

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)

Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та
робототехніки
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

Розроблення пристрою автоматизованого управління параметрами вихідного
сигналу перетворювача напруги для електротранспорту

(тема)

Виконав: студент 2 курсу, гр. КІТПВм-22-1
Фарзуллаєв Р.М.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність 151 Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології

освітньої програми Комп'ютерно-інтегровані
технологічні процеси і виробництва

(код і повна назва напрямку)

Тип програми освітньо-професійна

(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Іванов Л.С.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
зав. кафедри

(підпис)

Невлюдов І.Ш.

(прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Кафедра	Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва
	(код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« 03 » 11 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Фарзуллаєв Рашад Малік Огли
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення пристрою автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу перетворювача для електротранспорту
затверджена наказом по університету від _____ 03.11. 2023 р. № 1287 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 27. 01 . 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи вхід - 830 В/вихід - 27 В

4. Аналіз технічного завдання пристрою; Вступ; Огляд блок схеми, Розробка пристрою та його обладнання, недоліки перетворювачів, чому саме таке рішення я обрав, Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint (*.ppt) – с. формату А4. Мета роботи, актуальність, задачі роботи; Огляд методів автоматизації пристрою, обладнання та комплектуючі пристрою, блок схема, ПО для ПЛК, графіки результатів роботи; Висновки.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Керівник (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання, вступ	5.11.23 – 8.11.23	
2	Розробка ідеї та блок схеми пристрою	10.11.23 – 20.11.23	
3	Аналіз недоліків праці без пристрою	22.11.23 – 27.11.23	
4	Вибір обладнання за блок схемою	28.11.23 – 2.12.23	
5	Зібрати та встановити пристрій у тролейбус	4.12.23 – 10.12.23	
6	Написати ПО для ПЛК	11.12.23 – 18.12.23	
7	Експериментальним шляхом перевірити працездатність	20.12.23 – 8.01.24	
8	Оформити усю інформацію у кваліфікаційну роботу	9.01.24 – 18.01.24	

Дата видачі завдання 03.11.2023 р.

Студент

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Фарзуллаєв Р.М.

_____ (прізвище, ініціали)

доц. Іванов Л.С.

_____ (посада, прізвище, ініціали)

Я, як студент ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із-академічної доброчесності. Я не надав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і- текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело."

23.01.2024



Фарзуллаєв Рашад Малік Огли

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 83 с., 3 табл., 34., 2 дод., 16 джерел.

ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРІВ ВИХІДНОГО СИГНАЛУ, АНАЛІЗ ТА КОНТРОЛЬ, РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕСПЕЧЕННЯ, ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ ДОСВІД.

Мета роботи – розробка пристрою контролю сигналу після перетворювача, для надійного використання електрообладнанням.

Об’єкт дослідження – пристрій контролю та обробки напруги вихідного сигналу.

Предмет дослідження – система автоматизованого контролю сигналу для електрообладнання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз теоретичного матеріалу, щодо призначення та класифікації перетворювачів;
- обґрунтувати необхідність розробки та застосування приладдя автоматизованого управління;
- обрати правильне та надійне обладнання, зібрати пристрій за блок схемою
- розробити програмне забезпечення на мові Python;
- експериментальним шляхом перевірити працездатність запропонованого модуля.

ABSTRACT

The explanatory note contains: 83 p., 3 tabl., 34 fig., 2 app., 16 sources.

DEVICE FOR AUTOMATED CONTROL OF OUTPUT SIGNAL PARAMETERS, ANALYSIS AND CONTROL, DEVICE DEVELOPMENT, SOFTWARE, EXPERIMENTAL EXPERIENCE.

The purpose of the work is to develop a device for monitoring the signal after the converter, for reliable use by electrical equipment.

The research object is a device for controlling and processing the voltage of the output signal.

The subject of the study is a device consisting of some components for signal control.

To achieve the goal, the following tasks must be solved:

- conduct an analysis of theoretical material regarding the purpose and classification of converters;
- justify the need for the development and application of automated control equipment;
- choose the correct and reliable equipment, assemble the device according to the block diagram
- develop software in the Python language;
- experimentally check the functionality of the proposed module.

ЗМІСТ

Перелік скорочень.....	9
Вступ.....	10
1 Теоретичний аналіз предметної області.....	12
1.1 Призначення перетворювачів напруги.....	12
1.2 Класифікація конверторів напруги.....	14
1.3 Основні характеристики перетворювачів напруги.....	16
1.4 Електричне устаткування тролейбуса.....	23
1.5 Розташування перетворювачів у тролейбусі.....	29
1.6 Створення системи алгоритмів автоматизації керування.....	34
1.7 Розгляд варіантів розробка пристрою.....	40
1.8 Висновки до розділу 1.....	40
2 Перетворювачі напруги (PTS) для електротранспорту (тролейбусів)	41
2.1 Загальні характеристики тролейбуса типу PTS-12.....	41
2.2 Основні функції перетворювачів напруги у міському електричному транспорті.....	44
2.3 Недоліки перетворювачів напруги.....	44
2.4 Спосіб рішення основного недоліка.....	45
2.5 Висновки до розділу 2.....	49
3 Розробка пристрою.....	50
3.1 Пристрій автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу напруги.....	50
3.2 Комплектуючі пристрою (АПКН).....	51
3.3 Функціональна схема пристрою.....	59
3.4 Розробка програмного забезпечення.....	62
3.5 Програмний код обробки сигналу.....	64

3.6 Висновки до розділу 3.....	69
4 Експериментальний приклад та охорона праці (електробезпека)	70
4.1 Інженерна та програмна перевірка.....	70
4.2 Охорона праці електробезпека.....	73
4.2.1 Класифікація виробничих приміщень з електробезпеки.....	74
4.2.2 Допуск до роботи з електрикою.....	75
4.2.3 Правила захисту у роботі з напругою до 1000 В.	77
Висновки.....	83
Перелік джерел посилання.....	84
Додаток А Апробація наукових досліджень.....	86
Додаток Б Демонстраційний матеріал.....	89

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АВДК – автоматичний вимикач з дистанційним керуванням;

АПКН – автоматичний показник контролю напруги;

АКБ – акумуляторна кислотна батарея;

АСУ – автоматизація системи керування;

ГПК – гідравлічний підсилювач керма;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ПЛК – програмовані логічні контролери;

ПСК – перетворювач статичний для компресора;

ТЕД – тяговий електродвигун;

GPS – global positioning system.

ВСТУП

Сьогодні тролейбуси працюють більш ніж у 53 містах України та стали невід'ємною частиною електротранспорту країни. Сучасний тролейбус є складною сукупністю електричних, електронних, механічних і пневматичних компонентів, які в сукупності забезпечують роботу цього виду транспорту. Наразі актуальним є питання відновлення наявного рухомого складу в Україні шляхом встановлення на тролейбусах сучасного економічного та новітнього електрообладнання та покращення характеристик.

Актуальність теми – полягає в тому, що в тролейбусі встановленні чотири однотипних перетворювача з різними виходами напруги, але напруга на виході буває нестабільною та є ймовірність виводу з ладу пристрою, для якого перетворювали сигнал, а якщо один з перетворювачів вийде з ладу то транспорт зовсім не зможе рухатись. Контроль параметрів вихідного сигналу дуже важливий після його перетворення, оскільки вони не стабільні і для цього потрібен модуль автоматизованого контролю на виході, для того щоб хід транспорту був плавним і безпечним.

Тому питання про автоматизацію контролю параметрів у даних типів електротранспорту займає важливе місце в їх експлуатації.

Мета роботи – розробка пристрою контролю сигналу після перетворювача, для надійного використання електрообладнанням.

Об'єкт дослідження – пристрій контролю та обробки напруги вихідного сигналу.

Предмет дослідження – система автоматизованого контролю сигналу для електрообладнання.

У роботі пропонується створення (на мові Python) модулю управління для контролю параметрів вихідного сигналу бортового перетворювача напруги. При

цьому слід зазначити, що навантаження при роботі транспортного засобу великі, він знаходиться у щільному режимі роботи більше 12 годин на зміну. Основна ідея при розробці пристрою автоматизованого управління полягає в тому, що вихідний сигнал приймається і контролюється за допомогою додаткового програмного модуля, який аналізує отримані параметри та регулює при необхідності значення напруги вихідного сигналу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз теоретичного матеріалу, щодо призначення та класифікації перетворювачів;
- обґрунтувати необхідність розробки та застосування модуля автоматизованого управління;
- розробити програмне забезпечення на мові Python;
- експериментальним шляхом перевірити працездатність запропонованого модуля.

Робота виконана у відповідності до [1,2]. Також по даній темі була опублікована наукова стаття [3] .

У переліку джерел [3] було запропоновано основний обраний метод контролю сигналу, на основі цього нам вдалося розробити пристрій контролю вихідного сигналу.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Призначення перетворювачів напруги

Перетворення постійної напруги однієї величини в постійну іншої величини називають конвертуванням, а пристрій – конвертором (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Конвертор напруги серії iPT [5]

Конвертори напруги серії iPT розраховані на підключення до мережі з номінальною напругою 660В постійного струму. Зазвичай такий рівень напруги підтримується в контактній мережі міського електротранспорту. Конвертори напруги цієї серії містять входні фільтри, що дозволяють обмежити вплив

імпульсних перенапруги мережі на функціонування, в більшості випадків запобігають вихід пристрою з ладу через перенапруги. Ще однією характерною особливістю є висока електрична міцність ізоляції між входом і виходом конвертора. Оболонка конвертора надійно захищає його від впливу навколишнього середовища. Тепло, яке неминуче виділяється в процесі перетворення електроенергії, відводиться від виробу природним способом, без застосування вентиляторів. Конструкція – стійка до впливу вібрацій і ударів. Все це дозволяє застосовувати конвертори серії iPT на таких транспортних засобах, як трамвайні вагони і тролейбуси. Силова частина конвертора виконана за схемою Forward, який є простим у виготовленні і ремонті. Високі показники ефективності перетворення електроенергії досягаються ретельним підбором магнітних матеріалів, можливості яких використовуються в повній мірі. Також використовуються нові досягнення виробників силових напівпровідникових приладів. Останнім часом деякі модифікації конверторів використовуються для електроживлення пристроїв зв'язку від напруги контактної мережі міського транспорту, їх вихідна напруга складає 48В (з можливістю регулювання). Вихідна потужність таких пристроїв коливається від 200 до 2500 Вт. Менше значення потужності використовуються для електроживлення камер вуличного відеоспостереження, більш потужні пристрої призначені для передавальних пристроїв операторів мобільного зв'язку.

У сучасних тролейбусах таких перетворювачів напруги чотири, вони встановлені на даху транспортного засобу і кожний з них відповідає за конкретну функцію конвертування для різних приладів, а саме:

- для роботи гідропідсилювача;
- для компресора;
- для заряду акумулятора;
- для батареї автономного ходу.

Струм, який кожний з них інвертує, відрізняється в такому порядку:

- для гідропідсилювача — вхід - 58 В/вихід - 550 В;
- для компресора — вхід - 800 В/вихід - 550 В;
- для заряду акумулятора — вхід - 830 В/вихід - 27 В (рис. 1.2);
- для батареї автономного ходу — вхід - 830 В/вихід - 58 В.

Якщо електричний перетворювач виходить з ладу, це може призвести до втрати електроживлення для підключених пристроїв. Це може спричинити тимчасове непорозуміння або навіть пошкодження електроніки та електричних пристроїв, включаючи комп'ютери, компресори, кондиціонери та інші важливі прилади.



Рисунок. 1.2 – Клеми для входу та виходу напруги

1.2 Класифікація конверторів напруги

Конвертори напруги можна класифікувати таким чином:

а) за функціональними характеристиками:

- безперебійні;
- зі стабілізованою вихідною напругою;
- з резервною системою.

б) за умовами застосування:

- для застосування поза приміщеннями;
- для розміщення в опалювальних приміщеннях;
- для розміщення в неопалюваних приміщеннях.

в) по схемотехнічним рішенням:

- з імпульсним стабілізатором;
- з лінійним стабілізатором.

Крім того їх можна класифікувати та за такими ознаками:

а) за типом вхідної напруги:

- що функціонують від мереж постійного струму та напруги;
- що працюють від мереж змінного струму.

б) по виду вихідної напруги:

- стабілізовані;
- не стабілізовані.

в) обробка напруги:

- з виходом змінної напруги (одно- та трифазні);
- джерела з виходом постійної напруги;
- комбіновані – з вихідним постійним та змінним струмом.

г) за кількістю виходів напруги:

- одно каналні, які мають тільки один вихід;
- багатоканальні, з двома та більше виходами напруги живлення.

г) за значенням номінального вихідної напруги:

- низьке 100 В та нижче;
- середнє – між 100 та 1000 В;
- високе – понад 1000 В.

д) до вихідній потужності:

- мікропотужні, з вихідною потужністю менше 1 Вт;
- малопотужні, між 1 та до 10 Вт;
- середньопотужні, між 10 та до 100 Вт;

- підвищеної потужності, між 100 та 1000 Вт;
- великої потужності, понад 1000 Вт.

Також існує ряд технічних та конструктивних вимог, що пред'являються до конверторів:

- високий рівень ККД;
- наявність захисту від перевантаження;
- достатні динамічні параметри;
- адаптованість з мережевою і апаратною частиною, що допускається рівень радіоперешкод;
- високоякісне вихідна напруга;
- прийнятні масогабаритні дані при мінімальній вартості.

Одним словом класифікувати конвертори напруги можна різними способами та методами. Головне, щоб вони могли виконувати свої основні функції: ізоляцію живлячих ланцюгів один від одного та від первинного джерела, стабільність вторинного живлення за умови зміни первинного електроживлення, ефективне придушення пульсацій у вторинних колах постійної напруги або необхідну форму напруги змінного електроструму.

1.3 Основні характеристики перетворювачів напруги

Перетворювач напруги - пристрій, який використовується для зміни рівня напруги в електричних системах. Ці пристрої можуть бути використані для підвищення або зниження напруги залежно від потреб конкретної системи. Перетворювачі напруги мають широкий спектр застосувань, і вони використовуються у різних галузях, включаючи промисловість, енергетику, електроніку та багато інших областей. Основні характеристики та функції перетворювачів напруги включають:

1. Підвищення або зниження напруги. Перетворювачі напруги можуть збільшувати або зменшувати напругу відповідно до вимог системи. Наприклад,

вони можуть перетворювати високу напругу на низьку, щоб жити електронні пристрої, або навпаки, підвищувати напругу для передачі електроенергії на великі відстані;

2. Захист та регулювання напруги. Перетворювачі напруги можуть бути обладнані функціями захисту, які запобігають перенапруги або нестачі напруги, що може пошкодити підключені пристрої;

3. Ефективність та контроль. Сучасні перетворювачі зазвичай мають високу ефективність і надають можливість контролювати напругу в реальному часі для оптимізації роботи системи;

4. Застосування в альтернативних джерелах енергії. Перетворювачі напруги часто використовуються в системах з альтернативними джерелами енергії, такими як сонячні панелі або вітряні турбіни для перетворення зібраної енергії у форму, яку можна використовувати в електричних системах;

5. Регулювання частоти. Деякі перетворювачі можуть також змінювати частоту вхідного електричного сигналу, що може бути корисним при роботі з обладнанням, яке потребує певної частоти.

Перетворювачі напруги відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності та сумісності різних пристроїв в електричних системах. Вони дозволяють ефективно керувати електроенергією, а також забезпечують безпеку та надійність роботи електричних систем.

Перетворювачем напруги називають прилад, який перетворює постійний струм в змінний, або навпаки. Детальніше про ці чудові прилади можна прочитати тут, а вам напевно цікавіше дізнатися саме про автомобільні перетворювачах – інверторах.

