

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Комп'ютерні технології і системи
(назва факультету)

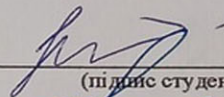
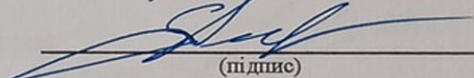
Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему: Розробка і дослідження інверторів для пристроїв резервного живлення електроприводів автоматичних переїзних шлагбаумів (комплексна)
за освітньою програмою Автоматика та автоматизація на транспорті
зі спеціальності: 151.Автоматика та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: АТ 20160

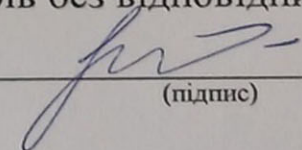
Керівник:


(підпис студента)

(підпис)

/ Катерина РОГУЛЯ /
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)
/ Володимир ГАВРИЛЮК /
(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент


(підпис)

Дніпро – 2023 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies

Computer technology and systems

(faculty)

Automation and telecommunications

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

bachelor

(higher education degree)

on the topic: Development and research of inverters for backup power supply devices
for electric drives of automatic crossing barriers (complex)

according to educational curriculum Automation and automation in transport

in the Speciality: 151 Automation and computer-integrated technologies

(speciality and its code)

Done by the student of the group: AT20160 / Kateryna ROHULIA /
(name, surname)

Scientific Supervisor: / Volodymyr HAVRYLIUK /
(position, name, surname)

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: Комп'ютерні технології і системи

Кафедра: Автоматика та телекомунікації

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський).

Освітня програма: Автоматика та автоматизація на транспорті

Спеціальність: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТ

Володимир ГАВРИЛЮК
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Дата _____

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу

Бакалавра

(ступінь вищої освіти)

студенту Рогуля Катерині Михайлівні

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема Розробка і дослідження інверторів для пристроїв резервного
роботи: живлення електроприводів автоматичних переїзних
шлагбаумів (комплексна)

Керівник роботи: Гаврилюк Володимир Ілліч д.ф.-м.н., професор

(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від

"25" 10 2022 р.

№ 1093

2. Строк подання студентом 18.06.2023 р.
роботи:

3. Вихідні дані до
роботи:

Галузеві нормативні документи, схеми і опис шлагбаумів

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

4.1 Аналітичний огляд літератури за темою, постановка мети та завдань
дослідження

4.2 Дослідження роботи перетворювача напруги для резервного живлення
електроприводів автоматичних переїзних шлагбаумів

5. Висновки за виконаною роботою

. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ АВТОМАТИЧНИХ ПЕРЕІЗНИХ ШЛАГБАУМІВ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перший розділ	04.05.2023	
2	Другий розділ	28.05.2023	
3	Третій розділ	03.06.2023	
4	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	18.06.2023	
5	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії		

Студент

_____ (підпис)

Катерина РОГУЛЯ

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

39с., 11 рис., 3 формули.

Тема роботи- Розробка і дослідження інверторів для пристроїв резервного живлення електроприводів автоматичних переїзних шлагбаумів (комплексна).

Мета роботи- резервне живлення шлагбаума.

Методи дослідження- відповідно до поставленої в комплексній роботі мети, дана робота розглядає тільки резервне живлення шлагбаума. Для резервного живлення електроприводу шлагбаума потрібна трифазна напруга 220 В, частотою 50 Гц Літієві батареї є джерелом постійного. Відповідно, необхідні перетворювачі напруги, що змінюють род і значення напруги.

Для проведення моделювання вибрано пакет моделювання Simulink.Matlab.

Для моделювання вибрано літієву батарею з напругою 48 В. Резервна батарея працює тільки певний під час зникнення основної напруги. Процент розрядження батареї що переходить у режим зарядження обрано 50 %.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ ІНВЕРТОРІВ, ТРИФАЗНА НАПРУГА, ШЛАГБАУМ, РЕЗЕРВНА БАТАРЕЯ, РОЗРЯДЖАННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 . СТАН ПРОБЛЕМИ. ПОСТАНОВКА МЕТИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
1.1. Загальна характеристика залізничних переїздів.....	11
1.2. Класифікація переїздів.....	13
1.3. Аналіз принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації.....	20
1.4. Принципи розрахунку часу сповіщення на залізничний переїзд.....	21
1.5. Висновки за розділом, постановка мети та завдання дослідження.....	24
2. СХЕМА ІНВЕРТОРА ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ШЛАГБАУМА.....	26
3. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ІНВЕРТОРА ДЛЯ ПРИСТРОЇВ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ АВТОМАТИЧНИХ ПЕРЕІЗНИХ ШЛАГБАУМІВ.....	28
3.1. Постановка завдання на моделювання.....	28
3.2. Модель перетворювача для заряджання літєвої батареї.....	29
3.3.Розробка перетворювача напруги.....	30
3.4.Модель перетворювача для заряджання батареї.....	31
3.5.Модель резервного живлення електроприводу шлагбауму від акумуляторної батареї.....	33
3.6.Результати моделювання зарядження батареї.....	33
3.7.Результати моделювання розрядження акумуляторної батареї при роботі на трифазне навантаження.....	35

ВИСНОВКИ.....	37
ЛІТЕРАТУРА.....	38

ВСТУП

Залізничний переїзд — місце однорівневого перетину залізничних колій та автомобільної дороги.

Залізничний переїзд — об'єкт підвищеної небезпеки, тому для попередження нещасних випадків переїзди обладнуються світлофорами, шлагбаумами і звуковими сигналами, а також пристроями для огороження переїзду — металевими плитами, які піднімаються, загороджуючи проїзд (за винятком переїздів на малоактивних ділянках залізниць, які позначаються тільки дорожнім знаком).

Залізничні переїзди обладнуються в місцях з хорошою видимістю. Кут перетину автомобільної дороги і залізничних шляхів повинен становити не менше 60°. У деяких країнах перетин автодороги з виділеною трамвайною лінією обладнується точно так само, як і залізничний переїзд.

На сьогодні в Україні нараховується 5422 залізничних переїзди, зокрема, обладнаних автоматичною переїзною сигналізацією — 4168.

В Україні переїзди поділяються на чотири категорії:

Перша категорія. Переїзди мають шлагбауми, що перекривають усю ширину проїжджої частини (два шлагбауми на всю ширину дороги або чотири шлагбауми у півщини дороги) і світлофори. Під час опускання шлагбаума працює звуковий сигнал. В той час коли переїзд відкритий для автомобілів, блимає місячно-білий ліхтар світлофора. Так як є небезпека «замикання» автомобіля шлагбаумами на переїзді, такі переїзди або обладнані пристроями автоматичної детекції, або перебувають під наглядом чергового по переїзду.

Друга категорія. Переїзди обладнані двома шлагбаумами у півщини дороги і світлофорами. Під час опускання шлагбаума діє звуковий сигнал. В той час коли переїзд відкритий для автомобілів, блимає місячно-білий ліхтар світлофора. Якщо того Види переїздів вимагають особливості конкретного переїзду, на

ньому можуть бути встановлені додаткові короткі шлагбауми для велосипедних доріжок та тротуарів. Переїзди цієї категорії — найпоширеніші в Україні.

Третя категорія. Переїзди не мають шлагбаумів. Світлофор має тільки два заборонних червоних ліхтарі. Переїзд є відкритим для вуличного руху, якщо світлофор і звуковий сигнал не діють.

Четверта категорія. Переїзди не мають шлагбаумів і світлофорів. Встановлюється тільки знак у вигляді червоно-білого хреста.

1. СТАН ПРОБЛЕМИ. ПОСТАНОВКА МЕТИ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.

1.1. Загальна характеристика залізничних переїздів

Залізничними переїздами називаються перетинання в одному рівні залізниці і автомобільної дороги, що становить підвищену небезпеку для руху транспорту й вимагає використання спеціальних технічних засобів убезпечення руху.

Будівництво перетинань у різних рівнях вимагає значних капітальних витрат і потужностей. Тому воно ведеться обмежено, у першу чергу при особливо інтенсивному русі залізничного й автомобільного транспорту, на міських магістралях і на лініях з високошвидкісним рухом.

При середніх і невеликих розмірах руху транспорту заміна переїздів перетинаннями в різних рівнях не доцільна й тому вони обладнуються різними пристроями загородження.

