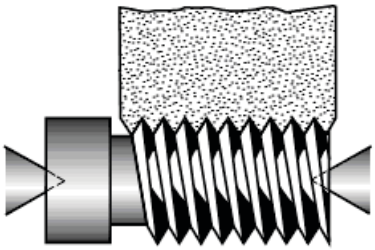
5. Резбошлифоване

Този метод представлява абразивна обработка на детайли, като най-често се използва за получаването на ходови резби. Резбошлифоването се осъществява при закрепване на заготовката между центри или в патроник (приспособление), а така също и без закрепване на заготовката (безцентрово шлифоване). При шлифоването на резби задължително се използва охлаждащо-смазочна течност, която спомага за повишаване режещите способности на диска [11, 13, 15].

Шлифоването на резба (фиг.6) може да се извърши с еднопрофилни (а) и многопрофилни(б) шлифовъчни дискове. Шлифоването с многопрофилни шлифовъчни дискове осигурява пъти по-висока производителност от тази при шлифоване с еднопрофилни дискове и по-голяма трайност на абразивния инструмент, но по-ниска точност на резбата. Съществено предимство е, че с един диск може да се шлифоват резби с различна стъпка.



а)



б)

***Фиг. 6**. Еднопрофилни а) и многопрофилни б) шлифовъчни дискове*

6. Електрохимичнен и електрофизичен метод

Електрохимичните и електрофизичните [14] методи се прилагат като довършващо или предварително обработване на материалите и се включва в технологичния процес, когато към резбите се предявяват завишени изисквания за точност и грапавост. Тези методи намират приложение за фино обработване, първично резбоформиране и за получаване на резби при детайли от материали с висока твърдост, на сложни и недостъпни повърхнини на детайли от трудно обработваеми материали с твърдост по Бринел HB > 330, якост на опън Rm ≥ 1200MPa и относително удължаване A ≤ 5%, като твърда сплав, металокерамика и керамика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представени са основните методи и инструменти за формообразуване на резби, работещи чрез различни схеми на установяване, като са определени техните специфични особености и областите им на приложение.

Представена е таблица в която е направено ясна класификация на методите за обработка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kanareev, F., P. Novikov, A. Shabelkov. New designs of deforming taps. - Bulletin of the Tula State University, Tula State University. Technical sciences, 2016, No 8, part 1, 315-321
2. Kanareev, F., A. Kharchenko, P. Novikov, Investigation of resistance and torque during the operation of cutting-deforming taps. VISNIK SEVNTU, 2013, No 139, 96-100
3. Aleksandrova, I.S., Ganev, G.N. Combined cutting-deforming taps (2013) Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering, 59 (2), pp. 106-111.
4. Bratan, S., Novikov, P., Roshchupkin, S. Application of Combined Taps for Increasing the Shaping Accuracy of the Internal Threads in Aluminium Alloys (2016)ProcediaEngineering,150, pp. 802-808. DOI:10.1016/j.proeng.2016.07.115
5. Радев, Хр., Формообразуване на вътрешни резби с метчици. Национална научна конференция UNITECH 2021, GABROVO, vol.II, ISSN 1313-230X, pp.II 48-53
6. Brandão, G.L., Silva, P.M.C., de Freitas, S.A., Pereira, R.B.D., Lauro, C.H., Brandão, L.C. State of the art on internal thread manufacturing: a review (2020) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 110 (11-12), pp. 3445-3465.DOI: 10.1007/s00170-020-06107-x
7. Brzhozovsky, B., O. Zakharov, V. Rust. Progressive combination tap design for tough materials. - Scientific works SWorld, 2, 2013, No 2, 71-73
8. Kirichek A.V., Afonin A.N. Progressive technologies of hardening and shaping of threads by rolling // Science-intensive technologies in mechanical engineering, 2011, No. 3 (03). - S. 3 - 7.
9. Maciel, D.T., Filho, S.L.M.R., Lauro, C.H., Brandão, L.C. Characteristics of machined and formed external threads in titanium alloy (2015) International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 79 (5-8), pp. 779-792.
10. Malkov, O., A. Malkov, A. Litvinenko, L. Malkova. An overview of the designs of combined tools for the manufacture of complex profile holes. Reference Engineering Journal, 2002, No10, 49-57
11. Александрова, И. Рязане на материалите. Университетско издателство „В. Априлов”, Габрово, 2015Heiler, R. Cold thread Forming - The chipless alternative for high resistant internal threads (2018) MATEC Web of Conferences, 251, art. no. 02046, DOI: 10.1051/ matecconf/201825102046
12. Kirichek A.V., Afonin A.N. Thread rolling. Technologist's library. - M .: Mashinostroenie, 2009 .-- 312 p.
13. Иванов В. Резбовалцоващи инструменти - теория, конструиране, експлоатация. Дисертация за присъждане на научната степен « Доктор на техническите науки»,Русенски университет “А. Кънчев”, Русе, 2000.
14. Смоленцев, Е.В. Проектирование электрических и комбинированных методов обработки / Е.В. Смоленцев. – М.: Машиностроение, 2005.
15. Лефтеров, Е. Рязане на материалите и режещи инструменти. ТУ-Варна, Варна, 2011
16. https://guehring.com/-03.2024
17. https://www.emuge.com/-03.2024.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА WOP СИСТЕМИ ПРИ ОБРАБОТКА НА РЕЗБИ

USE OF WOP SYSTEMS IN THREADING

Христо Якимов
Yakimov.h@abv.bg

Христо Радев
hradew81@tugab.bg

Department of Mechanical Engineering and Technologies, Technical university Gabrovo

Abstract

Threading is a highly responsible task faced by technologists, programmers and adjusters of CNC machine. To date, one of the most productive and highly precise methods of processing threads with different geometric characteristics is by means of CNC machine tools. There are various methods of composing a control program for processing a given thread, such as easy, precise and eliminating technical error in programming is composing by means of WOP system, which is the purpose of this article.

Keywords: WOP system; CNC machine; threads.

ВЪВЕДЕНИЕ

Резбовите съединения са основен елемент от съвременното съществуване. Резбовите съединения се класифицират според определени признаци, продиктувани от приложението им и биват:

- ✓ Скрепителни;
- ✓ Двигателни;
- ✓ Газови;
- ✓ И др.

Основни изисквания към резбовите съединения е надежността и да отговарят на критериите, според който са избрани.

Важен аспект при резбовият елемент е метода на неговото изработване.

Използването на металорежещите машини с цифрово програмно управление заема челна позиция като метод и машинен парк за изработването на резбови профили.

При металорежещите машини с ЦПУ съществуват следните методи за програмиране [2]:

- ✓ G - код;
- ✓ Диалогово (графични, цехово);
- ✓ CAM програмиране;
- ✓ След сканиране на детайли;
- ✓ Циклово програмиране.

Програмирането посредством ISO код се характеризира с така наречените „цикли“.

Циклите са възможност при ISO-програмите да се кодират повече от едно преместване в рамките на един блок. Циклите могат да бъдат фиксирани, ако броят на движенията в цикъла е постоянен или многопроходни, ако броят на движенията зависи от друг параметър. Стандартите, които регламентират основните изисквания при ISO програмиране, разрешават по-голяма свобода на фирмите производители при използване както на фиксирани, така и на многопроходни цикли. Тук ще бъдат описани цикли, използвани от “FANUC” и „ETA 17” [1].

Според степента на автоматизация, създаването на управляваща програма с помощта на WOP система се явява, като метод онагледяващ програмирането и елиминиращ до голяма степен шанса за техническа грешка.

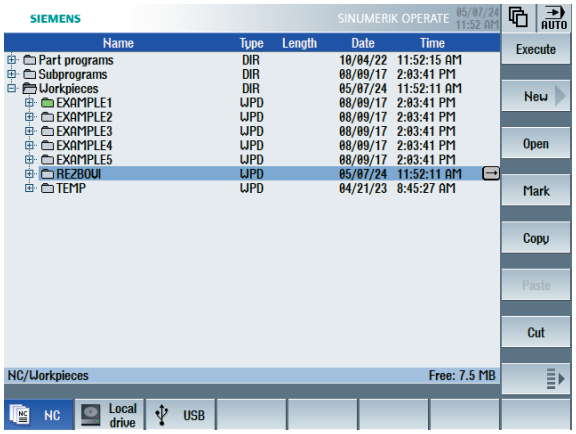
ИЗЛОЖЕНИЕ

CAD/CAM Програмиране.

CAM – модулът съдържа още данни

за инструменти за предвидените обработки, препоръчвани технологични режими, маршрути и т.н. CAD/CAM системите са съвременно средство за съвместяване на конструкторските дейности с бърза подготовка за производство на детайли в малки серии [1].

Съставянето на управляваща програма започва със стартиране избрания прозорец, създаване на директория и име на програмата (фиг. 1).



Фиг. 1. *Създаване на директория*

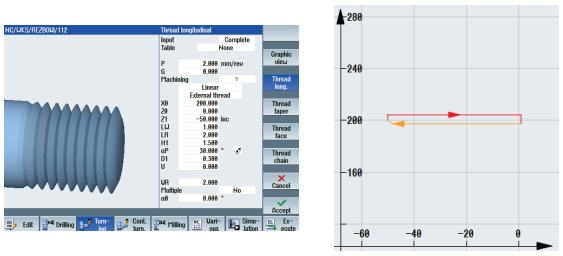
След създаване на директорията се пристъпва към име на програмата и създаване на предварителни обработки на детайла, като:

- ✓ Струговане;
- ✓ Пробиване (при вътрешни резби);
- ✓ Разстъргване;
- ✓ Занкероване;
- ✓ Райбероване;
- ✓ И др.

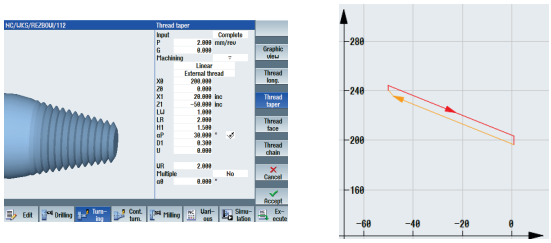
С цел получаване на геометрични характеристики на детайла до състояние пригодно за резбообработка.

Избира се бутона Turning, след което от падащо меню се избира вида на обработката и траекторията на движение на инструмента (бутон Graphic view)

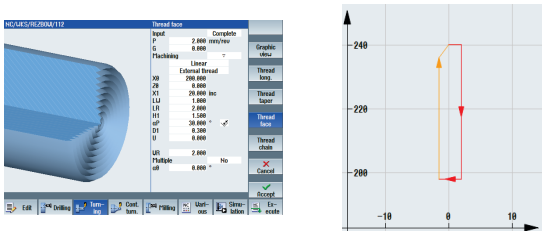
- ✓ Цилиндрична резба - Thread long (фиг. 2);
- ✓ Конусна резба - Thread taper (фиг. 3);
- ✓ Челна резба - Thread face (фиг. 4).



Фиг. 2. *Цилиндрична резба - Thread long*



Фиг. 3. *Конусна резба - Thread taper*

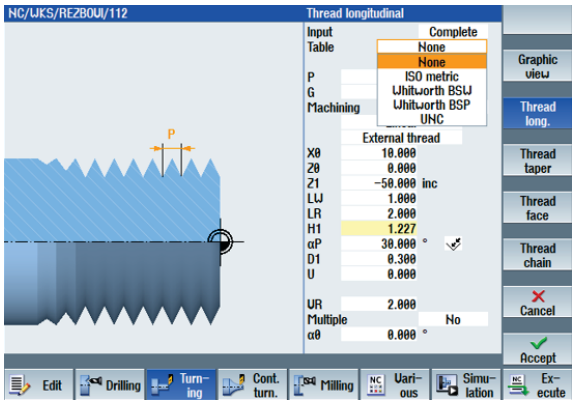


Фиг. 4. *Челна резба - Thread face*

След избора на геометрията, по която ще се създаде резбовия профил се пристъпва към въвеждане на геометричните параметри на резбовия профил и технологичните изисквания за изработка.

Вид профил.

От меню Table се избира вид на резбата, като в конкретната система се дава възможност между четири въведени от производителя и една свободна (фиг. 5)



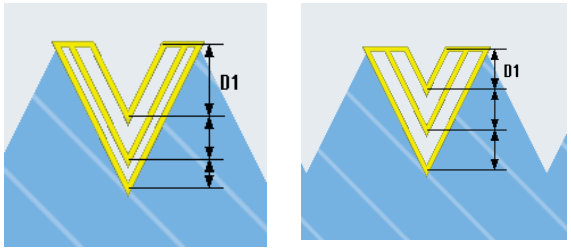
Фиг. 5. *Вид на резбата*

При зареждане на определен вид резба, следва промяна на характерни елементи от менюто на системата (Пример: При избор на ISO metric се генерира бутон Select, пряко обвързан със стъпката на резбата P. - M2,5/P0,45; M3/P0,5; M4,5/P0,75.)

Разпределяне на прибавката (фиг. 6)

От раздел Machining се избира разпределението на прибавката:

- ✓ Degresive - експоненциално;
- ✓ Linear - равномерно.

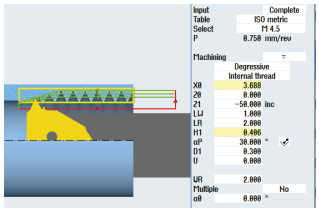


Фиг. 6. *Разпределение на прибавката*

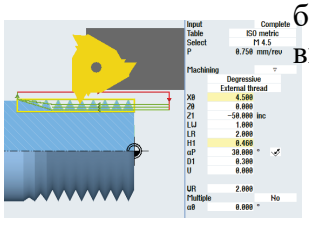
При Degresive - D1 е първи преход с най-голяма дълбочина на рязане, а всички следваща са по-малки от D1.

При Linear дълбочините на рязане са еквиваленти една на друга.

Следващият бутон от раздел Machining дефинира резбата- вътрешна или външна(фиг. 7).



Фиг. 7б). *Външна резба*



Фиг. 7а). *Вътрешна резба*

Следващите бутони от системата посочват характерни елементи от управляващата програма:

X0 – външен диаметър на резбата;

Z0 – начална точка на резбата;

Z1 – дължина на резбата;

LW – безопасно разстояние по ос Z;

LR – зона за безопасно излизане на инструмента по ос Z;

H1 – дълбочина на резбата;

αP – ъгъл на профила;

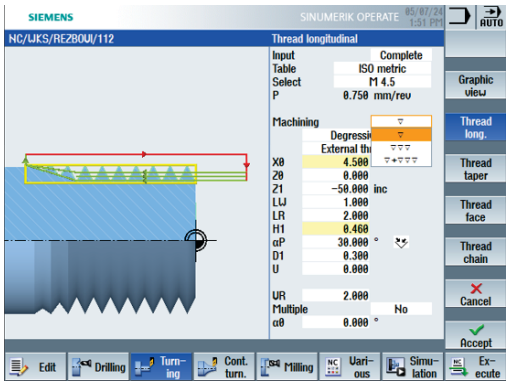
D1 – разпределение на прибавката;

U – прибавка за чистова обработка.

При обработка на резбови профили има възможност да се въведе вида на обработката (фиг. 8):

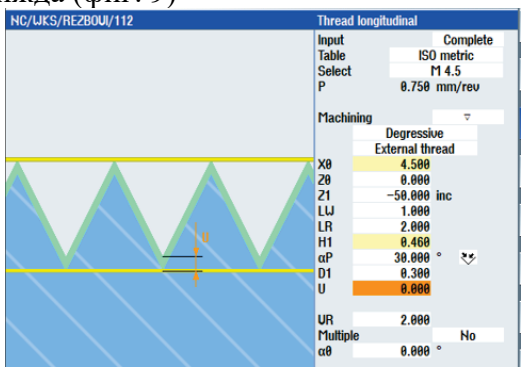
- ✓ Груба;
- ✓ Чистова;
- ✓ Груба плюс чистова.

При което част от менюто се променя според въведеното изискване (Пример: При въведена чистова обработка бутони D1 – разпределение на прибавката и U – прибавка за чистова обработка отпадат, тъй като са били въведени на по-ранен етап при груба обработка).



Фиг. 8. *Вид на обработка*

При въведена стойност U 0.000, прибавка за чистова обработка на се предвижда (фиг. 9)



Фиг. 9. *Прибавка при U 0.000*

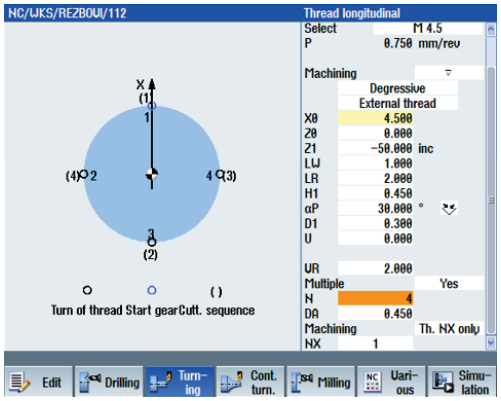
Многоходови резби

При обработката на многоходови резби системата дава възможност с две команди да се изберат:

- ✓ Брой ходове на резбата;

- ✓ Избор на първия ход;
- ✓ Поредност;

От меню Multiple, активиране на многоходова резба с YES, и с команда N се дават броя ходове на резбата, следователно едноходова, двуходова, триходова и т.н. (фиг 10)



Фиг. 10. *Задаване на четириходова резба*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Статията онагледява конкретни опции, действия и възможности за съставяне на управляваща програма за обработка на различни резбови профили.

Съставянето на управляваща програма с помощта на класическо ISO програмиране създава ситуации за допускане на техническа грешка, поради сложните за изписване цикли- едноблокови или двублокови. Също така предходни обработки, като струговане, пробиване или дообработващи такива също е предвещано от използване на цикли или предварително създадени подпрограми.

Създаването на програма на база многопроходни цикли изисква солидна подготовка на програмиста за поведението на машина и тълкуване на конкретна команда или символ от записа на цикъла. Трудното онагледяване на конкретното действие от записа отново създава конфликтно-колизийни ситуация, които могат да доведат до нежелани последствия.

Използването на WOP системите и показаната в статията система на SIEMENS SinuTrain SINUMERIK 840D показва нагледно как с едно действие се избират различни действия:

- ✓ Външна или вътрешна резба;
- ✓ Едноходова или многоходова,
- ✓ Метрична, тръбна или витвортова;
- ✓ Разпределение на прибавката;
- ✓ Прибавка за вътрешна обработка и др.

Общото правило е, че заключението не трябва да съдържа единствено обобщение на изследването (то се съдържа в резюмето). В заключението се дава отговор на зададения в началото на публикацията въпрос и се посочват възможностите за по-нататъшни изследвания. Добре би било да се разкрие как представените резултати ще се приложат в практиката и да се посочат ограниченията в това отношение.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Митев Й., Найденов А. Металорежещи машини.
[2] Угринов П. Металорежещи машини с ЦПУ. Авангард прима 2019
[3] Sinutrain for SINUMERIK Operate DEMO-Lathe

ОСНОВНИ ПАРАМЕТРИ И ПРЕДИМСТВА НА ДИАЛОГОВОТО ПРОГРАМИРАНЕ ЗА СЪСТАВЯНЕ НА УПРАВЛЯВАЩИ ПРОГРАМИ

BASIC PARAMETERS AND ADVANTAGES OF DIALOG PROGRAMMING FOR COMPOSING CONTROL PROGRAMS

Христо Якимов
Yakimov.h@abv.bg

Department of Mechanical Engineering and Technologies, Technical university Gabrovo

Abstract

Programming metal-cutting machines with CNC is a task containing many unknowns. A control program for manufacturing products is in itself a representation of the technological process in a coded form, written in a standardized language. There are a number of ways to write control programs, and dialog programming ranks among the top programs with a reduced risk of technical error

Keywords: CNC machines, Programming metal-cutting machines.

ВЪВЕДЕНИЕ

Преди да бъде пристъпено към създаване на управляваща програма върху металорежеща машина с цифрово програмно управление, трябва да бъдат изяснени ясни граници и изисквания в процеса на работа на машината. Изискванията са чисто технологични и програмни, като се поставят от настройчика в пряка връзка с програмиста.

Примери за такива са:

- ✓ Ограничаване на максималната честота на главното движение на рязане;
- ✓ Зони забранени за влизане на инструмента;
- ✓ Сили на натяг на задно седло;
- ✓ Безопасни разстояния след край на установъчното движение и преди начало на процеса рязане;
- ✓ Зони на изтегляне на инструмента;
- ✓ Измервателна система и др.

Повечето от тези параметри се задават програмно и са модални, което предопределя въвеждането им в начален етап.

Коректното дефиниране на блока за безопасност предопределя коректна, точна и безопасна работа на машината, което е важна и отговорна задача.

Задаването на блока за безопасност с ISO код крие рискове от технически пропуск, което се елиминира при WOP системите поради нагледността от CAM модула и визуализацията на параметрите

Основна цел на всеки производител на дадено изделие е то да бъде преди всичко качествено, според конструктивните изисквания.

Качеството и намаляване на брака са критерия за успешност на обслужващия персонал в това число програмисти, настройчици, оператори.

Съществуват редица методи за съставяне на една управляваща програма, като аспекта на настоящата статия е насочен към диалоговото програмиране, като описанието на обработвания контур, подложен на обработка се осъществява с графични оператори.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Управляваща програма

Управляващата програма при ISO код се състои от:

- ✓ Заглавна част – съдържа главна буква „О“ и поредица от цифри;
- ✓ Блок за безопасност – съдържа модални и немодални команди, също така отменя някой резидентни, като основен момент е правилното функциониране на машината (Пример Избор на измервателна система – mm или inch)
- ✓ Същинска част;
- ✓ Завършваща част;

Заглавна част

В главата на програмата се задава код (номер) на програмата. Заедно с номера на програмата може да бъде въведен пояснителен текст (не е задължително). Следват няколко програмни блока, чрез които системата получава информация за положението на шейните спрямо характерни точки в работната област (наричани опорни точки) и се подготвя изпълнението на работната част. Задават се различни специфични ограничения в работната зона, за скоростта и др [1].

Тяло на програмата.

Блоковете от тази част на програмата се изпълняват последователно в реда, в който са записани. Последователността на изпълнение може да се промени чрез [1]:

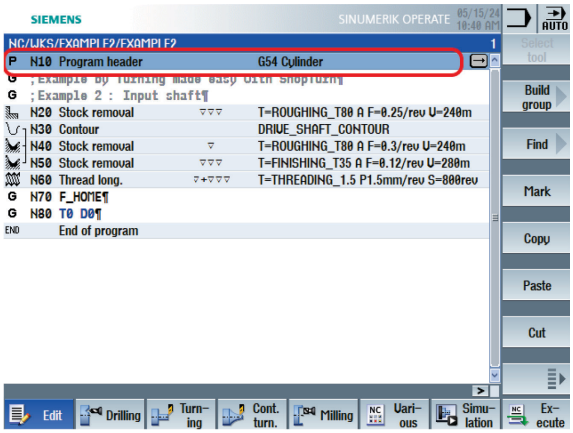
- ✓ извикване на подпрограма;
- ✓ команда за повторение;
- ✓ команда за преход – условен или безусловен;
- ✓ забрана за изпълнение на някои от блоковете със специално обозначение (подчинени изречения).

Край на програмата (заключение).

Край на програмата се задава с определена функция (например M02 или M30). Тези команди се програмират самостоятелно в последното изречение на програмата. Действието им включва прекратяване на всички движения в машината и отмяна на обявените преди това режими, координатни системи и модални функции [1].

WOP системи

При по-голяма част от WOP системите, блока за безопасност се структурира още в самото начало (фиг. 1), преди да е пристъпено към същинското програмиране, като няма възможност блока да се пропусне.



Фиг. 1. *Блок за безопасност*

Като коментарна част се визуализират вид на заготовката и използвана координатна система.

Program header

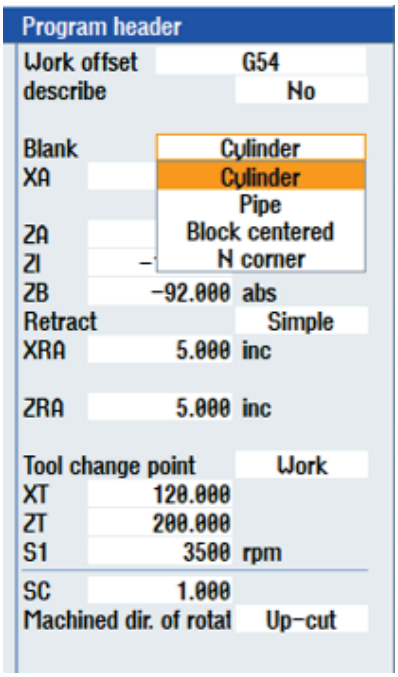
При зареждане на блока (фиг. 2) се извежда базова структура с общи изисквания:

- ✓ Work offset;
- ✓ Blank;
- ✓ XA;
- ✓ ZA;
- ✓ ZL;
- ✓ ZB;
- ✓ Retract;
- ✓ XRA;
- ✓ ZRA;
- ✓ Tool change;
- ✓ XT;
- ✓ ZT;
- ✓ S1;

При съставянето на управляваща програма основни акценти и улеснения са:

Избор на заготовка

От бутон Blank се избира геометричния вид на заготовката (фиг. 3). При избор на заготовка се променя частично структурата на блока, като се извеждат нови полета.



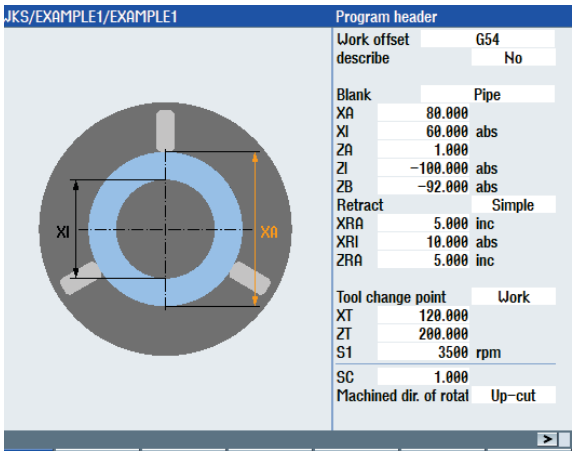
Фиг. 2. *Параметри при блок за безопасност*

Примери са: При избор на заготовка тип „Втулка“, се извежда поле за диаметър на отвора, при избор на многостени се извежда бутон N за задаване броя на равнините.

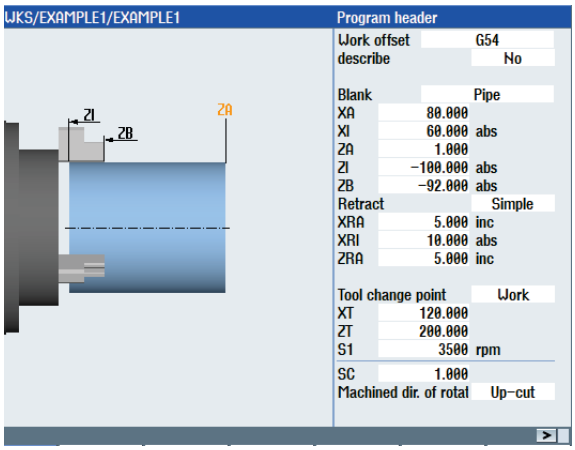
Позицията на заготовката в работното пространство се дефинира с XA, ZA, ZI, ZB. Съответно диаметралните размери се бележат по ос X, а линейните по ос Z.