Автомобільні генератори або акумулятори можуть дати напруга не більше 12 вольт, тоді як для електробритви або зарядки телефону необхідний вольтаж в 220 вольт. Саме тому до складу електричного кола автомобіля часто встановлюється перетворювач напруги. Вони компактні, зручні і досить прості в

експлуатації, тому вам не важко буде встановити пристрій у своїй автомашині самостійно. Саме автомобільні перетворювачі напруги мають найвищий ККД серед аналогічних пристроїв – близько 80%. Величезне значення набуває використання інвертора в комплексі GPS-моніторингу транспорту – адже більшість пристроїв відстеження працюють саме від мережі 220 вольт, хоча останнім часом торгові лінії пристроїв для автотранспорту налагодили масовий випуск товарів, адаптованих під автомобільні бортові електромережі.

Перетворювач напруги необхідний для авто-туристів, які хочуть заряджати телефони і ноутбуки під час поїздки, а також мати можливість закип'ятити воду в електрочайнику і поголитися електробритвою. Інвертор призначений для виведення нормального напруги в 220 вольт, яке підходить для роботи всієї сучасної побутової електротехніки.

Для комфортного відпочинку на колесах рекомендується придбати сучасну і потужну модель перетворювача напруги, який забезпечений спеціальним захистом – у разі включення в мережу приладу з великим пусковим або робочою напругою такий захист просто відключить перетворювач, не заподіявши шкоди електроприладу. Якщо ж ви плануєте заряджати мобільні телефони або смартфони, то можна купити інвертор меншої потужності, правда, необхідно буде постійно пам'ятати, що включати в нього праску все ж не рекомендується.

Вибираючи перетворювач, потрібно також обов'язково звернути увагу на його функціональні опції – захист АКБ машини від повної розрядки, захист від перевантажень, короткого замикання або перегріву. Малопотужні конвертори можна приєднати до бортової системи автомобіля через звичайний прикурювач, а більш серйозні моделі включаються в ланцюг безпосередньо через АКБ. Щоб правильно експлуатувати автомобільний інвертор, слід пам'ятати кілька важливих моментів:

1. Вихідна потужність конвертора повинна бути не менше, ніж заявлена потужність електроприладу, який ви маєте намір підключати до перетворювача.

2. Пускова потужність зазвичай вище будь заявленої в 2 рази. Тобто, якщо в техпаспорті фена вказана потужність в 300 Вт, то пускова потужність складе як мінімум 600 Вт. Це означає, що включати фен в конвертор з вихідною потужністю 500 Вт не можна.

3. Не слід часто і довго використовувати перетворювачі напруги з потужністю близько 2кВт – це може привести до закипання автомобільного акумулятора.

4. Під час запуску і глушіння двигуна авто краще відключати конвертор від АКБ автомобіля – це допоможе продовжити термін його служби.

Статичний перетворювач(перетворювач енергії) IPT 830/27 - 150 призначений для електроживлення бортовій мережі тролейбусів TR14, TR15 і перетворює напругу контактної мережі постійного струму номінальним значенням 660 В в постійну стабілізовану напругу 28 В у буферному режимі з акумуляторною батареєю тролейбуса.

Перетворювач виконаний із застосуванням сучасних транзисторів і без корпусних технологій і є стабілізованим джерелом напруги з обмеженням вихідного струму і захистом від аварійних режимів. Вихідна характеристика перетворювача забезпечує зарядку акумуляторної батареї тролейбуса і електроживлення бортових споживачів. Діапазон регулювання і точність підтримки вихідної напруги забезпечують можливість нормальної роботи з різними типами акумуляторних батарей. Перетворювач підключається до контактної мережі, виконаний в захищеному корпусі (виконання IP54) і розрахований на установку без спеціального захисту. Охолодження перетворювача - природне(без обдування). Перетворювач має наступний вигляд (рис 1.3) захист - від коротких замикань у бортовій мережі; - від перегрівання; - від неприпустимого підвищення або пониження напруги в контактній мережі. Перетворювач відповідає загальним вимогам безпеки згідно ГОСТ 12.2.007.0 для виробів класу захисту 01 і має гальванічну розв'язку вхідних і вихідних

електричних ланцюгів.



Рисунок. 1.3 – Тролейбусний перетворювач напруги [3]

Охолодження перетворювача природне.

Гарантійний термін експлуатації - 2 роки.

Корпус перетворювача захищений:

- від коротких замикань у бортовій мережі;
- від перегрівання;
- від неприпустимого підвищення або пониження напруги в контактній мережі.

Перетворювач (рис. 1.4) виконаний із застосуванням сучасних транзисторів і безкорпусних технологій та є стабілізованим джерелом напруги з обмеженням вихідного струму і захистом від аварійних режимів. Вихідна характеристика перетворювача забезпечує зарядку акумуляторної батареї тролейбуса і електроживлення бортових споживачів. Діапазон регулювання і точність підтримки вихідної напруги забезпечують можливість нормальної роботи з різними типами акумуляторних батарей. Перетворювач підключається до контактної мережі, виконаний в захищеному корпусі (виконання IP54) і розрахований на установку без спеціального захисту.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики базової моделі конвертера напруги IPT 830/27-150 [15]

Параметри:	Значення:
По входу	
Номінальне значення напруги В	660
Допустимий діапазон зміни В	440 – 820
Розширений діапазон вхідних напруг В	300 – 820
По виходу:	
Номінальне значення напруги В	28
Максимальний вихідний струм, А	150
Захист від перегріву, внутрішніх пошкоджень	Є
Габаритні розміри, мм	500*250*250
Маса, кг	20
Ступінь захисту оболонки	IP54

а.



б.



а) інформаційна табличка на корпусі виробу; б) перетворювач частоти зі знятою кришкою.

Рисунок 1.4 – Статичний перетворювач ІРТ 830/27 (для заряду акумулятора)

Одна з найважливіших переваг даного перетворювача серії IPT 830/28-150 призначена для заміни електромашинних генераторів ДК661 на тролейбусах і трамвайних вагонах. Перетворювач може також використовуватися як потужний зарядний пристрій з електроживленням від трифазної промислової мережі.

Основна складова економічного ефекту від застосування перетворювача полягає у зниженні експлуатаційних витрат на обслуговування електромашинного комплексу ДК661.

Енергетичний, енергозберігаючий ефект становить близько 3500 кВт на рік.

1.4 Електричне устаткування тролейбуса

Електричне живлення тягового електрообладнання та допоміжних кіл тролейбуса здійснюється від контактної мережі постійного струму напругою 600 В або від тягової акумуляторної батареї електротранспортних засобів (ТБ ЕТЗ).

Відмінною особливістю системи електрообладнання є те, що з'єднання джгутів проводів і підключення значної частини його блоків виконується з використанням штекерних з'єднань. Електрообладнання тролейбуса складається з:

- високовольтного обладнання, див. схему електричну принципову високовольтну та перелік елементів до неї;
- низьковольтного обладнання, див. схему електричну принципову низьковольтну та перелік елементів до неї.

Живлення тягового двигуна та схеми його керування, статичних перетворювачів, опалення здійснюється від контактної мережі 550 В постійного струму.

Живлення двигунів змінного струму ~ 380 В, 50 Гц (компресора, гідростанції) відбувається від перетворювачів 550/380 В, моделі

ATV320U40N4C (Schneider).

Живлення всіх споживачів низьковольтною напругою 28 В постійного струму відбувається від іРТ830/27-150, що працює в парі з акумуляторними батареями (далі - АБ) і забезпечує їх зарядку.

Основні характеристики силового агрегату наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні характеристики асинхронного двигуна 6ДТА.002 [5]

Характеристика	Значення	
Вхідна напруга, В:	-номінальна	600
	-мінімальна	400
	-максимальна	720
Діапазон регулювання вихідної частоти, Гц	0-135	
Напруга рекуперації, В	750	
Номінальна величина діючого значення вихідного лінійної напруги, В	404-450	
Номінальний вихідний лінійний струм, А	276-330	
Номінальна потужність на виході, кВт	180	
Частота ШІМ, кГц	2,5	

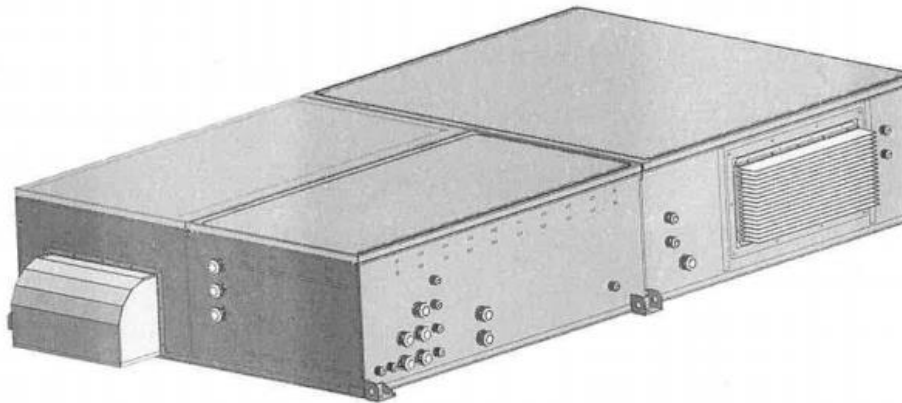
Все основне високовольтне і тягове електрообладнання встановлено на даху тролейбуса і конструктивно виконане у вигляді єдиного модуля - тягового контейнера (рис.1.5). У ніші лівого повітряного каналу салону тролейбуса встановлені високовольтні автоматичні вимикачі, комутаційна апаратура. Контролери ходу і гальмування розташовані під кабіною водія, тяговий електродвигун - у задньому звісі.

Контейнер тяговий типу СТТ-1 (далі контейнер), призначений для регулювання швидкості тролейбуса та живлення електричних кіл змінного та

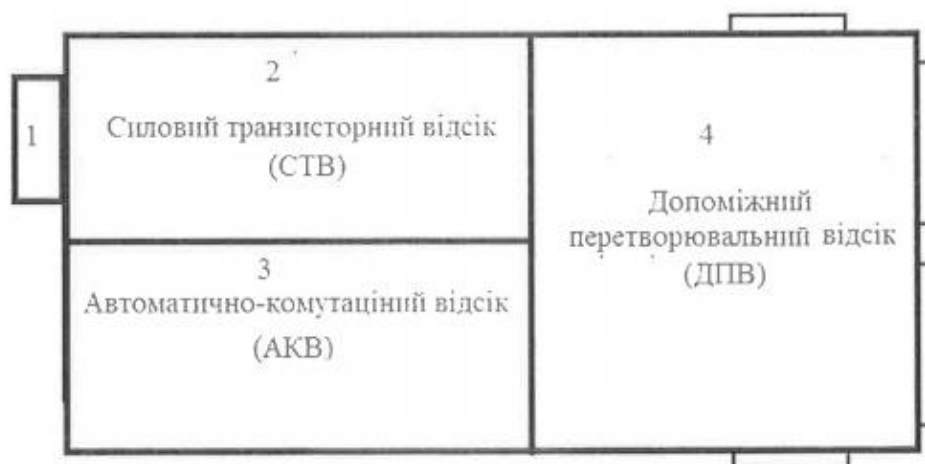
постійного струму, зокрема допоміжних двигунів, гідравлічного підсилювача керма, вентилятора, компресора, а також комутаційних електричних апаратів та апаратів захисту електричних кіл від коротких замкнень, перевантаженням чи надмірно високих або низьких рівнів напруги контактної мережі.

Зміна полярності напруги контактної мережі не впливає на працездатність апаратів змонтованих в контейнері, де здійснюється автоматичне відслідковування полярності, що не потребує втручання водія.

а.



б.



а) загальний вид контейнера;

б) схема контейнера.

Рисунок 1.5 – Загальний тяговий контейнер [4]

Допоміжний перетворювальний відсік в себе включає:

- вхідний дросель радіоавад;
- запобіжник захисту перетворювача тягової батареї;
- контактор двигуна насосу гідро підсилювача;
- запобіжники захисту двигуна насосу гідро підсилювача;
- запобіжник захисту двигуна компресора;
- запобіжник захисту зарядного перетворювача тягової батареї;
- панель;
- статичний перетворювач для зарядження бортової акумуляторної батареї;
- герметичний ввід; Попередній перетворювач напруги двигуна компресора;
- частотний перетворювач №1;
- дросель двигуна компресора;
- частотний перетворювач №2;
- дросель двигуна насосу гідро підсилювача керма;
- попередній перетворювач напруги двигуна насоса гідро підсилювача керма;
- герметичний ввід;
- статичний перетворювач для зарядження тягової акумуляторної батареї;
- герметичний ввід;
- клемник високовольтних з'єднань;
- контактор автономного ходу;
- контактор автономного ходу;
- діод на радіаторі автономного ходу;
- реле напруги.

Принцип роботи контейнера. Робота контейнера можлива тільки у складі тролейбуса після завершення монтажу контейнера на тролейбусі та з'єднання його з електричними колами тролейбуса. Керування контейнером здійснюється органами управління з відділення водія силовими колами:

- головним автоматичним вимикачем;
- ходовою педаллю;
- гальмовою педаллю;
- перемикачем зміни напрямку руху тролейбуса (вперед, назад) та допоміжними колами кнопками вмикання (вимикання);
- статичних перетворювачів;
- системи опалення;
- автономного ходу тролейбуса;
- системи кондиціонування (на вимогу замовника);
- живлення низьковольтної мережі від акумуляторної батареї;
- двигуна компресора;
- двигуна гідронасоса гідро підсилювача керма.

До початку руху тролейбуса , після уставлення струмоприймачів на контактні проводи, водій повинен включити:

- автоматичний вимикач для забезпечення живлення високовольтних кіл тролейбуса та перемикач реверсора (вперед, назад);
- статичний перетворювач живлення низьковольтних кіл тролейбуса;
- статичні перетворювачі живлення кіл змінного струму тролейбуса;
- двигуни компресора та насосу гідро підсилювача.

Примітка. Включення системи опалення чи кондиціонування водій здійснює на власний розсуд в залежності від температури довкілля.

Наявність сигналів про присутність напруги високовольтних та низьковольтних кіл, а також кіл змінного струму свідчить, що тролейбус підготовлений до руху.

Для початку руху водій повинен натиснути на ходову педаль в наслідок чого контейнер буде здійснювати перетворення електричної енергії постійного струму в електричну енергію трифазного змінного струму за принципом автоматично-векторного управління і відповідно частоту обертання ротора асинхронного двигуна незалежно від навантаження їх протидіючими моментами. При цьому тролейбус буде збільшувати швидкість до максимальної з прискоренням, яке буде залежати від кута нахилу педалі.

Для здійснення електродинамічного гальмування водій повинен натиснути на гальмову педаль в наслідок чого контейнер переведе тяговий двигун в генераторний режим і буде здійснювати перетворення електричної енергії трифазного змінного струму в електричну енергію постійного струму з рекуперацією її в контактну мережу або подачею на гальмові реостати.

В даному випадку тролейбус буде зменшувати швидкість до 5-7 км/год з уповільненням, яке буде залежати від кута нахилу педалі. Для встановлення тролейбуса на зберігання водій повинен вимкнути;

- усі споживачі низьковольтних кіл та кола змінного струму тролейбуса;
- статичний перетворювач живлення низьковольтних кіл;
- статичні перетворювачі живлення кіл змінного струму;
- автоматичний вимикач живлення високовольтних кіл контактної мережі;
- перемикач реверсора (вперед, назад) установити в нейтральне положення.

Відсутність сигналів про наявність напруги високовольтних та низьковольтних кіл, а також кіл змінного струму свідчить, що тролейбус підготовлений до зберігання і водій має право зняти струмоприймачі з проводів контактної мережі.

1.5 Розташування перетворювачів у тролейбусі

Дані перетворювачі встановлені на даху тролейбуса (рис. 1.6), як ми вже знаємо у нас їх 4, тобто всі перетворювачі встановлені належним чином для того, щоб радіатори були під вітряними потоками, так як на даних перетворювачах єдиний спосіб охолодження це радіатор. Проблема яка залишається це погане охолодження, а як ми знаємо, охолодження дуже сильно впливає на роботи пристрою, тому потрібно суворо дотримуватися правильно установки перетворювачів.