Усі залізничні переїзди залежно від інтенсивності руху поїздів та автодорожніх транспортних засобів поділяються на чотири категорії.

На залізницях України у цей час експлуатується близько шести тисяч переїздів, які залежно від категорії обладнані такими пристроями загородження:

1. Автоматичні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
2. Напіваавтоматичні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
3. Електричні шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;
4. Механізовані шлагбауми з автоматичною світлофорною й сповіщувальною сигналізацією;

5. Автоматична світлофорна й сповіщувальна сигналізація;
6. Неавтоматична світлофорна й сповіщувальна сигналізація;
7. Горизонтально-поворотні шлагбауми;
8. Хрестоподібні попереджувальні знаки.

На цей час розрізняють такі автоматичні системи керування пристроями загородження:

1. З фіксованою ділянкою сповіщення;
2. З фіксованим часом сповіщення;
3. З контролем параметрів руху поїзда;
4. З дистанційним керуванням.

На мережі залізниць України та в промислово розвинених країнах світу переважно поширені системи з фіксованою ділянкою сповіщення про наближення поїзда до переїзду. У таких системах час сповіщення на переїзд постійний й визначається попереднім розрахунком виходячи з максимальної швидкості руху поїздів. Недоліком таких систем є те, що ними допускається зайвий час закритого стану переїзду для руху автотранспорту, якщо швидкість поїзда менше прийнятої при розрахунку.

Системи з контролем параметрів руху поїзда позбавлені цих недоліків, тому інтенсивно розробляються останніми роками. У цих системах час повідомлення визначається виходячи з повного аналізу параметрів руху поїзда, що наближається до переїзду.

У ряді випадків при розташуванні декількох десятків переїздів на великих станціях і прилягаючих до них перегонах з прискореним рухом поїздів, а також на великих станціях промислового транспорту застосовується дистанційне керування пристроями загородження з одного пункту, як правило, приміщення чергового по станції. На переїздах з високою інтенсивністю руху транспорту й обладнаних пристроями загородження, які мають шлагбауми, встановлюється цілодобове чергування працівника дистанції колії. Основним обов'язком

чергових по переїзду є постійне забезпечення безпеки руху. Такі переїзди обладнуються в напрямку руху поїздів спеціальною загороджувальною сигналізацією неавтоматичної дії з наступним розміщенням знаків і табличок.

У напрямку автодорожнього транспорту при автоматичних системах керування переїзди обладнаються автодорожніми світлофорами без шлагбаумів або зі шлагбаумами, що регулюють рух автотранспорту.

1.2. Класифікація переїздів

Залізничні переїзди в залежності від інтенсивності руху поїздів та транспортних засобів поділяються на чотири категорії.

До I категорії належать переїзди, які розташовані на перехрещеннях:

- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 16 поїздів/добу (сумарно у двох напрямках) й автомобільних доріг з інтенсивністю більше 7000 авт./добу (сумарно у двох напрямках);

- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 100 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 3000 авт./добу;

- залізничних колій з рухом поїздів із швидкістю більше 140 км/год. незалежно від інтенсивності руху транспортних засобів.

До II категорії належать переїзди, які розташовані на перехрещеннях:

- залізничних колій з інтенсивністю руху до 16 поїздів/добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 7000 авт./добу;

- станційних та під'їзних колій і автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 7000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху 17 - 100 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3001 - 7000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху більше 100 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 1001 - 3000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху більше 200 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 201 - 1000 авт./добу.

До III категорії належать переїзди, які розташовані на перехрещеннях:

-залізничних колій з інтенсивністю руху до 16 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3001 - 7000 авт./добу;

-станційних та під'їзних колій і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3001 - 7000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху 17 - 100 поїздів/добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху 1001 - 3000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху 101 - 200 поїздів/добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху 201 - 1000 авт./добу;

-залізничних колій з інтенсивністю руху більше 200 поїздів/добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху до 200 авт./добу.

До IV категорії належать усі інші переїзди.

Переїзди поділяються на регульовані та ті, що не регулюються.

До регульованих належать переїзди, які обладнані пристроями переїзної сигналізації для водіїв транспортних засобів або такі, які обслуговуються черговим працівником та обладнані шлагбаумами.

До нерегульованих належать переїзди, які не обладнані пристроями переїзної сигналізації і не обслуговуються черговим працівником. Можливість безпечного проїзду або проходу через такі переїзди визначається водієм транспортного засобу або пішоходом.

Переїзд, що обслуговується черговим працівником, далі буде називатися "переїзд з черговим" (раніше називався "переїзд, який охороняється"), а той, що не обслуговується черговим працівником, - "переїзд без чергового" (раніше - "переїзд, який не охороняється").

Обладнання сучасними пристроями переїзної сигналізації діючих переїздів повинно здійснюватись у плановому порядку.

Обслуговування черговим працівником повинно встановлюватися тільки на переїздах:

I категорії:

- розташованих на ділянках з рухом поїздів із швидкістю більше 140 км/год.;
- розташованих на перехрещеннях головних колій з дорогами, по яких здійснюється трамвайний або тролейбусний рух;

II категорії:

-обладнаних переїзною сигналізацією, розташованих на ділянках з інтенсивністю руху більше 16 поїздів/добу і не обладнаних автоматичною та світлофорною сигналізацією з місячно-білим миготливим вогнем та автоматичним контролем несправності пристроїв переїзної сигналізації у чергового по станції (поїзного диспетчера).

-Переїзди, які не обладнані переїзною сигналізацією, обслуговуються черговим працівником у таких випадках: при перехрещенні автомобільної дороги трьох або більше головних залізничних колій;

II категорії з незадовільними умовами видимості, а на ділянках з інтенсивністю руху понад 16 поїздів/добу - незалежно від умов видимості;

III категорії з незадовільними умовами видимості, які розташовані на ділянках з інтенсивністю руху понад 16 поїздів/добу, а також розташовані

на ділянках з інтенсивністю руху більше 200 поїздів/добу - незалежно від умов видимості.

Для доріг, які будуються або реконструюються, задовільною вважається така видимість, за умовами якої водій транспортного засобу, що перебуває на відстані не менше від відстані видимості для зупинки, міг би бачити поїзд, який наближається до переїзду не менш як за 400 м від переїзду, а машиніст поїзда, який наближається, міг бачити середину переїзду на відстані 1000 м.

Переїзди з черговим повинні бути обладнані шлагбаумами, а чергування на них устанавлюється цілодобово. Цілодобове чергування повинно бути на переїздах, обладнаних автоматичними, напіваавтоматичними шлагбаумами, електрошлагбаумами та механізованими шлагбаумами.

Нецілодобова робота переїздів може встановлюватися на переїздах незагального користування, а також на переїздах, які мають місцеве значення. Перелік переїздів, які працюють нецілодобово, і час їхньої роботи встановлюється начальником дистанції колії або власником колії за узгодженням з місцевими органами виконавчої влади, Державтоінспекцією та організаціями, які користуються цими переїздами.

Під час перерви в роботі переїзду черговий працівник припиняє пропускання транспортних засобів через переїзд, а механічні шлагбауми, які встановлюються також як додатковий засіб на переїздах з нецілодобовою роботою за наявності автоматичних, напіваавтоматичних та електрошлагбаумів, устанавлюються у загороджувальний стан і замикаються на замок. На шлагбаумах вивіщується табличка з позначенням часу роботи.

Горизонтально-поворотні шлагбауми на переїздах, які розташовані на малодіяльних під'їзних та станційних коліях, повинні замінятися світлофорною сигналізацією, яка управляється локомотивною бригадою або бригадою складачів поїздів у плановому порядку. До обладнання переїздів сигналізацією

горизонтально-поворотні шлагбауми зберігаються і такі переїзди черговим працівником не обслуговуються.

Порядок закриття та відкриття горизонтально-поворотних шлагбаумів або вмикання та вимикання світлофорної сигналізації визначаються Інструкцією з експлуатації переїздів, що діє на підприємстві, яка затверджується Дирекцією залізничних перевезень та погоджена з Державтоінспекцією.

Переїзди, що розташовані поблизу приміщень чергових стрілочних постів, чергових по станції (посту), можуть обслуговуватись працівником господарства перевезень у порядку, затвердженому Дирекцією залізничних перевезень за узгодженням з Державтоінспекцією.