При заготовки от тип „Втулка“, както беше споменато се въвежда диаметъра на отвора, белязан с XI, а външен диаметър на заготовката с XA.

При линейните размери се дефинират съответно ZA-начало на заготовката, спрямо координатната система, ZI –обща дължина на заготовката, ZB – разстояние от началото на заготовката до челото на челюстите (фиг. 3а и 3б). При призматични заготовки се дефинират размерите на конкретни призматични елементи.



Фиг. 3а. *Диаметри XA, XI*



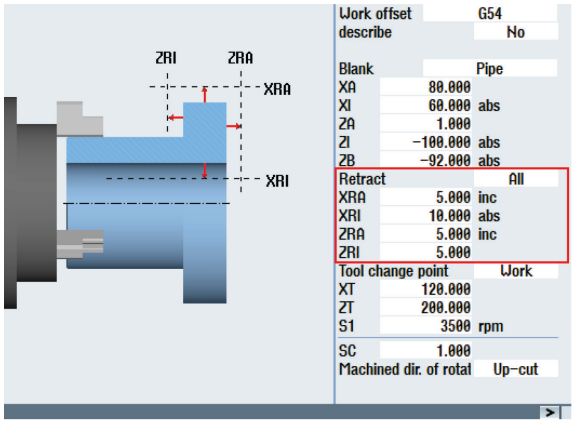
Фиг. 3б. *Линейни размери ZA, ZI, ZB*

Retract

С опцията се задават безопасните разстояния, до които ще достигне инструмента с работен ход със зададения режим на рязане и ще премине към изгодна точка на бърз ход (установъчно движение).

WOP системите позволят въвеждане веднъж на разстоянията и във всеки етап тези отстояния ще се запазят.

Командата изисква въвеждането на диаметрални и линейни размери, съответно XRA, XRI, ZRA и ZRI (фиг. 4)



Фиг. 4. *Безопасни разстояния*

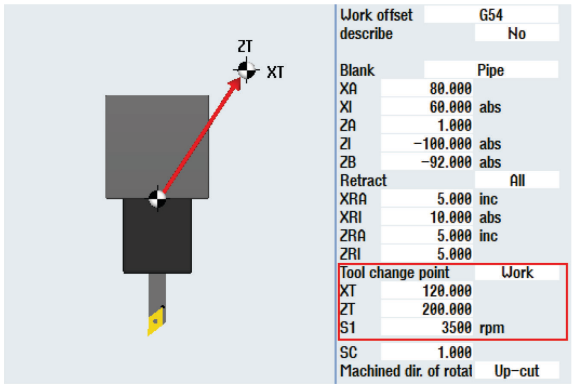
Изходна точка

Изходната точка се подбира технологично и се задава програмно. Съображенията по които се избира координатата са безопасна смяна на инструмента и свободен достъп на оператора или автоматизиран орган до детайла след преустановяване на движенията.

При съставянето на програми с ISO код координатите се задават при всеки пазаж, докато в WOP системите се задават в главата на програмата със съответните стойности XT, ZT (фиг. 5).

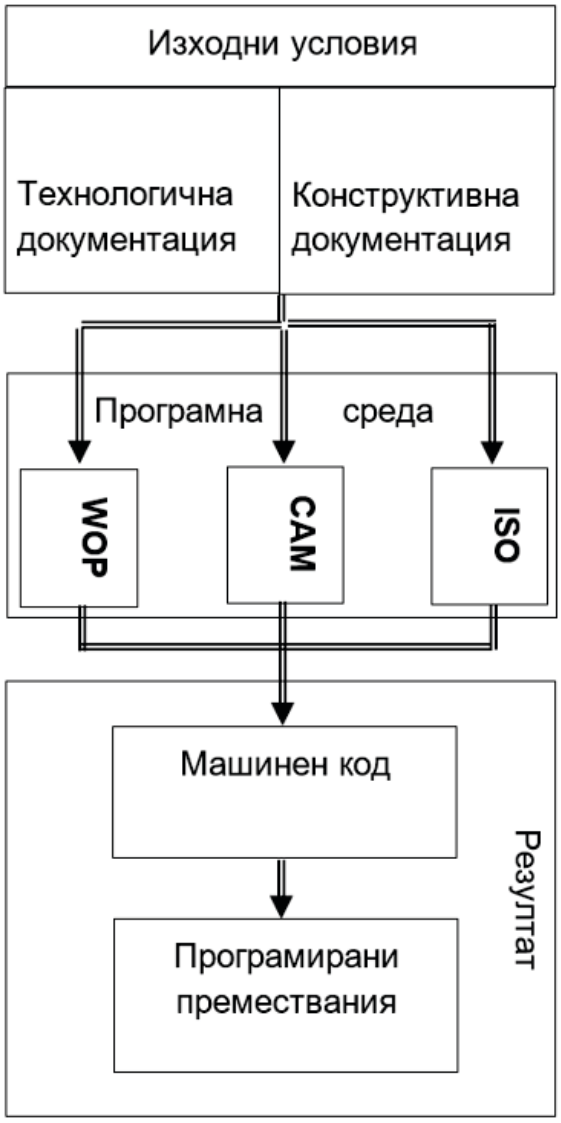
Точката може да се подбере спрямо машинната координатна система – Tool change point machine или спрямо работната координатна система Tool change point work.

В същия прозорец е команда S1, със значение – ограничение на максималната стойност на главното движение на рязане при избор на постоянна скорост на рязане.



Фиг. 5. *Изходна точка*

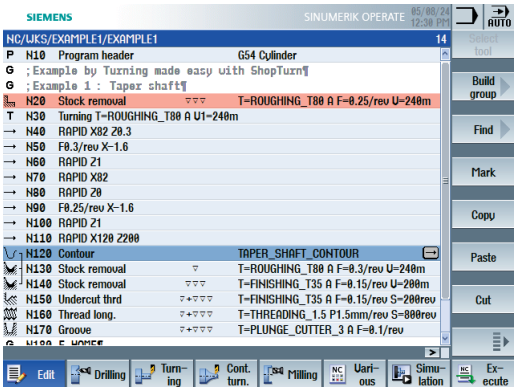
На практика всички CAD-CAM системи разполагат с модули за съставяне и тестване на NC програми. Това позволява разработването на управляващи NC програми още в етапа на проектиране на конкретното изделие. От друга страна, съвременните форми на организация на производството наложиха използването на Workshop Oriented Programming системи обединяващи CAD-CAM системата със системата за CNC на конкретната машина[1].



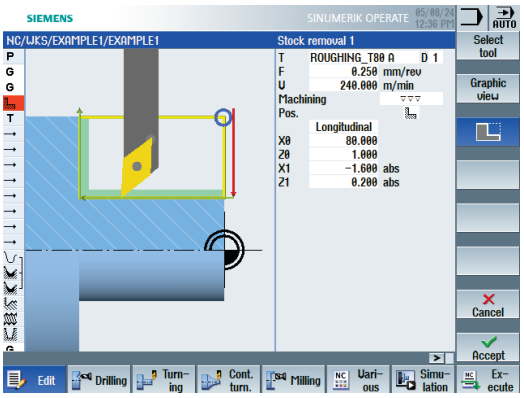
Фиг. 6. *Условия и среда за реализиране на ЦПУ [1]*

Предимствата на Workshop Oriented Programming

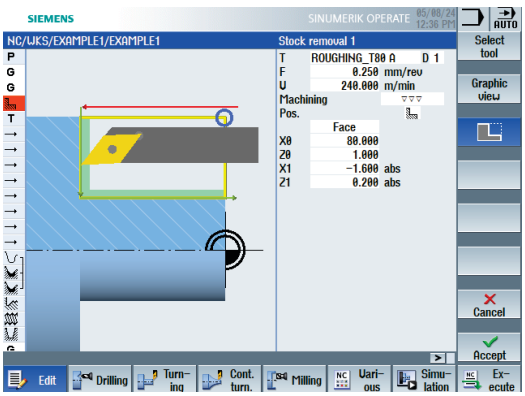
Управляващата програма, създадена в WOP среда също е съставена от блокове (фиг. 6), макар не изразени в пасажи, като след влизане в директорията на блока се зареждат в табличен вид характерни, възлови точки от контура и технологичния процес (фиг. 7), както и бързи въвеждания на определени изисквания от технологичния процес (Пример – промяна траекторията на движение на инструмента (фиг. 8а) схема бримка, (фиг. 8б) схема спускане).



Фиг. 7. *Визуализация на блокове*



Фиг. 8а. *Схема бримка*

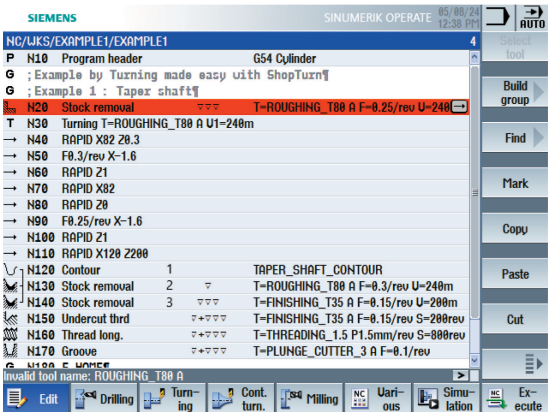


Фиг. 8б. *Схема спускане*

Съставяне на контурни повърхнини

Контурните повърхнини, съставени от дъги и прави участъци се формират от комбинация на блокове.

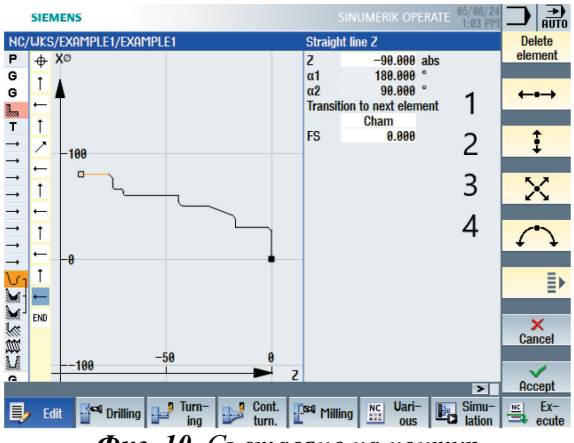
Блоковете могат да бъдат два – геометрия на контура и груба обработка, или три – геометрия на контура, груба обработка и чистова обработка. На фигура 9 е даден пример за три-блоков контур, респективно поз. 1 – геометрия на контура, поз. 2 режими на рязане при грубата обработка, поз. 3 – режим на рязане при чистовата обработка.



Фиг. 9. *Контурна обработка*

Геометрията на контура сама по себе си съдържа прави участъци, успоредни на една от осите й или дъги.

Въвеждането на елемент от контура се осъществява с едно натискане на бутон и задаване на стойността (фиг.10) (дължина, радиус, ъгъл.)



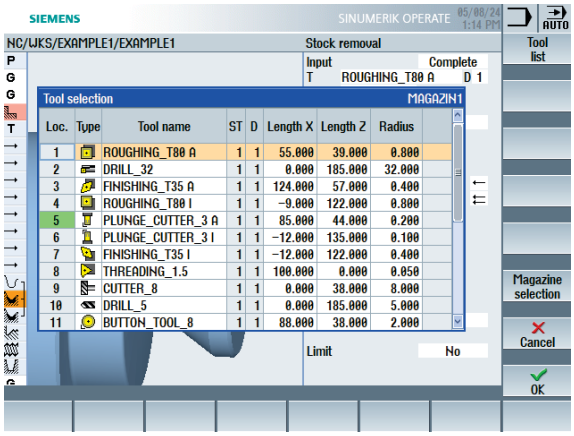
Фиг. 10. *Съставяне на контур*

Съответно:

- ✓ Бутон 1 задава линеен контур по ос Z;
- ✓ Бутон 2 задава линеен контур по ос X;
- ✓ Бутон 3 задава линеен контур по оси X и Z;
- ✓ Бутон 4 задава дъговиден контур по оси X и Z;

Избор на инструмент

Изборът на инструмент се извършва за конкретна обработка, като обобщената последователност е: Влизане в директорията на блока, Select tool избор на инструмент (фиг. 11) от предварително създадена библиотека от инструменти.



Фиг. 11. *Избор на инструмент*

Радиусна компенсация

Когато се създава програма за обработка на детайл, не е необходимо програмистът да преизчислява траекториите на движение, като се съобразява с дължината или радиуса на използвания инструмент. В програмата се записват димензии, взети направо от чертежа.

Данните за инструментите се записват в област на паметта, отделена за тази цел.

При извикване на конкретен инструмент, системата за ЦПУ преизчислява траекториите, като ги съобразява с параметрите на този инструмент.

Чрез команди G41 или G42 се изчислява траекторията, която описва центъра на фрезата, за да се получи контурът на детайла. Компенсацията се прави за конкретен инструмент и неговите геометрични параметри, посредством вектора на компенсация [1].

В WOP среда измервайки (машинно или извънмашинно) инструмента и въвеждайки неговия радиус, системата автоматично изчислява разстоянието от допирателната към радиуса и фиктивния връх на инструмента и в последващи етапи от процеса на рязане изчислява корекцията, като я прибавя или изважда от номиналния размер въведен от програмиста според вида на обработката – външна или вътрешна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

WOP системите съчетават в себе си CAD/CAM системи и постпроцесор, което повишава производителността на съставяне на управляваща програма.

За съставяне на траектория на движение на инструмента за установъчно движение или за процеса рязане при ISO код е необходимо въвеждане на програмна дума, команда, ред и дефиниране на координата на точката.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Митев Й., Найденов А. Металорежещи машини.

[2] Угринов П. Програмиране на металорежещи машини с ЦПУ Авангард прима 2019.

[3] Huang ZF, Tan KH. Structural response of a steel beam with a frame during a fire. In: Proceedings of the third international conference on advances in steel structures, vol. II, 2002, p. 1111-1118.

СТАНДАРТИ NEDC,WLTP, RDE И ПРИЛОЖЕНИЕТО ИМ ПРИ ЕЛЕКТРОМОБИЛИТЕ

NEDC, WLTP, RDE STANDARDS AND THEIR APPLICATION TO ELECTRIC VEHICLES

Stefan Stoychev
Technical College-Lovech

Abstract

State authorities impose on car manufacturers standards for determining fuel consumption and the amount of harmful substances released by them in order to comply with environmental standards.

The existing standards - NEDC, WLTP, RDE, PEMS - are described, taking into account the factors influencing the obtained results and the conditions for conducting the tests.

The methods for determining the energy consumption of different types of cars are presented.

Keywords: standards - NEDC, WLTP, RDE, PEMS, energy consumption.

ВЪВЕДЕНИЕ

Държавните органи налагат на производителите на автомобили стандарти за определяне на разхода на гориво и количествата вредни вещества отделяни от тях с цел спазване на екологичните норми.

В следствие на бързото развитие на автомобилната техника и необходимостта от по-точни и адекватни получавани резултати, стандартите биват променяни във времето. По реда на въвеждането, използваните стандарти са : NEDC ("New European Driving Cycle"), WLTP ("Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure"), RDE ("Real Driving Emissions"), Portable Emission Measuring Systems (PEMS).

Целта на настоящият доклад е да се представят горепосочените стандарти и особеностите на определяне на разхода на енергия при хибридните автомобили и електромобилите.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Използвани стандарти за разход и вредни емисии.

Стандартът NEDC ("New European Driving Cycle") се отнася за тест на автомобила на изпитателен стенд - използва се в цяла Европа от 1992 г. за измерване на емисиите на отработени газове и разхода на гориво на леки и лекотоварни автомобили [3].

В последствие NEDC е заменен от ***глобално стандартизирания WLTP ("Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure")***. WLTP стандартът има за цел да измерва консумацията на гориво по-реалистично и се основава на модифициран тестов цикъл с по-строги спецификации за изпитване. При него се практикува 30 минутен тест на динамометър при стандартизирани условия.

Новият цикъл WLTP взима в предвид ситуации които са по-близки до ежедневния живот от тези в NEDC. Той е въведен с намерението да осигури данни за разхода на гориво по-близки до реалните. WLTP се характеризира с:

- по-реалистична пътна динамика и външни температури;
- по-големи тестови дистанции;

- по-висока средна и максимална скорости;
- по-малко време за престой;
- повече етапи със спиране и ускоряване.

Опционалното оборудване също има влияние върху стойностите определени с използване на WLTP цикъла на шофиране.

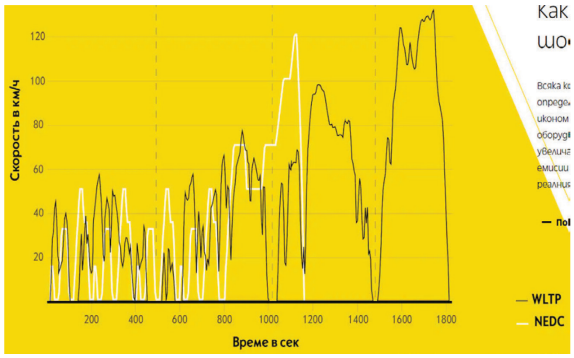
Допълнение към системата WLTP е ***процедурата за изпитване RDE ("Real Driving Emissions")*** [3]. Тя изисква измерванията да се провеждат на обществени пътища, използва се маршрутна комбинация с произволно ускорение и намаляване, което отнема между 90 и 120 минути. Целта е тестът максимално да се доближи до реални условия при пътуване.

Не се изисква определен цикъл на шофиране; дистанцията, ускорението, външната температура, вятърът и трафикът се избират свободно в рамките на определени статистически гранични условия.

Системата Portable Emission Measuring Systems (PEMS)-включва специално оборудване, монтирано в и извън автомобила, отчитащо вредните емисии при реални условия включващи ниска и висока надморска височина, средна годишна температура, допълнително натоварване на автомобила, спускане и изкачване на наклони, движение в градски условия с ниска скорост, извънградско шофиране със средна скорост и шофиране на магистрала с висока скорост [1]. При този стандарт от основно значение е определяне на точното количество на отделените вредни емисии.

Различията при стандартите са посочени в табл.1.

Графика показваща етапите на движение при стандартите NEDC и WLTP е показана на фигура 1, [2].



Фиг. 1. *Етапи на движение при NEDC, WLTP, RDE.*

Табл. 1 *Сравнение на използваните стандарти.*

	WLTP	NEDC	RDE
Температура при старта	14-23°C	20-30°C	3-30
Продължителност	30 мин	20 мин	90-120 мин
Дял на стацион. положение	13%	25%	
Дължина на цикъла	прибл. 23 км	прибл. 11 км	
Скорост	Средна: 46.6 км/ч Максимална: 131 км/ч	Средна: 34 км/ч Максимална: 121 км/ч	
Задвижваща мощност	Средна: 7 кВт Максимална: 47 кВт	Средна: 4 кВт Максимална: 34 кВт	
Влияние на допълнителното оборудване, климатичната система (АС) и съпротивлението при търкаляне.	Опционалното оборудване се взима в предвид по отношение изискванията за тегло, аеродинамика и съпротивление на търкаляне. Без климатик.	Стойностите отчитат единствено съпротивлението при търкаляне.	
Пътища	Дефиниран цикъл	Дефиниран цикъл	Всеки път (градски, извънградски, магистрала) в рамката на тестовите условия.

Използвани мерни единици за разход на гориво при различни видове автомобили.

Системата за измерване разхода на гориво WLTP може да ползва различни мерни единици за разхода. В ЕС разхода на гориво се измерва в изразходени литри гориво за 100 км.

В САЩ използват реципрочната мярка, която отчита изминатите мили за един галон гориво.

Използва се и специфичният разход на гориво, който отчита колко грама гориво на конска сила [hP], или [kW] са изразходени за един час. Този показател ни дава по-точна база за сравняване на различни по мощност и обем двигатели и ни позволява по-лесно да определим, кой е по-ефективен. Ако автомобилът работи на място разходът на гориво се измерва с литра на час, като това е стандартна разходна норма за пътностроителни машини, дизелови локомотиви и др.

При **хибридните автомобили** имаме комбинация от електрически и бензинов разход.

Различават се две хибридни технологии: -***Hybrid Electic Vehicle, HEV*** – използва като основнен задвижващ агрегат-двигател с вътрешно горене, а съществуващия електромотор има спомагателни функции. Машината се движи на елекричество в определени ситуации - при ниска скорост и в моменти, в който няма нужда от много мощност.

-Plug-in хибрид, PHEV-основнен задвижващ агрегат е електрическият двигател, има голяма батерия, която се зарежда от мрежата или чрез зарядни станци. Има и малък двигател с вътрешно горене, който служи като генератор на ток, когато батерията започне да се разрежда критично. По този начин двигателят удължава пробега, но реално няма ангажимент към задвижването на автомобила. Пробегът на съвременните PHEV автомобили, с електрическа енергия, варира между 50 и 120 km., като тенденцията е той да бъде увеличен. Той зависи от мощността на автомобила, стилът на шофиране, външните атмосферни условия.

Определяне на разхода при хибридни автомобили.

Според [4] пресмятането на комбинираният разход на хибриден автомобил става по формула:

$C = (De \times C1 + Dav \times C2)/(De + Dav)$ (1)

Където:

- C – разход на гориво в l/100 km;
- C1 – разход на гориво в l/100 km с пълна батерия*
- C2 – разход на гориво в l/100 km на ДВГ;
- De – електрически пробег;
- Dav – 25 km (приетата средна дистанция между две зареждания на батерията.

* Електрически режим на задвижване, при който, разходът на гориво е 0 l/100 km.

Разходът за хибриден автомобил с параметри: C2=5 l/100 km, De=75km, изразходвана електрическа енергия за изминаване на De -14 kWh, според горната формула е:

$C = (0 + 25 \times 5) /(75 + 25) = 1.25$ l /100 km

За да сме по-точни в пресмятането, трябва да отчетем и добавим към разхода, изразходената енергия за изминаването на пътя само с електродвигател в kWh.

Превръщането на изразходваната електрическа енергия в литри гориво, може да стане по два начина:

-вариант 1-използваме връзката между kWh и литри гориво-1l бензин = 8.76 kWh (1 l дизел = 9.7 kWh).

-вариант 2- изразходваната енергия в kWh х цена за електрическо зареждане /акт. цена на горивото.

Цената на зареждане е 0,22 лв./kWh, цената на литър бензин е 2,75 лв. /l, разходът на гориво на автомобила е 5,0 l/100km.

Не вземаме в предвид рекуперацията на енергия при спиране и зареждането на акумулатора при работата на ДВГ.

Според вариант 1: 14/8,76=1,6 l бензин за изминаване на разстоянието De.

Според вариант 2: 14.0,22=3,08 лв. изразходвани за зареждане. 3,08 / 2,75= 1,12 l бензин.

Получените еквивалентни стойности добавяме към резултата от формула (1). Резултатите за общия разход на гориво са 2,85 l (вариант 1) и 2,37 l (вариант 2).

При **електрическите автомобили** изразходената енергия се измерва обикновено във киловатчаса на 100 km., [kWh/100km], като за измерване на консумацията се използва същия цикъл с градски и извънградски етапи, но се взема предвид първоначалното зареждане на батерията.

Чрез горепосочените варианти 1 и 2 можем да преобразуваме изразходваната електрическа енергия в литри конвенционално гориво.

В САЩ използват, за определяне на ефективността на електромобилите, отношението MPGe. То показва, колко мили изминава превозното средство, използвайки количество енергия, което е еквивалентно на галон бензин. При изгарянето на един галон бензин се произвеждат 115 000 BTU (британски топлинни единици) топлина.

Киловатчаса е стандартната мерна единица за електричество и за да се произведат 115 000 BTU са необходими 33,7 киловатчаса (kWh) електроенергия. Това означава, че ако едно EV може да измине 100 мили с 33,7 kWh електричество, то отговаря на 100 MPGe.

Според [4], най-икономичното превозно средство за 2023 г., използващо бензин като източник на енергия, е Toyota Prius с резултат 57 MPG при комбинирано шофиране град/магистрала. Най-икономичният EV за 2023г. е Hyundai Ioniq 6 – с резултат 140 MPGe при комбинирано шофиране.

Чрез отношенията 1gal=3,8l, 1 kWh=3412 BTU, 1 mi=1,609 km , можем лесно да конвертираме отношенията в литри за 100 km.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тенденцията за повишаване на мерките свързани с екология и опазване на околната среда водят до нови по-прецизни стандарти свързани с определянето на разхода на гориво и количествата отделяни вредни вещества.

В таз връзка са разгледани съществуващите стандарти и процедури - NEDC,WLTP, RDE, PEMS.

Масовото навлизане на електромобилите във всичките им разновидности, изисква използването на методики за определяне на горивен еквивалент на изразходваната от тях енергия.

Описани са методики за определяне на горивен разход на електромобили и хибридни такива.

ЛИТЕРАТУРА

[1].https://www.vesti.bg/tehnologii/avtomobili/kak-ciklite-wltp-i-rde-izmervat-vrednite-emisii-6082592 /31.05.24г./

[2].https://www.opel.bg/tools/wltp-cikalanasofirane-razhodanagorivo.html#! /31.05.24г./

[3].https://www.opel.bg/tools/wltp-cikalanasofirane-razhodanagorivo.html#! /31.05.24г./

[4]https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/r101r2e.pdf /31.05.24г./

МЕТОДИ ЗА НАМАЛЯВАНЕ НА ВРЕДНИТЕ ЕМИСИИ ПРИ ТРАНСПОРТНАТА ТЕХНИКА

METHODS FOR REDUCING HARMFUL EMISSIONS IN TRANSPORTATION EQUIPMENT

Stefan Stoychev
Technical College-Lovech

Abstract
The chemical composition of exhaust gases from internal combustion engines is described, including the toxic components in them. A classification of methods for reducing harmful emissions has been made. The modern systems used to neutralize harmful emissions are described in detail. A proposed principle scheme for the study of cleaning systems, including the main factors that influence the concentration of harmful substances in the exhaust gases of an internal combustion engine.

Keywords: internal combustion engines, methods of reducing harmful emissions, a schematic diagram for researching cleaning systems

ВЪВЕДЕНИЕ

Стандартите за емисиите на отработени газове са определени в редица директиви на Европейския съюз, които предвиждат постепенното въвеждане на все по-строги стандарти. Целта на тези стандарти е да се принудят производителите на автомобили да създават все по-екологично чисти двигатели, които да не замърсяват околната среда.

Последният въведен стандарт EVRO 6, относно концентрацията на вредни емисии, поставя следните изисквания:

-бензинови двигатели по отношение на вредните емисии в [g/km]:

- Въглероден окис - 1
- Азотни окиси - 0,06
- Фини прахови частици - 0,005

-дизелови двигатели:

- Въглероден окис - 0,005
- Азотни окиси - 0,08
- Фини прахови частици - 0,005

Това изисква сериозни промени в автомобилостроенето - конструктивни изменения в двигателите и използване на нови технологии и системи за ограничаване на емисиите.

Целта на настоящата работа е да проследи и анализира методи и технологии за намаляване на вредните емисии при двигателите с вътрешно горене.