Рисунок. 1.6 – Перетворювачі, які розташовані на даху тролейбус

Все основне високовольтне і тягове електрообладнання встановлено на даху тролейбуса і конструктивно виконане у вигляді єдиного модуля – тягового контейнера (рис.1.5). У ніші лівого повітряного каналу салону тролейбуса встановлені високовольтні автоматичні вимикачі, комутаційна апаратура.

Контролери ходу і гальмування розташовані під кабіною водія, тяговий електродвигун – у задньому звісі.

Серед особливостей електроустаткування тролейбусів останніх модифікацій слід зазначити також винесення більшої частини електроустаткування з-під підлоги на дах. Там розташовані пускогальмові реостати, статичний перетворювач, ГРК, автоматичний вимикач, обмежувач ходу штанг.

В цілому, однак, низькопідлоговий тролейбус виходить більш містким, ніж низькопідлоговий автобус, тому що значну частину електроустаткування тролейбуса можна розмістити на даху (що дозволяє також знизити рівень шуму в салоні від системи управління), а тяговий електродвигун займає зовсім небагато місця, в порівнянні з двигуном автобуса.

Тому останнім часом електрообладнання тролейбуса виносять на дах (рис. 1.7) у спеціальні ящики. Крім усього іншого, таке компонування електроустаткування дозволяє знизити рівень підлоги в тролейбусі, а також сприяє кращому його охолодженню та зниженню шуму. Однак у цьому випадку потрібна окрема система опалення салону, що підвищує витрату електроенергії взимку.

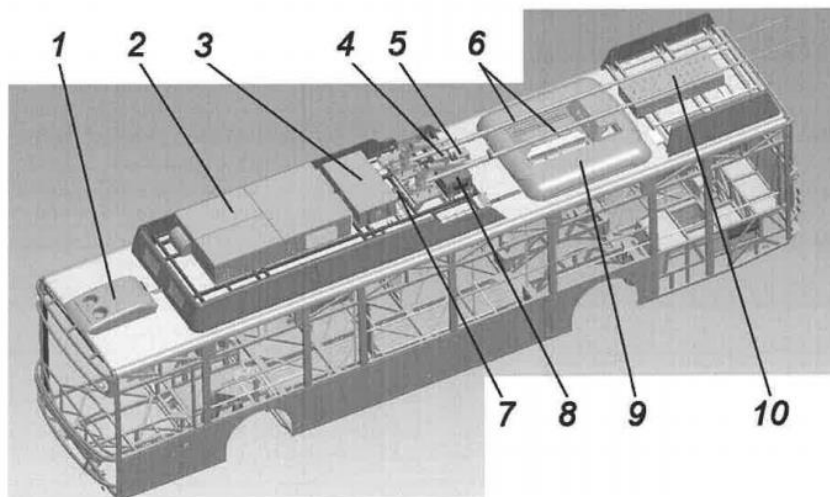


Рисунок 1.7 – Розміщення електрообладнання на даху тролейбуса [4]

На рис. 1.7 прийняті такі позначення:

1 – кондиціонер кабіни водія; 2 – тяговий контейнер; 3 – блок батареї автономного ходу; 4 – перетворювач статичний ПСК (з допоміжним дроселем) для компресора кондиціонера салону; 5 – блок баластного резистора (для підключення ПСБ); 6 – струмоприймачі; 7 – обмежувач перенапруги; 8 – перетворювач статичний ПСБ для живлення 24В кондиціонера салону; 9 – кондиціонер салону; 10 – блок гальмівних резисторів.

Інформація про конкретні перетворювачі, які встановлені в сучасних тролейбусах, може змінюватись в залежності від виробника та моделі тролейбуса. Однак у сучасних тролейбусах зазвичай застосовуються сучасні електронні перетворювачі для керування двигунами та іншими електричними пристроями.

Ці перетворювачі можуть включати наступні характеристики і компоненти:

1. Частотні перетворювачі. Частотні перетворювачі використовуються для зміни частоти подачі електричного струму на двигуни тролейбуса. Це дозволяє регулювати швидкість руху та забезпечувати плавне прискорення та гальмування;

2. Напруга та струм. Перетворювачі також можуть регулювати напругу та струм, що подаються на електродвигуни тролейбуса, щоб забезпечити оптимальні умови для їх роботи;

3. Управління та моніторинг. Сучасні перетворювачі зазвичай мають вбудовані системи управління та моніторингу, які дозволяють операторам та інженерам відстежувати роботу тролейбуса та налаштовувати параметри роботи в реальному часі;

4. Захист та діагностика. Перетворювачі також можуть включати механізми захисту та системи діагностики для запобігання поломок і забезпечення надійної роботи тролейбуса;

5. Ефективність та екологічність. Сучасні перетворювачі зазвичай розробляються з урахуванням ефективності та екологічних аспектів, що дозволяє знизити споживання енергії та викиди шкідливих речовин.

Виробники електричного обладнання для тролейбусів можуть містити такі компанії, як ABB, Siemens, Schneider Electric та інші. Конкретні моделі та характеристики перетворювачів залежатимуть від специфікацій та вимог, встановлених для кожного конкретного проекту чи оператора тролейбусної системи.

Тролейбус має тягову установку (двигун), яка живиться від напруги мережі 400-800 В. Для живлення бортової апаратури напруга мережі понижується з допомогою перетворювача до величини 24 В. Для забезпечення функціонування бортової апаратури тролейбуса навіть у разі раптового зникнення напруги мережі (наприклад, штанги тролейбуса зійшли з дротів) встановлено акумулятор.

Недоліки звичайного тролейбуса:

- а) прив'язаність тролейбуса до ліній мережі;
- б) низька мобільність.

Тому в зв'язку з цим краще використовувати тролейбус з великим запасом автономного ходу.

Переваги такого тролейбуса порівняно зі звичайним:

а) використовується наявна інфраструктура, при цьому тролейбус має можливість об'їжджати перепони та функціонувати навіть при обриві чи обледенінні контактних дротів, тобто при зупинці подачі до нього напруги мережі;

б) значна економія коштів у містах, адже не потрібно протягувати нові мережі та будувати підстанції в місцях, де вони відсутні, тому що тролейбус з великим запасом автономного ходу зможе подолати ці ділянки.

Частина маршруту тролейбус пересувається при наявності напруги

контактної мережі, накопичуючи енергію в акумуляторній батареї, потім від'єднується і за рахунок накопиченої енергії рухається самостійно на великі відстані, тобто за відсутності напруги мережі тягова установка такого тролейбуса живиться від акумулятора. Напруга акумулятора становить 600 В. Система керування призначена для керування зарядними пристроями та перетворювачем, який конвертує напругу контактної мережі 400-800 В до величини 24 В задля живлення бортової апаратури тролейбуса.

Акумулятор ефективно використовувати, якщо тролейбус рухається при відсутності напруги контактної мережі. Коли тролейбус гальмує, енергія з механічної перетворюється в електричну і її треба акумулювати задля подальшого повторного використання. Проте акумулятор не може заряджатися короткими імпульсами, тому що під час режиму передачі енергії (рекуперації) енергія передається короткочасно і струм рекуперації має високу амплітуду, тому акумулятор не може заряджатися таким високим струмом, що є недоліком. Тому паралельно до акумулятора необхідно встановлювати батарею суперконденсаторів. Це пояснюється тим, що суперконденсатори можуть заряджатися великими струмами, а акумулятор – ні. В зв'язку з цим суперконденсатори будуть приймати на себе імпульс рекуперації, а потім за потреби акумулятор буде забирати від них енергію. Це проілюстровано на рисунку нижче.

При плавному пуску двигуна кількість обертів плавно зростає, при постійній швидкості вона є сталою. При вибігу, тобто коли тролейбус рухається за інерцією, кількість обертів двигуна зменшується, а коли тролейбус гальмує, вона різко зменшується.

Розглянемо випадок автономного ходу тролейбуса. При плавному пуску двигуна та постійній швидкості тролейбуса енергія відбирається від акумулятора, при русі за інерцією енергія від акумулятора не відбирається, а при гальмуванні механічна енергія перетворюється в електричну і запасується у

батареї суперконденсаторів, після чого в разі потреби віддається акумулятору.

У випадку руху від мережі механізм аналогічний, але енергія відбирається від мережі, запасається в акумуляторі, а потім повертається в мережу.

В звичайних тролейбусах також присутній режим рекуперації, але вона ніде не запасається, а одразу віддається в мережу, що є недоліком. Адже не всі тягові підстанції можуть працювати в режимі рекуперації, тому рекуперація є не завжди можливою. Якщо рекуперація неможлива, в тяговій системі є гальмівний резистор для скидання цієї енергії. Якщо рекуперація присутня, то енергія, що передається на підстанцію, має подолати великий шлях, тому ефективність повторного використання цієї енергії вкрай низька. Тому ефективніше рекуперувати цю енергію в самій системі, а потім віддавати. Це забезпечить менші втрати.

1.6 Створення системи алгоритмів автоматизації керування

Створення алгоритмів автоматизації включає розробку послідовності кроків, які будуть виконані автоматично для досягнення конкретних цілей.

Нижче наведено спільні кроки щодо створення алгоритмів автоматизації:

1. Визначення цілей. Визначте, які завдання чи процеси ви хочете автоматизувати. Докладно опишіть цілі та очікувані результати;

2. Дослідження та аналіз. Вивчіть існуючі процеси або завдання, які ви плануєте автоматизувати. Виявіть всі кроки та ресурси, необхідні для виконання завдання;

3. Вибір технологій та інструментів. Виберіть відповідні технічні засоби та інструменти для автоматизації. Це може включати вибір мови програмування, бібліотек, програмного забезпечення або апаратного обладнання;

4. Розробка алгоритму. Створіть алгоритм, який описує послідовність дій, необхідні для досягнення цілей. Розбийте завдання на дрібніші під завдання і треба

визначити, як вони взаємодіятимуть;

5. Кодування. Напишіть код, який реалізує алгоритм. Використовуйте вибрану мову програмування та інструменти для створення програми, яка автоматизуватиме завдання;

6. Тестування. Проведіть тестування вашого автоматизованого рішення, щоб переконатися, що воно працює правильно і досягає поставленої мети. Виправте помилки та уточніть код, якщо необхідно;

7. Інтеграція та впровадження. Впровадьте автоматизоване рішення у середу, де воно буде використовуватись. Переконайтеся, що воно інтегрується з іншими системами та процесами;

8. Документація та навчання. Створіть документацію, яка пояснює, як використовувати автоматизоване рішення. Проведіть навчання співробітників, якщо це потрібно;

9. Моніторинг та обслуговування. Встановіть моніторинг автоматизованої системи, щоб стежити за її продуктивністю та стабільністю. Регулярно обслуговуйте та оновлюйте систему за необхідності;

10. Оптимізація. Постійно оцінюйте продуктивність та ефективність автоматизованого процесу та вносьте покращення, якщо це можливо;

11. Автоматизація подій та повідомлень. У разі потреби настройте систему для автоматичного надсилання повідомлень або виконання дій на основі подій або умов;

12. Масштабування. Якщо автоматизований процес успішний, розгляньте можливість масштабування для обробки більшого обсягу завдань або даних;

13. Безпека. Безпека автоматизованої системи, включаючи захист даних та доступ до системи;

14. Резервне копіювання та відновлення. Потрібно розробити стратегію резервного копіювання та відновлення, щоб уникнути втрати даних у разі збоїв;

15. Стеження за змінами та вимогами. Слідкуйте за змінами у процесах, вимогами та цілями організації та адаптуйте автоматизацію відповідно.

Створення алгоритмів автоматизації потребує планування, технічних знань та навичок програмування. Воно може значно збільшити ефективність та надійність виконання завдань та процесів в організації.

Потрібна конкретна послідовність кроків та інструкцій, призначених для вирішення певної задачі або виконання конкретної операції. Даний алгоритм широко використовуються в керованих системах для формалізації процесів та забезпечення їхньої автоматизації. Вони є логічну інструкцію, як виконати певне завдання.

Алгоритми відіграють ключову роль у програмуванні, оскільки вони використовуються для створення програм та вирішення різних завдань. Вони також важливі в контексті автоматизації, оскільки вони визначають, які кроки та операції мають бути виконані для автоматизації певного процесу чи завдання.

На сьогоднішній день тролейбуси стали невід'ємною частиною міського електротранспорту та функціонують більш ніж у 53 містах України. Сучасний тролейбус є складним комплексом електричних, пневматичних, електронних та механічних компонентів, що забезпечують надійну роботу даного виду міського електротранспорту. Показники якості тягових електромеханічних систем є визначальними в ефективності використання тролейбусного транспорту. Також актуальним питанням сьогодні є відновлення наявного рухомого складу із встановленням сучасного енергоекономічного електрообладнання та закупівля нового з електрообладнанням.

Автоматизація управління - це процес використання технологій, систем та програмного забезпечення для покращення та спрощення управління усіма процесами, операціями та ресурсами. Вона може застосовуватися у різних галузях, включаючи робототехніку, бізнес, виробництво, інформаційні технології, охорону здоров'я, освіту та багато інших.

Основні цілі автоматизації управління включають:

1. Збільшення ефективності. Автоматизація дозволяє знизити людський фактор та зменшити ймовірність помилок, що призводить до більш ефективного виконання завдань;
2. Зниження витрат. Автоматизація допоможе скоротити операційні витрати, оскільки багато процесів можуть виконуватися без постійної участі співробітників;
3. Покращення якості. Автоматизація дозволяє стандартизувати процеси, що сприяє підвищенню якості продукції або послуг;
4. Прискорення процесів. Автоматизовані системи можуть працювати набагато швидше, ніж людина, що сприяє прискоренню виконання завдань;
5. Поліпшення аналітики та прийняття рішень. Системи автоматизації можуть збирати та аналізувати дані, надаючи більш точну інформацію для прийняття рішень.

Приклади автоматизації управління включають автоматизовані системи обліку та управління складом, управління виробничими лініями, автоматизовані системи управління клієнтськими відносинами (CRM), управління проектами, автоматизовані системи управління ресурсами підприємства (ERP), системи управління трафіком та ін.

Автоматизація управління стала невід'ємною частиною сучасного транспорту, оскільки дозволяє організаціям бути більш ефективними та адаптивними до усіх умов, що змінюються. У розвитку автоматизації системи управління спостерігалось послідовне ускладнення завдань, які стоять перед системами управління від управління окремими установками та параметрами, до автоматизації процесом загалом, автоматизації систем управління. Використання сучасних автоматизованих системи управління дозволяє не тільки ефективно здійснювати управління та контроль у виробничій сфері, а й частково виключити вплив людського фактора в управлінні, що дозволяє уникнути

помилки. В даний час актуальними є питання підвищення автономності системи управління, перерозподілу функцій у напрямку збільшення навантаження у прийнятті рішень на АСУ. Актуальними в даному випадку виступають питання розвитку інтелектуальної складової автоматизацією управління у напрямку створення алгоритмів реагування в режимі реального часу на критичні ситуації, що виникають. Активне використання в систем бездротових технологій викликає підвищені вимоги щодо безпеки від несанкціонованого доступу.

Необхідно відзначити, що автоматизація та комп'ютеризація на транспорті має багаторічні традиції та солідну базу для подальшого розвитку. Старі системи моніторингу та управління рухом маршрутизованого транспорту у своєму становленні пройшли шлях від найпростіших систем, що використовують при передачі інформації від рухомих одиниць (ПЕ) принцип індуктивного зв'язку до складних систем оперативного управління, що використовують багатофазові режими в комплексі з навігаційною супутниковою ідентифікацією.

Автоматизація процесів сприяє зростанню продуктивності, поліпшенню якості продукції та загальному здешевленню виробництва. Зрештою підвищується надійність продукту.

Подальша автоматизація контролю та управління різними технічними системами троллейбусів це необхідний процес впровадження автоматичних систем управління та моніторингу для покращення ефективності та безпеки троллейбусного транспорту. Ці системи можуть включати різні технології і компоненти для автоматичної навігації, контролю руху і обслуговування троллейбусів. Ось деякі з аспектів автоматизації цих систем троллейбусів, які можна розглянути:

Автоматична навігація. Системи GPS та навігації можуть використовуватися для визначення маршруту троллейбуса, контролю його положення та запобігання відхиленням від маршруту. Це дозволяє покращити точність та надійність руху троллейбуса.