Перевірка інтенсивності руху поїздів та транспортних засобів, умов роботи на кожному переїзді і перегляд їх категорій повинні проводитися власником переїзду за фактичною потребою, але не рідше одного разу на рік. Для установлення категорій переїздів інтенсивність руху поїздів береться з виконаного графіка руху в період найбільшої інтенсивності на ділянці, а інтенсивність руху транспортних засобів - за даними фактичних підрахунків. При цьому складається перелік переїздів, на яких планується припинення або введення обслуговування черговим працівником. Перелік переїздів та графік припинення або введення на них чергування узгоджується з місцевими органами виконавчої влади та Державтоінспекцією.

Перед припиненням обслуговування переїзду черговим працівником повинні бути здійснені такі заходи:

- виконані роботи щодо устаткування переїзду пристроєм контролю роботи автоматичної переїздної сигналізації у чергового по станції (поїзного диспетчера);

- перевірена відповідність стану та обладнання переїзду вимогам Інструкції та за результатами складено акт про готовність його до експлуатації, який підписується працівником Державтоінспекції та затверджується керівником дистанції колії або власником залізничної колії.

-Переведення переїздів до експлуатації без чергових працівників здійснюється на підставі наказу начальника залізниці або власника залізничної колії.

При цьому демонтуються автоматичні, напівавтоматичні шлагбауми, електричні шлагбауми та інші пристрої, які пов'язані з обслуговуванням переїзду черговим працівником, замінюються та додатково встановлюються відповідні дорожні знаки.

У місцях, які узгоджені з Державтоінспекцією, не менш як за 15 діб до відміни чергувань на переїзді терміном на один місяць повинні бути встановлені добре видимі оголошення з текстом:

"Переїзд з (дата) без чергового".

Не допускається відкриття нових залізничних переїздів загального користування:

-I, II, III категорій;

- на ділянках із швидкістю руху поїздів понад 120 км/год.;

- IV категорії при перехрещенні трьох та більше головних колій, при перехрещенні колій у виїмках та інших місцях, де не забезпечені умови видимості, а також у разі, якщо потрібне обслуговування переїзду черговим працівником.

Відкриття нових переїздів IV категорії, крім вищеперерахованих, допускається (якщо немає можливості знайти інше рішення) з дозволу начальника залізниці або власника залізничної колії за узгодженням з Державтоінспекцією, шляхово-експлуатаційними організаціями, іншими власниками доріг.

Не допускається відкриття трамвайного і тролейбусного руху на переїздах, які експлуатуються.

Відкриття автобусного руху через переїзди допускається з дозволу начальника залізниці або власника переїзду за умови обладнання переїзду переїзною сигналізацією, обслуговування черговим та висновку комісії, склад якої визначено п. 1.7 Інструкції.

Закриття діючих переїздів, перенесення, відновлення закритих переїздів (постійне або тимчасове) виконуються за наказом начальника дистанції колії за узгодженням з органами державної виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, Державтоінспекцією та шляхово-експлуатаційними організаціями або іншими власниками доріг.

На переїздах, які закриваються (постійно або тимчасово), настил розбирається, під'їзди до переїздів з боку автомобільних доріг на відстані не менше 10 м від крайніх рейок по всій ширині проїжджої частини автомобільної дороги або вулиці перегороджуються бар'єрним транспортним огородженням, а за необхідності - і канавами на відстані 2 м від бар'єра в бік залізничних колій. На переїздах, які закриваються, усе обладнання демонтується.

Попереджувальні дорожні знаки на під'їздах і підходах знімаються і встановлюються заборонні та інформаційно-вказівні знаки, які вказують напрямок об'їзду.

При тимчасовому закритті переїздів на термін їх закриття автоматичні пристрої вимикаються, бруси запасних шлагбаумів встановлюються в закриті для руху транспортних засобів положення і замикаються на замок, а засоби сигналізації та зв'язку залишаються в працездатному і справному стані.

Біля переїздів, які закриваються, дистанцією колії обов'язково влаштовуються місця для розвороту транспортних засобів.

Відповідальність за сповіщення про закриття переїзду покладається на начальника дистанції колії або власника переїзду.

1.3. Аналіз принципів побудови та функціонування пристроїв автоматичної переїзної сигналізації

Схеми переїзної сигналізації мають задовольняти вимоги, що висувуються до виконавчих схем пристроїв СЦБ, і будуються на базі використання реле I класу надійності. Пошкодження окремих приладів або сполучних проводів схеми не повинні викликати небезпечних для руху транспорту ситуацій і при цьому переїзна сигналізація повинна вмикатися.

Стан кіл схеми керування АПС при двоколійному АБ змінного струму із двостороннім рухом відповідає встановленому правильному напрямку руху по непарній колії перегону – переїзд відкритий для руху автотранспорту.

На магістральному залізничному транспорті України застосовують системи АПС та АПШ з фіксованою ділянкою (відстанню) наближення до переїзду.

За відсутності поїзда шлагбаум піднятий, переїзні світлофори вимкнуті, переїзд відкритий, автомобільний транспорт вільно рухається через переїзд. При вступі поїзда на ділянку наближення спрацьовує первинний датчик (рейкове коло або точкові колійні датчики), фіксуючи наявність поїзда. Після цього відбувається вмикання переїзних світлофорів з витримкою часу № 1, що необхідна для компенсації різниці між розрахунковою та фактичною довжиною ділянки наближення. Після збігання затримки часу № 1 вмикаються переїзні світлофори та дзвінки.

За міжнародною класифікацією на залізничних переїздах, як об'єктах найбільшої небезпеки, для передавання команди про заборону руху автотранспорту, велосипедистів та пішоходів прийнятий особливий сигнал – два червоних вогні, які по чергові вмикаються (імпульс – 0,75 с, інтервал 0,75 с).

Видимість вогнів переїзного світлофора повинна бути такою, щоб забезпечувати зупинку автомобіля за 5 м до переїзного світлофора або

шлагбаума. При цьому треба враховувати, що автомобіль рухається з максимальною швидкістю при найбільш несприятливих дорожніх умовах та має найбільший гальмівний шлях. Потім вмикається затримка часу № 2, яка необхідна для того щоб автотранспорт зупинився перед переїздом, а той, що не встиг зупинитися – звільнив зону переїзду. Після збігання затримки часу № 2 опускаються шлагбауми, а дзвінки вимикаються. Шлагбауми залишаються в такому стані до повного проходження поїзда через переїзд. Через декілька секунд після звільнення поїздом переїзду відбувається підняття шлагбаумів та вимикання переїзних світлофорів. Автомобільний транспорт може знову рухатись через переїзд.

Відповідно до вимог ПТЕ, переїзди, що обслуговуються черговим працівником, повинні мати радіозв'язок з машиністами поїзних локомотивів, моторвагонного рухомого складу та спеціального самохідного рухомого складу, прямий телефонний зв'язок з найближчою станцією або постом, а на ділянках, що обладнані диспетчерською централізацією, – з поїзним диспетчером.

Прямий телефонний зв'язок з найближчою станцією – це проводовий зв'язок між черговим працівником на переїзді та черговим по станції (ДСП). Якщо переїзд знаходиться на станції, то цей зв'язок організовується по окремій фізичній лінії, а якщо на перегоні – телефонний апарат чергового працівника підключається до перегінного зв'язку. Перегінний зв'язок передбачає паралельне з'єднання телефонних апаратів, що знаходяться біля прохідних світлофорів автоблокування, на переїздах та ДСП тих станцій, що обмежують перегін, на якому знаходиться переїзд.

1.4. Принципи розрахунку часу сповіщення на залізничний переїзд.

З огляду на більшу інерційність руху залізничного рухомого складу, переважне право руху через переїзди надається, як правило, залізничному

транспорту. Виходячи із цього, джерелом інформації для роботи систем переїзної сигналізації є РК.

Довжина РК перед переїздом (ділянка наближення) визначається розрахунком залежно від максимальної швидкості руху поїздів, довжини переїзду, максимальної довжини та швидкості руху автотранспортних засобів з урахуванням гарантійного часу та часу спрацювання пристроїв і часу сприйняття.

Розрахункова довжина переїзду складається з відстані від переїзного світлофора для встановленого напрямку руху, основного або дублюючого, найбільш віддаленого від крайньої рейки до протилежної крайньої рейки, плюс 2,5 м – відстань, яка необхідна для безпечної зупинки автомобіля після проїзду переїзду, плюс 5 м – відстань від переїзного світлофора до місця зупинки автотранспорту перед переїздом.