ИЗЛОЖЕНИЕ

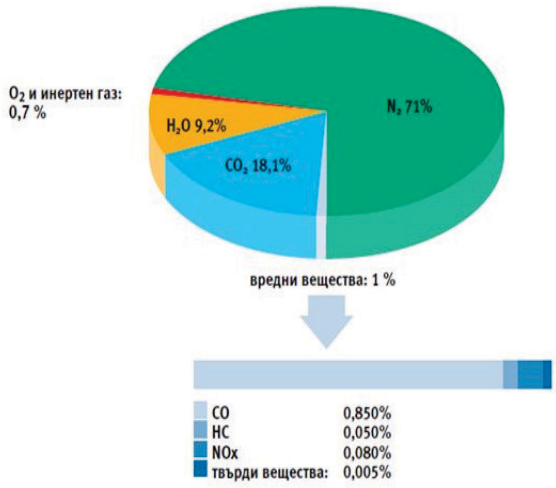
Токсичните вещества, които попадат в атмосферата с газовете от двигателите с вътрешно горене са:

- въглероден окис (CO) – продукт на непълното горене. Образува се при изгаряне на богата гориво-въздушна смес;
- въглеводороди (CH) - продукти на непълното горене. Получават се при недостатъчно количество кислород предимно при изгаряне на слоевете горивна смес, разположени непосредствено до стените на цилиндъра, където температурите са ниски, пламъкът се охлажда и изгасва;
-азотни окиси (NOx) - получават се при високи температури зад фронта на пламъка;
- съединения на олово;
- съединения на сяра;

- алдехиди-образуват се, когато процесът на горене протича при много ниски температури

- сажди-продукт на непълно горене, получават се при термичното разпадане на въглеводородните молекули, при крайно недостатъчно количество кислород. Образуването им се ускорява при комбинация от високи температури и високи налягания. Токсичните вещества се съдържат в отработилите газове (около 95%), в картерните газове и в парите на горивото от горивната система. Съдържанието им в отработилите газове се определя от характера на работния процес, от конструкцията на двигателя, от протичането на процеса горене.

Отделяните вещества от двигател с вътрешно горене са показани на фиг. 1, [1] .



фиг.1. *Отделяни вещества от двигател с вътрешно горене*

Фактори оказващи влияние на количествата отделяни вредни вещества:

• Съставът на гориво-въздушната смес –оказва голямо влияние на образуването на токсични вещества в цилиндъра на двигателя;

• Неравномерното разпределение на горивото по цилиндрите – преобогатена или преобеднена гориво- въздушна смес;

• Намаляване на ъгъла на изпреварване на запалването;

• Увеличаване степента на сгъстяване;

• Високата температура на стените на горивната камера повишава и концентрацията на Nox;

• Работа на двигателя на празен ход води до увеличаване на концентрацията на NOx, а концентрацията на CO намалява;

• Натоварването на двигателя оказва съществено влияние върху токсичността на отработилите газове – и при малко натоварване, и при пълно натоварване концентрацията на CO значително нараства.

Методите за намаляване на вредните емисии можем да разделим на следните основни групи:

- конструктивни - целящи постигане на максимално ефективен процес на смесване и изгаряне на горивото, съответно оптимална работа на двигателя;

- използване на други видове гориво (биогорива, LPG, CNG, водород);

- добавки към основното гориво (например-дипетан намалява чувствително вредните емисии на бензинови и дизелови двигатели [2], съответно NOx с 30%, CO2 до 25% , дим с до 50%, намалява необходимостта от смяна на масло, филтри) с до 24%);

- добавки прилагани в зоната на горене (вода, метанол, воден разтвор на метанол). Намаляват температурата на постъпващия въздух и камерата на изгаряне, понижават отделяните вредни вещества до 70%, повишават мощността и въртящия момент до 20%, намаляват разхода на гориво [3].

- специални системи и устройства за пречистване на отработените газове, като DPF, EGR-система за рециркулация на отработилите газове, SCR.

(EGR) exhaust gas recirculation-рециркулация на отработените газове-технология за намаляване на емисиите на нитроген-оксид (NOx), използвана в бензиновите/газовите и дизеловите двигатели. EGR връща част от отработените

газове обратно в двигателя (цилиндрите). Отработените газове се връщат обратно във всмукателния колектор използвайки разликата в налягането на всмуквания въздух и изходящите газ.

При работа под товар на двигателя температурата на изгаряне на горивната смес в цилиндрите се покачва, започва формирането на отровния газ NOx (нитроген-оксид). Чрез контролираното отваряне на EGR-клапана от модула за управление на двигателя, част от постъпващия в цилиндрите въздух се заменя с бедни на кислород отработени газове и по този начин се намалява температурата на изгаряне и съответно нивата на нитроген-оксид. За да се подобри ефективността на очистване в системата се въвежда охлаждане в EGR, което води до намаляване на ефективността на двигателя с 3%-8 % [4].

Използвани системи за неутрализиране на отделяни вредни вещества: пламъчни, течностни, каталитични и комбинирани.

В **пламъчните** неутрализатори продуктите на непълното горене доизгарят в специално поддържан пламък. Основният недостатък на тези неутрализатори се състои в това, че те работят неустойчиво при изменение на натоварването на двигателя и за поддържането на пламъка се изразходва допълнително количество гориво. Такива са:

DPF (diesel particulate filter-дизелов филтър за твърди частици) е компонент, вграден в дизелов двигател, с цел отстраняване на саждите от двигателя. Саждите се съхраняват в кутия, която съдържа отделения с форма на пчелна пита. Такъв филтър се поставя и при бензиновите двигатели, нарича се GPF.

Когато отделенията на пчелната пита се задръстят, отработените газове се ограничават и протича цикъл при който се използва дизелово гориво за изгаряне на саждите, и изхвърляне от изпускателната система.

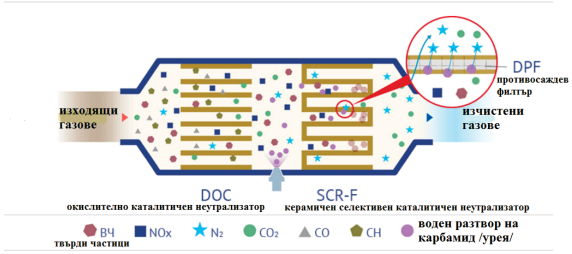
В **течностните** неутрализатори газовете се пропускат през химичен разтвор. Течностните неутрализатори позволяват да се очистят отработилите газове напълно от алдехидите и саждите, а от азотните окиси (NOx) – до 30 – 70%.

При течностните катализатори протича **Селективна каталитична редукция (SCR).**

Основен проблем при дизеловите двигатели са азотните окиси. При технологията за неутрализирането им се използват реагенти известни като „Ad Blue“, AUS 32 (*Aqueous Urea Solution 32*), DEF (*Diesel Exhaust Fluid*). Те представляват воден разтвор на карбамид (урея), който е нетоксичен и негорим Реагентът се инжектира в изпускателната система, като взаимодейства с азотните окиси и ги разгражда до азот и вода.

При **каталитичните неутрализатори** продуктите на непълното горене се окисляват без пламък с помощта на специални катализатори, поставени в изпускателната система.

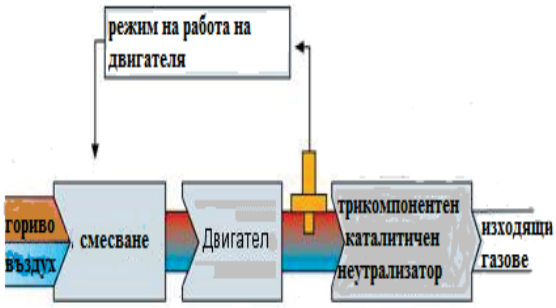
Много често горните изброени видове са комбинирани в едно цяло както е показано на фиг. 2.



***Фиг. 2**. Работа на каталитичен неутрализатор*

За да работи катализаторът, трябва точно да се регулира съотношението гориво-въздух, постига се чрез използване на ламбда сонди, фиг. 3. Ламбда-сондата се разполага в предната част на системата за изпускателни газове предикатализатора. Тя измерва съдържанието на кислород в изгорелите газове. С помощта на изходния сигнал от сондата се извършва регулировка от устройството за управле-

ние на работата на двигателя, като прецизно се регулира горивото, подавано от системата за впръскване.



***Фиг. 3**. Принцип на действие на ламбда сонда*

Това е така наречения „затворен контур на регулиране“ и с негова помощ се гарантира оптимално съотношение на компонентите на горивната смес. По този начин се осигурява както оптимално неутрализиране на токсичните газове в катализатора, така и най-доба разполагаема мощност [5].

На фигура 3 са показани етапите в развитието на различните системи за намаляване на вредните емисии при дизеловите двигатели.

Принципна схема за изследване и сравняване на различни системи за очистване, както и основните фактори, които оказват влияние на концентрацията на токсичните вещества в отработилите газове, са показани на фигура 5.

Влияещите на процеса на редуциране на изходящите газове параметри са:

$T_{окр.}$-температура на обкръжаващата среда;

$P_{окр.}$-атмосферно налягане;

$Q_г$,$Q_{ог.\ вход}$-топлинни потоци на отработените газове на входа и изхода на изпускателния колектор;

n-честота на въртене на коляновия вал;

V-работен обем на двигателя;

I-брой цилиндри на двигателя;

S-ход на буталото;

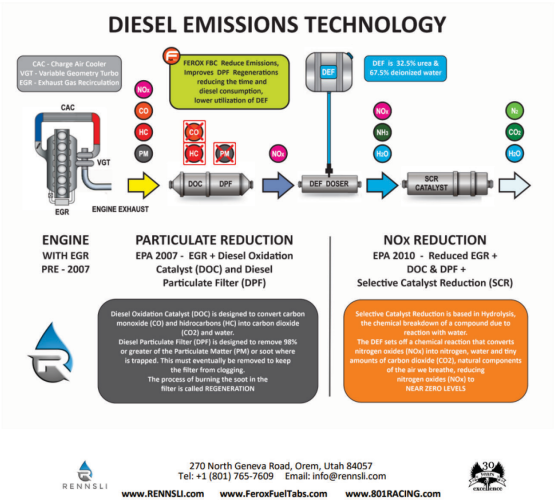
D-диаметър на цилиндъра;

ε- степен на сгъстяване;

n_N -честота на въртене на коляновия вал при номинална мощност;

α- отношение въдух-гориво;

$l_{кол}$-дължина на изпускателния колектор;



***Фиг. 4.** Етапи в развитието на системите за намаляване на вредните емисии*



***Фиг. 5**. Структурна схема на факторите влияещи на обекта на изследване*

$d_{кол}$-диаметър на изпускателния колектор;

$l_{корпус}$-дължина на корпуса;

$d_{корпус}$-диаметър на корпуса;

$\tau_{нагряване}$-време за нагряване на работния елемент.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изискванията към намаляване на количествата отделяни вредни вещества от двигателите с вътрешно горене нарастват.

Допълнително, навлизането на електромобилите и такива с хибридно задвиж-

ване, които отделят минимални количества вредни вещества, усилват конкурентната среда.

Оставането на пазара на автомобилите с двигатели с вътрешно горене може да се постигне с използването на нови ефикасни и в същото време с ниска цена, технологии за преработка на изходящите газове.

Друг вариант е комбинация от съществуващите методи водеща до приемлив резултат.

В настоящата статия са описани съществуващите методи за пречистване на отработените газове и е предложена принципна схема за изследване и сравняване на различни системи за очистване, включваща основни фактори, които оказват влияние на концентрацията на вредни вещества в изходящите газове от двигател с вътрешно горене.

ЛИТЕРАТУРА

[1] www.ngk.
[2] www.dipetane.bg/
[3] https://jtlab.ru/
[4] https://bg.wikipedia.org/
[5] https://carauto.bg

ОПРЕДЕЛЯНЕ ПАРАМЕТРИТЕ НА ДВИЖЕНИЕ НА 6 ОСЕН МАНИПУЛАТОР

DETERMINING THE MOVEMENT PARAMETERS OF A 6-AXIS MANIPULATOR

Veselin Mitev
Technical University of Gabrovo

Stanimir Yordanov
Technical University of Gabrovo

Georgi Mihalev
Technical University of Gabrovo

Abstract

This article discusses some methods for coordinate positioning of objects with an implementation in a CodeSys environment. In the process of coordinate positioning, it is necessary to move an object in space from an existing initial position to a specified final position, the position of the object in each case being determined by the coordinates of its corresponding points.

Keywords: manipulator, positioning, displacement calculation, automation

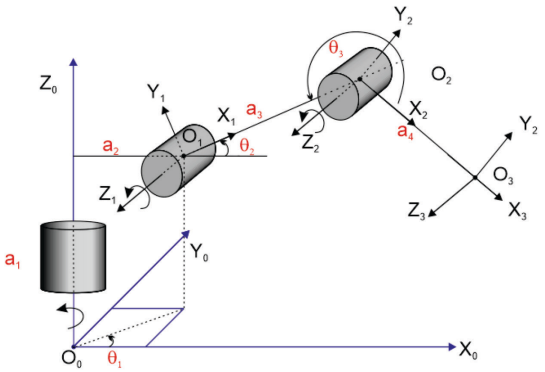
ВЪВЕДЕНИЕ

При производството на сложни механични изделия е необходимо да се осигури висока точност при тяхното производство и монтаж. За тази цел могат да се използват автоматизирани манипулатори или специални позициониращи устройства. Те са намерили приложение в машиностроенето, самолетостроенето, автомобилостроенето и други области на икономиката, където е необходима висока точност. Например, позиционирането на структурни елементи с висока точност се използва при внедряване на метода за нестандартно инсталиране на монтажно оборудване в машиностроенето [1, 2].

Тази статия обсъжда някои методи за координатно позициониране на обекти. В процеса на координатно позициониране е необходимо да се премести обект в пространството от съществуваща начална позиция до определена крайна позиция, като позицията на обекта във всеки случай се определя от координатите на съответните му точки.

ИЗЛОЖЕНИЕ

На фигура 1 е показана кинематичната схема на манипулатор с три степени на свобода. На схемата с 0, 1 и 2 са обозначени базовата, раменната и лакетната става. Инструментът се намира на фрейм с номер 3.



***Фиг. 1**. Кинематична схема на манипулатора*

Трите звена имат ъгъл на завъртане съответно $\theta_1, \theta_2, \theta_3$. За управлението на една роботизирана ръка, от гледна точка на кинематиката, трябва да се решат две основни задачи, описващи движението:

- При зададени ъгли на завъртане на

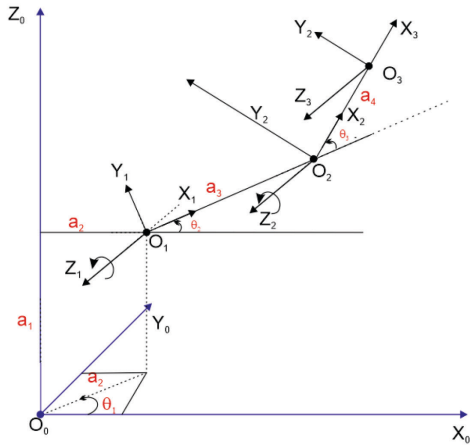
звената на манипулатора (основа, рамо, лакът), да се намери положението на инструмента в пространството – *Кинематика в права посока*.

- При зададена позиция на инструмента (X, Y, Z), да се намерят съответните ъгли на завъртане на звената на манипулатора – *Кинематика в обратна посока*.

Първоначалната позиция на обект е неговата действителна позиция в пространството преди извършване на позициониране. Определя се чрез измерване на пространствените координати на дадени точки от обекта. Например, измерването се извършва с помощта на лазерен тракер или координатна измервателна машина.

Крайната позиция на обект е неговата номинална позиция, зададена в CAD системата в електронното оформление на обекта. Определя се от пространствените координати на същите точки, които се използват за определяне на първоначалното (действително) положение на обекта.

При решаването на проблема с координатното позициониране е необходимо да се определят ъглите на въртене и линейните движения на обекта по време на прехода от първоначалната позиция към крайната и въз основа на тях да се изчисли количеството на движение на позициониращите задвижвания. Например, нека разгледаме позиционирането на обект в пространството с помощта на 6-координатен манипулатор, състоящ се от три линейни актуатора и три ротационни актуатора, ориентирани по осите на декартовата координатна система (ДКС).



***Фиг. 2**. Трансформация на координатната система*

Нека в някаква абсолютна координатна система са посочени следните точки, които определят позицията на позиционирания обект:

- начални точки $P_1(X_1, Y_1, Z_1)$, $P_2(X_2, Y_2, Z_2)$, $P_3(X_3, Y_3, Z_3)$ получена чрез измерване на действителното (началното) положение на обект в пространството;
- крайни точки $P_4(X_4, Y_4, Z_4)$, $P_5(X_5, Y_5, Z_5)$, $P_6(X_6, Y_6, Z_6)$ получени от CAD система при измерване на номиналната (крайна) позиция на обект върху електронен макет

Нека зададем началната координатна система на обекта в точки $P_1, P_2 и P_3$ по такъв начин, че началото на първоначалната позиция в координатна система да е в точка P_2, оста X да е насочена от точка P_2 към точка P_1, оста Y да е насочена така, че равнината OXY минава през точка P_3. По същия начин задаваме крайната точка в координатна система на обекта съответно в точки P_4, P_5 и P_6. Така координатите на точки P_1, P_2 и P_3 в първоначалната ДКС ще съвпаднат с координатите на точки P_4, P_5 и P_6 в крайната координатна система. За да ги определим, използваме уравненията на координатните равнини от вида $Ax + By + Cz + D = 0$, конструирани през всяка от търсените точки, успоредни на равнините OXY, OZX и OYZ на абсолютната координатна система. И така, в началната КС координатите на точка P_2 са равни на 0, а в точка P_1 само координатата $X_{1н}$ се различава от нула. Координатите на точка $P_3(XP_{3н}, Y_{3н}, Z_{3н})$ в началната координатна система се определят по формулите:

$$\begin{cases} X3H = \pm \dfrac{A1 \cdot X3 + B1 \cdot Y3 + C1 \cdot Z3 + D1}{\sqrt{A_1^2 + B_1^2 + C_1^2}} \\ Y3H = \pm \dfrac{A2 \cdot X3 + B2 \cdot Y3 + C2 \cdot Z3 + D2}{\sqrt{A_2^2 + B_2^2 + C_2^2}} \\ Z_{3н} = 0 \end{cases} (1)$$

където $(A_1 \dots A_2)$, $(B_1 \dots B_2), (C_1 \dots C_2), (D_1 \dots D_2)$ – са кое-

фициентите на уравненията на равнините от вида $(Ax + By + Cz + D = 0)$, построени през търсената точка, паралелно на равнините OZX и OYZ на абсолютната координатна система съответно. Системата уравнения (1) дава две двойки корени $X_{3н}$ и $Y_{3н}$, различаващи се една от друга по знаците на съответните координати. Търсените корени (знаците на координатите $X_{3Н}$и $Y_{3Н}$ ще намерим от съотношението на отсечките, получени при проектирането на търсената точка P_3върху отсечката $P_1 - P_2$ в абсолютната координатна система. Аналогично ще изчислим координатите на крайните точкиP_4, P_5 и P_6 в крайната координатна система.

За определяне на ъглите на завъртане на позиционирания обект от началното положение до крайното използваме матрица на завъртанията от α, β, γ Нека ъглите α, β, γ в матрицата са ъгли на завъртане на обекта около осите X, Y, Z на началната координатна система съответно. Ако осите на всички задвижвания на 6-координатния манипулатор в неговото изходно положение са паралелни на осите на началната координатна система, като първото задвижване за завъртане от хвата е паралелно на оста X, второто – на оста Y, а третото – на оста Z, тогава ъглите α, β, γ са равни на ъглите на завъртане на съответните задвижвания на манипулатора при позиционирането.

Ъгъл β, ще изчислим на основата на координатите на точка P_6 в крайната координатна система и точка P_1 в началната координатна система по формула:

$$\beta = \pm\left(\arcsin\frac{Z_{6k}}{X_{1H}} + \frac{\pi}{2}\right) \qquad (2)$$

където $Z_{6к}$ – е координатата Z на точка P_6 в крайната координатна система; $X_{1н}$ – е координатата X на точка P_1 в началната координатна система; n – е коефициент, равен на 0 или 1. Знакът на функцията и стойността на n се избират в зависимост от знаците на координатите $Z_{6к}$ и $X_{1н}$. Отделно се отчитат специалните случаи, когато една от координатите е равна на нула, а ъгъл β – кратен на 90°.

Ъгъл γ ще изчислим на основата на ъгъл β, и същите координати $Z_{6к}$ и $X_{1н}$ по формула:

$$\gamma = \pm\left(\arccos\frac{Z_{6k}}{X_{1H}\cos\beta} + \frac{\pi}{2}\right) \qquad (3)$$

Знакът на функцията и стойността на n, както и в предишната формула, се избират в зависимост от знаците на координатите $Z_{6к}$ и $X_{1н}$. Отделно се отчитат специалните случаи, когато една от координатите е равна на нула, а ъгъл γ е кратен на 90°.

Ъгъл α ще изчислим на основата на ъгъл β и координатите на точка 4 в крайната координатна система по

$$\alpha = \pm\left(\arcsin\frac{|Z_{4k} \pm X_{4k}\sin\theta_2|}{Y_{4k}\cos\theta_2} + \frac{\pi n}{2}\right) (4)$$

където $X_{4к}, Y_{4к}, Z_{4к}$ – са координатите на точка P_4 в крайната координатна система; n – е коефициент, равен на 0 или 1. Знакът на функцията и стойността на n се избират според допълнителните условия в зависимост от съчетанието на знаците на координатите $X_{4к}$, $Y_{4к}$, $Z_{4к}$ на точка P_4. Също така се отчитат специалните случаи, когато една от координатите е равна на нула, а ъгъл γ е кратен на 90°. Знакът при координатата $X_{4к}$ във формулата се избира чрез подставяне на всяка от двойката получени стойности на α в изходната матрица на завъртанията.

Знаейки стойностите на ъглите на завъртане α, β, γ, ще изчислим новото положение на точка P_1 след изпълнението на завъртанията в последователност $X \rightarrow Y \rightarrow Z$ спрямо неподвижните оси на завъртане. При първото завъртане (на ъгъл α около оста X на началната координатна система) координатите на точка $P_1'(X', Y', Z')$ ще определим по формулите, получени от матрицата на завъртанията от [3]:

$$\left\{\begin{array}{c} X'_{1н} = X_{1н} \\ Y'_{1н} = Y_C + \sqrt{(Y_{1н} - Y_C)^2 + (Z_{1н} - Z_C)^2}.\ \cos\left(\alpha + arctg\left(\frac{Z_{1н} - Z_C}{Y_{1н} - Y_C}\right)\right). \\ Z'_{1н} = Z_C + \sqrt{(Y_{1н} - Y_C)^2 + (Z_{1н} - Z_C)^2} \cdot \sin\left(\alpha + arctg\left(\frac{Z_{1н} - Z_C}{Y_{1н} - Y_C}\right)\right) \end{array}\right\} \quad (5)$$

където $X_{1н}, Y_{1н}, Z_{1н}$ – са координатите на точка P_1 в началната координатна система; X_C, Y_C, Z_C – са координатите на точка С, разположена на оста на въртене на третото задвижване (задвижването за въртене около оста Z), чиито координати остават непроменени при работата на всички задвижвания за въртене на манипулатора.

Аналогично, координатите на точка $P''_1(X''_{1н}, Y''_{1н}, Z''_{1н})$ след второто завъртане (на ъгъл β около оста Y на началната координатна система) ще определим по формулите:

$$\left\{\begin{array}{c} X''_{1н} = X_C - l_{1x} + \sqrt{(X'_{1н} - X_C - l_{1x})^2 + (Z'_{1н} - Z_C + l_{1z})^2} \cdot \cos\left(\beta + arctg\left(\frac{Z'_{1н} - Z_C + l_{1z}}{X'_{1н} - X_C - l_{1x}}\right)\right); \\ Y''_{1н} = Y'_{1н}; \\ Z''_{1н} = Z_C + l_{1z} + \sqrt{(X'_{1н} - X_C - l_{1x})^2 + (Z'_{1н} - Z_C + l_{1z})^2} \cdot \sin\left(\beta + arctg\left(\frac{Z'_{1н} - Z_C + l_{1z}}{X'_{1н} - X_C - l_{1x}}\right)\right) \end{array}\right. \quad (6)$$

където l_{1x}, l_{1y}, l_{1z} – са проекциите на дължините на рамената на първото звено на манипулатора (задвижването за въртене около оста X) върху осите X, Y, Z на началната координатна система.

По същия начин ще определим координатите на точка $P'''_1(X'''_{1н}, Y'''_{1н}, Z'''_{1н})$ след третото завъртане (на ъгъл γ около оста Z на началната координатна система) по формулите:

$$\left\{\begin{array}{c} X'''_{1н} = X_C + l_{1x} - l_{2x} + \sqrt{\left(X''_{1н} - (X_C - l_{1x} + l_{2x})\right)^2 + \left(Y''_{1н} - (Y_C + l_{1y} - l_{2y})\right)^2} \cdot \\ \sin\left(\gamma + arctg\left(\frac{X''_{1н} - (X_C - l_{1x} + l_{2x})}{Y''_{1н} - (Y_C + l_{1y} - l_{2y})}\right)\right); \\ Y'''_{1н} = Y_C + l_{1y} - l_{2y} + \sqrt{\left(X''_{1н} - (X_C - l_{1x} + l_{2x})\right)^2 + \left(Y''_{1н} - (Y_C + l_{1y} - l_{2y})\right)^2} \cdot \\ \cos\left(\gamma + arctg\left(\frac{X''_{1н} - (X_C - l_{1x} + l_{2x})}{Y''_{1н} - (Y_C + l_{1y} - l_{2y})}\right)\right); \\ Z'''_{1н} = Z''_{1н} \end{array}\right. \quad (7)$$

където l_{2x}, l_{2y}, l_{2z} – са проекциите на дължините на рамената на второто звено на манипулатора (задвижването за въртене около оста Y) върху осите X, Y, Z на началната координатна система. По същия начин ще изчислим координатите на точките P_2 и P_3 след изпълнението на всички три завъртания на ъгли α, β, γ, изчислени по-рано. Накрая ще определим необходимите линейни премествания на позиционирания обект спрямо началната координатна система по формулите:

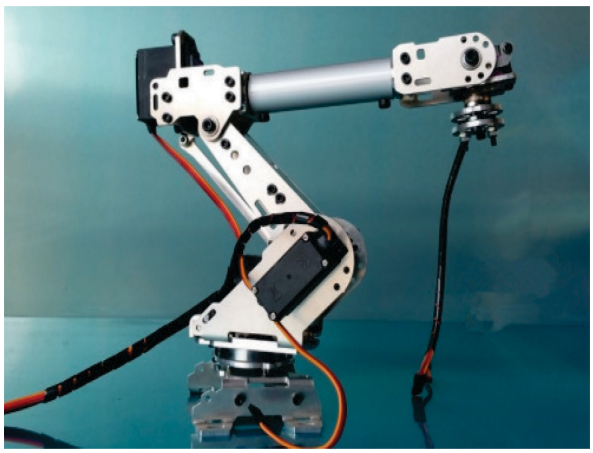
$$\begin{cases} T_x = X_{4к} - X'''_{1н}; \\ T_y = Y_{4к} - Y'''_{1н}; \\ T_z = Z_{4к} - Z'''_{1н}, \end{cases} \quad (8)$$

където $X_{4к}, Y_{4к}, Z_{4к}$ – са координатите на точка P_4 в крайната координатна система; $X'''_{1н}, Y'''_{1н}, Z'''_{1н}$ – са координатите на точка P_1 след завъртането на ъгъл γ .

Тъй като задвижванията на манипулатора в началното положение бяха успоредни на осите на началната координатна система, получените стойности T_x, T_y, T_z са преместванията на линейните задвижвания при позиционирането на обекта. В резултат ще получим всички необходими стойности на линейните премествания T_x, T_y, T_z и завъртанията α, β, γ на задвижванията на 6-координатния манипулатор при позиционирането на обекта по зададените координати.

Нека разгледаме пример на координатно позициониране на обект чрез управление с трите му точки. За тази цел обектът на позициониране се поставя на три сферични опори, чието положение се задава с 3-координатен манипулатор. При използването на декартови манипулатори с линейни задвижвания е целесъобразно да се ориентират осите на задвижванията им успоредно на осите на единна декартова координатна система.

Като обект за управление е избрана роботизирана ръка с 3 степени на свобода(фиг.3).



***Фиг. 3**. Манипулатор с три степени на свобода*

Тя се задвижва от 4 серво двигателя MG996R за управление на основа, рамо [4]. Серводвигателите, използвани в макета представляват постояннотокови двигатели със свързан потенциометър в изходния вал. Така изходната позиция постоянно се сравнява със зададената от контролера за управление. Всяка разлика между двете стойности поражда грешка в съответната посока, която кара серводвигателя да коригира позицията си. MG996R е стандартно сервозадвижване с висок въртящ момент и с ъгъл на завъртане от 120° (по 60° във всяка посока). Захранващото напрежение на двигателя е от 4,8-7,2 VDC. Управлението на позицията се извършва чрез широчинно-импулсна модулация.

Към двигателя се подават сигнали с честота 50Hz (20ms период). В зависимост от ширината на импулса (Duty cycle) двигателя променя ъгъла си на завъртане.

Пълният обхват на завъртане от -60° до 60° се получава при ширина на импулса от 1ms до 2ms. Така при 1ms има завъртане на -60°, при 1,5ms оста се завърта на 0°, а при 2ms на 60°.

Програмна реализация в среда на CodeSys

Поради повишения брой математически уравнения с помощта, на които се управляват серво двигателите, задвижващи звената на манипулатора, е избран език за програмиране Structured text. Той позволява лесна работа със сложни математически функции. Кинематиката в права посока е решена по два метода. За намиране на позицията на инструмента е необходимо съставянето на хомогенни трансформиращи матрици за трите звена.

Функцията *ForwardKinematic_V1* приема като параметър структура от моментното състояние на ъглите, свързани между звената на манипулатора и връща координатите на инструмента в координатната система на базата. Като променливи за функцията се декларират трите

ротационни матрици (R01, R02, R03), трита вектора на изместване (d01, d02, d03) и трите хомогенни трансформиращи матрици (H01, H02, H03). Ротационните матрици се декларират като двумерен масив с размер 3x3. Вектора на изместване се декларира като двумерен масив от 3 реда и 1 колона - 3x1.

Всяка трансформираща матрица се състои от две части: Ротационна матрица и вектор на изместване. Попълването на трансформиращите матрици се извършва от функцията FillTransformationMatrix. Тя приема като параметри масив с размер 3x3 (три реда, три стълба) за ротационната матрица и масив с размер 3x1 за вектора на изместване. Върнатия резултат от функцията е масив с размер 4x4, представляващ съответната хомогенна трансформираща матрица. След като се умножат трите хомогенни трансформиращи матрици се получава общата трансформираща матрица за модела. В последната колона редове 1, 2 и 3 на тази матрица се намират стойностите, показващи позицията на инструмента в координатната система на базата съответно X, Y, Z. Функцията връща структура Coordinates, попълнена с координатите на инструмента. Върнатият резултат е структура с координатите на инструмента.

Като променливи са декларирани трите хомогенни трансформиращи матрици, съответно за трите звена, отговарящи за позицията на инструмента: база A1, рамо A2 и лакът A3. Всеки ред на таблицата с DH-параметри се подава на функцията Fill_DH_Param. Тя отговаря за правилното попълване на трансформиращата матрица. След съставяне на трите матрици следва намиране и на общата матрица за системата. Тя се намира като се умножат трите матрици. Умножението на матриците се извършва с функцията MatrixMUL разгледана по-нагоре. Както и при предходния метод, резултатът се намира в четвърта колона редове 1, 2, 3 на общата хомогенна трансформираща матрица. Кода на функцията за трансформация е следният:

```
FUNCTION FillTransformationMatrix :
ARRAY[1..4,1..4] OF REAL
VAR_INPUT
    Ro,d  : ARRAY[1..3,1..3] OF
END_VAR
VAR
    Row, col: INT;
END_VAR
//Попълва часта с ротационната матрица
FOR row:= 1 TO 3 DO
    FOR col:=1 TO 3 DO
FillTransformationMatrix[row,col]:=
ro[row,col];
    END_FOR
END_FOR
//Попълва часта с вектора на изместване
FOR row:=1 TO 3 DO
 FillTransformationMatrix[row,4]:=d[row,1;
END_FOR
//Добавя последният ред на матрицата 0 0
0 1
FOR col:=1 TO 4 DO
FillTransformationMatrix[4,col]:=0;
END_FOR
FillTransformationMatrix[4,4]:=1;
```

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение софтуерната среда за програмиране CoDeSys успешно превръща вградената система Raspberry Pi в контролер, управляващ технологични процеси. Въпреки малкия си размер, тя не отстъпва по възможности на специализираните технологични контролери.

Недостатък е ниското напрежение на входовете и изходите, които не могат да се използват директно в индустриалната автоматизация, но със съгласуващи схеми и този проблем може да бъде решен.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Kucuk S. , Z. Bingul, Robot Kinematics: Forward and Inverse Kinematics, INTECH Open Access Publisher, 2006, ISBN 3866112858, 9783866112858.

[2] Kim, J. H. & Kumar, V. R. Kinematics of robot manipulators via line transformations, J. Robot. Syst.,1990, Vol. 7, No., 4, pp. 649–674.

[3] Sam Cubero, Industrial Robotics.Theory, Modelling and Control, Advanced Robotic Systems International 2007, ISBN 3-86611-285.
[4] Йорданов С., В. Митев, Т. Ковачев, Управление на манипулатор с 3 степени на свобода с Raspberry Pi и CodeSys, Международна научна конференция UNITEX 2018, 16-17 ноември, 2018, Габрово, I-285-292, Сборник доклади. ISSN 1313-230X.

НАПРАВЛЕНИЕ 5

СТУДЕНТСКА

РАЗРАБОТВАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА МЕХАНИЧНА ОБРАБОТКА НА ВАЛ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL PROCESS FOR MECHANICAL SHAFT PROCESSING

Nikolay Georgiev Nenov
Technical college of Lovech

Abstract

The shaft is a structural movable element that serves to transmit the torque (rotation) of a rotating part (element) of the construction of a machine or mechanism of another. It relies on the fixed parts of the mechanism (body) by means of rolling bearings (roller, conical or needle) or bushings that are installed in its cylindrical sections.

The purpose of the present development is to present the production of a shaft detail. In connection with the achievement of the goal, the following tasks were set - an overview of the types of processing was made, an alternative solution was selected and presented, sample calculations were presented.

Keywords: *Metalworking, technological processing of metals, CNC processing*

ВЪВЕДЕНИЕ

Валът е конструктивен подвижен елемент, който служи за предаване на въртящия момент (въртенето) от една въртяща се част (елемент) от конструкцията на машина или механизъм на друга. Опира се на неподвижните части на механизма (корпуса) посредством лагери – търкалящи се (ролкови, конични или иглени) или втулки, които се монтират в цилиндричните му участъци. Валът в кинематичен план работи на усукване и огъване. Валът който е разгледан е водещ Вал на тъкачен стан. Водещият вал на тъкачния стан се намира в горната част на тялото на стана, обикновено непосредствено над тъкачната рамка. Той е една от основните части на тъкачния стан и играе ключова роля в процеса на тъкане. Обект на изследването: Проектиране на технологичен процес за обработване на детайл “Вал”.

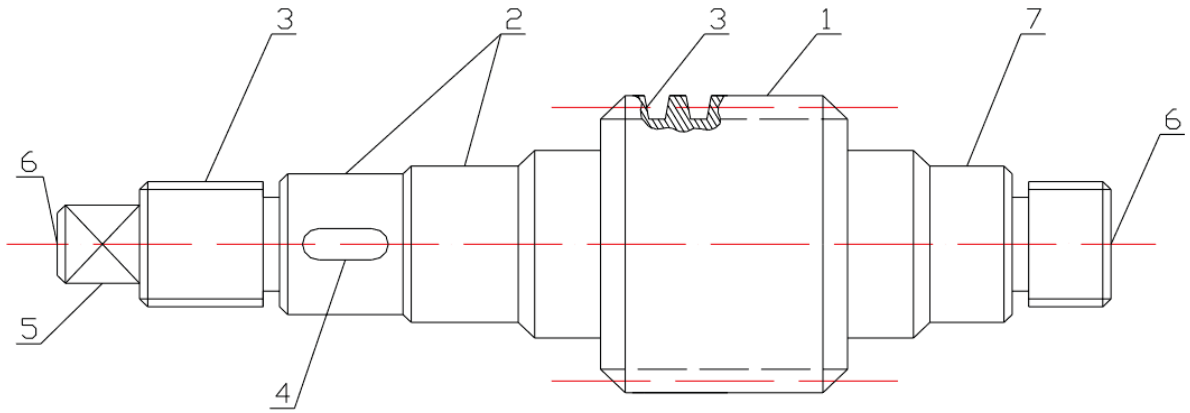
Целта на настоящата разработка е да се представи изработване на детайл вал. Във връзка с постигането на целта са поставени следните задачи: направен е литературен литературен обзор по темата, избор на вариантно решение, проектни изчисления.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Детайлът „Вал“ е машинен елемент с права ос, който служи за предаване на въртящия момент от един въртящ се елемент от конструкцията на машина или механизъм на друг. Опира се на неподвижните части на механизма посредством лагери или втулки, които се монтират на цилиндричните му повърхнини. Предаването на въртящия момент може да се реализира чрез различни шпонки, шлици, монтирани ремъчни шайби и др.

Валът в кенематичен план работи на огъване и усукване. Валовете са отговорни машинни елементи за много машини. От тях зависи надеждността и в някои случаи безопасността на експлоатацията на машините. Валовете служат за предаване на въртящи моменти и за поддържане на закрепени върху тях машинни елементи, които се въртят около геометричната им ос. Съществуват и

валове, които предават само въртящи моменти. Такива са например гъвкавите валове, валовете, които свързват два карданни съединителя (карданни валове, торзионни валове и др.).



Фиг. 1. *Вал с повишена точност*

Освен с въртящи моменти валовете са натоварени и с напречни сили и огъващи моменти от силите в зъбните зацепвания, опорите, съединителите, работните органи на машините и др. В зависимост от формата на геометричната им ос валовете биват различни видове. Функцията на водещия вал е да води нишката или нишките от копчето (плъзгача) през тъкачната рамка, така че да се образува тъкан. Той осигурява правилното движение на нишката, което е от съществено значение за 7 формирането на тъканта. Обикновено водещият вал се задвижва от механизми на тъкачния стан, като колело и колеле, за да осигури непрекъснато и точно движение на нишката по време на процеса на тъканите.

Изискванията към материалите за изработване на ходови валове са: висока износоустойчивост, обработваемост и стабилно равновесие на вътрешните напрежения, което е гаранция, че след обработването няма да възникнат деформации, получаващи се от остатъчните вътрешни напрежения на заготовките и особено след нарязване на резбата в резултат от срязване на надлъжните влакна, получени при изтегляне на пръстовия материал. Затова при обработване на прецизни валове се налага неколкократно отгряване.

ИЗРАБОТВАНЕ НА ВАЛ С ПОВИШЕНА ТОЧНОСТ

Изработването на такива ходови валове се характеризира с допълнителни операции, свързани с високите изисквания за точност на стъпката на средният, външния и вътрешния диаметър на профила, малки допуски за радиално биене и минимални остатъчни напрежения. Валовете с висока точност могат да бъдат закалени и незакалени, а прецизните и сачмените са винаги закалени. Общо маршрутният технологичен процес за обработване на ходови валове с висока точност и на сачмени валове има следната последователност:

I. Обработват се челата и центровите отвори

II. Струговат се грубо всички цилиндрични и челни повърхнини както и всички други стругови операции се извършват на струг със ЦПУ СТ251М.



Фиг. 2. *ЦПУ СТ251М*

III. Термообработка – обработват се във висящо положение

IV. Чисто стуговане на външните цилиндрични и челни повърхнини с прибавка за шлифоване

V. Обработва се шпонковият канал

VI. Закаляване

VII. Възстановяване на центровъчните отвори и предварително шлифоване на повърхнини 7 и 2, след което предварително се шлифова резбата 1 на резбошлифовъчна машина ШУ 321.

VIII. Извършва се дефектоскопия за проверка на пукнатини и изкуствено стареене със USM 100.

IX. Окончателно се шлифова външният диаметър на ходовата резба (метрична резба).

X. Шлифова се окончателно ходовата резба, ако има такава.

XI. Базовите шийки и чела се шлифоват окончателно.

XII. Окончателен контрол.

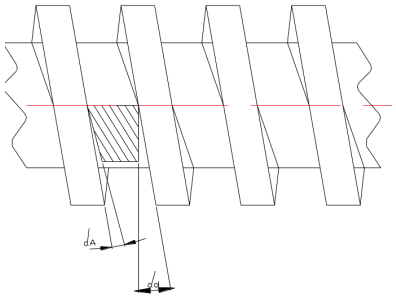
Най-отговорната операция при изработване на водещ „Вал“ е шлифоването на резбата ако има такава. Прилагат се три начина на

шлифоване:

- със еднопрофилен шлифовъчен диск
- със многопрофилен шлифовъчен дикс – врязващо,
- със многопрофилен шлифовъчен дикс с надлъжно подаване.

За обработване на резбата на ходови винтове често се използува струговане. Това обработване се извършва на универсални, специални стругове и стругове с ЦПУ. Нарязването на резбата се извършва с профилни ножове. Установяването на ножовете може да бъде.

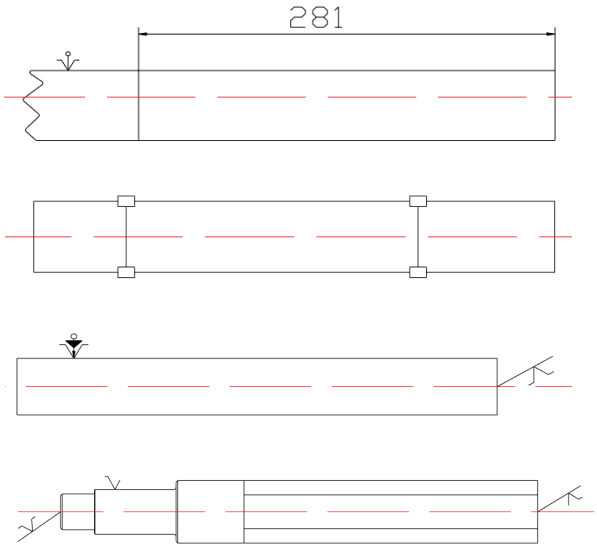
С предна повърхнина на ножа, съвпадаща с повърхнината, в която лежи оста на винта или под ъгъл, така че за левия и десния режещ ръб предния ъгъл да бъде еднакъв.



Фиг. 3. *Установяване на ножовет*

БАЗИРАНЕ И ЗАКРЕПВАНЕ НА ЗАГОТОВКАТА

Избирам установяване на заготовката в патронник за отрезната операция; установяване в призма за втората операция (фрез-центрова); установяване на детайла между центри с хамутче (сърце) за предаване на въртящ момент за струговата операция.



Фиг. 4*. Схема на базиране на заготовката при отрезната операция*

СЪСТАВЯНЕ НА МАРШРУТЕН ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА ОБРАБОТКА НА ДЕТАЙЛА

1. Отрезна операция
2. Фрезово-центрова операция
3. Стругова операция
4. Шлифовъчна операция
5. Фрезова операция за изработване на щпонковия канал
6. Фрезова операция за изработване на двата винтови канала

7. Скосяване на острите ръбове

8. Термообработка - йонно азотиране

9. Термообработка – оякчаване с електродъгов заряд с кух катод с вакуум.

Избор на машини

От [2] избирам за обработване на детайла следните машини:

-за отрязване на заготовката – машина ОН165.

-за фрезово-центроване – 2К942.

-за шлифоване – ШК 322.11.

-за фрезоване на шпонковият канал – ФВ 323.01.

-за фрезоване на винтовите канали – ЦМ 063.

Избор на режещи инструменти

От [3] за фрезово-центровата операция избирам следните режещи инструменти:

а) За фрезоване на челата избирам фреза челно-цилиндрична дорникова със споени твърдосплавни пластини БДС 13171–81.

Данни за инструмента:

D= 63 mm; B= 19mm; B_1= 40mm; Z= 8 бр.

б) За центровите отвори избирам – центрово свредло тип А DIN 332

Данни за инструмента: d=3,15 mm; L= 53mm.

От [7] избирам следните режещи инструменти за струговата операция:

Фрезова операция I фрезоване на двата винтови канала с правоъгълен профил:

Избирам режещ инструмент - 1М DIN6528.

Данни за инструмента: d_1= 4mm; d_2= 4mm; l_1= 50mm; l_2= 11mm.

Фрезова операция II за фрезоване на шпонковия канал

Избирам режещ инструмент - 3М DIN 6528

Данни за инструмента: d_1= 6mm; d_2= 6 mm; l_1= 57mm; l_2= 10 mm

От [2]. избирам следният режещ инструмент за шлифовъчната операция.

Термообработка

Азотирането в електрически пещи се прилага за уякчаване на стоманени и чугунени изделия, при което се повишава якостта и износоустойчивостта им.

Това е процес с комплексно предназначение. При него се уякчават стоманени изделия от конструкционни, инструментални, корозионоустойчиви и огнеопорни стомани и сплави. Получените при азотиране слоеве се състоят от повърхностната нитридна зона и дифузионен подслой, наричан зона на вътрешно азотиране. Те гарантират широк обхват от физико-механични свойства на азотирания слой. Азотирането се осъществява в широк температурен интервал и в различни насищащи среди. Нарича се нискотемпературно, когато се извършва под 600ºС и високотемпературно – над 600ºС.

Йонното азотиране представлява газово азотиране в тлеещ разряд, то е най-разпространеният и перспективен метод на азотиране. Този метод притежава следните предимства:

1. Процесът се ускорява 1,5÷2 пъти

2. Възможно е получаване на дифузионни слоеве с регулиран състав и строеж

3. Незначителна деформация и малка грапавост на повърхнините на азотираните изделия. Азотирането в тлеещ разряд се извършва в разредена азотосъдържаща атмосфера. Азотираните изделия се включват към отрицателния електрод 49 (катод). Анодът е контейнерът на уредбата (пеща). Между катода (изделието) и анода се възбужда тлеещ разряд; йоните на газа бомбандират повърхността на изделието и го нагряват до температурата на насищане.

Йонното азотиране се извършва на два етапа:

• Първи – почистване на изделието чрез катодно разпрашаване

• Втори – самото насищане

Катодното разпрашаване продължава 5÷6 min при напрежение 110÷1400V и налягане 13÷26Pa. Температурата на повърхността на азотирното изделие на този етап не надвишава 250ºC. Истинското азотиране протича при 470÷500ºC при налягане 130÷1300Pa и работно напрежение 400÷1100V, процесът продължава от няколко минути до 24h.

Химичният състав в проценти на конструкционна стомана 18ХГТ:

C– 0,16÷0,23%

Si– 0,17÷0,37%

Mn– 0,80÷1,10%

S и P не повече от 0,035%

Cr 1,00÷1,30%

Ni по-малко от 0,30%

Режим на азотиране на стомана18ХГТ за повишаване на твърдостта и износоустойчивостта:

Температура на азотиране 490÷510º C

Задържане – 40÷50 h

Дълбочина на слоя – 0,35÷0,40 mm

Твърдост на азотирания слой – 750÷ 850 HV

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ефективността от произвеждането на машиностроителни изделия-детайли, възли, машини, зависи изключително много от техническата подготовка на тяхното производство, която включва следните основни етапи: конструктивна подготовка, технологична подготовка и организационно – икономическа подготовка.

Главна и най – отговорна част от технологичната подготовка е проектирането на технологични процеси и конструирането на технологична екипировка съобразено с конкретни съвременни условия възможности на машиностроителното производство. В настоящата дипломна работа е направен анализ на предназначението надетайла „Вал“ и факторите от процеса на механичната обработка влияещи върху неговото качество. Разработен е технологичен маршрут, в който подробно е разработена програмната операция.

Направен е опис на нуждата от детайла „Вал“, неговата ролята която играе той. Направено е вариантно решение за подходящата термообработка на заготовката, както и избора за най подходящите металобработващи машини, които са необходими за целия процес.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Гатев, Г., С. Пашов, А.Георгиев, П. Патарински, Ръководство за курсово проектиране по технология на машиностроенето, издателство Техника, гр. София, 1980 год.

[2] Събчев С., А. Диков, А. Георгиев. Справочник на технолога по механична обработка. Том I, издателство Техника, гр. София, 1989 год.

[3] Пашов С., Справочник на технолога по механична обработка. Том II, Техника, гр. София, 1990 год.

[4] Пашов С., П. Хаджийски. Технология на машиностроенето. II част, Технически университет – София

[5] Фиргер, Й. Справочник на термиста. Изд. Техника, гр. София, 1985 год.

[6] Патарински П. Технология на машиностроенето. I част, издателство, Техника” гр. София, 1979 год.

[7] Каталог за инструменти на фирма “SANDVIK Coromant” 2001год.

[8] Каталог за инструменти на фирма “SGS Tool Company /An ISO 9002
Certified Company/

[9] Каталог за инструменти на фирма “Pilana”.

ЛАБОРАТОРЕН СТЕНД ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНО РЕЛЕ

LABORATORY BENCH FOR ELECTROMAGNETIC RELAY RESEARCH

Verka Arkadieva
Technical College – Lovech

Milko Dochev
Technical College - Lovech

Abstract

The renewal of the laboratory base is a prerequisite for quality training. The purpose of the publication is to present the results of the development and implementation of a demonstration laboratory stand for researching the functionality of different types of electromagnetic relays. The stand allows determination of the minimum relay switch-on voltage by smoothly adjusting the supply voltage, as well as checking the state of the contact system - normally open and closed contacts. The implemented stand is applicable in conducting laboratory exercises and in the practice of service and repair of electrotechnical products. Allows development and improvement by adding new sockets for other sizes of electromagnetic relays.

Keywords: electromagnetic relay; stand.

ВЪВЕДЕНИЕ

Електрическото реле е двупозиционен апарат, които при достигане на определено ниво на входната (управляващата) величина, то изходната (управляваната) се изменя скокообразно. Изходната величина е състояние на контактната система на релето, докато входната може да има различен произход: напрежение, ток, температура, налягане и др.

Коефициентът на усилване по мощност при релетата е значително по-малък от този при контакторите, но за сметка на това бързодействието е значително.

Обикновено в силовата автоматика и в електрозадвижването релето е междинен елемент между електрониката (PLC, PC, транзисторни ключове) и силовите контактори.

В някои системи за управление, например при асансьорните уредби, релетата са основните логически елементи за реализиране на алгоритмите на работа на устройството [1].

На основата на принципа си на действие релетата могат да бъдат: електромагнитни, поляризирани, индукционни, магнитоелектрични, електродинамични, термични и др.

Класическите електромагнитни релета най-общо се разделят на напреженови и токови. Принципът на работа и при двата типа е един и същ, но са налице конструктивни разлики.

Напреженовите намотки се навиват от тънък проводник и съдържат голям брой навивки. Така техният импеданс е голям и когато се свържат паралелно на захранващия източник, през тях протича относително малък ток.

Токовите намотки от своя страна са навити от дебел проводник и съдържат малък брой навивки. Те се свързват последователно на товара, като по този начин се задействат от неговия ток. Типичното приложение на такива релета е в различни видове токови защити [2].

Обогатяването на лабораторната база в Технически колеж – Ловеч, чрез разработката и реализацията на нови лабораторни макети и стендове е предпоставка за постоянно повишаване на качеството

на образователния процес.

То е и в съответствие с предписанията на експертните групи по акредитирането на отделните професионални направления в университетите.

Същевременно се придобиват знания и умения в обучаемите за решаване на конкретни самостоятелни практически задачи.

Електрическите релета са обособен клас електрически апарати с голямо разнообразие и широка приложимост.

Разработката и внедряването на специализирани стендове и макети за тяхното изследване в условията на учебната дейност е постоянен процес от страна на преподавателския и инженерен персонал на учебните заведения.

Скромните финансови ресурси налагат търсенето на евтини разработки с минимални разходи на материали.

Реално, всяка учебна структура полага усилия в тая насока. Не съществува централизирана система за подсигуряване на унифицирани стендове, макети, помощни средства в полза на учебния процес по отделните дисциплини.

Разбира се, университетите в поголямата си част, през годините са създали специализирани лаборатории, оборудвани с подходящи стендове и апаратура. Но значителна част от тях реално е морално остаряла и технически амортизирана.

По-малките звена, като колежите например, се опитват да се справят самостоятелно, но без подкрепата на фирми е изключително трудно. Кадровият и научен потенциал е на критичния минимум.

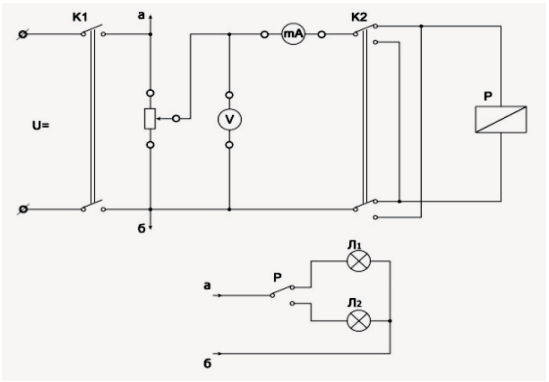
Затова целта на настоящата разработка е с минимални средства да се направи реално действащ лабораторен стенд за функционални изследвания на електромагнитни релета, който да се използва за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплините „Електрически апарати”, „Електромеханични устройства” и др.

ИЗЛОЖЕНИЕ

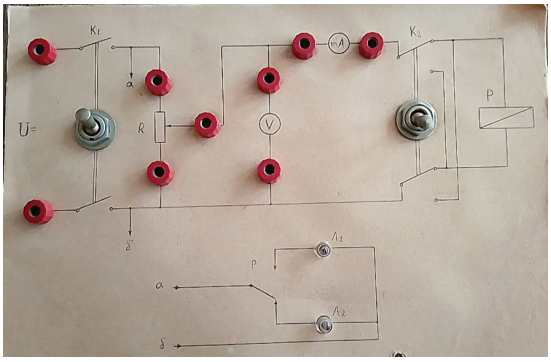
На базата на изложените теоретични и методични сведения и направеният обстоен обзор и анализ на устройство, принцип на работа, характеристики и класификация на релетата, както и схемите и методиките за изпитване и изследване на електромагнитни релета, е разработен и реализиран демонстрационен лабораторен стенд за изследване на електромагнитно реле.

На фиг. 1а е показана принципната електрическа схема на стенда, а на фиг.1 б е показан лицевия панел на стенда.

Състои се от захранващ източник на ниско-волтово напрежение, прекъсвач K_1, потенциометричен регулатор на напрежение R, волтметър V, милиамперметър mA, двупозиционен ключ K_2 и електромагнитно реле Р.



Фиг. 1а. *Принципна /опростена/ електрическа схема на опитната постановка*

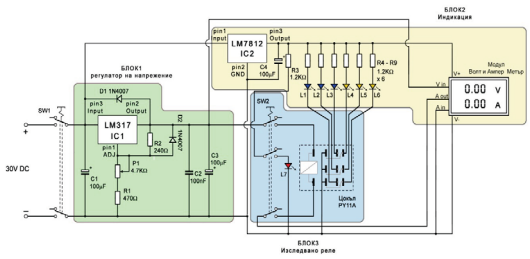


Фиг. 1б. *Лицев панел на опитната постановка*

Стенд за изпитване на релета тип MY2, MY3 с бобини за 12V и 24V

На фиг. 2 е показана разработената и изработена схема на стенда за изпитване и проверка на работоспособността, т.е. наличието на контакт между контактните пластини на релета от типа MY2, и MY3, с напрежения на бобините 12 и 24 волта.

Релетата от този тип притежават две или три групи контакти, като обикновено половината са нормално затворени, другата част са нормално отворени.



Фиг. 2. *Електрическа схема на опитната постановка*

С помощта на настоящия стенд може визуално да се наблюдава дали има физически контакт (проводимост) при затваряне на групите от контактни пластини /н.о. + н.з./, също така може да се изследва напрежението и тока на задействане на релетата и минималното напрежение, и ток при които изследваното реле отпуска контактите си. По този начин би могло да се проследят и изследват характеристиките и работоспособността на този вид релета.

Схемата е разделена на три основни блока:

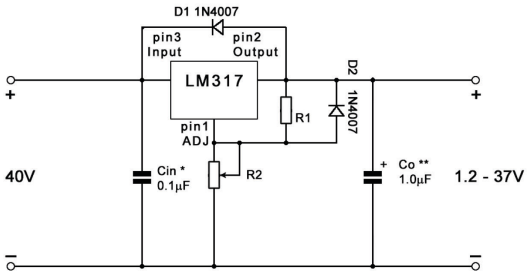
Блок 1 – регулатор на напрежението.

Този блок /фиг.3/ е изграден на базата на интегрална схема IC1 - LM317. Тя е типичен представител на регулируем линеен стабилизатор на напрежение със захранващо напрежение до 40V и максимален допустим ток на консумация 1.5A. Изходното напрежение може да се регулира в границите от 1.25V до 37V. За да можем да захраним изследваното реле, схемата е сметната да регулира напрежението на изхода си в голям обхват от около 3.5V почти до стойността на входното захранващо напрежение което в случая е избрано да е 30V. Регулирането на напрежението на изхода на схемата се осъществява посредством групата R_1, P_1 , като стойността на резистора R_1 е избрана да е равна на 470Ω, а потенциометъра P_1 е със стойност 5KΩ. Така с тези стойности на групата схемата може да осигури на изхода си стабилно напрежение от 3.5V до 30V.

Блок 2 – индикация на състоянието на контактната система.

Втория блок от схемата е блока за индикация /фиг.2/ и на него може да се проследи визуално напрежението, тока и наличието на връзка между контактите на релето. Основна част от този блок също е интегрална схема линеен регулатор на напрежение като тук е използван друг представител на тези схеми LM7812. Този стабилизатор на напрежение също е в триизводен корпус TO220 и е предназначен да захранва модула за измерване на ток, напрежение и светодиодите които индикират състоянието на релето и контактите му. Представителите от вида LM7812 са с фиксирано напрежение на стабилизация +12V, схемата им на свързване изисква минимален брой външни елементи и предназначена да стабилизира положителни напрежения с максимален ток на консумация 1A.

Блок 3 – изследвано реле. Този блок е най-простата част от цялата схема, състои се единствено от ключ за захранване - SW2, индикатор за включено състояние - L7 и цокъл – PY11A.

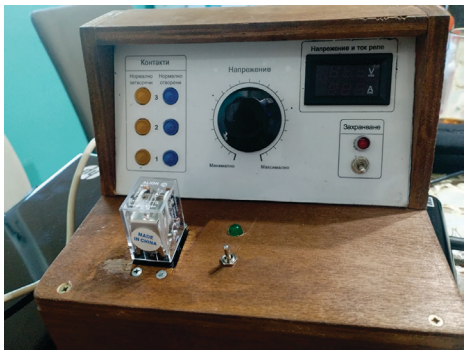


Фиг. 3. *Блок 1– Регулатор на напрежение*

Всеки от блоковете е монтиран отделно от останалите с цел по-добър визуален контакт с уреда и по лесно следене на процесите, които се наблюдават и изследват. На лицевия панел е поставен модула за измерване на тока и напрежението, а под него е монтиран потенциометъра за регулиране на напрежението към бобината на релето. Цокъла, индикатора за включено състояние и ключа за включване на релето са изнесени пред лицевия панел, за да са по удобни за работа, наблюдение, и смяна.

Реализация на стенд за изследване на електромагнитни релета

На фиг. 4 е показан изработеният стенд за функционално изследване на електромагнитно реле. На фиг. 5 е показан лицевият панел на стенда и визуализация от конкретни измервания.



Фиг. 4. *Реализация на стенд за изпитване и изследване на функционалност на електромагнитни релета*



Фиг. 5. *Реализация на стенд за изпитване и изследване на функционалност на електромагнитни релета –лицев панел и визуализация от измерване*

Резултати от изследвания

В табл.1 са представени резултати от направените изследвания със стенда.

Табл. 1 *Резултати*

№	1	2	3	4	5
$U_{вкл}$,V	12,5	12,7	12,9	13	12,5
$U_{изкл}$,V	2,55	1,5	1,6	1,6	1,55

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е демонстрационен лабораторен стенд за изследване на електромагнитни релета.

Представена е синтезираната и реализирана електрическа схема на стенда. Направени са изследвания на определен тип електромагнитни релета.

Стендът е приложим в лабораторната практика при обучението на студенти. Позволява усъвършенстване чрез добавяне на допълнителни гнезда за изследване и на други типове релета..

ЛИТЕРАТУРА

[1] Яков, В. Електромеханични устройства. РУ, Русе, 2010.

[2] https://www.engineering-review.bg/bg/releta/2/1563/, 15.04.2024.

МОДУЛ ЗА ТОЧКОВО ЗАВАРЯВАНЕ НА ЕЛЕМЕНТИ ЗА БАТЕРИИ

MODULE FOR SPOT WELDING OF BATTERY ELEMENTS

Cvetozar Dimitrov
Technical College – Lovech

Milko Dochev
Technical College - Lovech

Abstract

The purpose of the publication is to present the results of the development and implementation in educational and research activity of a mobile device for spot welding of battery elements. An overview and analysis of basic principles, features, requirements and company solutions of electro-resistance welding devices has been made. The manufactured mobile spot welding module for battery cells is placed in a case and equipped with a tester for checking the battery cells.

Keywords: electric resistance welding; spot welding; stand;

ВЪВЕДЕНИЕ

Точково заваряване на елементи за батерийни пакети

Точковото заваряване намира доста широко приложение. Заваръчния метод се използва както в производството на електронни компоненти, така и при съединителни и електромагнитни възли. Електросъпротивително заваряване се прилага и при производството на сложни и деликатни електрически компоненти като ключове, кабели, инструменти, при производството на платки, газови сензори и дори слънчеви панели, батерийни пакет и много други. Казано по друг начин, много електронни компоненти, които използваме днес са произведени с помощта на точковото заваряване. Може да се изненадате, че в производствените процеси на батериите е включен и този заваръчен метод. Този процес се прилага, когато трябва да се съединят и комбинират различни метални елементи, за да се произведат силни и мощни батерии. За предпочитане е точковото заваряване пред запояването, тъй като методът контролира топлината, произведена по време на процеса. Тази технология на свързване на елементите е жизненоважна за тях, защото по този начин те не се прегряват и не се нарушава структурата и химическите им свойства. Това е най-сигурния метод за свързване, който гарантира качество.

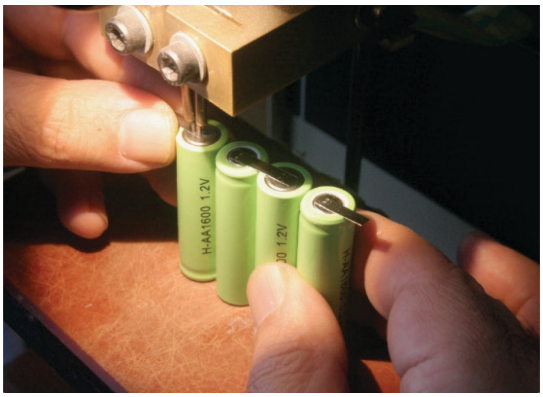
ИЗЛОЖЕНИЕ

Производство на акумулаторни пакети

Предвид огромното разнообразие от типове, модели и приложения, всяка батерия има своя конфигурация и спецификация, нужна за нейното опознаване и в последствие за правилното ѝ изработване. Важно е да се знаят основни неща, като размери на пакета, напрежението, капацитета и не на последно място неговото приложение. Например: конфигурациите за винтоверти, касови апарати, домашни телефони, PC модели, памети, геодезически уреди и медицинска апаратура са само една малка част от въпросното разнообразие. Различните видове клетки са основно от типове: A, AA, AAA, C, SC, D, и F от технологията Ni-Cd и Ni-Mh. Всеки един тип има своите разновидности по размери, изводи за контактуване или монтаж. Всяка от клетките преминава през тест за напре-

жение, който показва нейното състояние. В зависимост от стойностите, в случай на разминаване, клетките биват сортирани, според този критерий. Така във всеки пакет те имат своето приблизително еднакво вътрешно съпротивление, което влияе на живота на батерията. Една от най-големите грешки, които се допускат е подмяната на част от пакета и комбинацията на стари и нови клетки. Ефекта е нищожен и в последствие живота на подменените клетки се съкращава.

На фиг. 1 е показан пакет от свързани галванични елементи с никелова лента по метода на точковото заваряване.

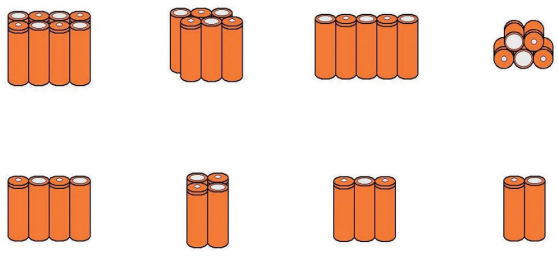


Фиг. 1. *Пакет от елементи*

Акумулаторните пакети представляват конфигурации от акумулаторни клетки, които варират спрямо различни размери, напрежения и капацитети. Могат да бъдат оловни, никел-кадмиеви, никел-метал хидридни, литиеви, алкални и др. Приложението на акумулаторните пакети е универсално, тъй като се изработват според нуждите на клиента по форма и размер. Това предимство е голямо, предвид хилядите възможни конфигурации. Могат да бъдат изработени чисто нови или да бъдат рециклирани стари батерии, които успешно да се вместят в оригиналните параметри и габарити на всяко едно устройство. Предназначението им е да захранват всякакви мобилни консуматори на енергия. Радиостанции, медицинска апаратура, касови апарати, електроинструменти, алармени инсталации, непрекъсваеми захранващи устройства, играчки и др. Свързани с точкова заварка, чрез никелови ленти с определено сечение и изолирани с термосвиваемо фолио, всички акумулаторни пакети са устойчиви на механични натоварвания и късо съединение.

Батериите или „пакетите" могат да имат различни изводи за свързване. Едните се подпружинват, а другите се свързват чрез кабел с куплунг. Куплунгите могат да бъдат всякакви и са строго специфични спрямо уреда, в който се използват. Могат да имат средна точка с допълнителен извод. При Li-ion батериите съществуват два, три и повече допълнителни изводи за контрол и управление. В повечето случаи пакетите имат два вида защити изградени с термистор и термо-предпазител. Термисторът реагира резистентно на топлината, като променя своето съпротивление и по този начин дава информация на консуматора или зарядното устройство за състоянието на батерията. Термо предпазителят прекъсва, когато консумираната енергия надвиши определен ток или просто батерията е със затворен кръг на късо съединение. Целта е да се избегнат нежелани последици от съкращаване живота на клетките, както и възможността те да се запалят. При неправилна употреба могат да предизвикат пожар или повредят необратимо апаратурата.

Видове конфигурации на акумулаторни пакети /батерии/- фиг.2.



Фиг. 2. *Видове конфигурации на пакети от елементи*

Разработка и реализация на мобилна станция за точково заваряване на елементи за батерии

При електросъпротевително заваряване се получава монолитно съединение, в резултат на едновременното термично и механично въздействие в зоната на контакта между заваряваните детайлите. Извършва се, като най-напред върху заваряваните детайли, в конкретния случай елементите за батерии, се поставят никелови ленти върху полюсите на батериите и се притискат с електродите на избраната машина. В конкретния случай използваме ръчен апарат за точково заваряване с 11 регулируеми степени, автоматичен и ръчен режим на работа, захранван с литиева батерия на марката A WithZ. При протичане на ток през електродите, металът между тях се загрява силно, в резултат на което, в средата на контактната повърхност той се стопява. После, токът се изключва, а малко след това, притискането се преустановява.

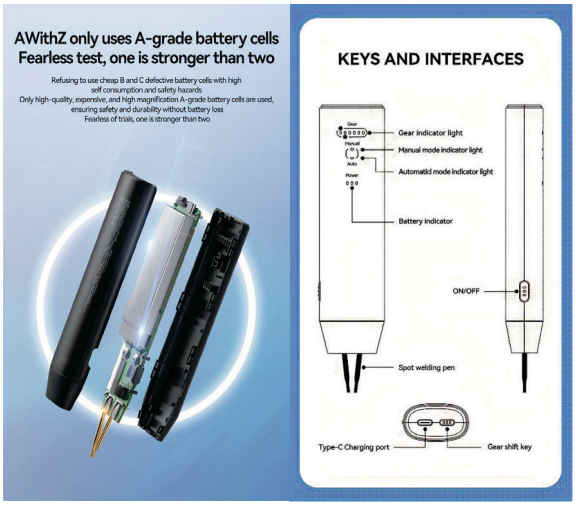
Двата детайла се съединяват в точка. Определянето на броя и на разстоянията между точките става чрез изчисления. Количеството топлина Q, което се отделя при преминаване на електрическия ток през мястото на съединение , според закона на Джаул, е:

$$Q = I^2.R.t, \ J \qquad (1)$$

където, I е заваръчния ток, A, R – съпротивлението в заваръчната верига, t – времето за протичане на тока, s.

Избор на апаратура за реализация на мобилна станция за тестване на батерии и заварявана на елементи за батерии

В избора на апаратура за реализиране на проекта за мобилна станция за тестване и точково заваряване на елементи за батерии са избрани следните елементи: Ръчен апарат за точково заваряване на елементи за батерии захранван от литиева батеририя A WithZ (фиг.3). Техническата харектеристика и режимите на работа са показани на фиг. 4.



Фиг. 3. *Ръчен апарат за точково заваряване на елементи за батерии*



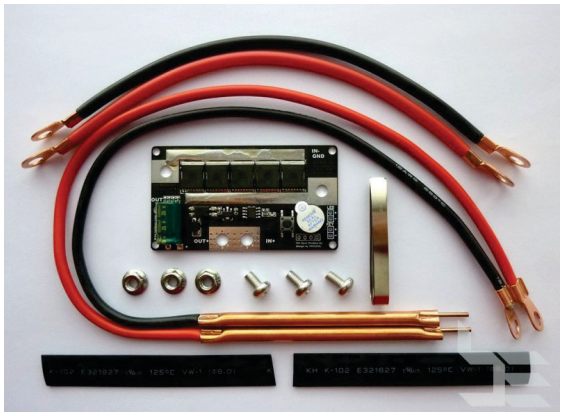
Фиг. 4. *Техническа харектеристика и режими на работа на апарата*

Портативен блок за точково заваряване 12V/ 200A (фиг.5). Характеристики:

- Захранване: акумулаторна батерия DC 12-15V с разряден ток минимум 100A (например автомобилен стартерен акумулатор);

- Заваръчен ток: 100-200A;
- Работни режими: 10 степени;
- Съвместими никелирани ленти: 0.1-0.15мм дебелина;
- Управление: с бутон за включване и изключване на машината и избор на работен режим;

Размери (ДхШхВ): 80x45x12мм



Фиг. 5. *Портативен блок за точково заваряване*

***Инструкция за употреба*:** Точковото заваряване се влияе от времето на импулса, ъгъла на заваряване, силата, плоскостта на заваръчната повърхност и други фактори, като ефектът ще бъде различен. Когато заварявате на място, поставете заваръчните електроди леко върху никеловия лист. Не натискайте писалката за заваряване със сила. Разстоянието на заваряване между двете игли за заваряване е малко по-близо. Ако спойката стане черна, намалете предавката и ако разтопената вана е твърде малка, увеличете предавката. Преди заваряване използвайте желязо и неръждаема стомана с големи повърхности, като остриета и чаши от неръждаема стомана, за да ги изпробвате първо, и след това заварете батерията, след като се запознаете с операцията.

Тестер за проверка на батерии:

Уреда за тестване на батерии е едно компактно средство, с помощта на което на момента може да разберете какво е нивото на заряда на батерията и да се прецени дали е необходимо допълнителното зареждане или изцяло смяната с нови. С уреда за тестване на батерии веднага може да определите нивото на заряд на батериите и по този начин да си спестите много време и усилия, докато разберете от къде е възникнал проблема. Начин на употреба: нивото на заряд на батерията се измерва чрез докосване на + и - полюсите на батерията с металните краища на тестера. Отчитането на резултатите от измерването се появява веднага на дисплея на устройството за проверка на батерии, фиг. 6 и фиг. 7.



Фиг. 6. *Тестер за проверка на батерии*



Фиг. 7. *Измерване с тестер за проверка на батерии*

Тълкуване на резултати:
За батерии 1.5 V:
1,28 – 1,5V – добър заряд;
1,15 – 1,27V – среден заряд;
под 1,14 V – лош заряд;
За 9 V батерии:
7,8 – 9 – добър заряд;
6 – 7,7 – среден заряд;

под 5,9 V – лош заряд;
При употребата на батерии често се изискват високо напрежение и голям ток, в такъв случай трябва да се свържат няколко единични батерии последователно или паралелно, а понякога и смесено в зависимост от нуждите.

Реализация на мобилен модул за точково заваряване на елементи за батерии

На фиг. 8 е представен резултата от разработката и реализацията на модула, а на фиг. 9 – готова батерия от 4 елемента.



Фиг. 8. *Преносим комплект за точково заваряване на елементи за батерии*



Фиг. 9. *Батерия от 4 елемента*

В табл.1 са представени резултатите от реализирането на батерийни пакети по трите начина на свързване на елементите.

Табл. 1 *Резултати от реализирането на батерийни пакети*

	ПОСЛЕДОВ. СВЪРЗВАНЕ		ПАРАЛЕЛНО СВЪРЗВАНЕ		СМЕСЕНО СВЪРЗВАНЕ	
БР.	mAH	V	mAH	V	mAH	V
1	2600	3.36	2600	3.36	-	-
2	2600	7.72	5200	3.33	5200	3.36
3	2600	10.08	7800	3.38	-	-
4	2600	13	10400	3.25	5200	6.72
5	2600	16.25	13000	3.32	-	-
6	2600	19.8	15600	3.36	7800	10.08

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработена е идейна концепция и е реализиран мобилен модул за точково заваряване на елементи за батерии, като в куфарче са поместени тестер за проверка на елементите за батерии, магазин с никелови ленти, апарат за автономно точково заваряване и портативен блок за точково заваряне с възможност за захранване от външен стартов акумулатор на автомобил.

С използваният метод за точково заваряване на елементи за батерии, заварката става здрава, прецизна, батериите не се прегряват и не се нарушава структурата им и химическите им свойства. Това е най-сигурния метод за свързване, който гарантира качество и надеждност на получените пакети батерии.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Панталеев, М. и др. Електросъпротивително заваряване, С. Техника, 2000.
[2] https://www.shop.niteh.com/akumulatoren-spoter-za-stomana-telwin-828130-1.html
[3] https://valbis.com/services/servise/battery-packs-production

СЪЗДАВАНЕ НА ГРАФИЧЕН ЕЛЕМЕНТ ЗА МАЛЪК И СРЕДЕН БИЗНЕС/ЛОГО/

CREATING A GRAPHIC ELEMENT FOR A SMALL AND MEDIUM BUSINESS/LOGO/

Bilyana Kostova
Technical College- Lovech

Madlena Zhilevska
Technical College- Lovech

Abstract

Computer graphics is a bewildering variety of technologies that transforms ideas and information into visual expressions. From lively animations to detailed virtual worlds, this field of computational science intertwines artistic expression with technological innovation. Over time, computer graphics has grown and evolved, affecting all aspects of our digital lives.

Keywords: Adobe Illustrator ,3D models, computer graphics, raster and vector graphics,logo

ВЪВЕДЕНИЕ

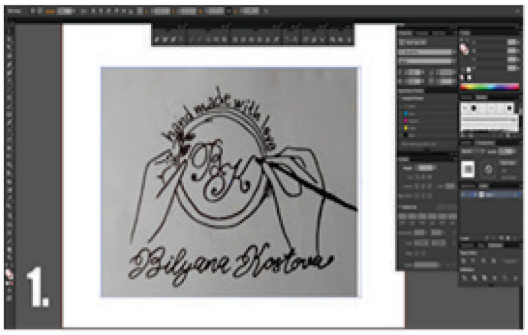
Проектът "Лого за малък и среден бизнес" е създаден с цел да предостави визуална идентичност и уникалност на предприятия в този сектор. Логото е ключов елемент във визуалната комуникация на бизнеса, който не само представя фирмата пред клиентите, но и засилва нейната видимост и запомняемост. Основната цел на проекта е да се разработи лого, което да отразява ценностите, целите и идентичността на бизнеса, като в същото време е привлекателно и запомнящо се за клиентите. Основни елементи на проекта са идентификация на бизнеса - Разбиране на основните ценности, мисия и цели на бизнеса, които ще бъдат представени чрез логото. Идентифициране на ключовите аспекти на бизнеса, които трябва да бъдат включени в дизайна на логото, анализ на целевата аудитория - изучаване на целевата аудитория и техните предпочитания, за да се създаде лого, което да ги привлече и запомни, определяне на цветове, форми и стилове, които са атрактивни и разбираеми за целевата аудитория, изследване на конкуренцията - преглед на логата на конкурентите, за да се установи уникалността и позиционирането на предлаганото лого. Разработка на дизайн, който се отличава и предлага уникално изживяване на бранда. Създаване на концепция и дизайн - базирано на получената информация, се създава концепция за логото, което се разработва в дизайн. Използване на креативни елементи и дизайнерски техники, за да се създаде лого, което е ефективно и вълнуващо, Тестване и Оценка - логото се предоставя за тестване на целевата аудитория и се оценява ефективността му. Извличане на обратна връзка и корекции, за да се осигури, че логото отговаря на очакванията и предизвиква позитивни емоции, финален дизайн и внедряване - след финализиране на дизайна, се създава лого във векторен формат, готово за употреба на различни медии и платформи. Предоставяне на клиента на готово лого, което да се използва за визуалната идентичност на бизнеса. Проектът "Лого за малък и среден бизнес" има за цел да предложи индивидуално и качествено решение за визуалната репрезентация на бизнеса, което да подчертае неговите уникални качества и да привлече вниманието на потенциалните клиенти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Adobe Illustrator е водещ софтуерен продукт за създаване на векторна графика, разработен от Adobe Inc. Процесът на изработка на лого започва с ясното дефиниране на концепцията и идеята, която ще бъде представена чрез дизайна.

ВК”- Биляна Костова лого е основната концепция за ръчното творчество и изработка на изделия. След като идеите са избрани и скиците са готови, следващата стъпка е да се пренесе избрания дизайн в Adobe Illustrator. В този етап вниманието се фокусира върху настройката на работното пространство и подготовка за дигитално пресъздаване на лого. За да работя с моята скица, първо трябваше да я сканирам. Отворя се Adobe Illustrator и се импортира изображението на скицата чрез командата File > Place. Това позволява да се използва скицата като основа за векторен дизайн. Създаване на нов документ с подходящи размери и резолюция за логото. За улеснение се създава нов слой за векторизация на скицата и се заключва слоя със скицата, за да не се премести случайно. Избира се цветова палитра, която ще се използва и след като всички тези настройки са готови може да започнем същинската работа по векторизацията и оформлението на логото, използвайки инструментите на Adobe Illustrator.

Векторните форми позволяват безкрайно мащабиране без загуба на качество, което ги прави идеални за лого дизайни. Избира се инструмента Pen (P) от лентата с инструменти. Този инструмент е основният за създаване на векторни контури и форми. Кликва се върху скицата, за да се създаде начална точка на контура, след това се продължава кликване, за да се добавят нови точки, като оформят контура на желаната форма. За Създаването на векторни форми в Adobe Illustrator е ключова част от процеса на дигитализация на вашето лого.



Фиг. 1. *Лого - първи етап*

Векторните форми позволяват безкрайно мащабиране без загуба на качество, което ги прави идеални за лого дизайни. Избира се инструмента Pen (P) от лентата с инструменти. Този инструмент е основният за създаване на векторни контури и форми. Кликва се върху скицата, за да се създаде начална точка на контура, след това се продължава кликване, за да се добавят нови точки, като оформят контура на желаната форма. За да се създадат по-органични и свободни форми, се използва инструмента Brush (B). Настройва се дебелината и стила на четката според нуждите на нашия дизайн. Проследяват се контурите на скицата, като се рисува директно върху новия слой. Създават се основни геометрични форми с помощта на инструментите Rectangle (M), Ellipse (L), избират се всички форми, които да се комбинират, и се използва инструмента Shape Builder (Shift+M), за да се обединят или извадят части от тях, създавайки по-сложни форми.

Инструментите Pathfinder са изключително полезни за комбиниране и модифициране на векторни форми. Избират две или повече форми и се използват командите в панела Pathfinder (Window > Pathfinder) за обединяване, изваждане, пресичане и др. След като основните форми са създадени, използваме инструмента Direct Selection (A), за фина настройка на позицията и формата на всяка точка от контура. Преместват се точки и ръкохватки, за да се постигне по-точно

съответствие със скицата и желания финален резултат. Започва се проследяване на контурите на ръцете с инструмента Pen. Използват се прави линии за създаване на извивки. Използва се елипса, която после може да се редактира с Direct Selection Tool (A) за да придобие желаната форма. Обединяват се различните части на ръцете и иглата, за да се създаде една цяла форма.

Използва се „Brush“ за създаване на ръкописния текст, като се настройва дебелината и стила на четката, за да съответства на ръкописния стил от скицата, избира се текста и се превръща във векторни форми чрез Type > Create Outlines. Създават се различни декоративни елементи, като се използва комбинация от инструменти Pen, Brush, Ellipse и Rectangle. Използват се тези инструменти, за да се обединят и модифицират форми, създавайки уникални декоративни елементи.



Фиг. 2. *Лого - втори етап*

На изображението е показана почти завършена версия на логото. Всички основни елементи като текст, графични елементи и оформление са на място. Последният преглед включва:

- Проверка за консистентност в използваните линии и криви.
- Уверяване, че всички елементи са подравнени правилно.
- Проверка на четливостта на текста.

Използва се инструмента Direct Selection (A), за да се направят малки корекции в кривите и контурите на графичните елементи и текста. Изтриват се или се скриват помощните линии и ненужните слоеве, за да се подготви файла за финализация. Запазва се финализирания файл във векторен формат (.ai или .eps) за бъдеща употреба и лесна редакция. Експортира се логото в различни растерни формати (.png, .jpg), като се използва командата File > Export > Export As, като се избира подходящите резолюции за уеб и печат.



Фиг. 3. *Лого - трети етап*

След като са създадени векторните форми, може да се добавят и цветове към логото за уникалност и запомняемост. Определят се основните цветове, които се използват в логото, в случая това е палитра от цветове. От панела Swatches може да се създадат персонализирани цветови палитри. Избира се всяка форма поотделно и се прилагат желаните цветове, като се използва инструмента Fill и Stroke, а за по-сложни цветови преходи и ефекти се използва панела Gradient. Цветовата палитра е важна част от дизайна на логото, защото тя определя неговото визуално въздействие и как се възприема от аудиторията. В случая, цветовата палитра на логото е вдъхновена от цветовете на дъгата, което символизира креативност, разнообразие и положителна енергия. Цветовете на дъгата като фон създават динамичен и привличащ внимание ефект. Черният цвят за ръцете и текста създава ясен и контрастен ефект, който е лесен за четене и разпознаване.



Фиг. 4. *Лого - финал*

Логото с финализирана цветова палитра изглежда привлекателно и професионално, подчертавайки креативността и ръчната изработка, които са основните послания на дизайна

Ръчната скица е добър начин за първоначална визуализация на идеите и концепциите. Тя позволява бързо и лесно да се проучат различни варианти, преди да се премине към дигитализация.

Скицирането на идеи на хартия, за да се изследват различни концепции и визии са вдъхновение от ръчната изработка и креативността. Ключовите елементи са добре подбрани и изразяват основната идея на логото - ръчната изработка и персоналният подход. Дигитализацията на логото позволява по-голяма прецизност и гъвкавост при по-нататъшното му използване и модификация, Прехвърлянето на скицата в дигитален формат и използването на софтуер за векторна графика за по-прецизно и мащабируемо изображение. Векторните форми осигуряват висококачествено изображение, което може да бъде използвано в различни размери и приложения без загуба на качество. Цветовата палитра е жизнена и динамична, което подчертава креативността и енергията на ръчната изработка, а черен цвят за ръцете и текста, за да се осигури контраст и четливост. Подходящата типография допълва визуалната идентичност на логото и подчертава основните му послания. Избор на шрифтове, които отразяват личния и ръчно изработен характер на марката. Процесът на създаване на логото премина през няколко ключови етапа, включващи подготовка, концептуализация, дигитализация, добавяне на цветове, и финализиране. Всеки етап беше внимателно изпълнен, за да се осигури максимално качество и ефективност на крайния продукт. Логото успешно предава посланието за ръчна изработка с любов, като използва живи цветове и прецизни векторни форми. Важно е да се уверим, че логото изглежда добре както на малки, така и на големи формати. Получаването на мнение от целевата аудитория може да помогне за финални корекции и оптимизации. акар че текущата палитра е ярка и привличаща внимание, може да се изследват и други цветови комбинации, които да подчертаят различни аспекти на марката.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Логото е визуално атрактивно и лесно разпознаваемо. То предава ясно посланието за ръчна изработка с любов, което е сърцето на бранда. Уникалният дизайн с четка в ръце, съчетани с ярките цветове на дъгата, правят логото незабравимо и лесно разпознаваемо сред конкурентите. Ярките и живи цветове привличат вниманието и създават усещане за креативност и енергия. Използваните шрифтове са добре подбрани и съчетани, което допринася за четливостта и естетичния вид на логото. Ръчно изработените елементи в логото създават усещане за топлота и лично отношение, което е важно за клиенти, търсещи персонализирани и уникални продукти. Дъгата често се свързва с позитивни емоции и надежда, което може да привлече вниманието и да създаде положителни асоциации с марката. Логото е визуално ефективно и привлекателно, като използва добре подбрани цветове и форми. То успешно предава съобщението и ценностите на марката. Векторният формат на логото позволява лесно мащабиране без загуба на качест-

во, което го прави подходящо за различни медии и приложения. Използваната типография е четлива и подходяща за различни размери на логото. Всички елементи на логото са добре съчетани и създават единен дизайн, това допринася за професионалния и завършен вид на логото. Логото е адаптивно и може да бъде използвано в различни контексти и на различни платформи, включително печатни материали, уебсайтове, социални медии и опаковки. Създаденото лого има силно въздействие и е визуално привлекателно, като успешно предава ценностите на марката и създава положителни емоции у аудиторията. Векторният формат и добре подбраната типография допринасят за неговата функционалност и мащабируемост, а ярките цветове и уникалният дизайн го правят лесно разпознаваемо и запомнящо се. Въз основа на анализа, логото отговаря на всички изисквания за ефективно брандово представяне и има потенциала да бъде важен елемент в маркетинговата стратегия на марката. Логото е визуално привлекателно, благодарение на използваните ярки цветове и добре съчетани форми. Цветовата палитра на дъгата създава усещане за радост и креативност. Логото предава усещане за топлота и лично отношение, което е важно за клиентите, които търсят уникални и ръчно изработени продукти. Дъгата добавя позитивни емоции и асоциации. Векторният формат на логото позволява лесно мащабиране и адаптиране за различни медии и платформи. Логото може да бъде използвано както в печатни материали, така и в дигитални приложения. Логото на "Bilyana Kostova" успешно съчетава естетика, функционалност и емоционално въздействие, като по този начин създава силен и запомнящ се бранд. То отговаря на всички изисквания за ефективно визуално представяне и има потенциала да бъде ключов елемент в маркетинговата стратегия на марката. В резултат на това логото ще помогне на "Bilyana Kostova" да се отличи на пазара и да привлече вниманието на целевата аудитория.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Agoston Max K. Computer Graphics and Geometric Modeling - Mathematics. Springer, USA, 2005.

[2] Buss, Samuel R. 3D Computer Graphics – a MathematicalIntroduction with OpenGL. Cambridge University Press,,Published in New York, USA, 2003.

[3] Hill F. S., Stephen M. Kelley. Computer Graphics UsingOpenGL.Pearson Intern tional edition, Prentice Hall, NJ07458, USA, 2007.

[4] Salomon David. Transformations and Projections in Computer Graphics. Springer, USA, 2006.

ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА КАПАЧКИ ЧРЕЗ ЛЕЕНЕ ПОД НАЛЯГАНЕ

DESIGNING A TECHNOLOGICAL PROCESS FOR MAKING CAPS BY INJECTION MOLDING

Айчин Алтънай Мехмедов
Катедра МКСЕ
Технически колеж-Ловеч

Анелия Моева Цанова-научен ръководител
Катедра МКСЕ
Технически колеж-Ловеч

Abstract

Injection molding is a highly efficient means of producing plastic parts. Its success depends on the optimal design of the mold and the molding process itself. The basic principle of injection molding is that the solid polymer is melted and injected into the mold cavities, then cooled and the part ejected from the machine. The purpose of the development is to design a technological process for making caps by pressure casting.

Tasks: 1. To make design calculations of the main parameters. 2. To prepare technological documentation for the production of 2 pcs. parts of the same type/different in size/ to be made on two different machines.

During the development, use the mock-up sets of similar documentation. The creation of the modes was carried out according to the characteristics of the material, the capabilities of the machines and the client's tasks.

For the final completion of the documentation, the necessary number of attempts were made and produced: a zero series of 32 pcs./detail and the first order for the client was fulfilled. A video recording of the process was made for the production of the final product. Conclusion: The goal was achieved and the production started on time.

Keywords: matrix, syringe machine, cap, technical documentation.

ВЪВЕДЕНИЕ

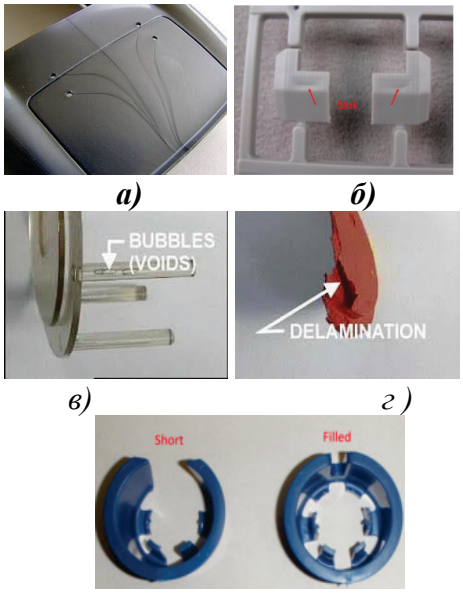
Разработката е по заявка на фирма „Анса Борима“ ООД. Клиентът предлага подмяна на материала, поради завишена твърдост на вече използвания за подобни детайли, водеща до не достатъчно прилепване на капачката след монтаж. Подмяната на материала се изисква за два вида подобни детайли. Направен е анализ на вече съществуващи технологични режими и са сравнени с получените резултати след пробната серия. Най-добрите решения са одобрени от екипа и клиента, и доказано удовлетворяват изискванията. Ограниченията идват от краткото време за тестване и количеството технологичен брак на материал, който се прави при тестване на режимите. Очакването идва от страна на клиента да се постигне най-добър технологичен режим за производство на пръстени.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Шприцването и екструзията на пластмаси са широко прилагани технологии за изработка на пластмасови изделия с различни големини и форми в полимерната индустрия. Двата метода са изключително сходни по своята същност и представляват леене на разтопени пластмаси под налягане. При шприцването на пластмаси се получава минимално количество отпадъчен продукт, който може да бъде събран и рециклиран в тех-

нологичния процес. Съвременните шприцавтомати и шприцмашини са високо автоматизирани и роботизирани системи, чийто дизайн е насочен към все по-висока ефективност на процеса, включително по-малко отпадъчен продукт, по-малко консумирана енергия, възможности за многослойно производство, прецизен контрол на операциите и др. За оптимизиране на оборудването за шприцване на пластмаси в модерните производства се използват редица иновативни системи и технологии. За изработването на детайли с високо качество е необходимо да се разгледат предварително възможните дефекти и да се подбере най-подходящ режим на работа на машината.

Възможните дефекти, които се получават поради неправилен режим на работа на шприц машините са:



а) *б)* *в)* *г)* *д)*

Фиг.1. *Дефекти, породени от неправилен подбор на технологичния режим:*
а- Линии на потока; б- Образуване на кратери; в- Дефект-всмуквания;
г- Обезцветяване на повърхността;
д- Дефект – недоливка

1. Процедура за проектиране на инжекционната матрица

Процесът на проектирането на матрицата минава през *пет етапа*: информация за научните изследвания, цялостния дизайн на схемата, техническия проект, писането, техническа документация.

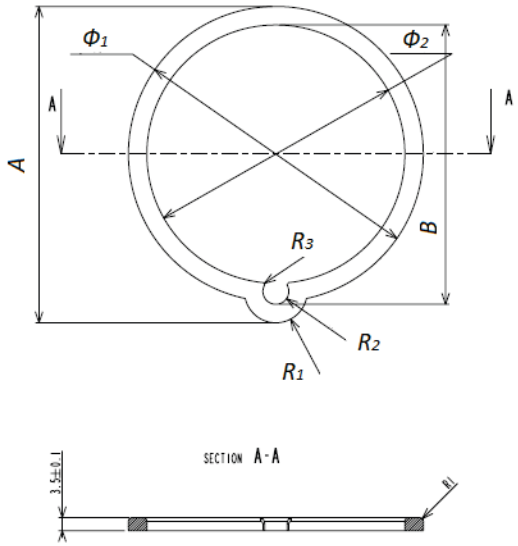
А. Анализ на пригодността на детайла

Цикълът на шприцване се състои от шест етапа:

♦*Затваряне*♦*Шприцване*♦*Задържане*♦ *Охлаждане*♦ *Отваряне*♦ *Избутване*

Конструирането на пластмасови изделия, изработвани чрез шприцване, изисква да се вземе под внимание мястото на подаване на стопилката във формата. При избора на мястото трябва да се имат предвид конфигурацията, размерите и натоварването на изделието.

На фиг.1 е показан чертеж на шприцвания детайл в общ вид, а на табл.1 размерите за всяко едно изделие, за които да се направи технология.



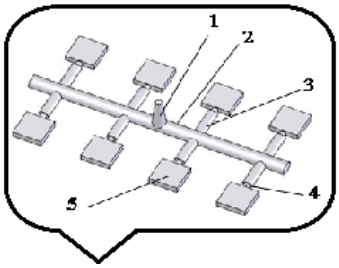
Фиг.2. *Детайл – уплътнение*

Табл.1. *Размери на детайлите*

ВАРИАНТ	A	B	$Ф_1$	$Ф_2$	R_1	R_2	R_3
60028960	63	53.5	59	49	7.3	2.8	0.5
60028962	78.5	68.5	73	63±0.3	8	3	0.5
60028963	85.5	75.5	79.8	69.8	8.5	3.5	0.5

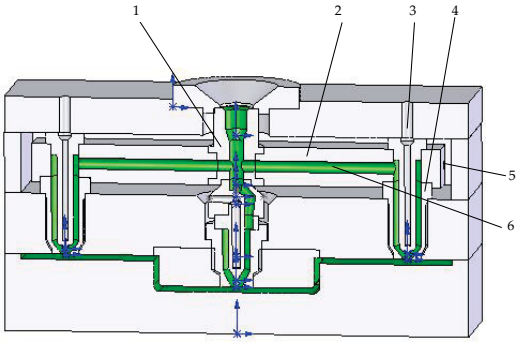
Съгласно основните изисквания и примерите от практиката уплътнението е подходящ детайл за изработване чрез леене под налягане. Най-подходяща лекова система е показана на фиг. 3. До

формообразуващите повърхнини в шприцформата стопилката достига с помощта на системата от леякови канали или леяковата система. Според предназначението и мястото елементите в една разклонена леякова система са: централен (конусен) леяк 1, развеждащи леяци 2, подвеждащи леяци 3, вток (устие, впуск) 4. В зависимост от броя на изделията 5 в пресформата, разположението им и начина на запълване, някои от елементите може да липсват, други да се дублират или да има комбинация от тях.



Фиг.3. *Най-подходяща леякова система*

Горещоканалната леякова система (фиг.4) се състои от леякова втулка 1, разпределителна плоча 2 и съдържащите се в нея леякови втулки 4, торпедата 3 и нагревателни елементи 5. При шприцване на пластмасата стопилката навлиза през втулката в каналите на нагревателната разпределителна плоча 6, а оттам в пространството между вътрешно нагряваното торпедо и дюзите. От последните, чрез точков вток, навлиза в кухината.



Фиг.4*. Горещоканална леякова система*

Б. Пресмятане на броя на гнездата

Броят на гнездата зависи от производителността, която е зададена. Заданието е 400 000бр. за една поръчка. Като се вземе предвид заетостта на 2 шприцформи на 2 едновременно работещи машини при трисменна работа се получава:

$$G = \frac{P_r}{m.p.T_{рд}T_ч} = \frac{400\,000}{3.2.150.125} = 3{,}56бр. \quad (1)$$

Избирама се 4 бр. гнезда.

Където $P_r = 400\,000бр.$ зададена производителност за една поръчка.

$m = 3$ – брой смени

$p = 2$ – брой машини, работещи едновременно

$T_{рд}$=150бр. - работни дни за изпълнение на поръчката.

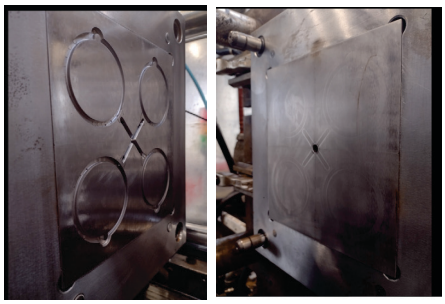
$$T_ч = \frac{3600}{T_ц} = \frac{3600}{29} = 125бр/h \quad (2)$$

часова производителност на шприцформата

$$T_ц = 29s$$

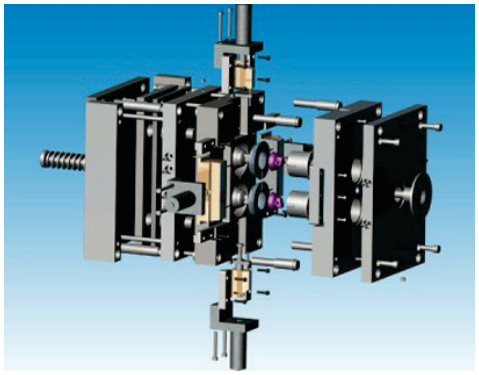
В. Подреждане на гнездата

На фиг. 5 е показано подреждането на гнездата, разположението на захранващите канали и формообразуващите елементи, както и начинът на свързване на двете части и захранването на реално изработената матрица.



а) плоча лява *б) плоча дясна*

Фиг.5. *Подреждане на гнездата; формообразуващи елементи*



Фиг.6. *Закрепване на матрицата към машината*

2. Изготвяне на технологична документация за изработване на изделието.

За проектирането на технологичния процес се изхожда от основните фактори, влияещи върху появата на дефекти. От фиг.7 е видно, че най-голям дял (60%) от дефектите са причинени от неправилният избор на шприцмашина.



Фиг.7. *Причини за дефекти при шприцването*

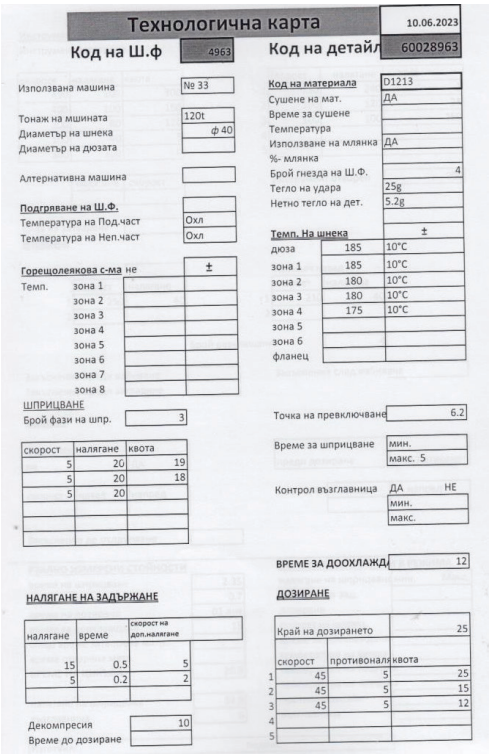
Основни критерии са тонажът и габаритите. Следващият критерий е операторът. При организацията на процеса на работа във фирмата, задължението на оператора е да поддържа настройките на машината за производство на качествени детайли.

Техническата документация съдържа:

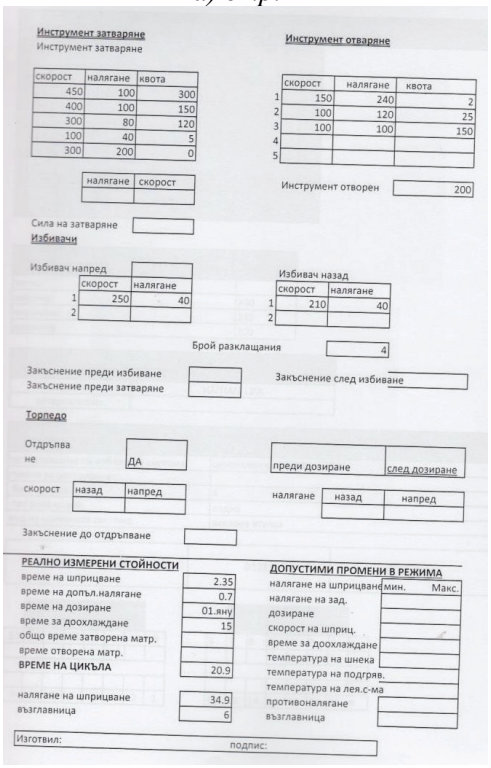
- Чертежи на детайла и сглобената единица – предоставя се от клиента
- Спецификация на изискванията към детайла и сглобената единица – предоставя се от клиента
- Характеристика на използваните материали - предоставя се от доставчика
- Паспортна документация на машините - предоставя се от производителя
- Технологична карта – съставя се от технолога
- Карта за стартиране на производство – съставя се от отдел качество след приключване на пробната серия

На фиг.8. е представена технологичната карта, създадена за дет. 60028963.

Картата съдържа информацията, необходима за настройка на машината: номер на машината от машинния парк, тонаж на машината и диаметър на шнека; използван материал, съгласно номенклатурата на фирмата; необходимост от сушене; използване на млянка; тегло на удара; тегло на единичен детайл; температурните режими при отделните фази; реално измерените стойности; и др.



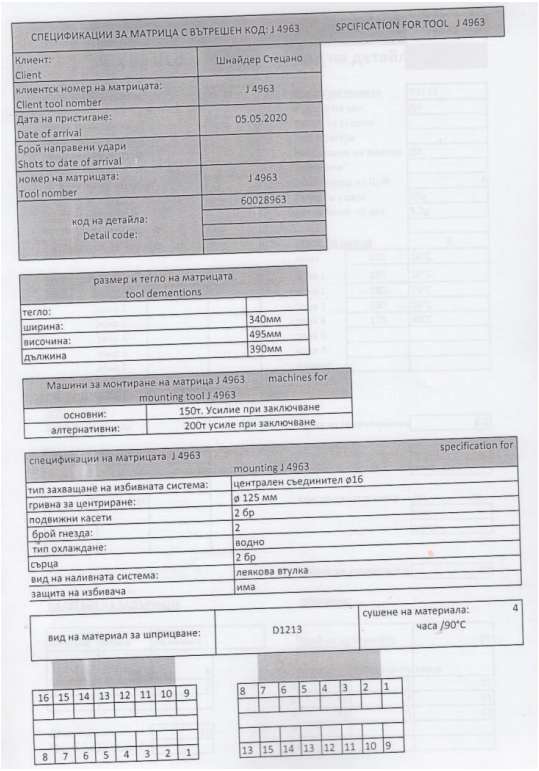
а) стр.1



б) стр.2

Фиг.8. *Технологична карта*

На фиг. 9. е показана спецификацията на матрицата. Информацията е въз основа на представената документация от производителя и съобразена с номенклатурата на фирмата


СПЕЦИФИКАЦИИ ЗА МАТРИЦА С ВЪТРЕШЕН КОД: J 4963 SPCIFICATION FOR TOOL J 4963

Клиент: Client	Шнайдер Стецано
клиентск номер на матрицата: Client tool nomber	J 4963
Дата на пристигане: Date of arrival	05.05.2020
Брой направени удари Shots to date of arrival	
номер на матрицата: Tool nomber	J 4963
код на детайла: Detail code:	60028963

размер и тегло на матрицата tool dementions

тегло:	
ширина:	340мм
височина:	495мм
дължина	390мм

Машини за монтиране на матрица J 4963 machines for mounting tool J 4963

основни:	150т. Усилие при заключване
алтернативни:	200т усиле при заключване

спецификации на матрицата J 4963 specification for mounting J 4963

тип захващане на избивната система:	централен съединител ø16
гривна за центриране:	ø 125 мм
подвижни касети	2 бр
брой гнезда:	2
тип охлаждане:	водно
сърца	2 бр
вид на наливната система:	леякова втулка
защита на избивача	има

вид на материал за шприцване:	D1213	сушене на материала: 4 часа /90°C

16	15	14	13	12	11	10	9	
8	7	6	5	4	3	2	1	

8	7	6	5	4	3	2	1	
13	15	14	13	12	11	10	9	

Фиг.9. *Спецификация на матрицата*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При направените експерименти с готовата пробна серия се стигна до извода, че представеното предложение за нов материал удовлетворява на 100% изискванията на клиента.

Това дава възможност за промяна на материала и за други подобни по функция детайли, като процедурата се повтори. На тази база е възможен анализ на промяната в параметрите на режимите във функция на различен материал. Възможна е преоценка на себестойността на база разход на материал, машинно време, електроенергия.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ахчиев М., Пресоване и шприцоване на пластмаси, 1963, София, Техника

[2] Палчев К. и Минчев Г., Инструменти и машини за шприцоване и пресоване на пластмаси, 1973, София, Техника

[3]http://www.plastmasoviizdelia.com/polezna-informaciq/

[4]https://ras.tu-sofia.bg/doks/SF_MTF/ns/289/avtoreferat.pdf

[5]file:///F:/so16160a-t.pdf

[6]http://konkursi-as.tu-sofia.bg/doks/SF_MTF/ns/597/avtoreferat.pdf

[7]https://www.plastmasoviizdelia.com/blog/2013/07/30/

ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕН ПРОЦЕС ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА КАПАЧКИ ЧРЕЗ ЛЕЕНЕ ПОД НАЛЯГАНЕ

DESIGNING A TECHNOLOGICAL PROCESS FOR MAKING CAPS BY INJECTION MOLDING

Росица Доброславова Александрова
Катедра МКСЕ
Технически колеж-Ловеч

Анелия Моева Цанова-научен ръководител
Катедра МКСЕ
Технически колеж-Ловеч

Abstract: *In the development, the design, diagnosis and repair of the lubrication system of a car is done. Design calculations of the main parameters of a car engine lubrication system have been made. The possible malfunctions of the car and the reasons for their occurrence are considered. The diagnosis is presented and the main and most common malfunctions of the system, as well as of the pump in particular, are indicated. The oil production process and sources of pollution are examined. The repair activities related to the lubrication system of the cars are presented.*

Keywords: car, lubrication system, oil pump, oils.

ВЪВЕДЕНИЕ

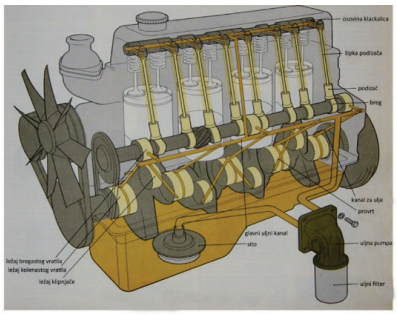
Автомобилът се състои от три основни части: **двигател, рама и каросерия.** Двигателят е източникът на енергията, с която се задвижва автомобилът. В каросерията се разполагат товарите и пътниците. Рамата е съвкупност от всички агрегати и възли на автомобила, с изключение на двигателя и каросерията. Състои се от силово предаване (трансмисия), ходова част и органи за управление. Това е скелетът на автомобила, на който са закрепени всички възли и уредби. За автомобилите се използват предимно двигатели с вътрешно горене. Все повече навлиза използването на електродвигатели, които се задвижват от акумулаторни батерии. За работата на бензиновия двигател са необходими три елемента: гориво, въздух, електричество.

Частите на двигателя са изработени от метал. Не може да има съвместна работа на метални части при високи температури и налягания, ако няма добро смазване. Мазането се извършва от висококачествено масло, което се подава под налягане от помпа към триещите се части. Освен мазане на частите, маслото извършва и тяхното охлаждане.

ИЗЛОЖЕНИЕ

При двигателите с вътрешно горене топлинната енергия, получена при изгаряне на гориво, се преобразува в механична работа. Смес от гориво и въздух гори в цилиндъра на двигателя, буталото се движи и върши работата. Праволинейното движение на буталото се превръща в кръгово движение на коляновия вал и по този начин автомобилът или устройството се стартират. Голям брой части се движат в двигателя и всички трябва да имат смазка в контактните повърхности. Двигателят никога не трябва да остава без масло. Смазването става с

помощта на маслена помпа, пръскаща или комбинирана. Маслото от картера на двигателя с помощта на маслената помпа, през ситото и филтъра, постъпва в главния тръбопровод, фиг.1. По главния тръбопровод, който най-често се намира в блока на двигателя, маслото под налягане достига до главния и след това до маховите втулки и лагерите на коляновия вал (коляновия вал). От всички тези лагери маслото под налягане се разпръска във всички посоки.



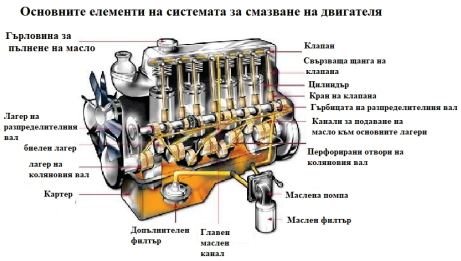
Фиг.1. *Ход на маслото*

В зависимост от начина на подаване на масло към движещите се възли, смазочните системи се делят на *работещи чрез пискане, под налягане и чрез комбинирано смазване.*

1. Устройство и принцип на действие на системата за смазване

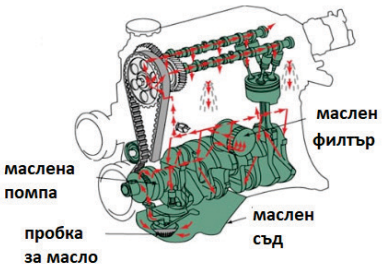
А. Устройство на мазилна система на автомобил

В съвременните двигатели се използват комбинирани мазилни системи, чиито основни елементи са: маслен резервоар (картер), масло-приемник, маслена помпа, маслени магистрали, филтри, контролни уреди и датчици.

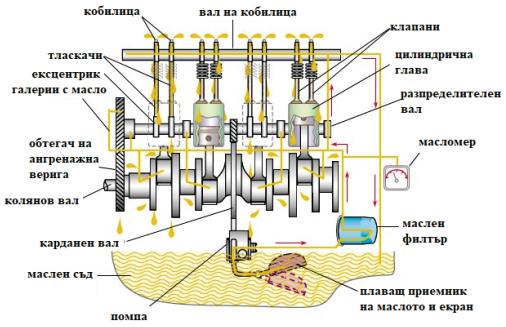


Фиг.2. *Основни елементи на системата за смазване*

На фиг. 3 са представени основните елементи, включени в основните възли на системата.



Фиг.3. *Основни елементи на мазилна система*



Фиг.4. *Принципна схема на системата*

Б. Моторни масла-функции

Моторните масла са необходими, за да изпълняват пет еднакво важни функции:

- смазване на машинни елементи,
- охлаждане на лагерни възли,
- уплътняване на пролуката между буталната група и цилиндъра за поддържане на компресията,
- защита от корозия,
- измиване - поддържане чистотата на вътрешните части на двигателя

В. Видове масла

Моторните масла биват за дизелови и бензинови двигатели, а така също и универсални. Всички масла по състав се делят на 3 основни групи: *минерални,синтетични,полусинтетичн.*

Минералните масла са продукти от рафинирането на нефта. Това са напълно ***натурални материали***.

Най-дълготрайни и качествени масла се явяват ***синтетичните***. Те притежават висока течливост, не губят

характеристики при ниски и високи температури и практически не се окисляват.

Полусинтетичната течност се явява компромис между двете по-горе описани видове. Те се произвеждат на база *минерално масло* (до 70 %) и *синтетично масло* (30-50 %). Благодарение на такова смесване се получава материал, близък по характеристики до синтетичните течности, а по стойност – до минералните.

2. Проектни изчисления на основните параметри на смазочна система на двигателя на автомобил

А. Определяне на количеството масло в двигателя.

$$G_M = \frac{kQ}{\Delta t c_M} = \frac{2{,}25.3850}{280.1{,}8} = 17{,}2\ l/(\text{kW.h}) \ni (13 \div 26)\ l/(\text{kW.h}); \quad (1)$$

Б. Размери на маслената помпа – определяне размерите на маслената помпа. Те се определят на база на дебита на маслената помпа. Дебитът трябва да бъде по-голям от необходимото количество масло в двигателя. Пресмятането на дебита на помпата се извършва по формулата:

$$V_{\text{П}} = 0{,}38 D_0 m b n \varepsilon \eta_{\text{П}} . 10^{-3} = 0{,}38.40.4.32.2700.0{,}7.10^{-3} = 3678;\ \frac{l}{h} \quad (2)$$

Където: m=4mm е модулът на зъбите;

h=2m – височината на зъбите, mm;

h=2x4=8mm

b – широчината на зъбите, mm;

$\frac{b}{D_0} = 0{,}8$

$D_0 = zm$ – средният диаметър на зъбното колело, mm;

n – честотата на въртене, min^{-1};

$\eta_{\text{П}} = 0{,}7$ – обемният к.п.д.

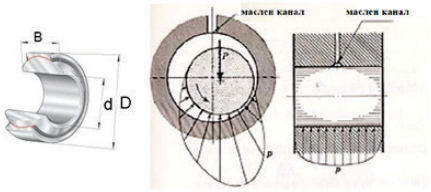
Модулът на зъбните колела се избира m=2÷10 mm;

m=4mm Избирам n=10;

Приемам $\varepsilon_{\text{П}} = 0{,}8$

Честотата на въртене на помпата се избира n>2000 min^{-1}.

В. Пресмятане на плъзгащи лагери



Фиг.5.*Образуване на носещ маслен слой*
а-параметри на лагера;
б,в-маслен слой при въртене

Плъзгащите лагери на коляномотовилковия механизъм работят при значителни натоварвания от газовите и инерционните сили, при големи скорости на триене и повишена температура. Образуването на носещ маслен слой в лагерите е от решаващо значение за намаляването на триенето и износването

3. Неизправности в системата за смазване

Най-често тази система няма голям брой неизправности, но те се проявяват главно чрез увеличаване на разхода на масло или неговото ниско налягане. Повечето неизправности се диагностицират чрез визуална проверка на захранващия блок. Ако върху него се наблюдават петна от петрол, тогава тази част трябва да се поправи. Често в случай на сериозен теч под машината постоянно ще се образува петно. Някои ремонтни дейности изискват частично или пълно разглобяване на двигателя, така че в такива случаи е по-добре да се извърши в лицензиран сервиз. При правилна поддръжка подобни неизправности са рядко срещани.

. **Симптом на неизправност:** Повишен разход на масло

Възможни неизправности:

- Плътността на филтъра е нарушена(лошо затегнат при завиване);
- Теч през уплътнения (например уплътнение на картера);

- Пробив през ваната;
- Запушена вентилация на картера;

Опции за решение:

- Смяна на уплътненията, проверка правилната инсталация на масления филтър (може да е монтиран неравномерно, поради което не е напълно затегнат). За да се поправи KShM или да се почисти вентилацията на картера, трябва да се извърши от специалист

Симптом на неизправност: Системното налягане спадна

Възможни неизправности:

- Филтърът е силно запушен;
- Помпата е счупена;
- Редуциращият вентил (и) е счупен;
- Нивото на маслото е ниско;
- Датчикът за налягане е счупен.

Опции за решение:

Подмяна на филтъра, ремонт на дефектни части.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

При разработката е представена методика за изчисляване на смазочна система, направен е анализ за възможните неизправности и е представен макет на помпа. Подробно е описана маркировката на маслата и методиката са производство.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] Петрушев Й. и др., Експлоатация, обслужване и ремонт на автомобила, Техника, София, 1967г.

[2] Качаров Е. и др., Двигатели с вътрешно горене**,** Техника, София 2018г.

[3] https://bg.avtotachki.com/

[4] https://bmauto.bg/vizhte-kakav-e-pravilniyat-interval-za-smyana-na-dvigatelno-maslo/

[5] https://bg.avtotachki.com/kak-vybrat-motornoe-maslo/

[6] https://bg.avtotachki.com/chto-nuzhno-znat-o-smazke-dvigatelya/

[7] https://autobox.bg/articles/kak-se-proizvezhdat-motornite-masla

[8]https://bg.med-auto.com/remont-avto/sistemata-za-smazvane-na-dvigateliapozvoliava-da-se-uvelichi.html

[9]https://bg.avtotachki.com/chto-nuzhno-znat-o-smazke-dvigatelya/

СИНТЕЗИРАН МЕТОД ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ И КОНТРОЛ

SYNTHESIZED METHOD FOR DESIGNING A VIDEO SURVEILLANCE AND CONTROL SYSTEM

Ralitsa Valcheva
Technical college of Lovech

Abstract

The liberalization of the telecommunications market and the ever-increasing needs of business and society for new types of telecommunications services have led to fundamental changes both in the technology and architecture of future networks, as well as in the telecommunications services provided by them. Ensuring business security, reducing crime in the workplace, preventing violence and harassment in the workplace and many others are the reasons that can convince us of the advantages of video surveillance. The development of a video surveillance system shows the technology and methods of IP video surveillance development, satisfying all the growing demands of the market for services such as video surveillance and security.

Keywords: *IP video surveillance, IP cameras*

ВЪВЕДЕНИЕ

Последното десетилетие се характеризира с революционни промени в областта на телекомуникациите – все по-бързо се преминава от специализиране мрежи с различно предназначения, обменящи различни по характер информация, към тяхното интегриране и към създаването на универсално телекомуникационна мрежа за всички видове комуникации. [1, 2, 3, 4, 5]

Либерализацията на телекомуникационния пазар и непрекъснато нарастващите потребности на бизнеса и обществото от нови видове телекомуникационни услуги, доведоха до коренни промени както в технологията и архитектурата на бъдещите мрежи, така и в предоставяните от тях телекомуникационни услуги.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Тъй като IP наблюдението става много бързо, най-гъвкавата и ориентирана към бъдещето възможност за безопасност и наблюдение, то е важно за потребителите да разберат общите проблеми, специфичните опции и предимствата на една изцяло цифровизирана система на всеки от тях, са ясно посочени.

Стъпките, които трябва да спазва един професионалист по сигурността, за да осъществи успешно IP видеонаблюдение са следните:

Стъпка 1: Избор на мрежова камера

Всеки тип камера може да се съчетае в система за IP- наблюдение, като се създаде цялостен пакет, който да удовлетвори необходимите изисквания за сигурност. Основни критерии при избора на мрежова камера са:

- обектив
- сензор но изображението
- резолюция
- видео формати
- честота на фрймовете
- Звук и други.

Стъпка 2: Компресия

Всички цифрови системи за видеонаблюдение използват един и същи тип за компресия на цифровото видео. Ефективната компресия е необходима, тъй като мрежите спират да работят, поради

големината на видеофайловете. За това е важно избирането на правилните стандарти и компресия, която да ги управлява. Подходите при компресиране са два: със загуби и без загуби.

Стъпка 3: Съхранение

Записването и съхраняването на видео в IP среда за наблюдение изисква възможност за съхранение на голямо количество от данни. Защитеност от загуба на данни, добри експлоатационни характеристики са фактори, на които трябва да се обърне внимание при подбора на инсталиране на подходящата система за съхранение.

Стъпка 4: Присъединяване на аналоговите камери

Съществуващите системи за аналогово наблюдение могат лесно да се усъвършенстват до IP системи за наблюдение чрез присъединяването на видео сървъри. Това позволява цифрово доставяне и контрол на видеото без смяна на камерата с мрежова такава.

Стъпка 5. Качество на изображението

Изображението е най-важното свойство на една камера. То позволява на потребителя по-близко изследване на детайлите и промените в картината, осигурява им по-голяма прецизност.

Стъпка 6: Безжични мрежи

Безжичните мрежи са най-добри и ценово най-ефективни като начини за сигурност при инсталиране на видеонаблюдение.

Стъпка 7: Проектиране на мрежата

Мрежите позволяват на устройствата като мрежови камери, сървъри и персонални компютри да комуникират едни с други, споделяйки информация и в някои случаи обща Интернет връзка. Мрежите са изградени от кабели. Основните топологии за физическото им разположение са шина, кръг, звезда и решетка.

Стъпка 8 : Дизайн на мрежата

Дизайна на всяка мрежа е специфичен според инсталацията и нуждите на потребителя й.

Стъпка 9 : Сигурност

Почти всички мрежови видео инсталации предават информация, която трябва да бъде защитена от неоторизирани потребители и потенциални хакери. Подбирането на правилните възможности за сигурност са такива като, виртуални частни мрежи и защити с пароли.

Стъпка 10 : Нови технологии

Следващата голяма тенденция в IP наблюдението е интелигентното видео например преброяването~~то~~ на хора, мегапикселови камери и богато изображение.

Стъпка 11: Най-добри приложения

При оценяване качеството на изображението се разглеждат фактори като: чувствителност на светлина, яснота на движещите се обекти.

Избор на вариантно решение за система за видеоблюдение:

Охранителните системи MOBOTIX предлагат широка гама от функции, които са необходими на всяка една надеждна охранителна система. Произведени в Германия, те са единствените камери в Европа със сертификат за признаване, на записите като доказателство в Европейските съдилища. Без необходимост от каквито и да е допълнителни устройства, системата MOBOTIX работи и охранява зададения й периметър. MOBOTIX е температурно стабилизирана от -30°C до +60°C и не се нуждае от допълнителни, кожуси нагреватели или вентилатори за да работи през всички сезони безотказно!

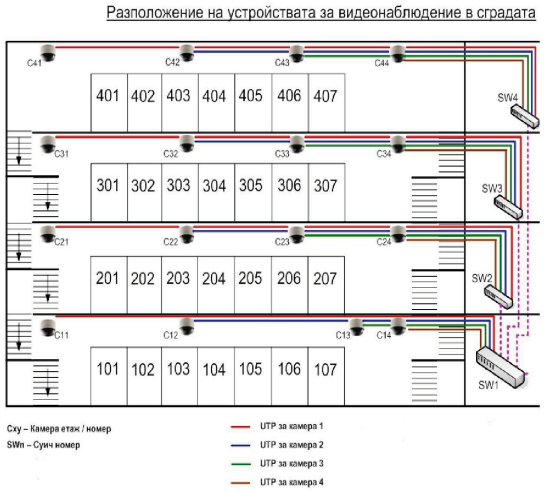


Фиг. 1. *Камера Моботикс Q26*

IP камерите за видеонаблюдение имат една основна характеристика сигналът който излиза от тях е предварително

цифровизиран и се предава по мрежови кабел тип FTP/UTP.

Свързване на камерите. Окабеляването е на базата UTP кабел т.к. при такова окабеляване има изискване дължината на мрежовия кабел да е с дължина от метра. На всеки етаж се използва отделен SWICH. Отделните суичове се обединяват в един голям суич.



Фиг. 2. *Схема на разположение на камерите*

Настройване на камерите.

Таблица 1. *Схема на IP адресирането на камерите*

Етаж 1	**C11**	**C12**	**C13**	**C14**
	192.168.1.11	192.168.1.12	192.168.1.13	192.168.1.14
Етаж 2	**C21**	**C22**	**C23**	**C24**
	192.168.1.15	192.168.1.16	192.168.1.17	192.168.1.18
Етаж 3	**C31**	**C32**	**C33**	**C34**
	192.168.1.19	192.168.1.20	192.168.1.21	192.168.1.22
Етаж 4	**C41**	**C42**	**C43**	**C44**
	192.168.1.23	192.168.1.24	192.168.1.25	192.168.1.26

Камерите се настройват с помощта на браузер и използваме адресите показани в таблица 1. Използваме локални IP адреси 192.168.1.0 – 192.168.1.255 с маска 255.255.255.0.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен е синтезиран метод, състоящ се от 11 основни стъпки за проектиране на видеосистема за наблюдение и контрол.

Разработването на система за видеонаблюдение, показва как технологията и методите за разработки на видеонаблюдение, допринася за удовлетворяване на все по-нарастващите изисквания на пазара за услуги като видео контрол и охрана, носещи все по-големи приходи на доставчиците.

Примерната проектираната система е отворена и могат да се добавят още камери и други крайни устройства.

ЛИТЕРАТУРА

[1]Базин Ш. Основи на мрежовата сигурност. Изд. Duo Design.

[2] Комър Б. Да научим сами TCP/IP мрежи и администриране. Изд. ИнфоДАР.

[3] Илиев Г., Атамян Д. Мрежи за данни и интернет комуникации. Изд. 2009 год.

[4] Нортън П. Мрежи. Изд. ИнфоДар.

[5] Боровска П. Компютърни мрежи. Изд. Сиела.

ЛАБОРАТОРЕН МОДЕЛ НА ФОТОСОЛАРНА СИСТЕМА ЗА ЕЛЕКТРОМОБИЛ

LABORATORY MODEL OF PHOTOSOLAR ELECTRIC CAR SYSTEM

Цветан Младенов
Technical College – Lovech

Милко Дочев
Technical College - Lovech

Abstract

The report presents the results of the development and implementation of a demonstration model of an additional photovoltaic power supply for an electric car. The main requirements and the need for the implementation of such a system and its advantages and disadvantages are presented. A block diagram and circuit diagram of a solar power source for embedding and adaptation on a demonstration model of a jeep have been synthesized.

Keywords: laboratory model; electric car; solar power module.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години необходимостта от опазване на околната среда, от ограничаването на парниковия ефект и топлинните емисии доведе до прилагането на различни директиви с цел ограничаване на вредното въздействие на замърсяването върху здравето на хората и животните и запазването на естествения природен ареал.

През 1992 г. е въведен първият стандарт за леки автомобили „Евро 1”, който налага намаляване на емисиите от изгорели газове чрез специфични мерки, например чрез въвеждане на катализатори или премахване на оловото в бензина.

Но голямата технологична промяна идва с появата на хибридизацията при автомобилите. Днес всички производители въвеждат различни видове хибридни системи и непрекъснато напредват в развитието на системите и двигателите.

Най-просто казано, хибридна е всяка кола, която има два двигателя - двигател с вътрешно горене, който използва бензин или дизел като гориво, и електрически двигател, който осигурява мощност и въртящ момент към трансмисията, за да може автомобилът да се движи.

Хибридният автомобил е оборудван с бензинов двигател с вътрешно горене, електрически двигател, система от батерии или модули, които осигуряват енергията, необходима за движението и мехатронни елементи и системи. Тази задвижваща система е автономна - работата и координацията на двата двигателя е автоматизирана, като водачът е ангажиран единствено с шофирането.

Главното предимство от използването на тандема – двигател с вътрешно горене и електродвигател води до забележимото намаляване на разхода на гориво. Разходът на гориво в съвременните хибридни автомобили е намален с около 30 % в сравнение с обичайните автомобили. Изгарянето на по-малко количество бензин или дизелово гориво намалява нивото на токсичност от хибридите. Ясно е, че хибридните автомобили са икономични и щадящи към околната среда в сравнение с обичайните, които са оборудвани само с двигател с вътрешно горене. Също хибридите произвеждат по-малко шум по време на своята работа. Що се отнася до електрическите превозни средства, хибридните решения в сравнение с електрическите автомобили имат

по-голям пробег и са “универсални” по отношение на ежедневната си употреба.

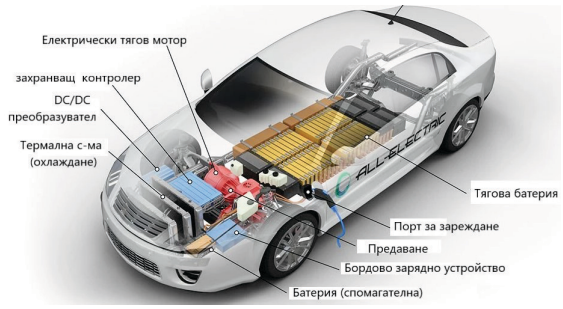
Електрическата кола, наричана още електромобил е автомобил, задвижван от електродвигатели, захранвани с с електричество. За разлика от хибридите, електрическите коли не притежават двигатели с вътрешно горене.

С нарастващата загриженост за екологичните проблеми и необходимостта от намаляване на въглеродните емисии, електрическите автомобили се очертаха като рационално решение.

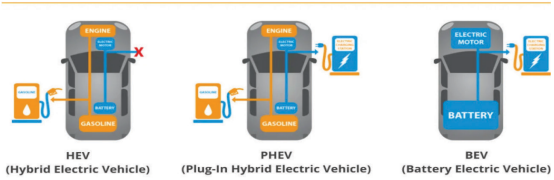
Принципът на работа на електрическите автомобили е следният: задвижването е чрез електрически двигатели, захранвани от акумулаторни батерии, от които напрежението се преобразува и регулира с помощта на силови електронни модули. За разлика от традиционните превозни средства, които разчитат на двигатели с вътрешно горене, електрическите автомобили използват електроенергия. Електрическият двигател преобразува електрическата енергия в механична енергия, която задвижва автомобила посредством трансмисията и ходовата част.

Електрическите автомобили се състоят от няколко ключови компонента, които работят заедно, за да осигурят безпроблемната работа. Тези компоненти включват батерия, електродвигател, силова електроника и система за зареждане на акумулатора. Батерията служи за акумулиране на електроенергия за захранване на автомобила. Електрическият двигател преобразува електрическата енергия в механична за задвижване на ходовата част на автомобила. На фиг. 1 са показани основните компоненти на електрическата кола. Трансмисията прехвърля механична мощност от електрическия тягов двигател за задвижване на колелата на електрическия автомобил.

На фиг. 2 са показани основните видове електромобили.



Фиг.1. *Основни компоненти на електрическа кола*



Фиг.2. *Видове електрически автомобили: BEV, HEV и PHEV*

ИЗЛОЖЕНИЕ

Разработен е идеен проект и е реализиран лабораторен модел на фотосоларна система за електромобил. Самата идея е породена от:

• Търсене на екологично устойчиви и енергоспестяващи алтернативи спрямо традиционните горива;

• Необходимостта от независимо енергийно захранване за места, където няма достъп до електричество от мрежата.

Проектирането на соларна система за захранването на електромобил изисква внимателно изчисляване на няколко ключови параметри, като енергийни нужди на електромобила, капацитет на соларната система, капацитет на батериите и ефективност на системата.

Основните стъпки са:

• *Определяне на енергийните нужди на електромобила.*

Първо трябва да се изчисли колко енергия консумира електромобилът за един ден или за определен пробег.

• *Среден пробег на ден* – колко километра изминава ежедневно?

• *Консумация на електромобила* – колко kWh изразходва електромобила на 100 км?

Пример: Ако електромобилът консумира 15 kWh/100 км и се изминава с електромобила 50 км на ден, дневната консумация е 7,5 kWh.

15 kWh/100 . 50 км = 0,15 . 50 км = 7,5 kWh дневна консумация

• *Изчисляване на необходимия капацитет на соларната система.*

След като се знае колко енергия е необходима, може да се изчисли капацитета на соларната система.

• *Слънчево излъчване*: проучва се колко часа слънце на ден има в региона. Това може да варира в зависимост от сезона и географското положение.

• *Ефективност на соларните панели:* Средно ефективността на соларните панели е около 15-20%.

• *Изчисляване на броя на панелите:*

Отчита се, че средно един соларен панел има мощност 300-400W.

• *Избор на батерии за съхранение на енергия.* За да може електромобилът да се зарежда и когато няма слънце, трябва да бъде изчислен капацитета на батериите.

• *Капацитет на батериите (kWh)* – Колко енергия трябва да се съхранява? Това зависи от дневната консумация и броя дни, които искаме да покрием без слънчево излъчване.

• *Други фактори*

- *Инвертор:*

Трябва да бъде избран подходящ инвертор, който може да преобразува DC енергията от панелите в AC енергия подходяща за зареждане на електромобила.

- *Мониторинг и контрол:*

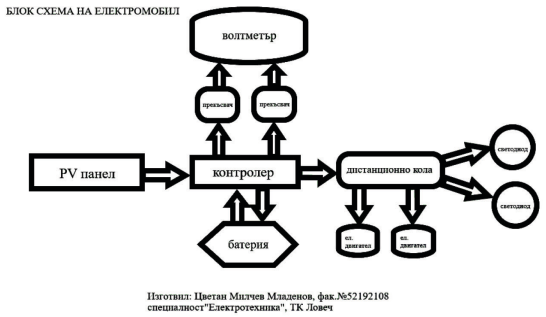
Система за мониторинг на производителността на соларната система и зареждането на батериите.

Тези изчисления предоставят основа за проектиране на соларна система за захранване на електромобил.

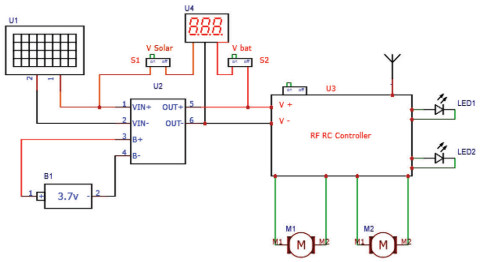
Лабораторен модел за фотосоларно захранване на електромобил.

Осъществяването на реализацията на модел за фотосоларно захранване на електромобил бе интересна задача за изпълнение, тъй като трябваше да се подберат елементи, с които да се изработи самия демонстрационен модел.

Основата на изготвянето на проекта бе да се синтезира блок-схема и електрическа схема на модела, показани съответно на фиг. 3 и фиг. 4.



Фиг. 3. *Блок схема на модела*



Фиг.4. *Електрическа схема на модела*

Като основа за проекта се използва детска количка джип „Mercedes g-class", фиг.5. Количката има реалистичен дизайн, който наподобява истинския Мерцедес gclass, като включва характеристични черти на модела. Характеристики:

Движение във всички посоки;
Материал – пластмаса;
Цвят – бял
Контрол - с дистанционно
Мащаб - 1:14

Автомобилът има собствена акумулаторна литиево-йонна батерия

SM-2P Joint с USB зарядно и дистанционно управление за автомобилни играчки със следните характеристики (фиг.5):

- Батерия за играчки с дистанционно управление (Необходима е 3,7 V 500 mAh батерия SM-2P Joint);
- Зарядно устройство Threeking Rc Car Toys с акумулаторна литиево-йонна батерия 3.7V 500mAh;
- Включени: 1бр USB кабел за зареждане + 1бр акумулаторна литиево-йонна батерия;
- Цветът на батерията е произволен, може да е лилав, син или зелен;
-



Фиг.5. *Джип Mercedes g-class*



Фиг.6. *Акумулаторна литиево-йонна батерия и USB кабел*

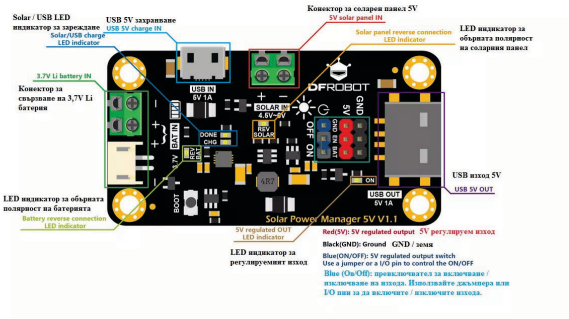
На покрива на автомобила е направен малък отвор, през който минават кабелите на соларния панел. Самия соларен панел (PV- панел) е показан на фиг.7. Панела е със следните характеристики:

- Размер:105 x 90 mm;
- Номинално напрежение: 6 V;
- Номинален ток: 350 mA;
- Пикова мощност: 2 W;

Соларният панел (PV- панела) е свързан посредством кабелите със соларен захранващ модул- контролер, фиг.8.



Фиг.7. *Соларен панел (PV- панел)*



Фиг.8. *Соларен захранващ модул със зарядно за Li-Po / Li-ion 3.7V батерии DFR0559*

Модулът е предназначен за проекти в областта на възобновяемата енергия, като той е подходящ за работа със соларни панели с напрежение до 5V за производство на слънчева енергия. Модулът е снабден с функция MPPT (Maximum Power Point Tracking) за постигане на максимална ефективност на преобразуване на слънчевата енергия при различна слънчева светлина. Модулът може да зарежда Li-Po или Li-ion батерия с максимален заряден ток 900 mA посредством USB зарядно или соларен панел. Модулът разполага с управляем (ON-OFF) изход 5V, както

и USB изход с максимален ток 1А. Зарядното устройство разполага със защита от презареждане, преразреждане и претоварване по ток (3А) на батерията, както и защита при обърната полярност на батерията и соларния панел.

Технически характеристики:

- Входно напрежение (SOLAR IN): соларен панел 4,5V – 6V;
- USB вход 5V;
- Вход за батерия (BAT IN): 3,7V Li-ion / Li-Po;
- Изходно напрежение: 5V;
- Изходен ток: 1А;
- Зарядно за Li-Po 3,7V / Li-ion 3,7V батерии;
- Напрежение при което изключва зареждането на батерията: 4,2V +-1%;

Защита:

* конектор BAT IN: защита на батерията от презареждане (4.3V), защита на батерията от преразреждане (2.4V), защита от претоварване по ток (3А), защита при обърната полярност;
* конектор 5V / USB OUT: защита при късо съединение, защита от претоварване по ток, защита от прегряване;
* конектор SOLAR IN: защита при обърната полярност;

- Работна температура: -40°C ~ 85°C;
- Размер на платката: 63мм х 33мм;
- Тегло: 12 грама;

Волтметъра е монтиран на мястото на люка на тавана на колата. LED цифров бял волтметър, 2.5V-30V DC 0-100V, с 3 проводника 0.28", показан на (фиг.9).

Волтметъра е свързан към соларен захранващ модул (контролер) и PV-панела, също така е свързан и към батерията на колата - акумулаторна литиево-йонна батерия SM-2P Joint с USB зарядно за Rc дистанционно управление за автомобилни играчки.

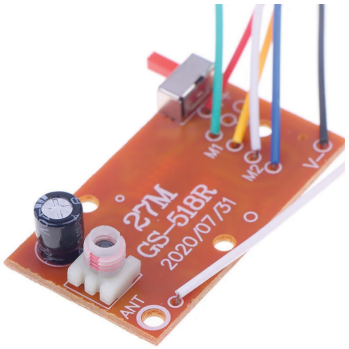


Фиг.9. *Волтметър*

Колата се управлява с дистанционно управление 27MHz с PCB предавател и приемник чрез платка за радио система за кола играчка, фиг.10, фиг.11 и фиг.12.



Фиг.10. *Дистанционно управление*



Фиг.11. *Платка радио система за кола – играчка*

Към платката са свързани два броя постояннотокови двигателя на 3V DC, (фиг.12) със следните характеристики:

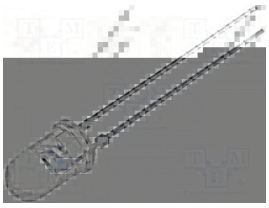
Работно напрежение: (3V-6V);
Ток: 0,35-0,4А;
Обороти при 3V: 17 000 - 18 000 rpm;
Размери: 20 * 15 * 25мм;
Дължина на вала: 8 мм;
Диаметър на вала: 2 мм;



Фиг. 12. *Постояннотокови двигатели*

Единият двигател е за движение на колата на ляво и на дясно, а другият е за движение на колата напред и назад.

Към платката също така са свързани два светодиода с бяла светлина, които изпълняват функцията на фарове на колата (фиг. 13).



Фиг. 13. *Светодиод с бяла светлина*

Волтметъра се включва чрез плъзгащ прекъсвач. Прекъсвача е с две позиции. На едната позиция волтметъра показва колко волта произвежда соларният PV- панел, а чрез другата позиция на прекъсвача се вижда колко волта има в батерията на колата. На колата има монтирани още два плъзгащи прекъсвача: единият стартира колата, а другия стартира волтметъра (фиг.14).



Фиг. 14. *Прекъсвач*

Готовият модел на фотосоларно захранване на електромобил е показан на фиг. 15.



Фиг. 15. *Модел на фотосоларно захранване на електромобил*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соларната система за зареждане на електромобил представлява модерно решение, което синхронизира устойчивото развитие с иновациите в областта на мобилността. Прилагайки такива системи, потребителите не само намаляват своята зависимост от традиционните източници на енергия, но и допринасят за по-чиста околна среда.

Реализираният модел на фотосоларно захранване на електромобил ще обогати лабораторната база и ще подпомогне обучителния процес в ТК- Ловеч.

ЛИТЕРАТУРА

[1] https://www.softelectronic.com/info/ustroistvo+na+elektromobilite343.htmlejan
[2] https://xpi.bg/novini/solarna-sistema-za-zarejdane-na-elektromobilieon

ИЗБОР НА ХИБРИДНА СИСТЕМА ЗА ЗАДВИЖВАНЕ НА АВТОМОБИЛ НАМАЛЯВАЩА ОТДЕЛЯНИТЕ ВРЕДНИ ЕМИСИИ

CHOOSING A HYBRID VEHICLE PROPULSION SYSTEM REDUCING HARMFUL EMISSIONS

Pavlina Mihailova
Technical College-Lovech

Stefan Stoychev
Technical College-Lovech

Abstract

Various methods are practiced to minimize the toxicity of car exhaust gases imposed by the strict standards. The fuel used and its consumption mainly affect the amount of emitted harmful substances.

The application of hybrid technology to drive cars allows compliance with existing standards regarding emitted harmful substances.

Keywords: the toxicity of car exhaust gases; hybrid technology.

ВЪВЕДЕНИЕ

В 21 век проблема със замърсяването на околната среда е глобален и засяга всеки един от нас в световен мащаб. Замърсяването влияе на здравето ни, а в бъдеще изменението на климата ще оказва още по-голямо значение върху начина ни на живот.

Основен замърсител са автомобилите чрез отделяните от тях вредни емисии от отработени газове.

В световен мащаб се въвеждат и актуализират все по строги стандарти за количествата отделяни вредни вещества.

Спазването на стандартите изисква използването на различни методи за ограничаване на отделяните вредни емисии.

Целта на настоящия доклад е да представи възможен вариант за намаляване на емисиите, а именно използване на хибридна система за задвижване на автомобил.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Състав на отделяните вещества от автомобилите.

Според различни изследователски центрове, [1], [6] съставът на тези емисии включва множество (между 60 и 150) от различни компоненти, доминиращите от които са :

• азотни оксиди (NOx);

• кислород (O2);

• въглероден диоксид (CO2) – краен продукт от окисляването;

• въглероден оксид (CO) - продукт от непълното изгаряне на горивото;

• водород (H2); • вода (H2O); • сажди – опасни не само като механичен замърсител за околната среда, но и като активен преносител на токсични вещества;

• неорганични газове, като серен диоксид (SO2) и сероводород (H2S) - фигуриращи в състава на отработилите газове при наличие на сяра в горивото;

• множество други токсични и нетоксични химически елементи .

Процентното отношение на отделяните вещества според вида на използваното гориво е показано в таблица 1.

***Табл. 1** Състав и процентно отношение на отделяните вещества от автомобилите.*

Състав на отработилите газове	При дизелови двигатели %	При бензинови двигатели %	Вид
Азот	76-78	74-77	нетоксичен
Азотни оксиди	0,0002-0,5	0,0-0,8	токсичен
Кислород	2-18	0,3-8,0	нетоксичен
Вода	0,5-4,0	3,0-5,5	нетоксичен
Въглероден оксид	0,01-0,5	5,0-10,0	токсичен
Въглеводороди	0,009-0,5	0,2-0,3	токсичен
Сажди	0,01-1,10g\m	0,0-0,4g\m	токсичен
Въглероден диоксид	1,0-10,0	5,0-12,0	нетоксичен

Хибридна система за задвижване на автомобил.

Отличителни черти на хибридни системи [2],[3],[4]:

• Намаляване загубата на енергия-системата (старт-стоп) спира автоматично двигателя (спиране чрез използване на елекродвигателя), съхранява и преобразува енергията, която щеше да бъде изразходвана при механично спиране;

• Енергийно възстановяване - използваме отново енергията, която щеше нормално да бъде загубена - отделена в топлинна енергия от забавяне и спиране, се е възстановила като електрическа енергия, като я използваме за захранване на стартера и електрическият мотор**;**

• Помощ на двигателя - електромотора помага на двигателя при ускорение;

• Висока ефективна работа- системата максимизира общата ефективност на превозното средство, като използва електродвигателя да задвижва превозното средство при експлоатационни състояния, в които ефективността към двигателя с вътрешно горене е малка и генерира електричество при експлоатационни състояния, в които ефективността на двигателя с вътрешно горене е висока.

Хибридните автомобили са проектирани да използват две или повече системи за задвижване от различни типоведвигател с вътрешно горене и електрически мотор. Първият модерен сериен автомобил, който използва тази технология е Тойота Приус. За нейното производство се използва патентована серийно-паралелна схема на свързване – автомобила може да се задвижва само с помощта на електрическата си енергия, както и едновременно с конвенционалния двигател. При работата на двигателя с вътрешно горене енергията ,която произвежда се използва за движение на автомобила и едновременно за задвижване на генератора, който захранва електрическия двигател. Това води до икономичност на гориво, използване на цялата произведена енергия и намаляване на вредните емисии.

Показателите на видовете хибридни системи, относно горивна икономичност и представяне при пътуване са показани в талица 2.

***Табл. 1** Показатели на видовете хибридни системи*

Hybrid system comparison

	Fuel economy improvement				Driving performance	
	Idling stop	Energy recovery	High-efficiency operation control	Total efficiency	Acceleration	Continuous high output
Series	●	◎	●	●	○	○
Parallel	●	●	○	●	●	○
Series/ parallel	◎	◎	◎	◎	●	●

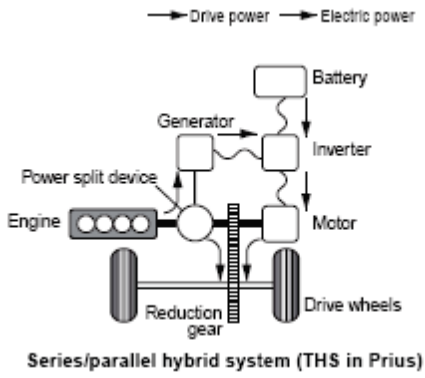
◎ Excellent ● Superior ○ Somewhat unfavorable

Последователната/паралелната хибридна система има много добри характеристики и следователно осигурява по-

голяма ефективност на управление и дава икономия на горивото.

Тази система обединява последователно хибридна система с паралелната хибридна система за да обедини преимуществата на двете системи. Разполагаме с два различни двигателя и в зависимост от управляващите условия, може да използваме само електрическо задвижване на автомобила или електрически мотор и конвенционален двигател за постигане на най-висока ефективност [5].

На фиг. 1 е показан общ вид на последователно паралелна хибридна система.



Фиг.1. *Последователно-паралелен хибрид*

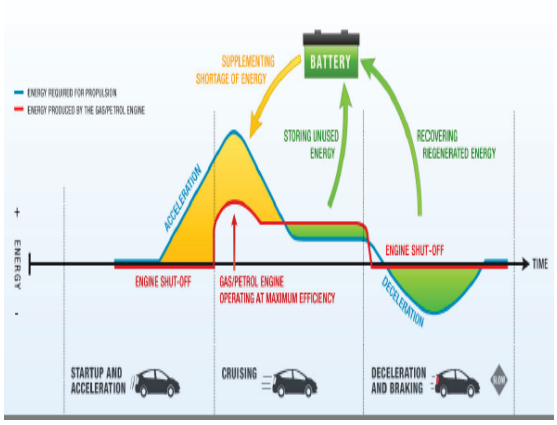
Когато е необходимо, системата може да управлява и задвижва движещите се колела докато едновременно използваме и генериращо електричество от генератор.

Най-добре представяща се за момента е хибридна система THS II, която повишава ефективността на задвижване и намалява количествата отделяни вредни вещества**.**

На фиг. 2 е показана съвместната работа на двата двигателя на системата в един цикъл на движение на хибридния автомобил.

Принцип на работа на THS системата:

А. В началото при потегляне и ниски скорости, задвижването на автомобила е само с електрическия мотор поради не ефективната работа на бензиновия двигател;



Фиг.2. *Съвместна работа на двата двигателя на системата в един цикъл на движение*

Б. При ускорение се използва бензиновия двигател да осигури мощност за задвижване на управляващите колела и в същото време генератора да осигури захранване на електромотора или заряд на батерията;

В. При забавяне или спиране, захранващият управляващ модул, използва кинетичната енергия на автомобила от движещите колела, като използва електрическия мотор като генератор и предоставя регенеративна енергия за зареждане на батерията.

Като заключение TSH хибридна система намалява разхода на гориво, превозните средства имат достатъчно мощност да задоволят и най-взискателните претенции на водачите на моторни превозни средства, а същевременно отделят значително по-малко вредни емисии в атмосферата и така спомагат за намаляване на замърсяването на околната среда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практикуват се различни методи за минимизиране на токсичността на отработилите газове от автомобилите, налагани от строгите стандарти.

Използваното гориво и неговия разход в основна степен влияят на количеството отделяни вредни вещества.

Прилагането на хибридна технология за задвижване на автомобили позволява

спазването на съществуващите стандарти относно отделяни вредни вещества.

Същевремено се запазват комфорта при пътуване и динамичните показатели на автомобила.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Соренсон Сп., К. Бързев. Вредни емисии от автомобилния транспорт. РУ "Ангел Кънчев", 1996.

[2] Hsu J. S., C. W. Ayers, C. L. Coomer, Oak Ridge REPORT ON TOYOTA/PRIUS MOTOR DESIGN AND MANUFACTURING ASSESSMENT- National Laboratoryq 2004.

[3] Toyota prius Special Reports.

[4] HYBRID SYNERGY DRIVE.

[5] Казаков П., Методи за намаляване на токсичността на отработилите газове. НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2012, том 51, серия 4

[6]www.xnetbg.com/www/site/index.php ?option=com_content&task=view&id=443& Itemid=128.

[7]www.fueleconomy.gov/feg/fcv_whatsnew.shtml

ОРГАНИЗАЦИЯ НА ЛОКАЛНА МРЕЖА ЗА УЧЕБЕН КОМПЮТЪРЕН КАБИНЕТ

ORGANIZING A LOCAL AREA NETWORK FOR A STUDY COMPUTER CABINET

Daniela Stoeva
Technical college of Lovech

Abstract

With the development of information technologies and their entry info people's daily lives, computer literacy has become one of the most important skills for success sin modern society. In this regard, educational institutions are faced with the challenge of providing suitable learning conditions that include access to moder computer technologies.

The organization of a computer room is an important step towards providing quality education and preparing students in the future.

Different types of computer networks have different purposes, sizes, and principles of construction. The largest is the global network internet, to which we connect our computers, phones, tablets and other devices every day to get information, communicate with other, work and have fun.

Keywords: Lan network, IPv4, IPv6, OSI, *IEEE 802.11*

ВЪВЕДЕНИЕ

Основната цел на доклада е да представи примерен проект имащ за цел да организира и модернизира изцяло компютърен кабинет, който д отговаря на високите стандарти за съвременно обучение и да представя на студентите възможността да развиват своите дигитални умения в безопасна и стимулираща среда.

Проекта се фокусира върху създаването на функционално и технологично напреднало учебно пространство, което да улесни преподавателите в процеса на обучение и да вдъхнови студентите да развиват своите знания и умения.

За постигане на поставената цел, са поставени следните задачи:

- Разглеждане и описание на видовете мрежови концепции
- Проектиране на мрежа
  - избор на мрежова топология
  - избор на компютърни устройства и компютърно оборудване
- Създаване на примерна схема, която показва как ще бъдат свързани и разположени компютърните устройства.

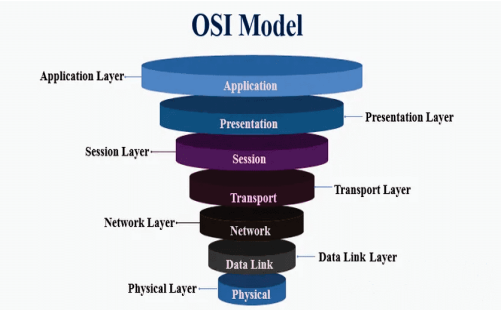
ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Мрежови концепции, модели и стандарти

Мрежите са сърцето на съвременната комуникация и играят ключова роля в свързването на устройства и хора.

OSI модел

OSI (Open Systems Interconnection) моделът е теоретична рамка, която описва мрежовите функции в седем слоя. Всеки слой има специфична роля и комуникира с непосредствено горния и долния слой. На фигура 1. и на фигура 2. са показани OSI модели[2,3,4].



Фиг. 1 *OSI модел*



Фиг. 2. *OSI модел*

- Слой 1: Физически слой:

Отговаря на физическите връзки между устройствата.

- Слой 2: Канален слой:

Управлява физическите адреси (MAC адреси) и контролира достъпа до медията.

- Слой 3: Мрежов слой:

Осигурява логическо адресиране (IP адреси) и маршрутизация.

- Слой 4: Транспортен слой:

Гарантира надеждността на предаването на данни.

- Слой 5:Сеансов слой:

Управлява сеансите между приложенията.

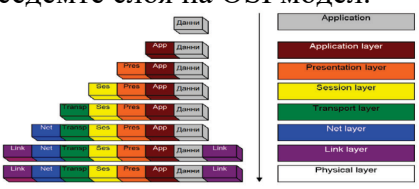
- Слой 6: Представителен слой:

Отговаря за синтаксиса и семантиката на данните.

- Слой 7: Приложен слой:

Осигурява мрежовите услуги на приложенията.

На фигура 3. са показани функции на седемте слоя на OSI модел.



Фиг. 3. *TCP/IP модел*

TCP/IP моделът е практически ориентирана архитектура, използвана в Интернет. Той е съставен от четири слоя:

- Слой за достъп до мрежата:

Обединява функции на физическия и канала слой от OSI.

- Интернет слой:

Кореспондира на мрежовия слой от OSI и използва IP за маршрутизация.

- Транспортен слой:

Осигурява транспорт на данни с протоколи като TCP и UDP.

- Приложен слой:

Обединява функции на сеансовия, представителния и приложния слой от OSI.

Мрежови стандарти

- IEEE 802.3 (Ethernet):

Стандарт за проводни мрежи, използващ MAC и физически адреси за комуникация.

- IEEE 802.11(Wi-Fi):

Стандарт за безжични мрежи, осигуряващ безжичен достъп до мрежата.

IP (Интернет протокол)

- IPv4

Версия на IP, използваща 32-битови адреси, осигуряваща около 4,3 милиарда уникални адреси.

- IPv6

По-нова версия на IP, използваща 128-битови адреси, осигуряваща значително по-голям адресен обем.

TCP и UDP

- TCP

Надежден, свързан протокол, който гарантира доставянето на данни.

- UDP

Несвързан, по-бърз, но по-малко надежден протокол.

HTTP/HTTPS

HTTP – протокол за обмен на информация в Интернет.

HTTPS – криптирана версия на HTTP

Типове мрежи

- LAN - локална мрежа, обхващаща ограничена географска област.
- MAN – мрежа, обхващаща градска или регионална област.
- WAN – мрежа, която покрива го-

леми географски разстояния

2. Създаване на Ethernet мрежа.

Ethernet е най-широко използваната технология за локални мрежи (LAN). Тя осигурява висока скорост на предаване на данни, надеждност и лесна конфигурация. В този доклад ще разгледаме стъпките за създаване на Ethernet мрежа, включително необходимите компоненти, планиране, изграждане и конфигуриране.

Необходими компоненти

2.1. Мрежови устройства

Суич (комутатор): Централно устройство, което свързва всички компютри в мрежата и управлява трафика между тях.

Рутер: Устройство, което свързва локалната мрежа с интернет и разпределя IP адреси.

Мрежови адаптери: Вградени или външни мрежови карти във всеки компютър, които позволяват връзка към мрежата.

2.2. Кабели и конектори

Ethernet кабели (Cat5e, Cat6): Кабелите, които свързват компютрите със суича и рутера.

Конектори (RJ-45): Конектори на краищата на Ethernet кабелите за
свързване на мрежовите устройства.

2.3. Крайни устройства

Компютри: Основните работни станции за потребителите.

Принтери и други периферни устройства: Устройства, които могат да бъдат споделени в мрежата.

3. Основни компоненти на локалната мрежа.

Планиране на локалната мрежа

Първо трябва да се определи броя на устройствата, които ще бъдат свързани към мрежата, както и видовете услуги и приложения, които ще бъдат използвани. Изборът на подходяща мрежова топология е от съществено значение. Най-често използваната топология в учебен кабинет е звездовидната, при която всички устройства са свързани към централен суич.

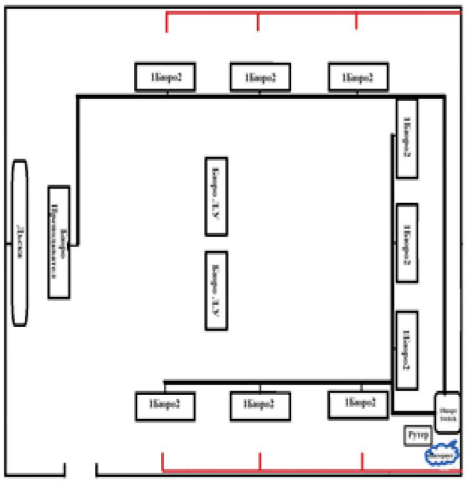
Мрежовите устройства трябва да бъдат разположени стратегически, за да се минимизират кабелните трасета и да се осигури лесен достъп за поддръжка. Точките за достъп трябва да бъдат разположени така, че да покриват целия кабинет с безжичен сигнал [1,2,3,4,5,6].

Изграждане на локалната мрежа

Преди инсталирането на мрежовите устройства , трябва да се извърши окабеляване на кабинета. Кабелите трябва да бъдат правилно маркирани и организирани в кабелни канали.

След окабеляването, се инсталира рутерът, суичовете и точките за достъп. Важно е да се конфигурират правилно мрежовите устройства, за да се осигури оптимална работа на мрежата.

Компютрите и сървърите трябва да бъдат свързани към мрежата и конфигурирани за работа в локалната мрежа. Това включва настройки на IP адреси, мрежови принтери и споделени папки.



Фиг. 4. *Примерна схема на компютърен кабинет*

Легенда:
- 9 бр. компютри с монитори;
- 1 бр. преподавателски компютър;
- 1 бр. суич – 16 портов (неуправляем);
- 1 бр. рутер;
- 44m. Lan кабел;
- 25m. захранващ кабел.

На фигура 4. е представена схемата на компютърен кабинет, показваща разположението на оборудването и мрежовата топология.

Има дванадесет броя бюра, на девет от които има по един компютър, на бюрото кое-то се намира до дъската е преподавателският компютър, а в средата на кабинета има още две бюра, които са за лабораторни упражнения. Сървъра се намира в горният ляв ъгъл на кабинета. Близо до него има разположен комутатор (суич). Той е поставен в комутационен каф, който е закачен на стената. Мрежовите кабели са в червен цвят и обхващат цялото помещение, свързвайки всички бюра със сървъра и комутатора. Вратата е разположена в горния десен ъгъл.

От сървъра или комутатора излизат множество кабели, които се разклоняват и свързват различните бюра в кабинета. Всяко бюро е свързано с мрежата чрез отделен клон, който започва от главния възел.

Примерени размери на LAN кабел:

Бюра в горната част на схемата (по дължината на стената) – дължина на кабела 5 – 10 метра; бюра в дясната част на схемата (по дължината на стената) – дължина на кабела 5 – 10 метра; бюра в долната част на схемата (по дължината на стената) дължина на кабела 5 – 10 метра; преподавателско бюро в лявата част на схемата около 10 метра; връзката между суича и рутера около 2 – 4 метра.

Примерни размери на захранващ кабел;

Бюра в горната част на схемата (по дължината на стената) – дължина на кабела 5 – 10 метра; бюра в дясната част на схемата (по дължината на стената) – дължина на кабела 5 – 10 метра; бюра в долната част на схемата (по дължината на стената) дължина на кабе-ла 5 – 10 метра; преподавателско бюро в лявата част на схемата около 10 метра; връзката между суича и рутера около 2 – 4 метра. Може да се използват разпределители кутии с 5 – 6 гнезда, за да намалим броя на кабелите и да улесним организацията. Може да се из-ползват и удължители. Трябва да се уверим, че всички кабели са добре изолирани и няма опасност от претоварване на електрическата мрежа.

Кабелите са прокарани по стените на кабинета, създавайки опростена звездна топология, при която всяко бюро е свързано директно с комутатора. Това осигурява централизирана връзка, където всички устройства комуникират чрез комутатора, който се свързва и със сървъра. Тази схема предлага лесна за управление и поддръжка мрежова инфраструктура, която е подходяща за учебни заведения, предоставяйки централизирано управление на мрежовите ресурси.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Като заключение можем да кажем, че с реализацията на този проект, учебното заведение ще осигури на своите студенти един съвременен модернизиран компютърен кабинет, което ще подпомогне тяхното обучение и развитие на ключови умения. Въвеждането на съвременни информационни технологии в учебния процес ще повиши ефективността на обучението, като направи лекциите по-интересни и интерактивни, а студентите по-ангажирани и мотивирани.

С план за текуща поддръжка и обновяване на системата, компютърния кабинет ще остане актуален и функционален за дълго време, осигурявайки надеждност и стабилност на учебния процес.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шиндър, Д. Компютърни мрежи, Пълно ръководство по теория, изграж-дане и съвместна работа между мрежите. СофтПрес, София 2003.

[2] Мюлер , С . Компютърна енциклопедия. Изд. AlexSoft, 2017 г.
ISBN:9789546563446

[3] Генков,А. Основи на компютърните мрежи. Изд. Тенически университет-Габрово, 2014г.
ISBN:978-619-7071-61-0

[4] Мадрон, Т. Локални мрежи с равноправен достъп-ръководство за избор , инсталира-не и управление на малки локални мрежи. Изд.Техника, София ,1993 г.

[5] https://pgds.org/books/km/06.htm

[6] https://phys.uni-sofia.bg/~burova/3.htm.

TechCo ловеч

СБОРНИК ДОКЛАДИ 28 юни 2024