Автопілот та автостоянки. Автоматизовані системи можуть дозволити тролейбусам рухатися автономно встановленими маршрутами, зупинятися на зупинках і навіть самостійно паркуватися.

Управління трафіком. Системи управління трафіком можуть бути включені до автоматизованих тролейбусів для оптимізації руху в міському середовищі. Це може включати синхронізацію світлофорів, запобігання заторів і оптимізацію маршрутів.

Системи моніторингу та діагностики. Автоматизовані тролейбуси можуть бути оснащені датчиками та системами моніторингу, які стежать за станом різних компонентів тролейбуса. Це дозволяє раніше виявляти проблеми та проводити попереджувальне технічне обслуговування.

Електронний квиток та інформаційні система. Багато міст впроваджують електронні системи реєстрації та інформації для пасажирів, що робить використання тролейбусів зручнішим та ефективнішим.

Безпека. Автоматизовані системи тролейбусів можуть бути оснащені додатковими системами безпеки, такими як системи запобігання зіткненню та аварійному гальмуванню, що підвищує безпеку пасажирів та учасників дорожнього руху.

Автоматизація систем тролейбусів може знизити залежність від людського фактору, тобто від помилкових дій водія, що може покращити безпеку та ефективність громадського транспорту. Проте, впровадження таких систем потребує інвестицій у технології та навчання персоналу, а також дотримання регуляторних норм та стандартів для забезпечення безпеки та надійності експлуатації тролейбусів.

1.7 Розгляд варіантів розробка пристрою

Розглянемо варіант створення приладу контролю сигналу. Прилад складатиметься з кількох комплектуючих, а саме: з кількох датчиків, програмного контролера, потенціометра та дисплея.

Цей варіант найбільш актуальний у нашому випадку, оскільки дозволить нам вирішити наші несправності в ланцюзі процесів.

1.8 Висновки до розділу 1

У першому розділі було розглянуто необхідні характеристики обладнання які входять у частину роботи, а також і розглянули основну інформацію перетворювачів та де вони встановлені. Так само обрали систему алгоритмів автоматизації керування и розглянули варіант розробки пристрою.

2 ПЕРЕТВОРЮВАЧІ НАПРУГИ (PTS) ДЛЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ (ТРОЛЕЙБУСІВ)

2.1 Загальні характеристики тролейбуса типу PTS-12

Тролейбуси виготовляють на підприємстві ТОВ «Політехносервіс» (марка PTS), яке раніше займалося випуском систем управління СТТ-01 для тролейбусів марки «Богдан», але згодом освоїло власний випуск міської техніки. Модель тролейбуса PTS-12 завдовжки 12 метрів та місткістю до 100 осіб комплектується власними системами управління, але в основі конструкції лежить білоруський тролейбус МАЗ-203Т. Особливістю PTS-12 є можливість опускати струмозійомники та проїжджати без них до 30 кілометрів. Це дозволяє міським бюджетам заощадити на інфраструктурі — відпадає необхідність дорогого прокладання контактної мережі та будівництва тягових підстанцій. Тролейбуси ПТС-12 обладнані системою автоматичного зняття та встановлення штанг.

Конструкція тролейбуса (рис. 2.1) максимально уніфікована з автобусом МАЗ 203 по кузову, основних вузлах і системам ходової частини, рульовому управлінню, гальмівній системі.

На тролейбусі використовується простий в експлуатації тяговий електродвигун (ТЕД) змінного струму з номінальною напругою живлення 380В.

Частотно-регульований електропривод тягового асинхронного електродвигуна тролейбуса PTS 12 має наступні особливості і переваги:

- безконтактне перемикання режиму руху вперед і назад;
- плавний пуск і розгін з установкою струму, що задається водієм, в усьому діапазоні робочих швидкостей і навантажень;
- плавний вхід в тягу в усьому діапазоні швидкостей і навантажень;
- плавний і безконтактний перехід від тягового режиму до гальмівного;

- плавний і безконтактний перехід від тягового або гальмівного режимів до режиму вибігу і назад в усьому діапазоні робочих швидкостей і навантажень тролейбуса;

- електричне гальмування із заданою водієм установкою струму при швидкостях від конструктивної до повної зупинки;

- автоматичний безконтактний перехід від одного виду електричного гальмування до іншого;

- безударний і безіскровий прохід спецчастин як в тяговому, так і в гальмівному режимі роботи;

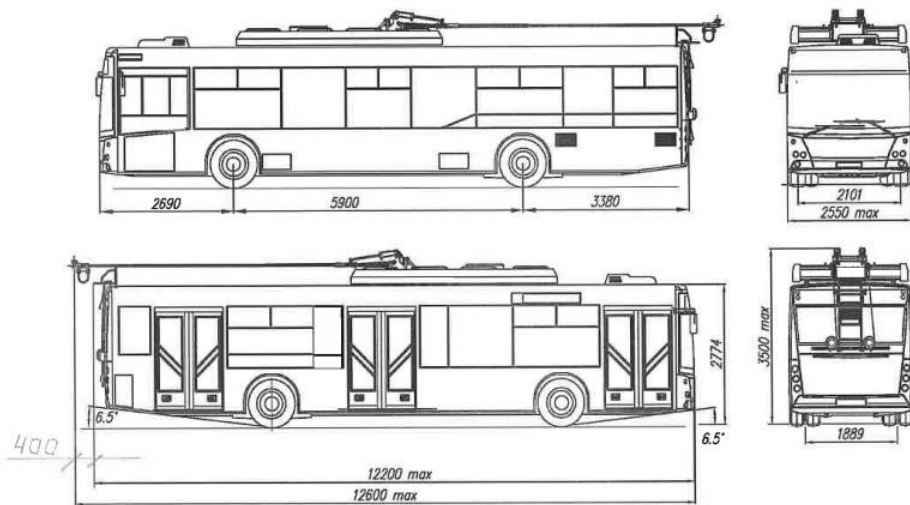
- дистанційне переведення стрілок;

- вхід в режим електричного гальмування (збудження ТЕД) за відсутності напруги КМ в діапазоні швидкостей від конструкційної до 5 км/год і підтримка режиму до повної зупинки (коли спрацьовує ABS - електричне гальмування відключається);

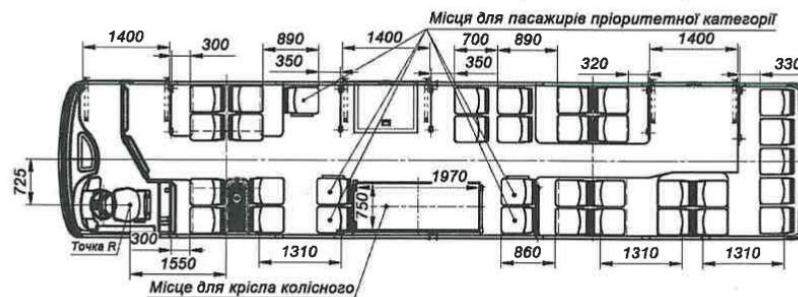
- автоматичне увімкнення/вимкнення насосної станції гідропідсилювача керма (ГПК) через блок-контакти АВДУ та контактора тягової акумуляторної батареї, чим забезпечується постійна робота ГПК (в т.ч. і при сході струмоприймачів з контактної мережі).

Робочу двоконтурну пневматичну гальмівну систему, обладнану ABS, доповнює електродинамічне реостатно-рекуперативне гальмування тяговим електродвигуном, причому електродинамічне гальмування може здійснюватися до швидкості 2 - 3 км/год навіть за відсутності напруги контактної мережі на тролейбусі.

а.



б.



а) вид з боку на переду та заду;

б) вид с верху та у солоні.

Рисунок 2.1 – Основні розміри та планування салону тролейбуса [5]

У зв'язку з постійним вдосконаленням конструкції тролейбусів, елементів обладнання та приладдя можливі відмінності між даним текстом та комплектацією вашого тролейбуса

У зв'язку з цим слід розуміти, що технічні описи конструкції вузлів та агрегатів (ілюстрації, інші інформаційні відомості, в т. ч. отримані від виробників комплектуючих виробів тролейбуса), які містяться в даній «Настанові щодо експлуатування», не можуть служити підставою для претензій стосовно комплектування тролейбуса.

2.2 Основні функції перетворювачів напруги у міському електричному транспорті.

Використання багатофункціональних перетворювачів напруги у міському електротранспорті грають дуже важливу роль для їх ефективної експлуатації. Особливо потрібно виділити такі функції, як забезпечення резервного живлення, коли живлення у мережі раптово припиняється; далі це особлива постійна функція створення необхідних параметрів напруги для живлення основних систем транспортного засобу; уникнення можливості виводу з ладу багатьох приладів та систем та інші. Все це необхідно для збільшення терміну працездатності цих засобів. І все ж таки сама найголовніша функція – це захист технічних систем від:

- вимкнення та збоїв живлення у міській мережі живлення електротранспортна;
- перенапруги та стрибків напруги у міській мережі;
- частих змін напруги на дуже високу або низьку;
- спотворення форми напруги та фундаментальну зміну струму, що приводить до генерації гармоніка;
- частої зміни частоти живлення при різкої зміні кількості користувачів у мережі живлення.

Всі перелічені функції, які виконують перетворювачі напруги можна віднести до їх переваг, при їх застосуванні.

Але є і недоліки у застосуванні перетворювачів. Які треба відзначити.

2.3 Недоліки перетворювачів напруги

До основного і важливого недоліка треба віднести не здатність пристрою робити миттєвий захист при скачках або падіннях напруги, які відбуваються миттєво за долі секунди. При цьому параметри вихідного сигналу також будуть

змінюватись миттєво. Нажаль зараз така ситуація у мережах живлення міського електротранспорту виникає достатньо часто. Така негативна ситуація дуже впливає на точність роботи технічних систем, або на їх працездатність у цілому.

Вирішенню цієї проблеми може допомогти створення пристрою автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу, який буде за допомогою програмного забезпечення миттєво реагувати на ці різкі зміни, та автоматизовано видавати команди на відповідні управлінські дії по миттєвій стабілізації параметрів вихідної напруги за допомогою регулюючих технічних засобів і захисту обладнання тролейбуса.

2.4 Спосіб рішення основного недоліка

Однією з найпоширеніших причин виходу з ладу різного виду електроустаткування є не правильна робота або несправність перетворювача напруги. Також проблеми з цим пристроєм негативно впливають на стабільність та ефективність роботи обладнання. Розглянемо основні поломки, які виникають при роботі перетворювачів напруги, можливі причини їх виникнення та способи їх усунення.

Принцип роботи конвертора напруги ґрунтується на технології перетворення постійного струму або постійної напруги одного параметру у постійний струм або напругу іншого параметру. Як це проходить:

1. Постійна напруга від мережі живлення подається на вхід пристрою;
2. За допомогою трансформатора, який входить до складу конвертора, параметр напруги перетворюється до заданого значення;
3. Після перетворення параметру напруги відбувається фільтрація і стабілізація цього параметру, щоб забезпечити відсутність його спотворень;
4. Далі конвертор видає стабільну напругу, яку можна використовувати для підключення різних пристроїв.

Типові проблеми з перетворювачами напруги несправності:

1. Відсутність вихідної напруги при подачі живлення на вхід. Часто ця проблема пов'язана з порушенням цілісності електроланцюга або перегоранням запобіжника. Також її може спричинити неправильна полярність, спрацьовування теплового захисту чи перевантаження;

2. Вихідні характеристики не відповідають встановленим значенням. Ця ознака може бути пов'язана з поломкою силового блоку, втратами на контактних затискачах;

3. Часте вимкнення конвертора у процесі роботи. Зазвичай воно пов'язане з перегріванням компонентів або коротким замиканням у ланцюгу, через який система захисту відключає пристрій;

4. Нестабільна напруга, неправильна форма вихідного сигналу. Може викликатись забрудненням або запиленням перетворювача, несправністю транзисторів або силового трансформатора;

5. Перегрів. Його причиною також часто стає велика кількість пилу, що погіршує охолодження компонентів. Перегрів є поширеною причиною того, чому інвертор погано запускається при нормальній напрузі;

6. Деякі прилади не працюють під час підключення до конвертора. Ця проблема може бути спричинена високими пусковими струмами. Підвищена споживана потужність обладнання у момент включення викликає зниження вихідної напруги перетворювача. Також це навантаження може призвести до поломки конвертора.

Несправність перетворювача напруги часто виникає через використання не підходящих проводів (наприклад, алюмінієвих замість мідних). Багато моделей інверторів чутливі до живлення.

Ремонт перетворювачів напруги переважно передбачає заміну перегорілих або несправних компонентів. Найчастіше виходять силові транзистори, запобіжники, діоди, трансформатори. Багато моделей конверторів виготовлені з

окремих модулів. У разі поломки таких пристроїв зазвичай змінюють весь несправний блок цілком, оскільки по компонентна заміна буває недоцільною. При ремонті перетворювачів слід врахувати такі моменти:

1. При заміні деталей, що перегоріли, дуже важливо правильно підібрати відповідний елемент. Основна складність полягає у виборі аналогів транзисторів та трансформаторів за відсутності оригінальних компонентів. Інші елементи електричної схеми - наприклад, резистори, конденсатори або діоди - не мають конструктивних особливостей, тому можна використовувати будь-які доступні деталі, що підходять за напругою, потужністю та номіналом;

2. При заміні потужних транзисторів необхідно монтувати їх на радіатори із попереднім нанесенням термопасти. В іншому випадку відбуватиметься перегрів силового ключа та швидкий вихід його з ладу;

3. Щоб запобігти виникненню багатьох несправностей перетворювача напруги, можна використовувати додаткові пристрої та схеми захисту. У більшості сучасних промислових конверторів такі системи закладено у конструкцію пристрою. Але деякі виробники не використовують захисні схеми для здешевлення апарату;

4. Ефективність ремонту перетворювачів напруги залежить від правильної діагностики. Бажано протестувати кожен елемент та ділянку ланцюга, щоб точно визначити причину поломки та не допустити її повторення у майбутньому.

Таким чином було розглянуто основні поломки конверторів та способи їх усунення. Важливо пам'ятати, що для мінімізації ризику виникнення несправності перетворювача напруги слід дотримуватися вимог заводу-виробника щодо підключення, умов експлуатації та обслуговування пристрою.

Якщо взяти до уваги саме вирішуючи проблему в даній ситуації можна сказати з упевненістю, що проблема вихідної напруги дуже сильно впливає на робочий процес всього тролейбуса, саме з цього ми досліджуємо вирішення даної проблеми, якщо бути конкретним, то треба усунути ризик нестабільного

вихідного сигналу після перетворення напруги. Спосіб рішення який обрано це розроблення модулю контролю вихідної напруги, який буде видавати помилку у разі критичного відгалуження сигналу. Ця оптимізація дозволить нам контролювати стан комплектуючих, для яких перетворюють напругу.

Модуль контролю сигналу буде у вигляді невеликої плати з мікропроцесором для дозволу встановити програмний софт в основі якого буде мова Пітон. Основне завдання модуля буде аналіз вихідної напруги та своєчасного оповіщення помилки чи якоїсь несправності. Цей пристрій дозволить повідомити про помилку до того, як станеться порушення обладнання. Модуль буде встановлений між перетворювачем і устроєм (рис. 2.2) для якого було проведено зміни сигналу, якщо конкретніше то 4 перетворювачі і 4 модулі контролю будуть встановлені в ланцюзі обладнання.