Зона, яка розташована у межах розрахункової довжини переїзду, називається небезпечною зоною. Розрахункові довжини ділянок наближення мають забезпечувати сповіщення на закриття переїзду з АПС, у тому числі і шлагбаумами, за час, необхідний для завчасного звільнення небезпечної зони переїзду автодорожнім транспортом довжиною 24 м при мінімальній швидкості руху 8 км/год при додатковому часі 2 с на спрацювання апаратури АПС та 10 с гарантійного (запасного) часу:

$$L_p = V_n * \left(\frac{l_{nep} + l_a + l_o}{v_a} + \frac{t_{cnp} + t_r}{3,6} \right) = 0,28 * V_n * (t_a + t_{cnp} + t_r) = 0,28 * V_n * t_c \quad (1.1)$$

де V_n – швидкість руху поїзда, км/год;

l_{nep} – довжина залізничного переїзду, м;

l_a – найбільша розрахункова довжина автотранспортного засобу,

$$l_a = 24 \text{ м};$$

l_o – відстань від місця зупинки автотранспортного засобу до автодорожнього світлофора, при якій забезпечується видимість показання світлофора,

$$l_o = 5 \text{ м};$$

V_a – розрахункова швидкість руху автотранспортного засобу через переїзд,

$$V_a = 8 \text{ км/год};$$

$8 t_{спр}$ – час спрацьовування приладів кіл сповіщення і керування АПС,

$$t_{спр} = 2 \text{ с};$$

t_r – гарантійний час,

$$t_r = 10 \text{ с};$$

t_c – час сповіщення про наближення поїзда до переїзду, с;

t_a – час, необхідний для проїзду автотранспортним засобом через переїзд, с;

3,6 і 0,28 – перевідні коефіцієнти, що враховують одиниці вимірювання.

Мінімальний час сповіщення на мережі залізниць України прийнятий такий:

а) при автоматичній світлофорній сигналізації, у тому числі з автоматичними (напіваавтоматичними) шлагбаумами, якщо у ділянку наближення до переїзду входять імпульсні (кодові) РК постійного або змінного струму – 32 с, у решті випадків – 30 с. При встановленні додаткових автоматичних (напіваавтоматичних) шлагбаумів додається гарантійний час 10 с на їх закриття;

б) при сповіщальній сигналізації з електрошлагбаумами – 40 с.

1.5. Висновки за розділом, постановка мети та завдання дослідження.

Як видно з проведеного літературного огляду найбільш поширеними на залізницях України є шлагбауми типу ПАШ 1 у яких застосовуються електродвигуни типу АИР 56 В4Б з напругою живлення змінним струмом 220 В, 50 Гц, 220/380 В; 0,18 кВт; 1350 об/хв з електромагнітною муфтою з напругою живлення постійним струмом (12 ± 1) В. За окремим замовленням випускаються шлагбауми також з електродвигуном постійного струму 24 В або трифазного струму 220 В; з напругою живлення котушки електромагнітної муфти 24 В постійного струму.

Струм електродвигуна змінного струму при напрузі на клеммах 220 В $\pm 5\%$, не більше, $-2,5$ А, струм електродвигуна постійного струму при напрузі на клеммах $(24 \pm 1,2)$ В, не більше, $5,2$ А. Струм електромагнітної муфти при напрузі на клеммах 12 В, $-1,33 \pm 0,1$ А, а при напрузі на клеммах 24 В, $0,65 \pm 0,1$ А.

Автошлагбауми на переїздах без чергового на ділянках з автоблокуванням живляться від однофазної мережі змінного струму 220 В, 50 Гц. При цьому трифазний двигун підключається до однофазної мережі за допомогою конденсатора. Таке включення є неефективним і зменшує коефіцієнт потужності.

Суттєвим недоліком існуючої схеми є відсутність озервного живлення, що є важливим для віддалених шлагбаумів де можуть виникати тимчасові проблеми з електропостачанням. Також такі ситуації виникали на залізницях внаслідок військових дій.

З урахуванням того, що залізничні переїзди є місцем підвищеної небезпеки, вирішення цих завдань є важливим для практики.

Розробка конвертора напруги для живлення електрошлагбаумів дозволяє позбутися двох відмічених проблем, а саме, перетворити змінний однофазний

струм у трифазний, а також забезпечити резервне живлення автошлагбаумів. Розвиток елементної бази силових електроніки привів до незначних цін на перетворювачі невеликої потужності, а сучасні акумулятори, що можуть експлуатуватися довгий час практично без обслуговування, дозволяють розробити резервне живлення.

Таким чином. Метою даної роботи є розробка і дослідження інверторів для пристроїв резервного живлення електроприводів автоматичних переїзних шлагбаумів.

2. СХЕМА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ШЛАГБАУМА

Для побутових потреб використовують пристрої для безперебійного живлення до однофазної мережі 220 В, які можуть деякий час за відсутності електроенергії живити споживачів, які потребують такої самої напруги.

Існують також пристрої резервного живлення, які підключені на вхід до трифазної мережі, а на вихід дають або 380 або 220 В. Однак вони дорогі, їх використовують при необхідності отримувати автономну потужність від 10 кВА, що для побутових потреб не потрібно.

Побутові пристрої резервного живлення змінного струму за схемою функціонування ділять на наступні типи:

1. резервні (оффлайн);
2. інтерактивні (лінійно-інтерактивні);
3. подвійне перетворення (онлайн).

Вони відрізняються якістю напруги, що видається, і ціною. Найдешевші – резервні, а найдорожчі – подвійне перетворення.

Для перетворення змінного струму на постійний зарядний пристрій використовують випрямляч. А зворотна трансформація відбувається за допомогою інвертору.

У безперебійниках для перемикання ланцюга з мережі на акумулятор, як правило, встановлюють прості електромеханічні реле. Якщо ця деталь якісна, то її ресурсу вистачає на весь час функціонування пристрою резервного живлення, але частіше загалом, при поломці блоку проблема криється саме в цьому елементі конструкції.

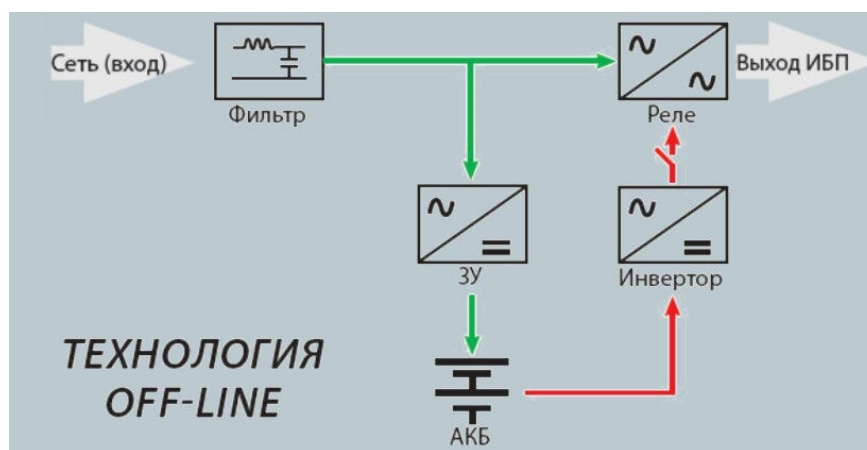


Рисунок 2.1- Найпростіша у виконанні резервна схема живлення передбачає наявність перемикаючого реле та пасивної фільтрації для придушення перешкод.

Стабілізація напруги присутня також у багатьох побутових пристроях, тому якщо відхилення незначні, то і немає сенсу набувати дорожчу лінійну інтерактивні моделі.

Наявність трансформатора часто змушує виробника використовувати примусове охолодження, тому такі пристрої резервного живлення комплектують кулерами. Вони видають шум, за інтенсивністю можна порівняти з роботою комп'ютерного системного блоку.

Найскладніші та найдорожчі прилади подвійного перетворення мають до того ж найменший КПД. Електроенергія йде у тепло, яке випромінює пристрій. Тому їхнє використання необхідно обґрунтувати.

Найбільш значущий плюс такого виду безперебійників полягає в миттєвій реакцію відключення електрики. Але для більшості побутової техніки це не так важливо. Ті ж комп'ютери зазвичай комплектують пристроями резервного живлення або інтерактивного типу.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ ДЛЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ АВТОМАТИЧНИХ ПЕРЕІЗНИХ ШЛАГБАУМІВ

3.1. Літієві акумулятори для резервного живлення

Літієві акумулятори мають переваги такі, як висока енергоємність що у 2-3 рази більше, наприклад, в порівнянні з NiMH.

Велика кількість циклів заряду-розряду. Через 2000-4000 циклів батарея втрачає лише 20% від своєї первісної ємності

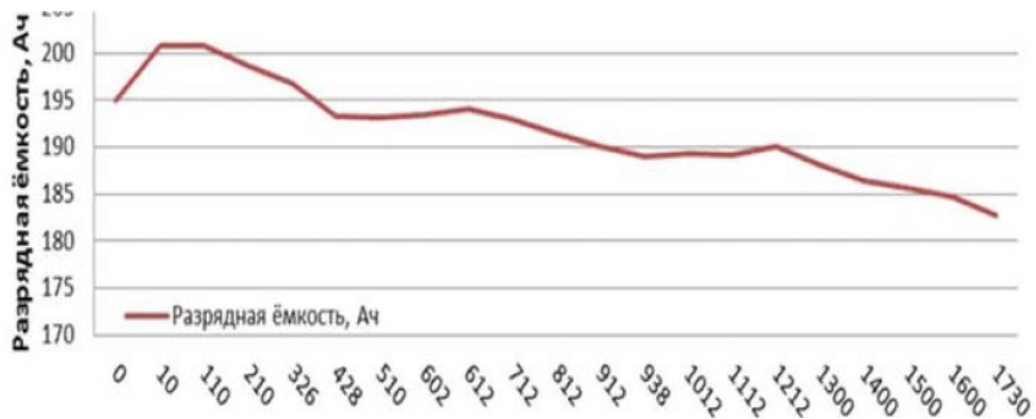


Рисунок 3.1. Зміна ємності батареї за глибини 70% заряду

До переваг також можна віднести великі струми розрядження.

Недоліки літій-іонних акумуляторів:

1. Певний діапазон робочих температур;
2. Вогнебезпечність.

При неправильній експлуатації та порушенні цілісності батареї можливе:

1. Загоряння;
2. Старіння під час зберігання;
3. Більш висока вартість;
4. Чутливість до перезаряду.

До переваг літій-іонних акумуляторів традиційно відносять відсутність ефекту пам'яті.

Метод заряду акумулятора складається з двох основних та одного додаткового етапу (рис. 3.2)

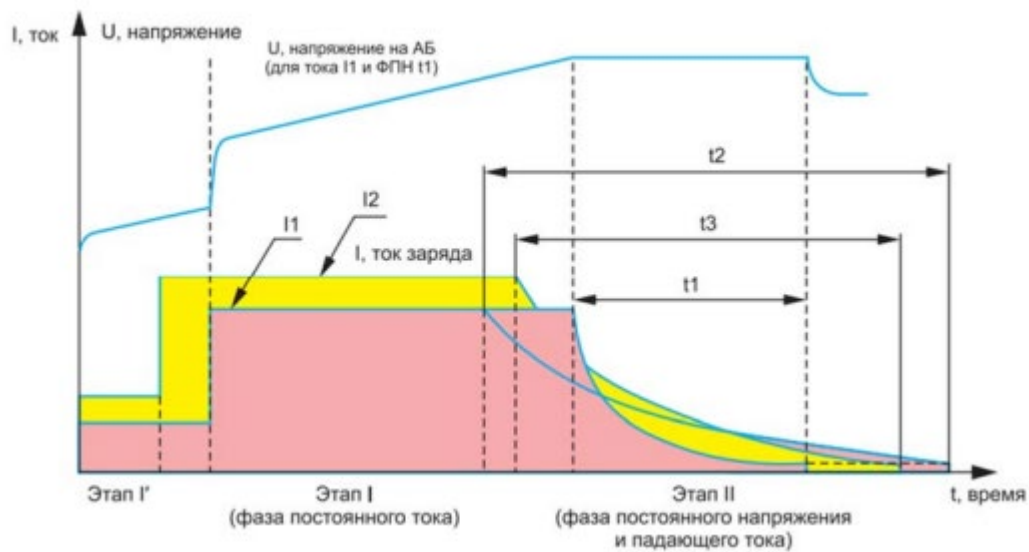


Рисунок 3.2. Процес заряду акумулятора

Етап 1– додатковий. Цей етап рекомендується при дуже тривалому знаходженні батареї в розрядженому стані, а також при напрузі нижче зазначеного мінімального значення.

Номінальний струм заряду вимірюється у частках від номінальної ємності осередків акумулятора.

Для ефективної та довгої служби акумулятора величина номінального струму заряду вибирається у діапазоні 0.2–0.5 ємності.

Максимально допустимий струм заряду зазначається у документації.

II етап починається після підвищення напруги до його максимального значення.

3.2 Постановка завдання на моделювання.

Відповідно до поставленої в комплексній роботі мети, дана робота розглядає тільки резервне живлення шлагбаума. Для резервного живлення електроприводу шлагбаума потрібна трифазна напруга 220 В, частотою 50 Гц. Літєві батареї є

джерелом постійного. Відповідно, необхідні перетворювачі напруги, що змінюють род і значення напруги.

Для проведення моделювання вибрано пакет моделювання Simulink.Matlab.

Для моделювання вибрано літієву батарею з напругою 48 В. Резервна батарея працює тільки певний під час зникнення основної напруги. Процент розрядження батареї що переходить у режим зарядження обрано 50 %.

3.3. Модель перетворювача для зарядження літієвої батареї.

Для зарядження батареї розроблено схему з некерованого випрямляча змінного струму 220 В і перетворювача, що знижує напругу до 50-52 В, необхідної для зарядження батареї. Мостова схема випрямляча змінної напруги показана на рис. 3.3. (а).

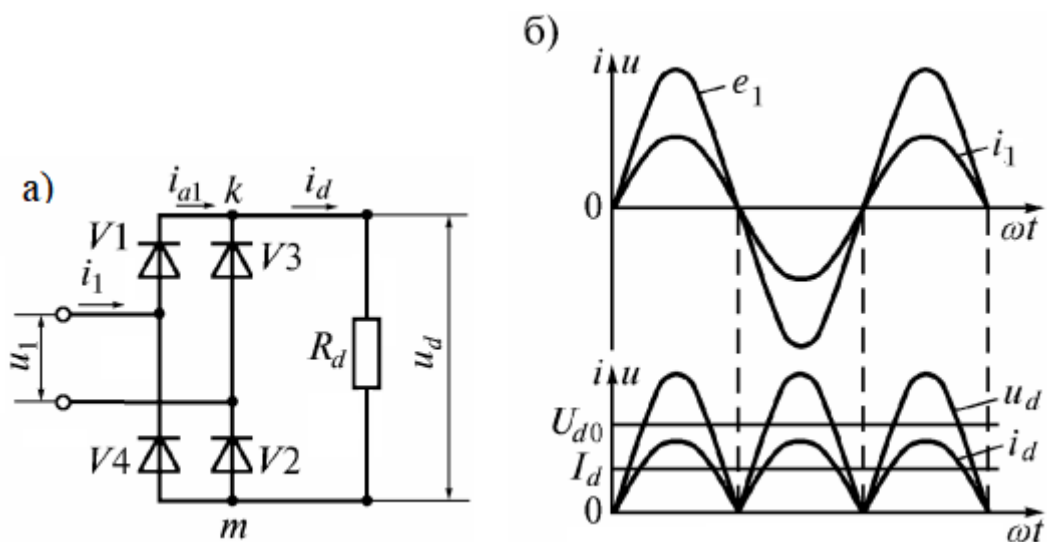


Рисунок 3.3.. Мостова схема випрямляча змінної напруги (а) і часові діаграми струму і напруги.

Зв'язок між діючим значенням змінної напруги і випрямленою напругою визначається формулою (3.1).

$$U_1 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} U_d. \quad (3.1)$$

Таким чином, при 220 В на вході випрямляча напруга на його виході становить $0.9 \cdot 220 = 198$ В.

3.4. Розробка перетворювач напруги

Схема перетворювач постійної напруги (ППН) показана рис. 3.4.(а), а на рис. 3.4.(б) - діаграми струмів і напруг на навантаженні і колекторі транзистора. Якщо транзистор VT включається в момент t_1 , напруга джерела живлення прикладається до навантаження (до навантаження прикладається імпульс напруги), а коли він вимикається в момент t_2 струм навантаження протікає за рахунок енергії, запасеної в індуктивності L_n , і замикається через діод VD. На момент t_3 процеси повторюються.