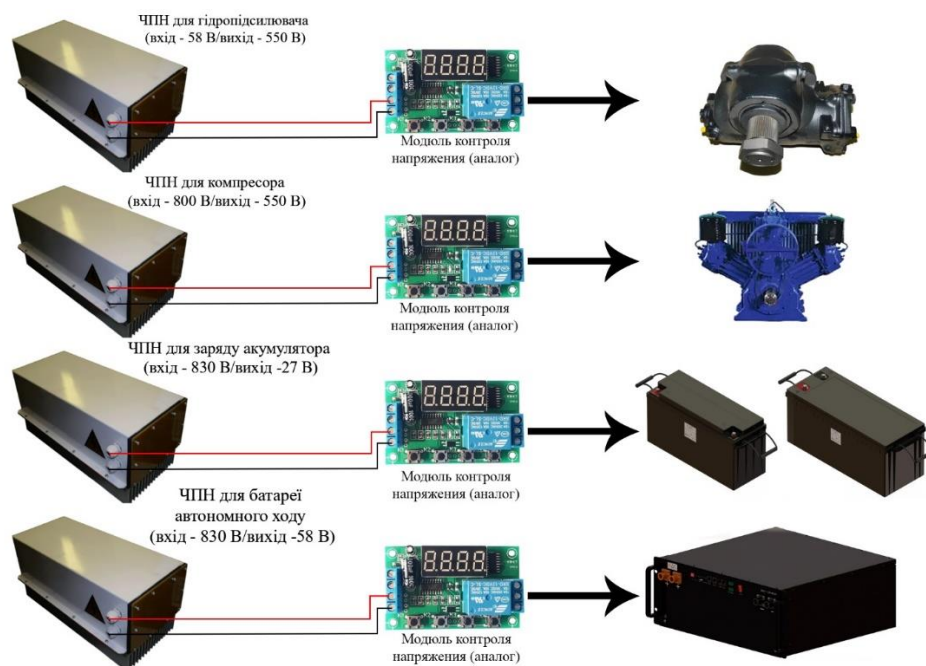


Рисунок 2.2 – Принцип встановлення модуля в ланцюг робот

2.5 Висновки до розділу 2

У цьому розділі ми повністю освоїли інформацію про перетворювачі, які встановлені на тролейбусах ПТС-12. Розглянули їх недоліки та переваги, а так само вирішення основного недоліку, обрали варіант який автоматизує роботу тролейбусів. Та розглянули принцип роботи приладу контролю сигналу в ланцюзі роботи.

3 РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ

3.1 Пристрій автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу напруги

Авжеж, прилади, які працюють у ролі єдиної ланки захисту від серйозних аварійних режимів, повинні бути дуже високої якості та спрацьовувати практично ідеально. Високі вимоги пред'являються не тільки до точності спрацьовування самого механізму та електроніки, а й до якості та правильності підбору комплектуючих, а також до надійності корпусу. Найбільш правильним вибором запобігання небезпечного підвищеного або зниженого сигналу, є модуль контролю напруги- пристрій, завдання якого входить постійний контроль вихідної напруги і відключення у разі аварійних режимів. До речі, цей пристрій повинен поводитися коректно також при відгоранні нуля та зміни чергування сигналу.

Цей пристрій, призначений для вимірювання та моніторингу напруги в електротранспорті. Він забезпечує автоматичний контроль та регулювання напруги в заданих межах. Основні функції автоматизованого приладу (рис. 3.1) контролю напруги включають:

1. Вимірювання напруги. АПКН здійснює постійне або періодичне вимірювання рівня напруги в електротранспорті;
2. Порівняння із заданими значеннями. Прилад порівнює виміряну напругу із попередньо встановленими нормативами або граничними значеннями;
3. Регулювання напруги. У разі перевищення або нестачі напруги АПКН може вживати автоматичних заходів щодо його корекції. Наприклад, він може керувати пристроями регулювання напруги, такими як автотрансформатор або регульовані прилади;

4. Сигналізація та керування. У разі виходу напруги за встановлені межі, АПКН може надавати сигнали попередження або автоматично активувати заходи щодо стабілізації напруги;

5. Захисні функції. Деякі АПКН можуть включати захисні функції для запобігання пошкодженню обладнання від перенапруги або недонапруги.

АПКН є важливим елементом в електротранспорті, забезпечуючи стабільність напруги в електроприладах та запобігаючи можливим аваріям або пошкодженню обладнання внаслідок нестабільності напруги.

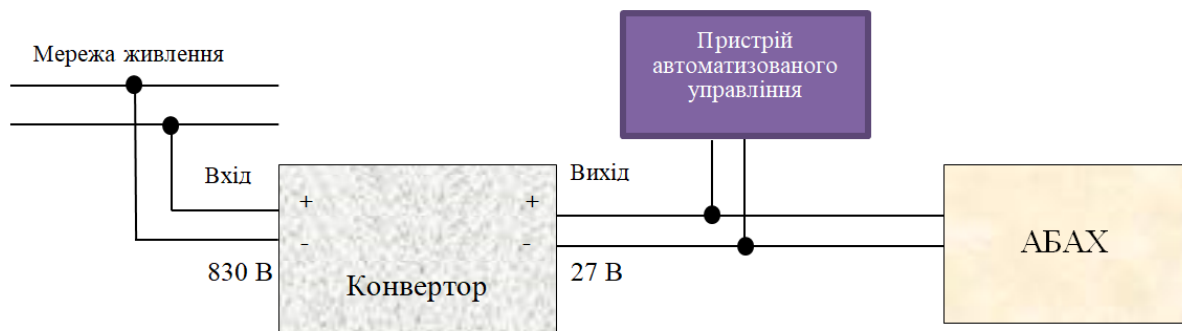


Рисунок 3.1 – Функціональна схема автоматизації процесу управління вихідним сигналом конвертору

3.2 Комплектуючі пристрою (АПКН)

Пристрій автоматизації вихідної напруги для тролейбусного перетворювача складається з технічного набору, які приймають значення сигналу, потім обробляють їх, передають на дисплей і надають оброблену напругу блоку управління. Цей пристрій дозволяє підвищити надійність та моніторинг всього електрообладнання в електротранспорті. Ми досліджуємо мету покращення та оптимізації тролейбусів, які безумовно роблять величезний внесок у всю важливу інфраструктуру країни.

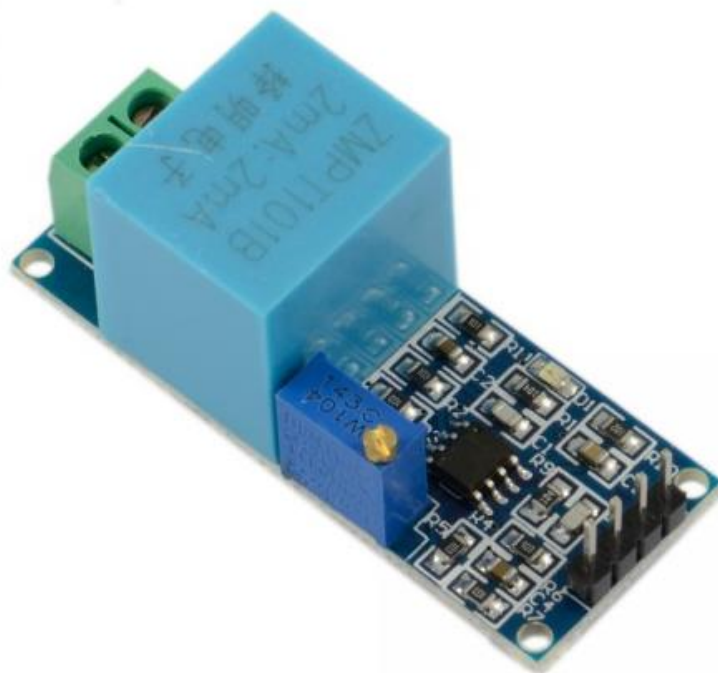
У набір технічних засобів входять такі комплектуючі, як:

1. Датчики, що приймають сигнал, які будуть показувати параметри характеристик;
2. ПЛК який прийматиме значення і проводитиме обробку та контроль напруги;
3. Дисплей на якому буде вся інформація після обробки;
4. Потенціометр який регулюватиме параметри у разі якщо вони вийшли з межі норми.

Датчики, здатні вимірювати характеристики напруги в електричних системах, можуть мати різні конструкції та застосування. Ці датчики можуть використовуватися в автоматизованих системах контролю напруги, електроенергетиці, промисловості та інших областях для забезпечення надійного і точного вимірювання напруги в електричних мережах.

Датчик який ми вибрали (рис. 3.2), їх буде встановлено кілька одиниць для вимірювання різної напруги.

а.



б.



а) датчик для вимірювання напруги; б) входи та виходи.

Рисунок 3.2 – Датчик пристрою [6]

Датчик використовується в багатьох системах для перетворення та подальшого вимірювання величини змінної напруги. Дозволяє у зв'язці з датчиком струму обчислювати величину споживаної потужності, підключених до мережі споживачів.

На виході датчика отримуємо нормалізовану синусоїду з додаванням постійної складової, тобто синусоїда міститься в рамках від нуля до напруги живлення датчика. Амплітуда цієї синусоїди підлаштовується за допомогою підстроювального резистора на платі датчика. Резистивні ділянки напруги використовують резистори для створення ділянки напруги, що дозволяє виміряти напругу з використанням аналогових датчиків. Верхня межа вимірюваної напруги 600 В.

Специфікація:

Можна вимірювати напругу до 600 В;

Високоточна схема операційного підсилювача;

Робоча температура: 40°C ~ + 70°C;

Напруга живлення від 5 В до 30 В;

Розмір: 49,5 мм x 19,4 мм.

Напруга ізоляції 4000 В.

ПЛК – це мікропроцесорний пристрій для збору, перетворення, обробки та зберігання інформації та генерації команд керування. Основним завданням програмованого контролера є безперебійне автономне управління об'єктом в режимі реального часу.

ПЛК далі поділяються на малі, середні та великі ПЛК залежно від обсягу пам'яті програм та кількості функцій введення або виведення.

1. Малий ПЛК – це мініатюрний пристрій, який спроектований як компактний і міцний блок, встановлений або розміщений поруч із контрольованим обладнанням. Цей тип PLC використовується для заміни вбудованої логіки реле, лічильників, таймерів і т. д. Розширюваність цього модуля введення та виведення ПЛК обмежена для одного або двох модулів і використовує список логічних команд або мову релейної логіки як мову програмування;

2. ПЛК середнього розміру в основному використовується в промисловості, що дозволяє використовувати безліч модулів, що підключаються, встановлених на об'єднаній платі системи. Декілька сотень точок введення/виведення забезпечуються шляхом додавання додаткових плат введення/виведення – і, на додаток до цього, ПЛК забезпечує засоби комунікаційного модуля;

3. Великі ПЛК використовуються там, де потрібні складні функції управління процесом. Можливості цих ПЛК значно вищі, ніж у середніх ПЛК з погляду пам'яті, мов програмування, точок введення/виведення, комунікаційних модулів тощо. В основному ці ПЛК використовуються в системах диспетчерського управління та збору даних (SCADA), на великих підприємствах, у розподілених системах управління і т.д.

Промислові програмні логічні контролери з підтримкою напруги живлення в діапазоні від 24 В до 40 В можуть використовуватися в різних

промислових застосуваннях. Важливо відзначити, що конкретні моделі і характеристики можуть змінюватися в залежності від виробника і часу.

Деякі виробники промислових ПЛК надають контролери, які можуть працювати в зазначеному діапазоні напруг. Ось кілька прикладів:

1. Siemens SIMATIC S7-1200 пропонує різні моделі SIMATIC S7-1200, які можуть працювати з різними діапазонами напруг, включаючи діапазон від 24 В до 40 В;

2. Allen-Bradley CompactLogix також пропонує програмні контролери CompactLogix, які можуть підтримувати напругу в зазначеному діапазоні;

3. Beckhoff TwinCAT и CX series може надати програмні контролери, які підтримують напругу в діапазоні від 24 В до 40 В;

4. Schneider Electric Modicon M221 і M241 пропонує різні моделі Modicon M221 і M241, які можуть підтримувати вказаний діапазон напруги.

При виборі ПЛК важливо враховувати не тільки напругу живлення, але й інші технічні характеристики, такі як кількість входів/виходів, продуктивність, підтримку протоколів зв'язку та інші функціональні можливості в залежності від конкретних вимог вашого проекту.

Логічні модулі LOGO! (рис. 3.3) функціонально компактні готові універсальні вироби. Вони призначені для побудова простих пристроїв автоматизації з логічною обробкою інформації. Алгоритм функціонування модуля задається програмою, складається з набору вбудованих функцій. Модулі програмування LOGO!Basic можна створити без використання клавіатури додаткове програмне забезпечення. Вартісні показники модулі настільки низькі, що їм можна знайти застосування економічно доцільно навіть у разі заміни приладів, включаючи 2 багатофункціональні реле часу або 2 таймер і 3-4 проміжних реле.

Серія продуктів LOGO! він поєднує в собі логічні Модулі LOGO!Basic і LOGO!Pure, модулі дискретного введення-виведення сигнали DM8, модулі

введення аналогових сигналів AM2, комунікаційні модулі, трифазні бездротові комутаційні модулі ланцюга змінного струму LOGO!Contact, блоки живлення LOGO!Power, аксесуари та програмне забезпечення LOGO!Soft Comfort.

Сфери застосування:

- управління зовнішнім і внутрішнім освітленням, освітленням вітрина;
- управління комутаційним обладнанням (АВР, АПВ та ін.)
- контроль технологічного обладнання (насоси, вентилятори, компресори, преси);
- системи опалення та вентиляції;
- системи керування дорожнім рухом.



Рисунок 3.3 – Логічний модуль LOGO! 230 RC [16]

Різні моделі модулів оснащені транзисторами або релейні виходи. Транзисторні виходи мають можливість перемикання струми до 0,3А в ланцюгах з напругою 40В і обладнані електронним захистом від короткого замикання. Релейні виходи здатні перемикати струми до 10А (активне навантаження) або до 3А (індуктивне навантаження) в ланцюгах напруга = 12/24 В, ~40 В або ~/= 115/240 В.

Маркування модулів контактів у своєму стані логотип LOGO!, за після яких йдуть буквено-цифрові позначення, що характеризують

Конструктивні особливості даної моделі:

- а) 12/24: версія для постійного струму 12/24 В;
- б) 230: варіант для змінного струму 115...240 В;
- в) R: релейні виходи (без R: транзисторні виходи);
- г) С: вбудований таймер на 7 днів;
- г) о: варіант без дисплея («LOGO! Pure»);
- д) DM: цифровий модуль;
- е) AM: аналоговий модуль;
- є) CM: комунікаційний модуль (наприклад, модуль EIB/KNX).

Модулі LOGO! Basic має 4 модифікації, LOGO! Чистий – 3 модифікації:

LOGO! Basic:

- а) LOGO! 12/24RC;
- б) LOGO! 24;
- в) LOGO! 24RC;
- г) LOGO! 230RC.

Основним завданням потенціометра найчастіше є регулювання величини напруги. Залежно від цілей застосування випускаються безліч моделей. Проте їх можна умовно розділити на дві підгрупи залежно від принципу роботи - лінійні та функціональні. Відрізняються вони за ступенем зміни напруги під час обертання важеля регулятора. У першому випадку співвідношення буде

лінійним, тобто в ньому показники змінюються в такому відсотковому співвідношенні, на який повернута ручка двигуна.

У другому типі зміна параметрів розраховується за допомогою спеціальних формул, отже співвідношення повороту движка і зміни параметрів буде різним.

За характером зміни опору існує три основні групи:

1. Лінійні. Вони дотримуються лінійне співвідношення повороту движка і зміна опору. Цей тип позначається літерою А;

2. Логарифмічні. У цих пристроях зміна між поворотом ручки та зміною величини опору обчислюється за логарифмічною функцією. У таких приладах зміна параметра має високі показники, а потім поступово згасає. Позначається літерою В;

3. Зворотно-логіфімічні (експоненціальні) У таких пристроях зміна опору до переміщення контакту резистивним елементом також вираховується за спеціальною формулою. Відмінністю від попереднього типу буде те, що зміна параметра опору відбувається у зворотному порядку, тобто спочатку в повільному темпі і далі поступово здійснюється прискорення.

Позначення (А,В,С) є міжнародними, проте завжди слід переглянути інструкцію до вашого приладу, оскільки деякі виробники можуть використовувати своє маркування.

Потенціометр багатооборотний (змінний резистор), призначений для аналогового керування частотою:

- номінальний опір: 10 кОм
- похибка: $\pm 5\%$
- характеристика: лінійна
- резистивний елемент: дротяний
- потужність: 2 Вт.

Потенціометр багатооборотний (рис. 3.4) (змінний резистор) призначений

для плавного завдання швидкості обертання електродвигуна шляхом обертання ручки. Підключається до аналогового входу перетворювача.



Рисунок 3.4 – Потенціометр багатооборотний [7]

3.3 Функціональна схема пристрою

Схема пристрою зовсім не складна, просто потрібно вибрати правильні та якісні комплектуючі та прилади обробки напруги. Важливо адаптувати схему до конкретних вимог системи, а також враховувати її безпеку та надійність. Реальна схема може бути складнішою залежно від конкретних умов застосування та вимог.

На функціональній схемі (рис. 3.5) представлена пристрою автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу напруги конвертора, його складова та порядок роботи.

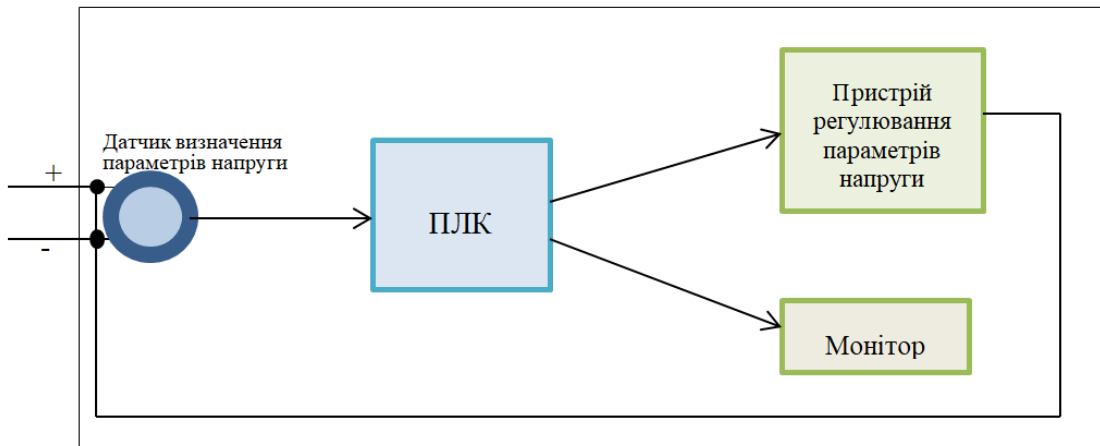


Рисунок 3.5 – Функціональна схема пристрою автоматизованого управління параметрами вихідного сигналу напруги

Схема приладу керування напруги може включати різні компоненти в залежності від конкретних вимог та завдання, яке він має виконувати. Базова схема зразкового пристрою для керування напругою включає:

1. Вимірювач напруги, який застосовується для вимірювання поточної напруги у системі. Це може бути, наприклад, дільник напруги з використанням резисторів;

2. Контролер, мікроконтролер або спеціалізований інтегральний контролер - використовується для обробки сигналів напруги та прийняття рішень щодо регулювання;

3. Пристрій регулювання, регулятор напруги, такий як регулятор тиристора (SCR) - може використовуватися для регулювання вихідної напруги. Цей пристрій може контролюватись контролером для підтримки заданого рівня напруги;

4. Зворотній зв'язок, датчики зворотного зв'язку можуть бути використані для безперервного моніторингу вихідної напруги та забезпечення точності регулювання;

5. Джерело живлення, схема може включати джерело живлення для керуючих пристроїв;

6. Захисні пристрої, додаткові компоненти, такі як запобіжники або захисні реле - можуть використовуватися для забезпечення безпечної роботи системи;

7. Інтерфейс користувача, якщо керування напругою передбачає втручання користувача, то може бути передбачений інтерфейс, такий як дисплей або регулятор, щоб користувач міг встановлювати необхідні значення напруги та їх моніторити;

8. Обробка сигналів, можливе використання фільтрів або інших пристроїв для обробки сигналів напруги.

Принципальна схема управління напругою включає основні функціональні елементи та їх взаємозв'язок. На (рис. 3.6) наведено узагальнену принципальну схему, на якій показані основні компоненти системи управління напругою. Це узагальнена схема, її конкретне оформлення може залежати від конкретних технічних вимог та характеристик системи керування напругою.

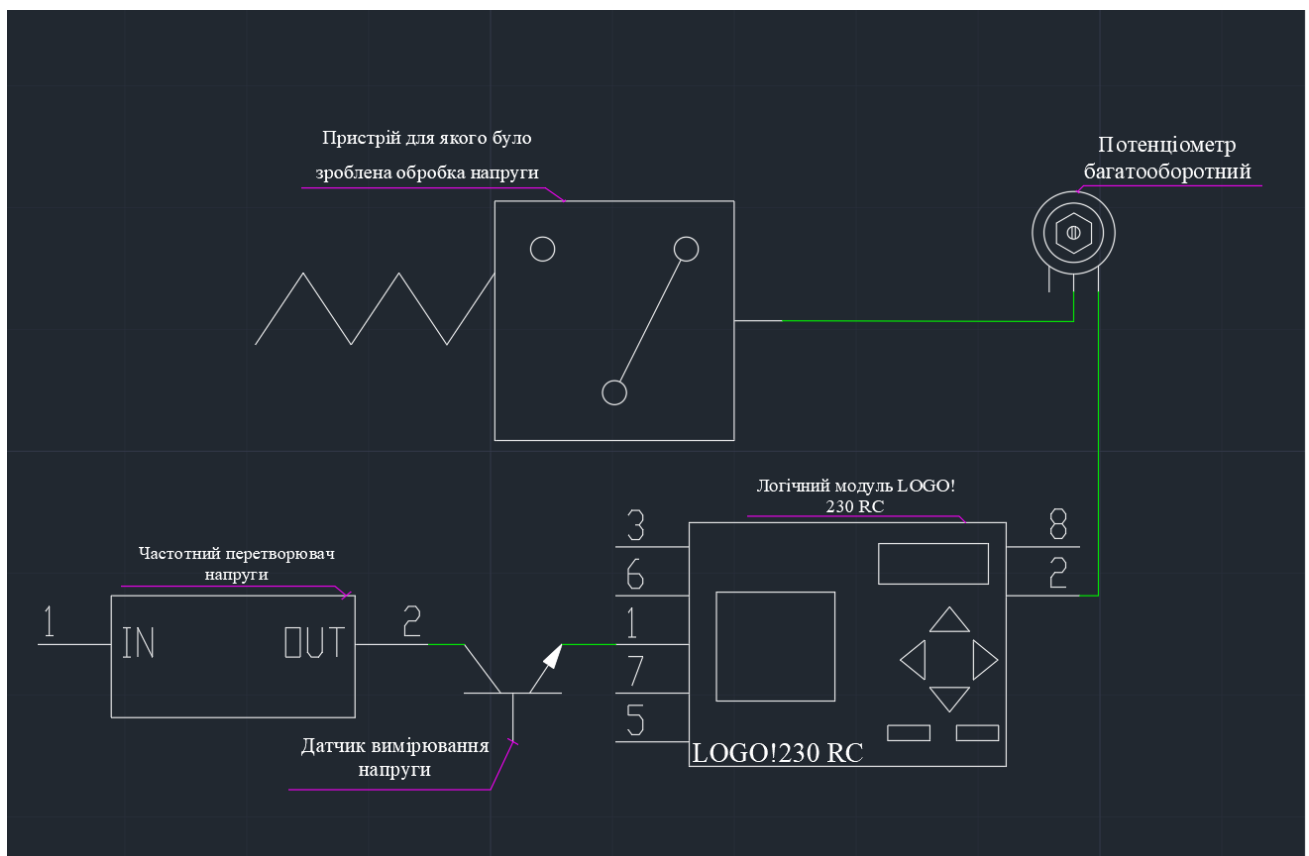


Рисунок 3.6 – Принципальна схема пристрою

3.4 Розробка програмного забезпечення

Розробка програмного забезпечення роботи пристрою була проведена у декілька етапів.

Перший етап розробки-це словесне описання основних команд по виконанню функцій призначення пристрою:

1. Постійне отримання через датчик інформації про кількісні значення параметрів вихідної напруги конвертора;
2. Ведення цієї інформації у ПЛК для її подальшої обробки та порівняння;
3. Аналіз отриманих даних та запропонування варіантів рішення наступних дій для оператора. Як що оброблені значення параметрів вихідної напруги дорівнює заданим, то вивід їх на екран монітора. А як що не дорівнює заданому значенню, то підключення до роботи виконавчого елемента для виконання команд регулювання;
4. Після регулювання обов'язкова перевірка отриманих показників напруги;
5. Виведення даних на екран монітора.

Другий етап розробки – це будова алгоритму роботи програми на основі словесного описання. На рисунку 3.7 представлено блок-схему роботи програми пристрою автоматизації управління параметрами вихідної напруги конвертора.

Третій етап розробки – це розробка та представлення самої програми.

Четвертий етап – це перевірка роботи програми експериментальним шляхом.

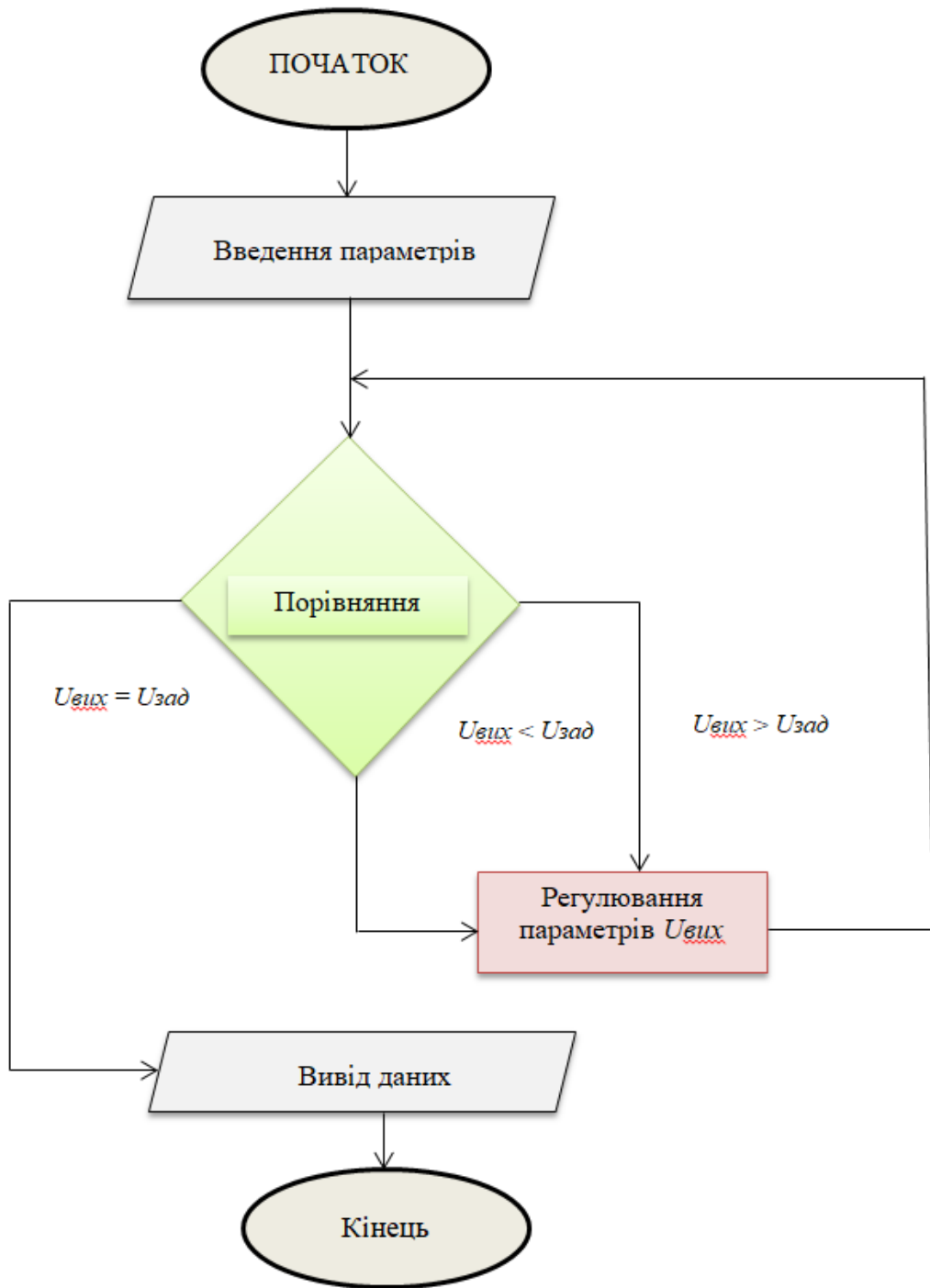


Рисунок 3.7 – Блок-схема роботи програми

3.5 Програмний код обробки сигналу

Перше що відбувається в коді ПЛК, це функція "Sensor" (рис. 3.8), яка приймає значення та характеристики з датчика. Програма приймає інформацію сигналу, у нашому випадку це діапазон 20-30 В.

```

from random import uniform
from matplotlib import pyplot as plt

class Sensor():
    def __init__(self, minimum, maximum):
        self.minimum = minimum
        self.maximum = maximum

    def get_voltage(self):
        return uniform(self.minimum, self.maximum)

```

Рисунок 3.8 – Програмний код та зроблена функція "Sensor"

Друге, це функція "Stabilizer" (рис. 3.9). Ця функція обробляє вже прийняті значення у вузький вказаний діапазон напруги, а саме 27 В роблячи сигнал стабільним.

```

class Stabilizer():
    def __init__(self, voltage):
        self.voltage = voltage
        self.offset = 0
        self.input = []
        self.output = []

    def calc_offset(self, sensor_voltage):
        self.offset += self.voltage - (sensor_voltage + self.offset)

```

Рисунок 3.9 – Програмний код та зроблена функція "Stabilizer"

Третій етап - це можливість змінювати значення (рис. 3.10) стабілізації в нашому прикладі - це зміна з 27 на 29 В, на графіку (рис. 3.14) ми бачимо як працює ця функція. Зміна не повинна перевищувати допустимі значення параметрів пристрою (датчики, ПЛК, потенціометр).

```
def begin(self, sensor_voltage):
    self.calc_offset(sensor_voltage)
    out_voltage = sensor_voltage + self.offset
    self.input.append(sensor_voltage)
    self.output.append(out_voltage)
    return out_voltage
```

Рисунок 3.10 – Програмний код та зроблена функція "Begin"

Також є можливість сигналізувати підвищення чи зниження сигналу у разі потреби (рис. 3.11), якщо раптом було неправильно зазначено необхідна напруга. На моніторі буде сигнал помилки, код враховує необхідне значення для споживання пристрою і якщо в ньому напруга знижена або підвищена програмно, то він буде це повідомляти.

а.

```
def test(sens, stab, n = 10):
    for i in range(n):
        v_in = sens.get_voltage()
        v_out = stab.begin(v_in)
        print(f'{v_in:.2f}V -> {v_out:.2f}V')
```

б.

```
def view(self):
    plt.plot(self.input, label='INPUT WATT')
    plt.plot(self.output, label='OUTPUT WATT')
    plt.ylabel('V', rotation=0)
    plt.yticks(rotation=90)
    plt.legend()
    plt.show()
```

а) програмний код та зроблена функція зміни значення; б) загальний вигляд кінцевого результату.

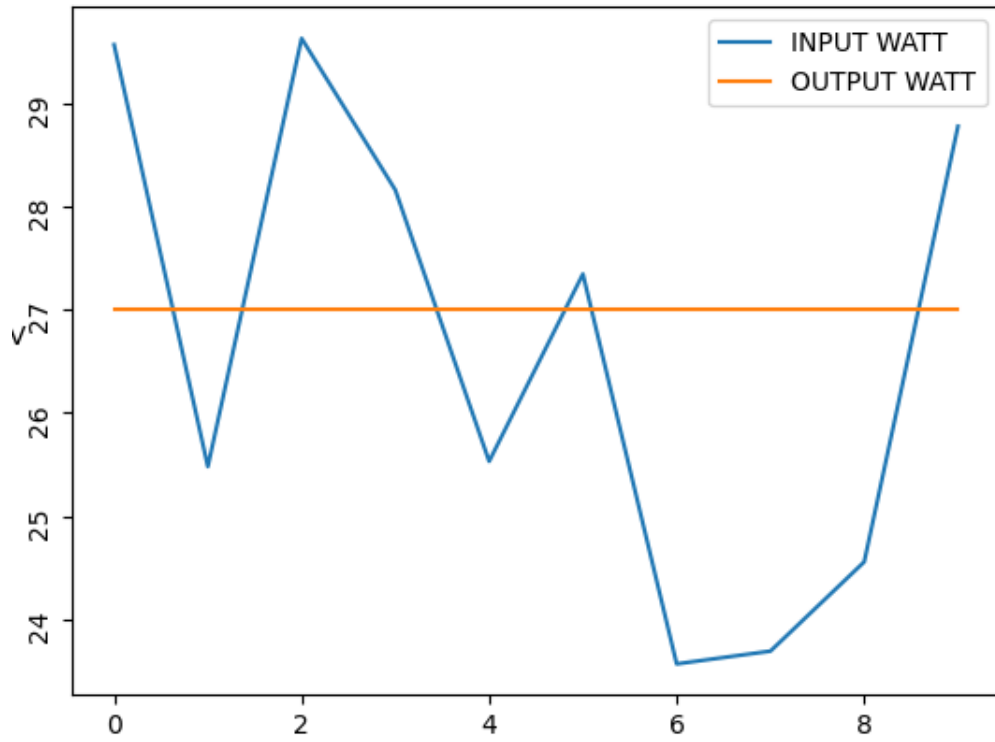
Рисунок 3.11 – Частина програмного кода

Зрештою ми бачимо отримані та оброблені значення (рис. 3.12), а саме 10 останніх отриманих показників, які послідовно ці значення набувають і видають у графіках, в на наступному графіку (рис. 3.13) зафіксовано 20 останніх замірів сигналу. Ми бачимо "INPUT WATT" (синя лінія) та " OUTPUT WATT " (помаранчева лінія).

Значення INPUT WATT отримані нашим датчиком після перетворювача, як ми бачимо ці значення зовсім не стабільні и потребує корегування сигналу, другу змінну OUTPUT WATT ми вже бачимо обробленим нашим обладнання. Значення які максимально наближені до ідеалу.

На цих графіках можна побачити, як працює наше обладнання. Синьою рисою вказано вхідний сигнал, а помаранчевою рисою вихідний. Отримання значень відбувається внаслідок зміни сигналу, тобто кожен стрибок або подіє передається обладнанню та обробці, за тим, якщо прилад вдало зробив свою роботу, то передає вихідний сигнал пристрою, але у разі помилки або не коректної роботи буде застосований захисні заходи. Тому відбувається постійний моніторинг, оскільки це невід'ємна частина роботи та запорука успіху у сфері контролю.

а.



б.

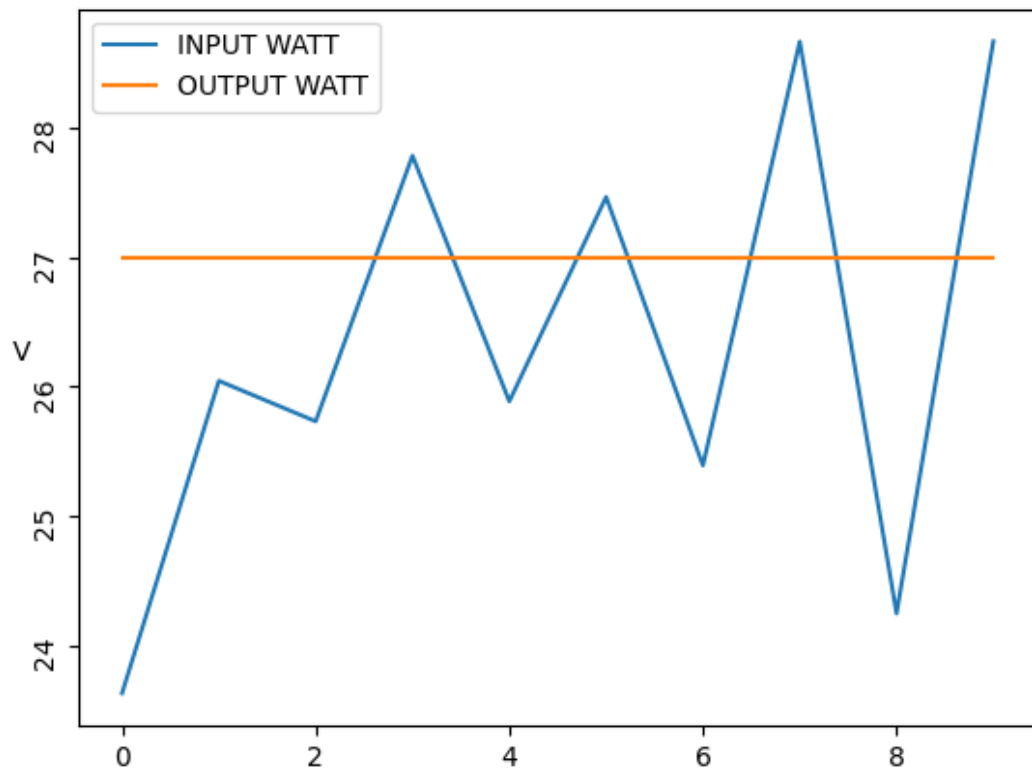


Рисунок 3.12 – Графік аналізу та обробки сигналу 10 останніх значень

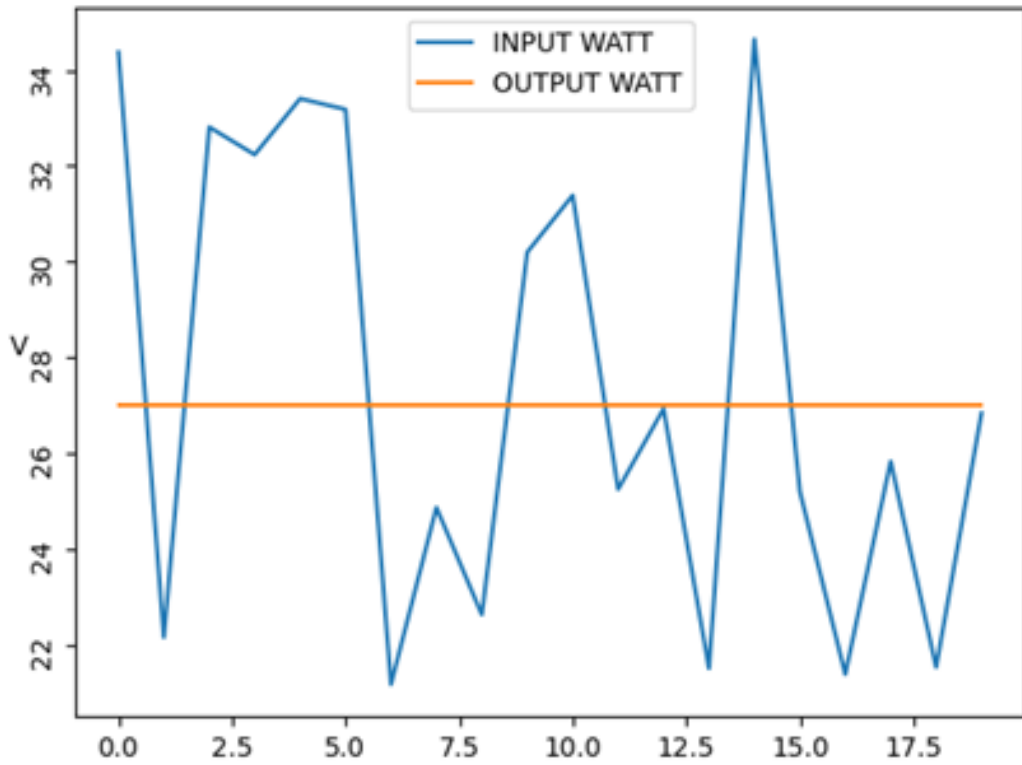


Рисунок 3.13 – Графік аналізу та обробки сигналу 20 останніх значень

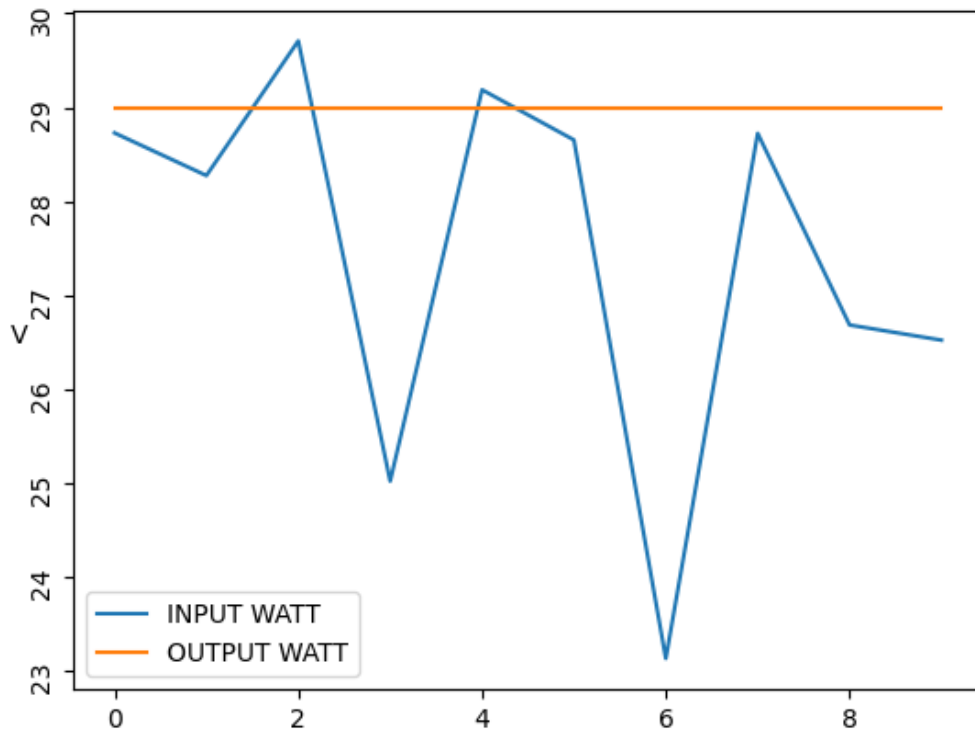


Рисунок 3.14 – Графік отриманого результату роботи потенціометра

3.6 Висновки до розділу 3

Як видно, пристрій повністю виконує поставлені йому завдання для стабілізації сигналу. На (рис. 3.12) можливо побачити передані та оброблені значення у складності 10 прийнятих значеннях, на наступному (рис. 3.13) можливо спостерігати контроль вже 20 значень, а також на (рис. 3.14) вимір вже зі зміненим значенням у разі необхідності.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ПРИКЛАД ТА ОХОРОНА ПРАЦІ (ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА)

4.1 Інженерна та програмна перевірка

Експериментальний досвід відбувся на базі контрольно-вимірювальної лабораторії у тролейбусному депо №2 міста Харкова під наглядом професійних інженерів електронщиків. Було зроблено повне ознайомлення з охороною праці, і лише після цього ми розпочали інженерну роботу. В основі експерименту було перевірено прилад контролю вихідного сигналу та перевірка програмного забезпечення, за даними, які задавались (рис 4.1), можна з упевненістю сказати, що програмне забезпечення працює достатньо на хорошому рівні.

```

stabilizer.input
[33.483243112722214, 27.17330865527292, 34.41441085685341, 33.68538807579658, 34
.49365834294254, 26.823183091767365, 27.770982905078597, 25.33584793791812, 30.6
49400698171277, 26.458655678942094, 25.135159630495465, 26.918598271515, 33.9398
0481309312, 30.156226387390156, 26.146691586454306, 25.373278640233995, 30.90234
3444580552, 30.948139367917662, 33.825323977946, 27.310030481810273]
stabilizer.output
[27.0, 27.0, 27.0, 27.0, 27.0, 27.0, 27.0, 26.999999999999996, 27.0, 29.0,
29.0, 28.999999999999996, 29.0, 29.0, 29.0, 28.999999999999996, 29.0, 29.0, 29.
0]

```

Рисунок 4.1 – Сигнал без обробки та після обробки

На жаль випробувати прилад у довгому тимчасовому проміжку не вийшло, оскільки потрібно багато різнобічних аспектів, на які ми не можемо вплинути, але сама ідея та спроба експерименту проявила себе досить вдало. На досвіді цієї роботи можна зібрати і справді серйозне обладнання, яке буде служити довго і виконуватиме свої функції.

На рисунку 4.2 наведено значення передані датчику після перетворення напруги, такі значення дуже не стабільні і може призвести до виходу з ладу

пристрій, для якого змінювалась напруга.

```
sensor = Sensor(25, 35)
sensor.get_voltage()
29.04013123944784
sensor.get_voltage()
31.228269534668954
sensor.get_voltage()
29.161051319358382
sensor.get_voltage()
27.024891497940608
sensor.get_voltage()
29.155825511752365
sensor.get_voltage()
28.6092124768895
sensor.get_voltage()
29.49854696099886
sensor.get_voltage()
32.781601444089745
sensor.get_voltage()
25.41612692797105
sensor.get_voltage()
25.75894617389007
```

Рисунок 4.2 – Значення параметрів прийнятих датчиком (значення без обробки)

На рисунку 4.3 можна побачити як працює програмне забезпечення та як точно запропонований прилад може контролювати напругу. При такій точності обладнанню нічого не загрожує і термін служби може бути на багато більше, а це означає, що прилад виконує всі свої функції для яких він був розроблений.

```
stabilizer = Stabilizer(27)
test(sensor, stabilizer)
33.48V -> 27.00V
27.17V -> 27.00V
34.41V -> 27.00V
33.69V -> 27.00V
34.49V -> 27.00V
26.82V -> 27.00V
27.77V -> 27.00V
25.34V -> 27.00V
30.65V -> 27.00V
26.46V -> 27.00V
```

Рисунок 4.3 – Значення, які передані на ПЛК, та результат їх обробки

А ще якщо є необхідність зміна напруги (рис. 4.4), для інших цілей експлуатації то програмне забезпечення розраховано і на такі зміни в роботі, тільки якщо дозволяє саме обладнання приладу.

Наприклад: як що потрібно буде змінити напруження з 27 на 29 В то він це спокійно зробить тільки потрібно буде прописати команду " stabilizer.voltage = x" в консолі і вказати потрібний вихідний сигнал, так само він працює і для зменшення напруги.

Якщо вказана напруга відрізняється від потрібної, то в консолі або на моніторі (якщо він встановлений) буде вказано помилку та рекомендовані дії. У такому випадку не правильно вказані значення, припустимо 27 В, а потрібно 29 В то на моніторі буде показано помилку та рекомендації прикрутити або відкрутити потенціометра стрілочка вгору або до низу в залежності від потрібних змін.

```

stabilizer.voltage = 29
test(sensor, stabilizer, 10)
25.14V -> 29.00V
26.92V -> 29.00V
33.94V -> 29.00V
30.16V -> 29.00V
26.15V -> 29.00V
25.37V -> 29.00V
30.90V -> 29.00V
30.95V -> 29.00V
33.83V -> 29.00V
27.31V -> 29.00V

```

Рисунок 4.4 – Значення які можна буде змінити

4.2 Охорона праці електробезпека

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів та засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики.

Електротравма – травма, спричинена дією на організм людини електричного струму і (або) електричної дуги.

Електротравматизм – явище, що характеризується сукупністю електротравм.

Електроустановки – машини, апарати, лінії електропередача і допоміжне обладнання (разом зі спорудами і приміщеннями, в яких вони розташовані), призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії та перетворення її в інші види енергії («Правила будови електроустановок» – ПУЭ).

Електроприміщення – приміщення, або відгороджені, наприклад, сітками частини приміщень, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, в яких розміщені електроустановки. Відкриті або зовнішні

електроустановки електроустановки, не захищені будівлею від атмосферного впливу. Закриті або внутрішні електроустановки - установки, захищені будівлею від атмосферного впливу. Електроустановки, захищені тільки навісами, сітковими огороженнями і т.ін., розглядаються як зовнішні.

За багаторічними статистичними даними електротравми в загальному виробничому травматизмі складають біля 1%, а в смертельному – 15% і більше. Електроенергія з кожним роком знаходить все більше застосування в побуті. Недотримання вимог безпеки в цьому випадку супроводжується електротравмами, щорічна кількість яких значно перевищує виробничі електротравми.

4.2.1 Класифікація виробничих приміщень з електробезпеки.

Відповідно до Правил будови електроустановок, приміщення за небезпекою електротравм поділяються на три категорії: без підвищеної небезпеки; з підвищеною небезпекою; особливо небезпечні.

Категорія приміщення визначається наявністю в приміщенні чинників підвищеної або особливої небезпеки електротравм. До чинників підвищеної небезпеки належать: температура в приміщенні, що впродовж доби перевищує 35°C; відносна вологість більше 75%, але менше повного насичення (100%); струмопровідна підлога – металева, бетонна, цегляна, земляна тощо; струмопровідний пил; можливість одночасного доторкання людини до неструмовід-них частин електроустановки і до металоконструкцій, що мають контакт із землею.

До чинників особливої небезпеки електротравм належать: відносна вологість близька до насичення (до 100%); агресивне середовище, що пошкоджує ізоляцію. Якщо в приміщенні відсутні чинники підвищеної і особливої небезпеки, то воно належить до приміщень без підвищеної небезпеки

електротравм. За наявності одного з чинників підвищеної небезпеки, приміщення належить до приміщень підвищеної небезпеки електротравм.

За наявності одночасно двох чинників підвищеної небезпеки або одного чинника особливої небезпеки, приміщення вважається особливо небезпечним. Класифікація приміщень за небезпекою електротравм враховує тільки особливості цих приміщень, стан їхнього середовища і не враховує електротехнічних параметрів електроустановок. Категорія приміщень є одним з основних чинників, які визначають вимоги щодо виконання електроустановок, безпечної їх експлуатації, величини напруги, заземлення (занулення) електроустановок. Умови поза приміщеннями прирівнюються до особливо небезпечних.

4.2.2 Допуск до роботи з електрикою.

До електротехнічного персоналу відносяться особи, які зайняті на обслуговуванні та експлуатації електроустановок. Їх умовно поділяють на такі групи:

- а. адміністративно-технічний персонал (начальники служб, цехів, майстри);
- б. оперативний персонал (черговий персонал, який безпосередньо обслуговує електроустановки);
- в. ремонтний персонал (працівники ремонтно-налагоджувальних служб з обслуговування електроустановок);
- г. ремонтно-оперативний персонал особи, які оперативна обслуговують електроустановки, де немає чергового персоналу).

До роботи з електрикою допускаються особи відповідних кваліфікаційних груп з електробезпеки із оформленням наряду-допуску або розпорядженням, Де визначаються: допуск до роботи; нагляд під час роботи; оформлення перерви

в роботі; переведень на інші робочі місця і закінчення роботи.

Відповідальними за безпеку роботи є особи, які видають розпорядження або наряд-допуск.

Особи, які допускаються до роботи з електрикою, проходять медичний огляд при влаштуванні на роботу і періодично один раз на рік при обслуговуванні діючих влаштуванні електроустановок.

Наряд-допуск – це письмове розпорядження на роботу, в якому визначене місце роботи, час початку і закінчення роботи, склад бригади, особи, відповідальні за безпеку роботи.

До роботи з електрикою не допускаються особи, молодші 18 років.

Коллективні та індивідуальні засоби захисту в електроустановках. Для забезпечення електробезпеки використовуються окремо або в поєднанні один з одним такі технічні способи та засоби:

- захисне заземлення;
- занулення;
- вирівнювання потенціалів;
- мала напруга;
- захисне відімкнення;
- ізоляція струмопроводів;
- огорожувальні пристрої;
- попереджувальна сигналізація;
- блокування, знаки безпеки;
- засоби захисту та запобіжні пристрої.

Для захисту людей від ураження електрострумом внаслідок пошкодження ізоляції і переході напруги на струмопровідні частини машин, механізмів, інструментів застосовують захисне заземлення чи занулення.

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання з землею бо її

еквівалентом металевих струмопровідних частин, що можуть опинитися під напругою.

4.2.3 Правила захисту у роботі з напругою до 1000 В

Огороджувальні пристрої використовуються як суцільні, так і сітчасті. Суцільні огорожувальні пристрої у вигляді кожухів та кришок використовують в електроустановках напругою до 1000 В. Сітчасті огорожувальні пристрої використовуються в електроустановках напругою до 1000 В та вище.

Блокування застосовується в електроустановках напругою вище 220 В, в яких часто ведуться роботи на струмоведучих частинах, що огорожуються. Блокування забезпечує зняття напруги із струмоведучої частини електроустановки під час проникнення до них без зняття напруги. За принципом дії блокування поділяють на механічне, електричне та електромагнітне. Електричне блокування здійснює розрив мережі контактами, що встановлені на дверях огорожувальних пристроїв, кришках і дверцятах кожухів. Механічне блокування використовують в електричних апаратах (рубильниках, автоматах). В апаратурі автоматики, обчислювальних машинах використовують блочні схеми: коли блок видаляється зі свого місця, штепсельний роз'єм розмикається.

Запобіжні надписи, плакати та пристрої призначені для привернення уваги працюючих до безпосередньої небезпеки, наказу й дозволу певних дій з метою забезпечення безпеки, а також одержання необхідної інформації.

Всі знаки безпеки встановлюють у місцях, перебування в яких пов'язано з можливою небезпекою для працюючих, а також на виробничому устаткуванні, що є джерелом такої небезпеки.

Електрозахисті засоби призначені для захисту персоналу, що обслуговує електроустановки. За призначенням електрозахисті засоби поділяються на ізолювальні (діелектричні рукавиці, боти, калош, інструмент з ізолюючими

ручками тощо), огорожувальні (переносні огороження, заземлення тощо) та запобіжні (пояси, захисні окуляри тощо). Ізолювальні засоби під час експлуатації періодично випробовують.

При експлуатації для запобігання виникненню електротравматизму використовують спеціальні засоби індивідуального захисту, які поділяються на основні і додаткові.

До основних засобів відносяться: боти, калоши, килимки, ізольовані підставки; переносні безпечні світильники напругою 12—42 В, знижувальні трансформатори, захисні пристрої, знаки безпеки, захисне заземлення.

Ці засоби надійно ізолюють та витримують напругу мережі, обладнання, дають можливість до них доторкатися і працювати. До додаткових засобів захисту належать: діелектричні килимки, доріжки, захисні окуляри, спеціальні рукавиці, захисні каски, пристрої тощо.

Для електробезпеки потрібно застосовувати ізолюючі прилади та засоби захисту: покажчики напруги до 1000 В, показники напруги понад 1000 В, вимірювачі опору, ізолюючі штанги, кліщі, ізолюючі підставки, інструмент з ізольованими ручками.

Покажчики напруги використовуються для перевірки наявності чи відсутності напруги в мережі або струпровідних частинах.

Ізолююча штанга, кліщі застосовуються під час звільнення потерпілого від струмопровідних частин, що перебувають під напругою понад 1000 В. Електровимірювальні кліщі застосовують в електроустановках закритого типу і у відкритому при сухій погоді для вимірювання величини струму.

Ізолююча підставка є додатковим засобом захисту, що ізолює працюючого, який знаходиться під будь-якою напругою, під час операцій зі штангою, кліщами. Вимоги до електрозахисних засобів наведені в Правилах експлуатації електрозахисних засобів НПАОП 40.1-1.07-01.

В цих Правилах наведено перелік засобів захисту, вимоги до них, обсяги і

норми випробувань, порядок застосування, зберігання їх, також норми комплектування засобами захисту електроустановок і виробничих бригад, електроустановок.

Ізолювальні електрозахистні засоби поділяються на основні і додаткові. Основні ізолювальні електрозахистні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках, наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках [8]

До 1000 В включно:	Понад 1000 В:
Ізолювальні штани	Ізолювальні штани всіх видів
Ізолювальні кліщі	Ізолювальні кліщі
Електровимірювальні кліщі	Електровимірювальні кліщі
Показчики напруги	Показчики напруги
Діелектричні рукавички	Сигналізатори напруги
Інструмент з ізолювальним прикриттям	Штанги для перенесення і вимірювання потенціалу

Класифікація приміщень за категоріями електробезпеки. Згідно з ПУБ, усі виробничі приміщення за рівнем безпеки ураження електричним струмом поділяються на три категорії:

- умови з підвищеною небезпекою;
- умови особливо небезпечні;
- умови без підвищеної небезпеки.

До умов з підвищеною небезпекою належать приміщення, у яких є одна з нижче наведених ознак:

- сирі приміщення, відносна вологість яких тривало перевищує 75 %;
- приміщення в яких є струмопровідний пил у такій кількості, що він осідає

на провідниках, проникає всередину машин апаратів і т. ін.;

- приміщення зі струмопровідними підлогами (металевими, земляними, цегляними, залізобетонними);
- приміщення, у яких температура повітря тривалий час перевищує $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- приміщення, у яких можливе одночасне дотикання людини до корпусів електричного обладнання і заземлених металевих конструкцій будівель, технологічного обладнання і т.ін.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою. Захисне заземлення застосовується в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі напругою до 1000 В і в електроустановках напругою більше 1000 В незалежно від режиму нейтралі мережі живлення. Захисне заземлення забезпечує паралельно можливому включенню людини в мережу замикання на землю струмопровід малого опору (шунт), за рахунок чого зменшується струм, що проходить через людину.

Захисному заземленню підлягають:

- електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і більше постійного струму в усіх випадках незалежно від категорії приміщень (умов) щодо безпеки електротравм;
- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою безпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;
- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Занулення – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Занулення в електроустановках – це навмисно з'єднання елементів

електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, з глухозаземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим виводом джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Занулення застосовується в електроустановках напругою до 1000 В, які живляться від мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Занулення перетворює замикання на корпус в коротке замикання фази, спрацьовує захист від коротких замикань (плавкі вставки запобіжників, струмові автомати, магнітні пускові пристрої із струмовим захистом тощо) і установка відключається від джерела живлення.

Вимоги щодо застосування занулення залежно від величини напруги і категорії приміщень за небезпекою електротравм аналогічні вимогам до застосування захисного заземлення. За величиною напруги мережі живлення застосування занулення обмежується напругою до 1 кВ.

Захисне відключення. Призначення захисного відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все в умовах особливої небезпеки електротравм.

Ізоляція струмовідних частин забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність попадань людини під напругу, замикань на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізольованих струмовідних частин в електроустановках, що живляться від ізольованої від землі мережі.

При розробці електроустановок опір ізоляції приймається в межах 1 кОм/В, якщо технічними умовами не передбачені більш жорсткі вимоги відповідно до чинних актів. З метою забезпечення працездатності електроустановок і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану

ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках напругою більше 1000 В проводять усі види випробувань ізоляції, а при напрузі до 1000 В - тільки електричний опір і електричну міцність. Виділяють приймально-здавальні випробування, післяремонтні (реконструкція і капітальний ремонт) і міжремонтні в терміни, встановлені чинними нормативами залежно від типу електроустановки і умов її експлуатації. Так, опір ізоляції переносних світильників, що живляться від електромережі і електрифікованого ручного інструменту контролюється кожні зварювального обладнання кожні 12 місяців.

ВИСНОВКИ

За результатами виконання роботи було вирішено такі завдання:

- провести аналіз теоретичного матеріалу, щодо призначення та класифікації перетворювачів;
- обґрунтувати необхідність розробки та застосування приладдя автоматизованого управління;
- обрати правильне та надійне обладнання, зібрати пристрій за блок схемою
- розробити програмне забезпечення на мові Python;
- експериментальним шляхом перевірити працездатність запропонованого модуля.

В ході виконання роботи розроблено пристрій складаючий в себе декілька приборів, які разом роблять потрібну нам роботу, а саме:

- прийняття характеристик сигналу;
- обробка напруги;
- стабілізація та постійний контроль;
- регулювання та коректування сигналу.

Нам вдалось у реалі зробити гідну річ яка дуже важлива в конструкції тролейбуса та електротранспорту, роботу яку ми зробили дійсно працює та видає гарний результат, велике дякую тролейбусному депо № 2 и ПРАТ «УКРГІДРОПРОЕКТ» за надання знань та допомоги.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки та техніки. структура та правила оформлення. – Введ. 2015-06-22. – К. Держстандарт України, 2017. – 29 с.
2. Методичні вказівки з підготовки та захисту кваліфікаційної роботи здобувачами другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, освітньо-професійних програм: «Автоматизоване управління технологічними процесами», «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва», «Комп'ютеризовані та робототехнічні системи» / Упоряд. І. Ш. Невлюдов, Р. В. Артюх, В. В. Безкоровайний, Н. П. Демська, В. В. Євсєєв, О. І. Филипенко, О. М. Цимбал. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 55 с.
3. Фарзуллаєв Р.М. Необхідність контролю вихідного сигналу з бортового перетворювача напруги для електротранспорту /Р.М. Фарзуллаєв, Л.С. Іванов Л.С. // VII-а Міжнародна конференція «Виробництво & Мехатронні Системи 2023», м. Харків, 19-20 жовтня 2023 р. – Х. : ХНУРЕ, 2023. – С. 116 - 118
4. Настанова що до експлуатування Т70117-0000010-54 НЕ / Тролейбус міський великий місткості з низьким рівнем підлоги Т70117 / АТ «АК» «Богдан Моторс» / 2019 – 35-69 с.
5. Тролейбус типу PTS 12 настанова щодо експлуатування / ТОВ «Політехносервіс» / 2021 – 12-15 с., 91-101 с.
6. Невлюдов І. Ш. Комп'ютерні технології автоматизованого виробництва: [навч. посібник] / І. Ш. Невлюдов, М. А. Бережна. – Харків : СМІТ, 2007. – 368 с. – ISBN 978-966-8530-99-9. – 41,00.
7. Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form

Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455

8. ДСТУ 2817-94 Система стандартів безпеки праці. Апарати електричні комутаційні на напругу до 1000 В. Вимоги безпеки (ГОСТ 12.2.007.6-93)

9. Що таке перетворювач частоти. Advance: https://elprivod.nmu.org.ua/ua/entrant/frequency_converter.php.

10. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи магістра із спеціальностей 8.07010101 Транспортні системи, 8.07010102 – «Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільному)» [Електронний ресурс] / Уклад. Горяїнов О.М., Войтов В. А. – Харків: ХНТУСГ, 2014. – 45 с..

11. ДНАОП 0.00–1.21–98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (33105) / 10 лютого 1998 р. – 4 с.

12. V. Trenkic, C. Christopoulos, and T.M. Benson, "Efficient computational algorithms for TLM," in 1st Int. Workshop TLM, Univ. Victoria, Canada, Aug. 2015, pp. 77-80.

13. Джерела вторинного електроживлення: види та класифікація Джерело: <https://klaster.ua/ru/stati-i-obzory/klassifikacija-vtorichnykh-istochnikov-ehlektropitanija>.

14. Знижувальний перетворювач 300Вт 20А DC-DC [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2968-modul-rele-12v-10a-s-optorazvyazkoi/> – 10.12.2023 р. – Загол. з екрану.

15. Статичний перетворювач IPT 830/27-150 / - ТОВАР / <https://ge.kompass.com/p/institute-of-power-electronics-ltd/ua106098/статичний-перетворювач-ipt-830-27-150>.

16. Siemens Xcelerator – прискорюйте цифрову трансформацію / <https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovoi-avtomatyzatsiyi-simatic/plc-kontrolery>