Для регулювання напруги на виході ППН змінюють тривалість включеного стану транзистора. Регулювання напруги, у якому частота подачі імпульсів на навантаження стала, але змінюється їх тривалість, називається широтно-імпульсною модуляцією (ШИМ). ППН, в яких застосовується такий спосіб регулювання, називають широтно-імпульсними перетворювачами (ШИП).

Чим більша тривалість включеного стану транзистора, тим більше середнє значення напруги на навантаженні U_n

$$U_n = \gamma U_d, \quad (3.2)$$

де γ - відносна тривалість включеного стану транзистора.

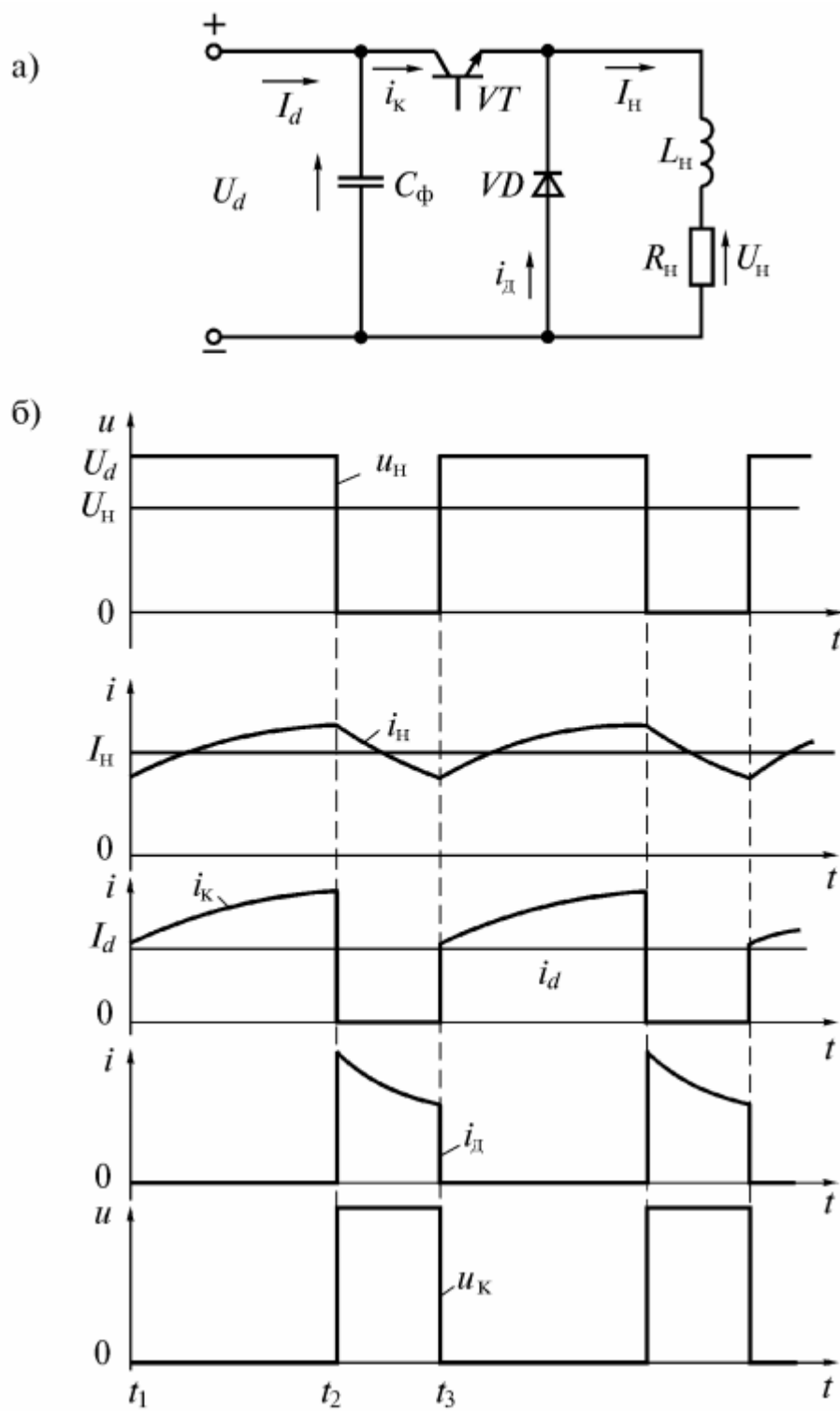


Рисунок 3.4. Схема понижуючого ППН (а) та діаграми напруг і струмів, що ілюструють його роботу (б)

3.5. Модель перетворювача для зарядження батареї

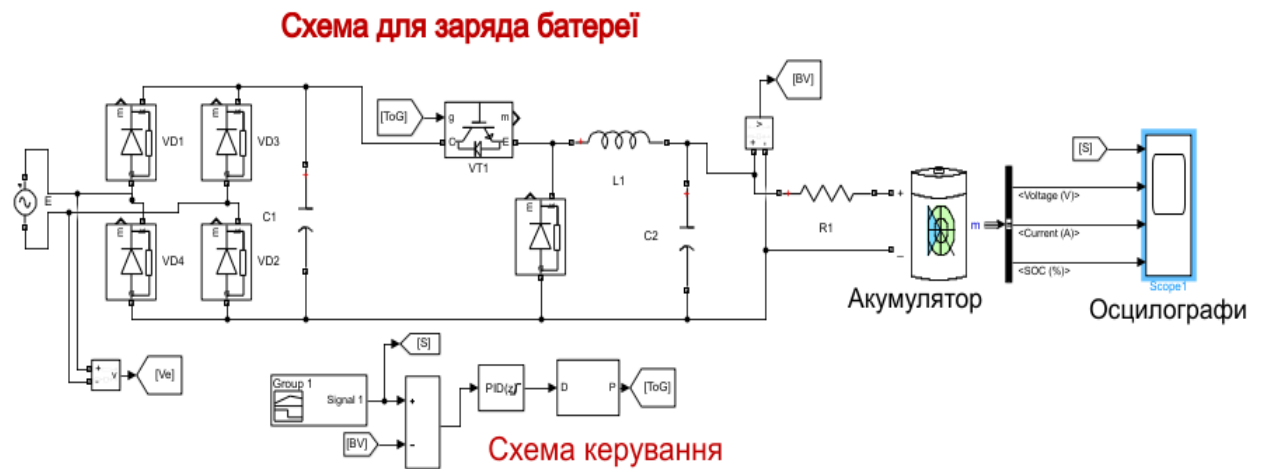


Рисунок 3.5. Симулінк-модель пристрою для зарядження батареї.

Модель складається з випрямляча на чотирьох діодах і понижуючого ППН. Для управління IGBT транзистором використовується схема керування, яка задає певне значення коефіцієнта.

3.6. Модель резервного живлення електроприводу шлагбауму від акумуляторної батареї.

Данна робота є комплексною, і в першій частині роботи, що розробляв інший дипломник, був розроблений пристрій для живлення двигуна АШ від однофазної мережі. Модель цього пристрою приведена на рис. 3.9. Вона складається з однофазного випрямляча змінного струму і трифазного інвертора з прямокутною формою вихідної напруги. При відключенні змінної напруги пристрій переходить у резервний режим. При цьому випрямляч відключається від інвертора, а до інвертора підключається літєва батарея через перетворювач постійної напруги (ППН). ППН потрібен для підвищення напруги від 48 В до 220 В.

Живлення асинхронного двигуна від 3-фазного інвертора

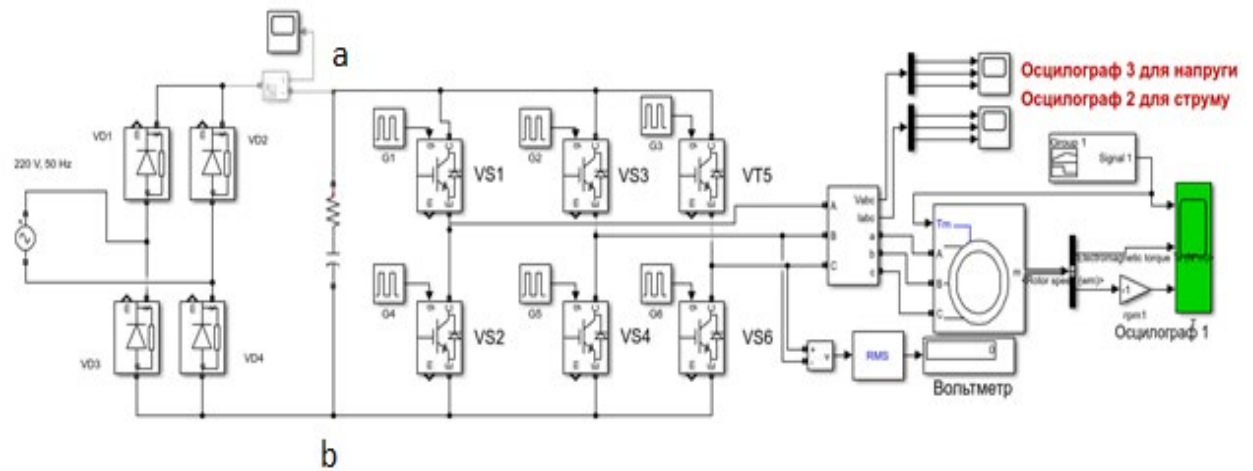


Рисунок 3.6. Модель перетворювача для живлення електроприводу переїзного шлагбаума від мережі 220 В

Схема випрямляча – мостова, на діодах VD1-VD4. Інвертор на IGBT транзисторах VS1-VS6. Управляючі імпульси на транзистори подаються від генераторів. Вихідна напруга 220 В, 50 Гц. Двигун - AIP 56B4Б змінного струму на напругу 220В, потужністю 0,18 кВт, 1350 обертів за хвилину. Згідно проведених розрахунків, номінальний струм двигуна – 2,65 А.

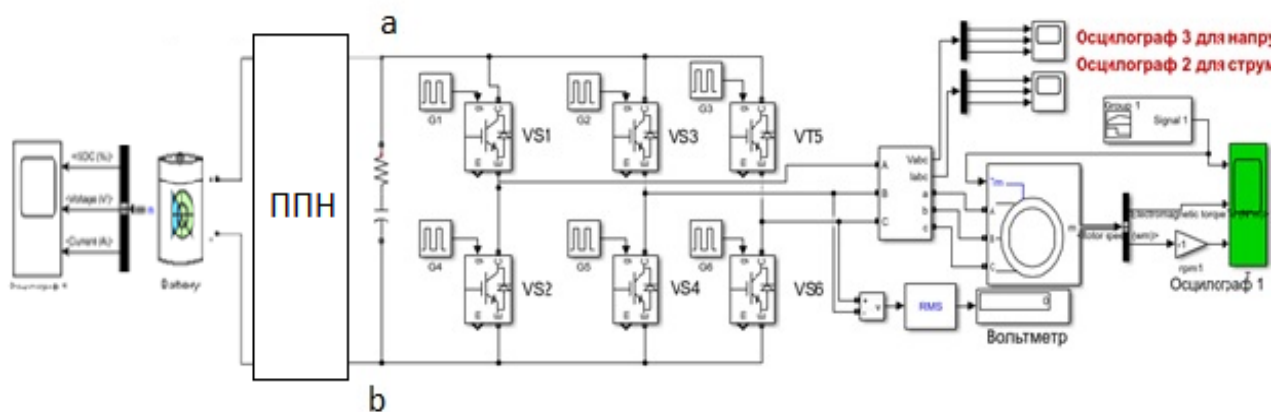


Рисунок 3.7. Модель перетворювача для живлення електроприводу переїзного шлагбаума від акумуляторної батареї. ППН – перетворювач напруги для збільшення напруги від напруги акумулятора (48 В) до 220 В.

3.7.Результати моделювання зарядження батареї.

Результати моделювання зарядження батареї наведено на рис. 3.8. Заряд акумулятора збільшився за 5 с від 50 % до приблизно 50.23 %.

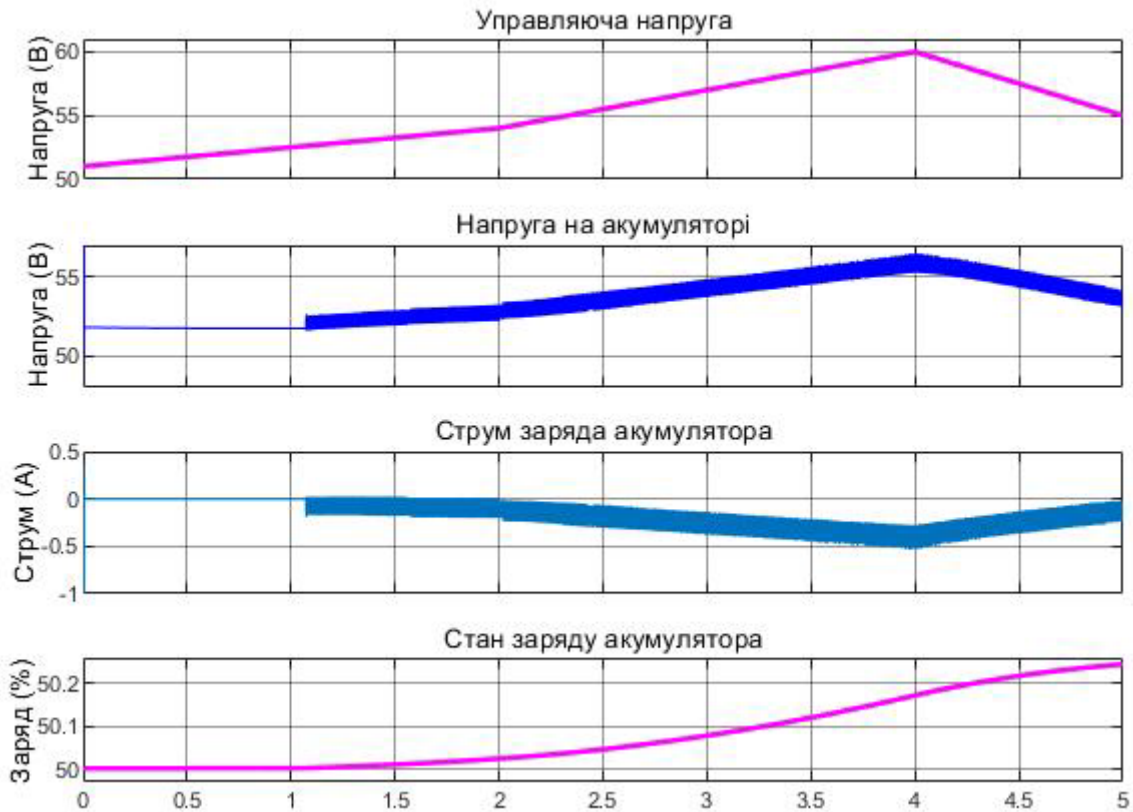


Рисунок 3.8. Результати моделювання зарядження батареї.

3.8.Результати моделювання розрядження акумуляторної батареї при роботі на трифазне навантаження.

Результати моделювання розрядження акумуляторної батареї при роботі на електропривод шлагбаума приведено на рис. 3.8. Як видно з рисунку в процесі розрядження батареї після перехідного процесу 0,5 с напруга і струм батареї були практично не змінними. Моделювання проводили на протязі 5 с Заряд акумулятора зменшився за цей час від 50 % до приблизно 45.6 %.

На рис. 3.10 наведено часові залежності трифазного струму на трифазному навантаженні.

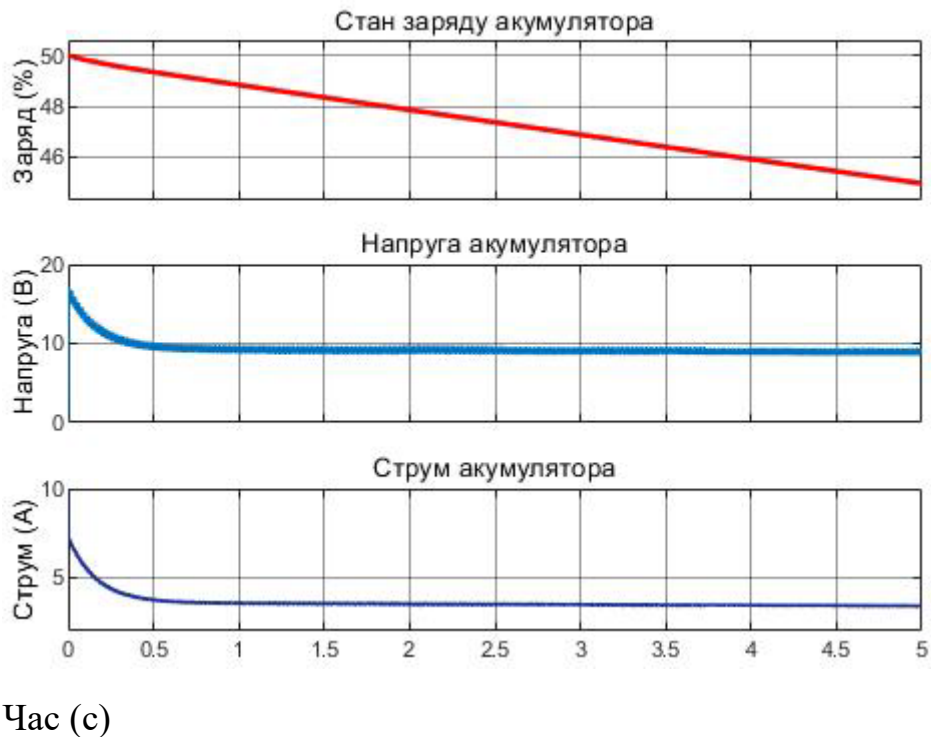


Рисунок 3.9. Результати моделювання розрядження акумуляторної батареї при роботі на трифазне навантаження.

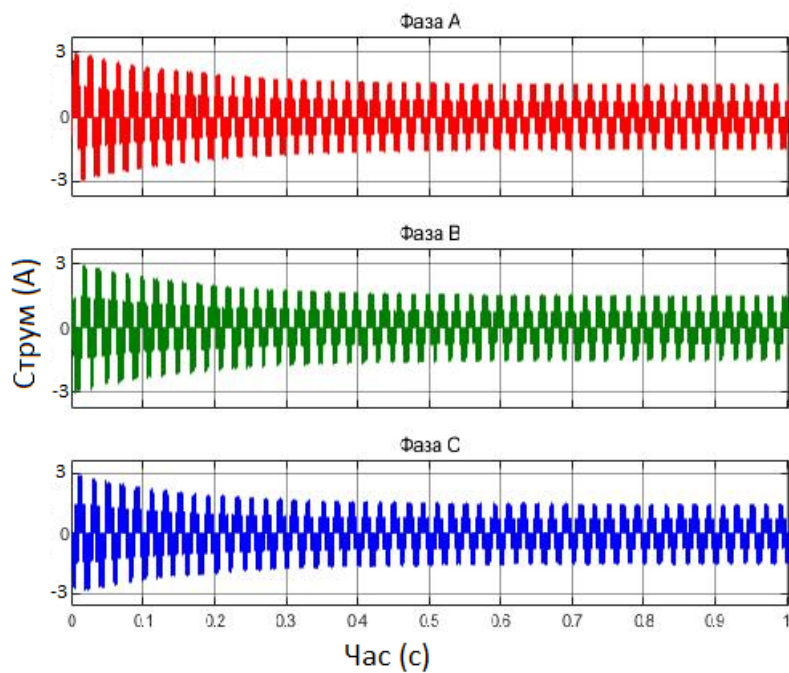


Рис. 3.10. Трифазний струм на виході АІН при живленні від батареї.

1. Найбільш поширеними на залізницях України є шлагбауми типу ПАШ-1 у яких застосовуються електродвигуни типу АИР 56 В4Б з напругою живлення змінним струмом 220 В, 50 Гц, 220/380 В; 0,18 кВт; 1350 об/хв з електромагнітною муфтою з напругою живлення постійним струмом (12 ± 1) В.
2. Суттєвим недоліком існуючої схеми є відсутність резервного живлення, що є важливим для віддалених шлагбаумів де можуть виникати тимчасові проблеми з електропостачанням. Також такі ситуації виникали на залізницях внаслідок військових дій.
3. Проблема, що розглядається є комплексною. В даній роботі розглянуто тільки резервне живлення.
4. Розроблено моделі роботи літєвої акумуляторної батареї в режимі зарядження і розрядження при живленні електроприводу переїзного шлагбауму.
5. Проведено моделювання і отримано залежності струму, напруги на батареї і стану заряду батареї в процесі функціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Возняк О. М., Гаврилюк В. І. Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах. Монографія / За заг. ред. В. І. Гаврилюка; Дніпровський нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2019. 283 с. ISSN 978-966-8471-89-6.

2. Правила технічної експлуатації залізниць України: наказ № 258 від 25.07.2006, зареєстр. в Мін-ві Юстиції України від 25.10.2006 р. від № 1143/13017. – Мінпаливенерго України, 2006.

2. ЦШ - 0042: Пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Технологія обслуговування. Наказ № 347-ЦЗ від 26.04.2006. – Міністерство транспорту: Київ – 2006.

3. ЦШ - 0060: Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Наказ № 090-ЦЗ від 07.10.2009. – Міністерство транспорту: Київ – 2009.

4. ЦШ - 0095: Інструкція з улаштування та експлуатації переїздів. Технологія обслуговування. Наказ № 469 від 12.07.2002. – Міністерство транспорту: Київ – 2002. –

7. Блок безперебійного живлення: призначення та специфіка роботи побутового ДБЖ [Електронний ресурс]. Режим доступа: <http://teplolife.com.ua/blok-bezpererbijnogo-zhivlennya-priznachennya-ta-spetsifika-roboti-pobutovogo-dbzh/>

8. Havryliuk V. I. Improving the positioning accuracy of train on the approach section to the railway crossing / V. I. Havryliuk, O. M. Voznyak, V. V. Meleshko // Наука та про-грес транспорту. – 2016. – № 1 (61). – С. 9–18. (doi: 10.15802/stp2016/ Перелік фа-хових видань, Index Copernicus, РИНЦ).

3. 15. Патент UA №93602 МПК B61L 29/00 Спосіб запобігання загрозі безпеки руху у межах залізничного переїзду / Возняк О. М., Гаврилюк В. І.; заявник Возняк О. М. – u2014 04253; заяв. 22.04.2014, опублік. 10.10.2014 Бюл. №19.

16. Гаврилюк В. І. Підвищення безпеки пристроїв переїзної сигналізації з інтелектуальною обробкою контрольованих параметрів. / В. І. Гаврилюк, О. М. Возняк // Безпека руху і наукові засади експертних досліджень транспортних пригод та ін-женерних споруд: Тези Міжнародної науково-практичної конференції імені засновника судової залізнично-транспортної експертизи, доктора технічних наук Сокола Едуарда Миколайовича (Львів 09–11 вересня 2015 р.). Дніпропетровськ: ДПТ, 2015. – С. 38–39.

20. Гаврилюк В. И. Повышение безопасности движения на железнодорожных переездах путем организации дополнительного контроля параметров движения поезда / В. И. Гаврилюк, Д. А. Василишин, В. В. Мелешко, О. М. Возняк // Современные информационные и коммуникационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании: Тезисы IX Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 16–17 декабря 2015 г.). – Дніпропетровськ: ДИИТ, 2015. – С. 18.

22. Гаврилюк В. И. Повышение безопасности движения поездов на железнодорожных переездах / В. И. Гаврилюк, О. М. Возняк // Безпека та електромагнітна сумісність на залізничному транспорті: тези VII Міжнар. науково-практичної конф., 16–19 лютого 2016 р., с. Розлуч. – Дніпропетровськ: ДПТ, 2016. – С. 21.

23. Vladimir Havryliuk. Level crossing activation time prediction in dependence on the train real speed Archives Transport System Telematics, 2018.

24. Havryliuk V. Determining a Train Location at Level Crossing Approach Section by Track Circuit Input Impedance Processing Using ANN //IEEE EUROCON 2021-19th International Conference on Smart Technologies. – IEEE, 2021. – С. 554-559.

25. V. Havryliuk, "Model of Propagation of Traction Current Harmonics from Trains to a Track Circuit Receiver." 2021 Asia-Pacific International Symposium on Electromagnetic Compatibility (APEMC). IEEE, 2021, pp. 1-4.

26. V. Havryliuk, "Fault Detecting of Turnouts Using DWT and ANN," 2021 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES),