

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

До захисту «ДОПУЩЕНО»
Завідувач кафедри
к.ф.-м.н., Т.М. Заяць

"10" серпня 2021 р.

Кваліфікаційна бакалаврська робота

з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації, напряму підготовки 171 –
Електроніка

на тему **"ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ"**

Виконав: студент IV курсу, групи ЕС


Скрипинець Ерік Іванович
(прізвище, ім'я, по-батькові)


(підпис)

Керівник к.ф.-м. н, доц. Заяць Тарас Михайлович
(вчене звання, ПІБ, посада)


(підпис)

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

Студент 

Ужгород 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою, доц.

(Заяць Т. М.)

“_06_”_жовтня_2020 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
студенту Скрипинцю Еріку Івановичу

Тема роботи: “Пристрій захисту споживачів електроенергії” .

Затверджена на засіданні кафедри (протокол № 3 від «06» жовтня 2020 р.)

Термін закінчення роботи: 10 червня 2021 року.

Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів пристроїв захисту споживачів електроенергії
Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту проектування.

2. Забезпечити наступні характеристики пристрою захисту споживачів електроенергії: Напруга живлення: 220 В; 50 Гц. Вихідна потужність/на канал, не менше 1.0 Вт. Навантаження на виході 50 Ом. Коефіцієнт нелінійних спотворень, не більше 1%. Чутливість входу, не менше 100 мВ. Вхідний опір, не менше 10 кОм

3. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ.

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування.

2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень поставленого завдання.

3. Проектно-конструкторський розділ.

3.1 Розробка структурної схеми;

3.2 Розробка електричної принципової схеми;

3.3. Розрахунки режимів роботи елементів принципової схеми, вибір елементів

4. Висновки.

5. Перелік посилань.


6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

6.1. Структурна (функціональна) електрична схема


6.2. Електрична принципова схема.


6.3. Перелік елементів.

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
Н. контроль	доц. Спесивих О.О.		

Дата видачі завдання 12 жовтня 2020 року.

Керівник роботи  (доц. Заяць Т.М.)

Завдання прийняв на виконання  (Срипинець Е.І.)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2020 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2021 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2021 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2021 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2021 року	
6.	Оформлення кваліфікаційної бакалаврської роботи.	до 10.06.2021 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент  (Срипинець Е.І.)

Керівник роботи  (доц. Заяць Т.М.)

Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
на тему:

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Студента групи ЕС: Скрипинець Ерік Іванович

()

Керівник проекту: доц. Заяць Тарас Михайлович

()

Ужгород – 2021

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій захисту споживачів електроенергії Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Скрипинець Е.І.				У	4	40
Перевірив		Заяць Т.М.				УжНУ, ІТФ, 4 курс група ЕС		
Т. контр.								
Н.Контр.		Спесивих О.О						
Затв.		Заяць Т.М.						

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота: сторінок – 40, рисунків – 14, формул – 29, таблиць – 1, джерел літератури – 8.

Об'єкт розробки — пристрій захисту від коливань напруги мережі.

Мета роботи - огляд і аналіз аналогів об'єкту проектування та розробка структурної схеми, принципової схеми та іншої графічної документації до пристрою.

Метод дослідження - проектування, розрахунки, виготовлення графічної документації.

В бакалаврській роботі описані аналоги проектного пристрою, приведені основні технічні характеристики; розглянуто тенденції розвитку.

Робота включає структурну та принципову схеми, розрахунки номіналів елементів пристрою.

Ключові слова; КОЛИВАННЯ НАПРУГИ, МІКРОКОНТРОЛЕР, LCD ДИСПЛЕЙ.

Зміст

Вступ.....	5
1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень.....	6
1.1. Аналоги об'єкта проектування	16
2. Проектно – конструкторський розділ.....	25
2.1. Синтез структурної схеми пристрою	25
2.2. Опис роботи принципової схеми пристрою	26
2.3. Розрахунок окремих блоків пристрою.....	30
Висновки.....	39
Список літератури.....	40

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пристрій захисту споживачів електроенергії Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Скрипинець Е.І.				У	4	40
Перевірив		Ваяць Т.М.				УжНУ, ІТФ, 4 курс група ЕС		
Т. контр.								
Н.Контр.		Спесивих О.О						
Затв.		Ваяць Т.М.						

ВСТУП

Технічні умови експлуатації багатьох дорогих електронних пристроїв не допускають низькі показники якості електроенергії живлячої споживчої мережі. Реально ж пікові кидки напруги в мережі змінного струму за результатами вимірювань досягають від 160 В мін. до 280 В макс. Причини цього криються як в екстремальних режимах роботи електростанцій, так і в стані споживчих мереж. Через останній чинник бувають випадки тривалого живлення мережі напругою більше 300 В. Складна аналогово-цифрова апаратура, особливо зарубіжного виробництва, не має ніякого захисту від дії подібних чинників. Звідси несподівані відмови в роботі.

Пікові кидки напруги живлячої мережі не реєструється звичайними засобами вимірювань. Сплеск напруги тривалістю менше 500 мс не затухає в блоці живлення електронного пристрою, проникає у функціональну схему, призводить до збою роботи, а часто і до повної відмови.

Неприпустимі зміни напруги в мережі в значних межах від номіналу призводять до виходу з ладу побутової техніки. Так, зменшення напруги нижче норми для холодильника грозить тим, що двигуну може не вистачити пускового моменту і його обмотка згорить. Збільшення напруги призводить до збільшення струму, що протікає через навантаження, що також призведе до виходу його з ладу. Обрив нейтралі на підстанції може підвищити напругу в мережі до величезної напруги в 380 В, яку не витримає жодна побутова техніка.

Для джерел живлення радіоелектронної апаратури побутового призначення розробники зазвичай закладають допуск на граничну зміну напруги в мережі. В Україні гранично допустиме значення усталеного відхилення напруги на виводах приймачів електричної енергії згідно ГОСТ 21128 - 83 повинно відповідати $\pm 10\%$ від номінальної напруги електричної мережі 220 В. На жаль, у ряді районів країни вона виходить і за ці межі. У цій ситуації апаратуру краще відключити.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень

Загальні відомості

Стрибки напруги в мережі - дуже короткі сплески електричної енергії, які можуть пошкодити електричні кола всередині техніки та електроніки.

Стрибки напруги можуть знищити не тільки техніку і електроніку, але вони можуть зіпсувати електричні розетки, вимикачі, лампочки, компоненти кондиціонера, електричні каміни і інші енергозалежні системи. Пристрої захисту від стрибків напруги можуть запобігти збитку від великих сплесків напруги.

Є два типи пристроїв захисту від стрибків напруги:

1. Пристрої захисту від перенапруг, які встановлюються стаціонарно в розподільному щитку електропостачання на вході в квартиру або будинок.

2. Використання переносних пристроїв захисту від перенапруг (адаптери та вилки), що включають в себе тип мережевих фільтрів, що підключаються штекером в розетку.

Для типової квартири або будинку, багато експертів рекомендують мінімальний мережевий захист від стрибків напруги, що складається з одного пристрою захисту від перенапруг, який здатний захистити всі типи вхідних ліній (електричні, телефон), або окремі пристрої захисту від перенапруг на кожен вхідну лінію. Захист вхідних електричних ліній може бути розташований на головній панелі електричного лічильника.

На всіх дорогих електронних приладах і обладнанні, які є чутливими до стрибків напруги, такі як телевізори, відеомагнітофони, стереосистеми та комп'ютери рекомендується використання пристроїв захисту від перенапруг з фіксованою напругою (стабілізатори).

Уразливі пристрої можна визначити по цифрових дисплеях (електронні кнопки, електронні годинники). Якщо пристрій має й інші дроти підключених до нього (наприклад, телефонні лінії, кабельне ТБ, кабель антени або кабель супутникової тарілки), ці дроти та кабелі повинні проходити через точку пристрою захисту від перенапруг, також забезпечити захист всіх ліній.

Чому краще мати дві багаторівневі системи захисту від сплесків напруги?

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Об'єднавши основний пристрій захисту з використанням мережевих фільтрів на всій чутливій електроніці, створюється краща система захисту.

Використання пристрою захисту на вході електропостачання будинку забезпечує захист для всієї електричної системи. Вони захищають такі речі, як двигуни, освітлення, розетки і вимикачі, та всі інші електричні та електронні предмети в будинку, які не можуть бути підключені через переносні пристрої захисту від перенапруги.

Якщо стрибок напруги створюється ударом блискавки, пристрої захисту можуть зменшити стрибок напруги на нижньому рівні, перш ніж він добереться до точки з використанням пристрою захисту від перенапруг.

Незалежно від пристрою для захисту від перепадів напруги, його ефективність буде знижуватися на 50 відсотків при кожному випадку перепаду напруги. Так, якщо при першому перепаді напруги ефективність знизилася на 50 відсотків і склала 50 відсотків, другий перепад напруги призведе до зниження ефективності до 25 відсотків, а при третьому перепаді ефективність складе всього лише 12,5 відсотків від початкового значення. Також, не всі пристрої захисту попереджають власників про те, що вони вже піддавалися перепадам напруги, і що їх ефективність стала помітно нижче. Тому неможливо точно знати, коли прийшла пора замінити пристрій для захисту.

Мінімальний захист

Короткочасні сплески напруги амплітудою до 1 кВ і тривалістю 1 - 10 мікросекунд трапляються в мережі досить часто. Звичайно, на великі побутові прилади на зразок холодильника або пральної машини такі зміни напруги фактично не впливають. А ось електроніка більш чутлива до перепадів напруги, навіть короткочасних. Щоб вона не постраждала, "на вході" варто встановити додаткові фільтри, що містять пасивні індукційно-конденсаторні (LC) ланцюга і такі електронні елементи захисту, як варіатори і само відновлювальні запобіжники. Такі пристрої прості і виглядають як подовжувачі на кілька розеток з вимикачем, індикатором і фільтром. Їх також часто називають фільтри-подовжувачі. Зазвичай вони застосовуються для підключення комп'ютерів, аудіо-, відео- і телеапаратури.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Фільтри згладжують невеликі коливання напруги, але от захистити від великих кидків навряд чи зможуть. До того ж мережеві фільтри непридатні для захисту електротехніки з високими пусковими струмами на старті - холодильників, посудомийних і пральних машин.

Стрибки напруги

Куди більш небезпечніше короткочасних сплесків повне відключення електроенергії і подальша її поява. Трапляється, що при подачі напруги після відключення вона подається з набагато більшою амплітудою, то побутова техніка, яка має електродвигуни, наприклад холодильник, виходить з ладу. Причина перегорання двигунів полягає в тому, що при раптовому відключенні, а потім включенні електрики техніка споживає значні стартові струми. Тому багато сучасних холодильників оснащені пристроями з так званим гістерезисом включення. Тобто якщо напруга пропадає, подальше включення здійснюється з невеликою затримкою. Якраз такого часу вистачає, щоб напруга в мережі стабілізувалася.

Але такого захисту може виявитися недостатньо. Тому варто встановити стабілізатори напруги. Вони призначені для захисту обладнання від нестабільної подачі електроенергії, високочастотних перешкод, високовольтних імпульсів і збоїв в мережі. Електрики радять при виборі стабілізатора не тільки підсумовувати потужність приладів, що потребують захисту, але також залишити запас ще в розмірі приблизно 20 - 30%, на випадок одночасного включення всієї техніки після зникнення електрики.

Для побутових цілей випускаються стабілізатори різної потужності - від 600 Вт до десятків кіловат. Для міської квартири, де напруга в мережі відносно стабільна, підійдуть малопотужні стабілізатори. Для захисту будинку від частих коливань напруги, що дуже часто спостерігається в селах і передмістях, найкраще встановити стабілізатор потужністю більше 10 кВт.

Захист комп'ютера

Перебої в подачі електрики найстрашніше для комп'ютерної техніки. Мало того що при постійному "миганні" електрики комп'ютер може згоріти, так ще й

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

потрібно буде відновлювати інформацію після чергового відключення електрики. Щоб уникнути цих неприємностей, слід встановити джерело безперебійного живлення (UPS). Сьогодні легко знайти недорогі UPS, які дозволяють при пропажі електрики коректно зберегти інформацію і вимкнути комп'ютер.

Мережеві фільтри.

Мережеві фільтри не можуть забезпечити достатнього захисту від частих перепадів напруги. Можна вдаватися до допомоги мережевого фільтра, але по суті, він є лише запобіжником - згорає при різкому стрибку напруги. У цьому випадку необхідно купувати новий. У разі пониження напруги мережевий фільтр взагалі не спрацьовує, що негативно впливає на підключену техніку. Але є більш ефективний спосіб захисту техніки - це стабілізатори напруги - багаторівнева система захисту обладнання, яка виправляє будь-які перепади напруги і працює багато років.

Стабілізатори напруги.

Стабілізатори напруги - пристрої, призначені для підтримки на певному рівні напруги у себе на виході при значних коливаннях напруги на вході, що захищає електричне обладнання від нестабільної подачі електроенергії, перепадів напруги, високочастотних перешкод, високовольтних імпульсів і збоїв в мережі. Стабілізатори напруги можуть застосовуватися в промислових і побутових мережах електропостачання з номінальною напругою 220 (380) V.

Застосування стабілізаторів напруги допоможе заощадити на ремонті і заміні пошкодженого через стрибки і перепади напруги електроустаткування і побутових електроприладів, а також вирішити проблеми в збоях їх роботи. Аварійний стрибок - і стабілізатор відключить внутрішню мережу від джерела напруги, що стала небезпечною. Напруга прийшла в норму - стабілізатор відновить електропостачання.

Переваги стабілізатора:

- Захищає від серйозних стрибків напруги, виправляє її перепади;
- Усуває електромагнітні перешкоди;
- Захищає від наслідків короткого замикання в мережі (а вони можуть бути серйозними);

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- захищає телефонне / модемне / факсове з'єднання (запобігає появі шумів і розривів з'єднання);
- Може мати LCD-/ РК-екран або світлодіодні індикатори для контролю системи;
- Стабілізатор середньої потужності може коштувати приблизно як звичайний мережевий фільтр.

Стабілізатор забезпечує:

- стабілізацію вихідної напруги на рівні 220 В з невеликим відхиленням, припустимим за ДСТУ;
- роботу у всьому діапазоні навантажень від х. х до Рн. макс;
- захисне відключення споживачів при аварійному підвищенні вхідної напруги з наступним автоматичним підключенням навантаження при зниженні вхідної напруги до робочого рівня;
- захист від короткого замикання й тривалого перевантаження на виході; режим «транзит»;
- захист споживачів від перенапруги в режимі «транзит» у діапазоні напруг 253–263 В;
- тепловий захист автотрансформатора в інтервалі температур 75–98° С;
- нормоване (4,5–7,5 с) відключення споживачів при короткочасному зникненні живильної мережі (виключає ушкодження імпульсних джерел живлення споживачів);
- час реагування на зміну вхідної напруги становить 20 мс;
- стабілізатор напруги вольтодобавчого типу складається з автотрансформатора з виводами, потужних симисторних ключів і контролера напруги;
- стабілізатор виконаний за схемою автотрансформатора й не має гальванічної розв'язки;
- у процесі роботи контролер відслідковує зміни вхідної напруги й відповідно до результатів виміру перемикає силові ключі, підтримуючи постійний магнітний потік автотрансформатора й стабільну вихідну напругу стабілізатора;
- стабілізатор не вносить перекручування у форму вхідної напруги.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- оптимальний режим роботи електроприладів.

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ або UPS)

Для забезпечення високої якості електропостачання, захисту електронної апаратури від виходу з ладу, а також щоб забезпечити безперебійне живлення були спеціально розроблені і створені пристрої джерела безперебійного живлення (ДБЖ). В іноземній літературі такі пристрої називаються UPS.

За своїми технічними даними ДБЖ працює і як акумулятор. Під час своєї роботи UPS накопичує електроенергію. У разі відсутності подачі струму із зовнішніх електромереж пристрій здатний автономно забезпечити протягом певного часу (до повної розрядки) безперебійне живлення для роботи техніки.

Сучасні ДБЖ також здатні виконувати і додаткові функції, наприклад стабілізатора електроенергії. Сучасні цифрові пристрої захищають обладнання від перевантажень і перегорання, вирівнюючи і стабілізуючи силу струму в мережі.

Джерела безперебійного живлення - незамінні помічники не тільки в офісі або квартирі, але і в приватному будинку. При частому вимкненні електрики UPS забезпечить комфортність вашого життя і безперервність опалення. Найчастіше використовують джерела безперебійного живлення для котлів. Електрична частина газових і дизельних котлів споживає невелику кількість електроенергії. Щоб забезпечити для них безперебійне живлення раціональніше використовувати джерело безперебійного живлення для котлів, а не електрогенератори. ДБЖ має ряд переваг: високий коефіцієнт надійності, великий період експлуатації, безшумність і простота підключення. Джерело безперебійного живлення для котлів може працювати в автономному режимі досить довгий час. В ДБЖ вбудований акумулятор для живлення комп'ютера у разі відключення електроенергії, в іншому, функціонал пристроїв однаковий.

Показники якості електроенергії

Електроприлади та обладнання призначені для роботи в певному електромагнітному середовищі. Електромагнітним середовищем прийнято вважати систему електропостачання і приєднані до неї електричні апарати та обладнання, пов'язані кондуктивно і які створюють в тій чи іншій мірі перешкоди, що негативно впливають на роботу один одного. При можливості

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

нормальної роботи обладнання в існуючому електромагнітному середовищі, говорять про електромагнітну сумісність технічних засобів.

Єдині вимоги до електромагнітного середовища закріплюють стандартами, що дозволяє створювати устаткування і гарантувати його працездатність в умовах, що відповідають цим вимогам. Стандарти встановлюють допустимі рівні перешкод в електричній мережі, які характеризують якість електроенергії і називаються показниками якості електроенергії.

До основних показників якості електричної енергії, визначених Держстандартом відносяться:

- відхилення напруги, пов'язані з графіком роботи навантаження;
- коливання напруги при різкозмінному характері навантаження;
- несиметрія напруг у трифазній системі при несиметричному розподілі навантаження по фазах;
- несинусоїдальність форми кривої напруги при нелінійному навантаженні;
- відхилення фактичної частоти змінної напруги від номінального значення в сталому режимі роботи системи електропостачання;
- провали напруги - раптове і значне зниження напруги (менше 90% $U_{ном}$) тривалістю від декількох періодів до кількох десятків секунд з наступним відновленням напруги;
- тимчасові перенапруги - раптове і значне підвищення напруги (більше 110% $U_{ном}$) тривалістю більше 10 мілісекунд;
- імпульсні перенапруги - різке підвищення напруги тривалістю менше 10 мілісекунд, що досягають тисяч вольт.

Причин, що викликають погіршення показників якості безліч. Деякі з них: аварії на подаючій підстанції, к.з. в розподільній мережі, грозові і комутаційні обурення, нерівномірність розподілу навантаження по фазах, різкі скиди електроенергії, спрацьовування засобів захисту та автоматики, електромагнітні та мережеві обурення, пов'язані з роботою потужного навантаження.

Держстандарт встановлює два види норм для показників якості електроенергії: нормально-допустимі і гранично-допустимі. Розглянемо, на

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

прикладі відхилення напруги від номінальних значень, чим загрожує електроустаткуванню вихід за допустимі значення (див. табл. 1.1) [1].

Таблиця 1.1.

Вплив відхилення напруги на електрообладнання

Електрообладнання	Зниження на 10% від $U_{ном}$	Перевищення на 10% від $U_{ном}$
Асинхронні двигуни Момент двигуна змінюється пропорційно квадрату напруги	Момент двигуна зменшується на 19%. Температура підвищується на 7 С. Збільшується час пуску. Ковзання підвищується на 27,5%, струм ротора - на 14%, струм статора 10%.	Збільшений момент двигуна служить причиною перевантаження валів, ремінних передач, збільшується пусковий удар. Пусковий струм підвищується на 12%, обертовий момент на 21%, коефіцієнт потужності знижується на 5%.
Освітлювальні прилади (лампи розжарювання, люмінесцентні, інфрачервоні, ртутні, газонаповнені, баластні опори, стартери, конденсатори) Термін служби ламп розжарювання змінюється пропорційно напрузі в ступені 13,1, світловіддача - 3,4, світловіддача на 1 кВт-год - в ступені 1,8	Для нормального освітлення потрібно на 30% більше ламп розжарювання, на 15% - люмінесцентних. Світловий потік знижується на 10%.	Термін служби ламп розжарювання знижується в 2,5 рази. Зростає температура баластних опорів, інфрачервоні джерела світла збільшують виділення тепла на 21%.
Електронна апаратура Термін служби електронних компонентів скорочується в 4 рази. Виникають помилки цифрової техніки. Виходить з ладу програмне забезпечення.	Тиратрони виходять з ладу протягом декількох хвилин	Згорають мережеві фільтри, блоки живлення, адаптери

Коливання напруги оцінюються:

Розмахом зміни напруги, % - відношенням різниці між наступними один за одним екстремумами (або екстремуму і горизонтальної ділянки) U_i і $U_i + 1$ огибаючої амплітудних значень напруги до номінального значення напруги;

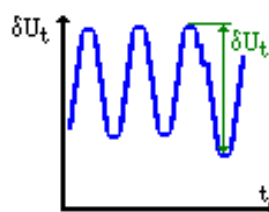


Рис.1.1. Розмах зміни напруги.

$$\delta U = \frac{|U_i - U_{i+1}|}{\sqrt{2} \cdot U_{ном}} 100 \quad (1.1)$$

дозою коливання напруги, $(\%)^2$

$$\psi = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^t \sum q_f^2 \cdot \delta U_f^2 \cdot dt \quad (1.2)$$

де q_f - коефіцієнт приведення дійсних розмахів змін напруг до еквівалентних;
 θ - інтервал часу усереднення, рівний 10 хв; $d U_f$ -діюче значення розкладання складових в ряд Фур'є змін напруги.

Коливання напруги додатково оцінюються допоміжними параметрами:

1) частотою зміни напруги, 1/с

$$F = m / T \quad (1.3)$$

де m - число змін напруги за час T .

2) інтервалом часу між змінами напруги

$$\Delta t = t_{i+1} - t_i \quad (1.4)$$

де t_{i+1} , t_i - початкові моменти наступних один за одним змін напруги, с.

3) глибиною провалу напруги, %

$$\delta U_{п} = \frac{U_{ном} - U_{min}}{U_{ном}} 100 \quad (1.5)$$

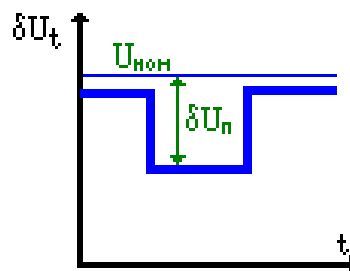


Рис.1.2. Глибина провалу напруги.

де U_{min} - мінімальне значення напруги протягом провалу напруги, В.

4) інтенсивністю провалів напруги, %

$$m_* = \frac{m(\delta U_{п}, \Delta t_{п})}{M} 100 \quad (1.6)$$

де m ($d U_{п}$, $D_{тп}$) - число провалів за розглянутий інтервал часу T ; M - сумарне число провалів напруги за розглянутий інтервал часу T .

5) тривалість імпульсу напруги за рівнем половини її амплітуди, мкс

$$\Delta t_{\text{имп}0,5} = t_{\text{к}} - t_{\text{н}} \quad (1.7)$$

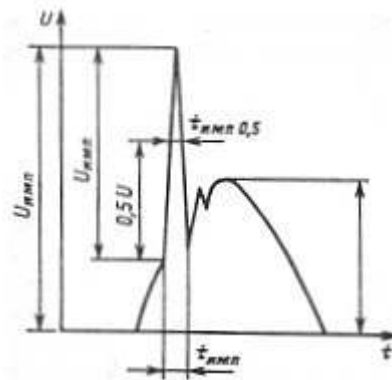


Рис.1.3. Тривалість імпульсу напруги за рівнем половини її амплітуди.

Допустимі значення коливань напруги визначаються за кривою на малюнку в залежності від частоти їх повторення або інтервалу між наступними змінами; крива отримана експериментально шляхом дослідження реакції людини на періодичні мигання освітлювальних установок. Ступінь роздратування органів зору людини залежить від значень і частоти миготінь світильника. Найбільш неприємний психологічний ефект, стомлення зору й організму людини викликає миготіння світла з частотою 3-10 Гц, тому припустимі коливання напруги в цьому діапазоні мінімальні: не більше 0,5%.

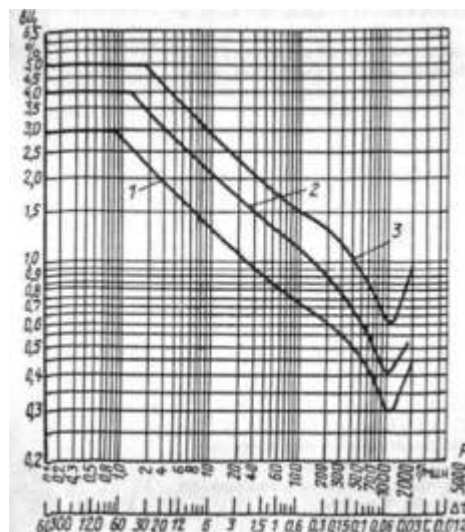


Рис.1.4. Допустимі значення коливань напруги.

1.1. Аналоги об'єкта проектування

В роботі [2] описаний автомат (рис. 1.5), який контролює стан електричної мережі і автоматично відключає і включає навантаження. Навантаження включатиметься в роботу тільки при нормальному стані електричної мережі.

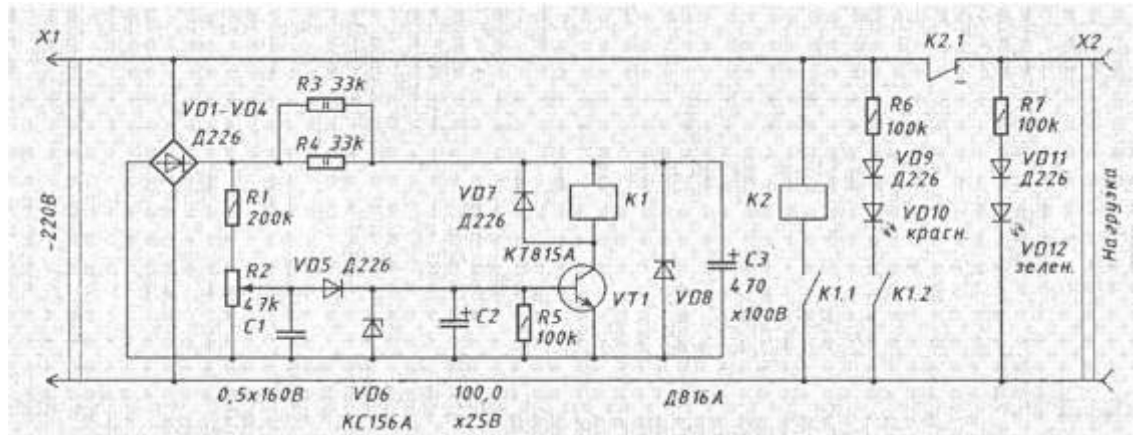


Рис. 1.5. Автомат захисту хатньої мережі від підвищення напруги [2]

Порогова схема живиться від мережі через гасячі резистори R3, R4 і діоди VD1...VD4. Стабілітрон VD8 служить для стабілізації напруги живлення схеми. Змінна напруга з мережі, поступає через діодний мостик VD1...VD4 на дільник R1, R2. З двійка резистора R2, який встановлює напругу спрацювання пристрою, управляюча напруга подається через діод VD5 на базу транзистора VT1. Стабілітрон VD6 служить для захисту транзистора від великої напруги. При напрузі в мережі, що більша норми, напруга на базі транзистора підвищується, він відкриває і включає реле K1. Контакти K1.1 замикаються, спрацьовує реле K2 і відключає контактами K2.1 навантаження.

Після відновлення напруги в електричній мережі реле K1 знеструмлюється, відключає реле K2, яке контактами K2.1 включає навантаження.

Світлодіоди VD10, VD12 служать для індикації стану пристрою.

Пристрій захисту апаратури від коливань напруги в мережі

Запропонований в роботі [3] пристрій автоматично спрацьовує при напрузі в мережі меншій 170 В і більшій 242 В і відключає навантаження від мережі. Завдяки застосуванню могутнього реле до нього можна підключати навантаження, яке споживає струм в декілька ампер.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Схема пристрою показана на рис. 1.6.

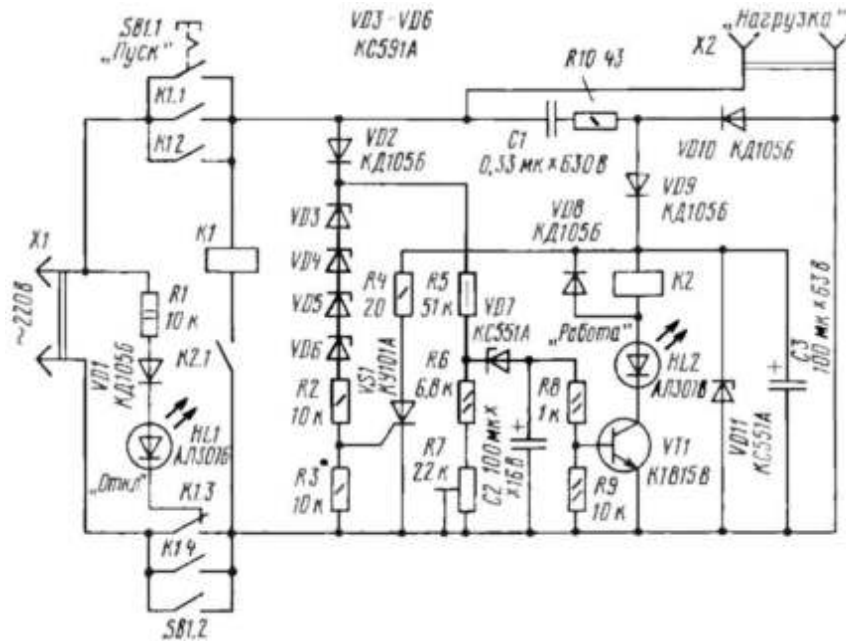


Рис. 1.6. Пристрій захисту апаратури від коливань напруги в мережі [3]

Після підключення пристрою до мережі всі контакти реле К1, окрім К1.3, знаходяться в розімкненому стані, світлодіод HL1 сигналізує, що навантаження відключене. Для підключення його до мережі необхідно короткочасно натиснути на кнопку SB1 "Пуск". Напруга, що поступає на пристрій захисту через гасячий конденсатор С1, випрямляється діодами VD9 і VD10, згладжується конденсатором С3 і після обмеження стабілітроном VD11 використовується для живлення реле К2, яке включає потужніше реле К1.

Одночасно напруга з мережі підводиться до діода VD2. Позитивні півхвилі випрямленої напруги поступають на ланцюжок із стабілітронів VD3 — VD6 і резистивний дільник R5 — R7. Якщо напруга в мережі буде більша 170 В, то поступаюча на конденсатор С2 через стабілітрон VD7 напруга виявиться достатньою, щоб відкрити транзистор VT1. В результаті спрацює реле К2 і його замкнуті контакти підключать реле К1 до мережі. Кнопку SB1 при цьому відпускають, і пристрій переходить в робочий режим. Світлодіод HL1 згасне, а світлодіод HL2 загориться — це сигнал про перехід пристрою в режим "Робота". Якщо ж напруга в мережі буде менша встановленого змінним резистором R7 рівня, то пристрій захисту до мережі не підключиться.

Коли напруга в мережі перевищить допустимий рівень, відкриється триністор VS1. Напруга, що поступає на реле K2 зменшиться до декількох вольт, і його контакти, що розімкнулися, відключать пристрій захисту і навантаження від мережі. При цьому знову загориться світлодіод HL1.

Для примусового відключення пристрою від мережі встановлено кнопку, що працює на розмикання послідовно з контактами K2.1 реле K2.

Пристрій захисту побутових приладів від коливань напруги в мережі

При виході напруги в мережі за встановлені при регулюванні межі пристрій, схема якого представлена на рис. 1.7, відключає від мережі навантаження і знову включає його через хвилину після відновлення нормальної напруги. Даний пристрій описаний в роботі [4]. Потужність навантаження не повинна перевищувати 2 кВт.

За допомогою випрямляча на діодах VD1, VD5 з "гасячим" конденсатором C1, отримують постійну напругу, пропорційну змінній в мережі. Вихідна напруга другого випрямляча ("гасячий" конденсатор C2, діоди VD2 і VD3), стабілізована стабілітроном VD4, живить всі вузли пристрою.

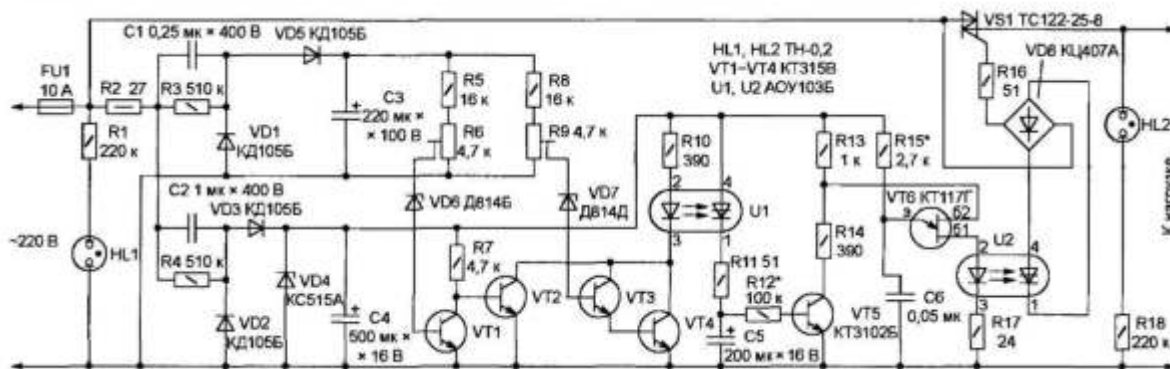


Рис. 1.7. Пристрій захисту побутових приладів від коливань напруги в мережі [4]

Движки змінних резисторів R6 і R9 встановлені таким чином, що при напрузі в мережі, що не виходить за межі 180...240 В, напруга, що знімається з першого з них, більша напруги стабілізації стабілітрона VD6, а з другого — менша напруги стабілізації стабілітрона VD7. В результаті транзистор VT1 відкритий, а VT2—VT4 — закриті і через випромінюючий діод оптрона U1 струм не тече.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Якщо напруга в мережі опустилася нижче 180 В, закритий транзистор VT1 і відкритий VT2. При напрузі вищій 240 В відкриті транзистори VT3 і VT4. В обох ситуаціях через випромінюючий діод оптрона U1 тече струм.

Виконавчим елементом, що підключає і відключає навантаження, служить симістор VS1. У ланцюг його управляючого електроду через резистор R16 і діодний міст VD8 включений диністор оптрона U2, що відкривається під дією імпульсів з частотою приблизно 4 кГц, що виробляються генератором на одноперехідному транзисторі VT6, в ланцюзі бази якого знаходиться випромінюючий діод оптрона U2. Генератор працює, якщо транзистор VT5 закритий. На симістор VS1 надходять відкриваючі імпульси, а на навантаження — напруга з мережі. Сигналізуючи про це, горить неонова лампа HL2.

Відкритий транзистор VT5, шунтуючи одноперехідний транзистор VT6, зриває генерацію. У цьому стані диністор оптрона U2 і симістор VS1 залишаються закритими, тому навантаження відключене від мережі, а лампа HL2 не горить.

Неонова лампа HL1 сигналізує про наявність напруги в мережі і про справність плавкої вставки FU1.

У момент подачі на захисний пристрій напруги з мережі через випромінюючий діод оптрона U1 протікає короткочасний імпульс струму. Диністор оптрона U1, відкрившись під дією імпульсу, залишається в цьому стані, поки струм зарядки конденсатора C5 не стане меншим струму закривання диністора. Транзистор VT5 відкритий завдяки струму розрядки конденсатора C5 через резистор R12. Процес розрядки займає 65...75 с, після чого транзистор VT5 закривається, починає працювати генератор імпульсів на транзисторі VT6 і на навантаження поступає напруга з мережі. Це нормальний робочий режим приладу.

При виході напруги в мережі за встановлені межі через випромінюючий діод оптрона U1 потече струм і буде відкритий диністор цього оптрона. Конденсатор C5 швидко зарядиться. Це призведе до відкриття транзистора VT5 і відключення навантаження від мережі. Таке технічне рішення знімає проблему багатократних помилкових включень і відключень навантаження при коливанні напруги в

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ

Арк.

19

мережі поблизу одного з граничних допустимих значень діапазону дозволених напруг. Конденсатор С5 заряджається повністю при першому ж найтривалішому виході напруги в мережі за встановлені межі. Повторні (до закінчення розрядки, що продовжується приблизно хвилину) перетини порогів призводять лише до дозаряджання частково розрядженого конденсатора і до продовження витримки. Цим забезпечена надійна комутація навантаження.

Пристрій захисту побутових приладів від аномальних напруг в мережі

Запропонований в роботі [5] автомат призначений для захисту побутових приладів, постійно включених в мережу (холодильників, телевізорів, відеомагнітофонів та ін.) від аномальної напруги в ній. Він відключає навантаження, якщо напруга виходить за безпечні для приладів межі, а також при її стрибках і провалах. Коли ж напруга повертається в задані межі, навантаження автоматично підключається до мережі приблизно через 2 хв.

Принципова схема автомата зображена на рис. 1.8. Пристрій містить два компаратори (мікросхема DA3), елемент АБО-НІ (DD1.2), таймер (DA4), електронне реле (DD1.4, VT2, K1), звуковий сигналізатор відключення навантаження (DD2, VT3, BF1) і два індикатори: нормальної напруги в мережі (VT1, HL2) і відновлення її після відключення навантаження (DD1.1, HL1), викликаного виходом напруги за встановлені межі.

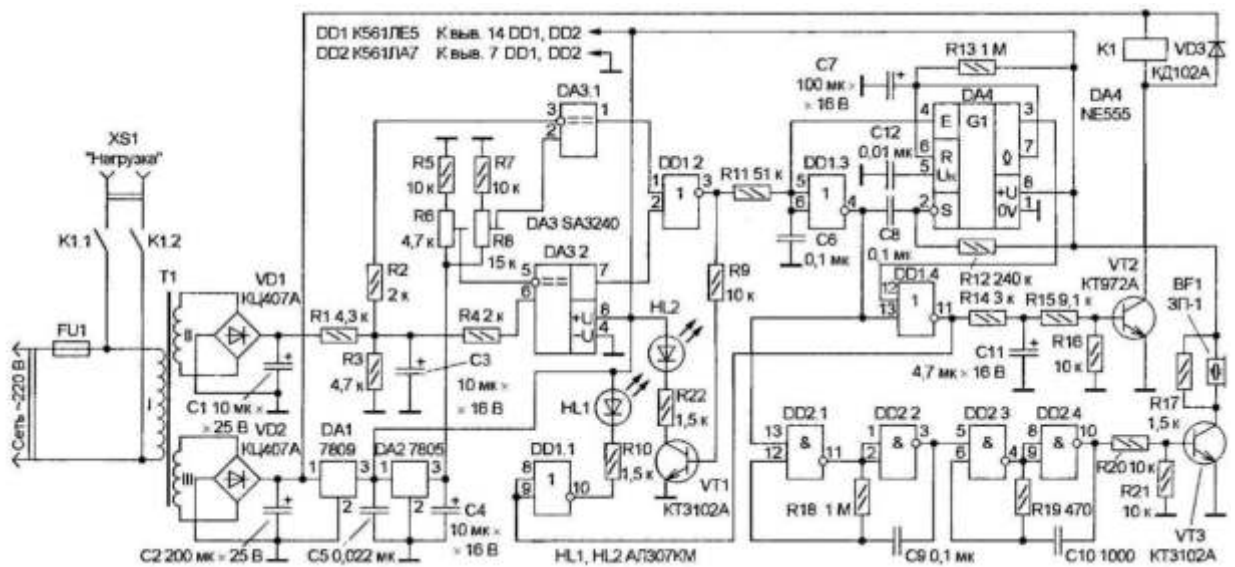


Рис. 1.8. Пристрій захисту побутових приладів від аномальних напруг в мережі [5]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Контроль напруги в мережі здійснюється через обмотку II трансформатора Т1. Постійна напруга, випрямлена діодним мостом VD1, поступає на дільник, що складається з резисторів R1 і R3. Через резистор R2 частина напруги подається на неінвертуючий вхід компаратора DA3.1, а через резистор R4 — на інвертуючий вхід DA3.2.

Перший компаратор контролює верхню межу напруги, другий — нижню. Зразкова напруга знімається з дільників R5R6 і R7R8, підключених до виходу стабілізатора DA2.

При включенні пристрою в мережу з нормальною напругою (тобто такою, що не виходить за встановлені межі) на виходах обох компараторів і з'єднаних з ними входах елемента АБО-НІ DD1.2 встановлюється низький рівень напруги, а на виході цього елемента і на виводі 4 таймера DA4 — високий, що дозволяє формування імпульсу затримки включення (при цьому горить світлодіод HL2). Після закінчення імпульсу, коли на виводі 3 таймера встановлюється низький рівень напруги, на виході елемента DD1.4 з'являється напруга логічної 1, транзистор VT2 відкривається і спрацьовує реле К1. Своїми контактами воно підключає навантаження до мережі. Одночасно запалюється світлодіод HL1, підключений до виходу елемента DD1.1.

Як тільки напруга в мережі вийде за допустимі межі, зміниться напруга на дільнику R1R3, і в залежності від того, більшою вона стала або меншою, спрацює один з компараторів. При цьому на його виході з'явиться напруга з рівнем логічної 1, на виході елемента DD1.2 високий рівень напруги зміниться на низький (згасне світлодіод HL2), а на вході (вивід 13) елемента DD1.4 встановиться рівень логічної 1, із-за чого його вихідна напруга знизиться до логічного 0. В результаті транзистор VT2 закриється, реле К1 відпустить і його контакти відключать навантаження від мережі (при цьому згасне світлодіод HL1). Навіть якщо напруга в мережі відразу відновиться, навантаження все одно підключиться до мережі тільки після закінчення імпульсу таймера. Це зроблено для того, щоб не було швидких включень-виключень при будь-яких стрибках напруги в електромережі.

Живиться пристрій стабілізованою напругою 9 В, що знімається з виходу

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ

Арк.

21

інтегрального стабілізатора DA1 (обмотка реле підключена безпосередньо до виходу мостового випрямляча VD2).

При виході напруги в мережі за допустимі межі рівень логічної 1 встановлюється на верхньому (по схемі) вході елемента DD2.1 і мультивібратор, зібраний на цьому елементі і на DD2.2, починає виробляти імпульси частотою декілька герц. В результаті періодично запускається мультивібратор на елементах DD2.3, DD2.4 і п'єзоелектричний випромінювач BF1, включений в колекторний ланцюг транзистора VT3, починає видавати переривистий звуковий сигнал.

Автомат захисту мережної апаратури

Автомат, який здатний реагувати як на підвищення, так і на пониження напруги описаний в роботі [6]. У ньому використана всього одна мікросхема.

Схема автомата показана на рис. 1.9. Напруга з мережі через гасячий конденсатор C4 поступає на випрямний діодний міст VD2. Резистор R1 служить для розрядки конденсатора C4 після виключення пристрою. З виходу моста VD2 пульсуюча напруга поступає на дільник R3R4, а з нього — на вхід пікового детектора, побудованого на операційному підсилювачі (ОП) DA1.1 і елементах VD6, C5 і R12. Малий прями опір діода VD6 забезпечує швидку зарядку конденсатора C5 до амплітудного значення напруги в точці з'єднання резисторів R3 і R4, пропорційній в мережі. Діод VD5 захищає ОП від пошкодження при надмірно високій напрузі в мережі.

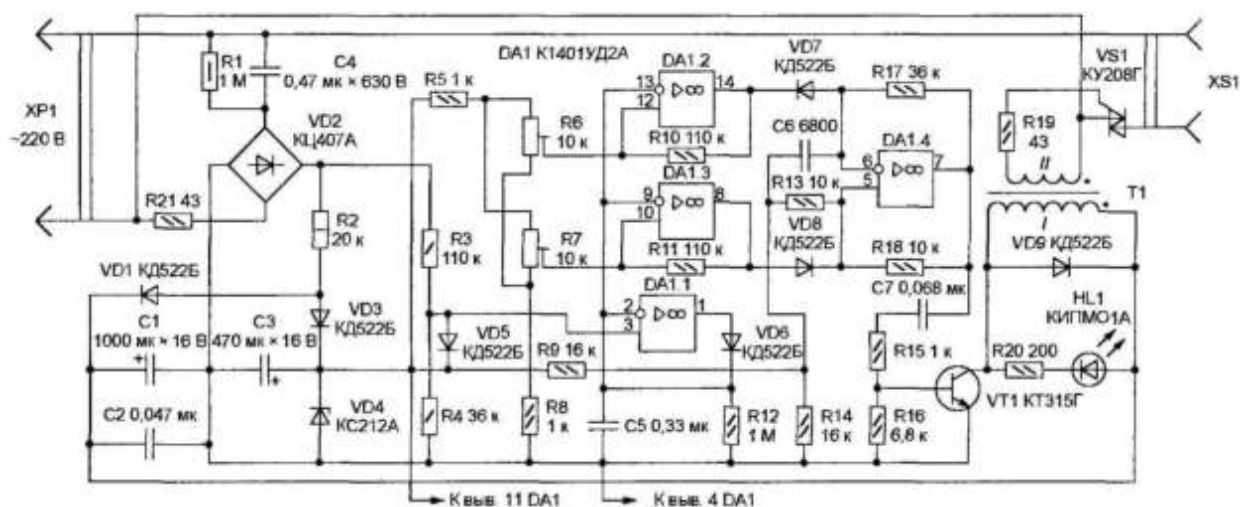


Рис. 1.9. Автомат захисту мережної апаратури [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Коли напруга на вході пікового детектора нижча за ту, до якої заряджений конденсатор С5, останній розряджається через резистор R12 і вхідний опір ОП DA1.1—DA1.3. Постійна часу розрядки вибрана так, щоб при мінімальному розмаху пульсацій на виході пікового детектора забезпечити достатньо швидку реакцію автомата на зменшення напруги в мережі.

Вихідна напруга пікового детектора поступає на входи тригерів Шмітта, зібраних на ОП DA1.2 і DA1.3. Ширина зон гістерезису тригерів залежить від номіналів резисторів R10 і R11, за допомогою яких здійснюється позитивний зворотний зв'язок. На неінвертуючі входи ОП DA1.2 і DA1.3 з движків змінних резисторів R6 і R7 поступає зразкова напруга. Якщо напруга на вході тригера перевищує рівень, заданий за допомогою змінного резистора R6 (R7), то напруга на виході ОП DA1.2 (DA1.3) — нульова, в іншому випадку вона практично рівна напрузі живлення мікросхеми DA1.

Для нормальної роботи автомата необхідно, щоб поріг спрацювання тригера на ОП DA1.2 був вищий, ніж на ОП DA1.3. Якщо значення вихідної напруги пікового детектора знаходиться між цими порогами, то рівні на виходах тригерів такі, що сполучені з ними діоди VD7 і VD8 закриті. Генератор на ОП DA1.4 працює, формуючи на виході імпульси з частотою приблизно 1,5 кГц. Цей стан автомата відповідає напрузі в мережі, що знаходиться в допустимих межах.

При підвищенні або пониженні напруги один з тригерів змінить стан, що призведе до відкриття пов'язаного з ним діода і зриву коливань генератора. Резистор R13 і конденсатор С6 генератора підключені до штучної середньої точки, яка створена дільником напруги R9R14.

Отже, якщо напруга в мережі знаходиться в допустимих межах, то імпульси генератора через роздільний конденсатор С7 і дільник R15R16 поступають на базу транзистора VT1, а з колектора останнього через согласуючий трансформатор Т1 – на симістор VS1 і відкривають його. Навантаження підключено до мережі. Світлодіод HL1 сигналізує про це. Резистор R19 обмежує струм керуючого електрода симістора. Діод VD9 захищає і транзистор VT1 від високовольтних імпульсів, що виникають на обмотці I трансформатора у момент закриття ключа.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Випрямлена діодним мостом VD2 напруга через резистор R2 і діод VD3 поступає також на параметричний стабілізатор на стабілітроні VD4. Отримана напруга 12 В використовується для живлення мікросхеми DA1. Каскад на транзисторі VT1 живиться через роздільний діод VD1, це попереджає проникнення імпульсних перешкод в ланцюг живлення мікросхеми DA1 і на вхід пікового детектора.

Аналіз технічного завдання

У технічному завданні вимагається синтез принципової і структурної схеми пристрою захисту від коливань напруги мережі з такими технічними характеристиками:

- живлення від мережі змінного струму 220 В;
- пристрій повинен надійно захищати споживачів електричної енергії від коливань напруги в діапазоні $220 \pm 10\%$;
- управління роботою системи здійснює програма комп'ютера;
- вивід інформації про стан напруги та роботу пристрою на дисплей;
- споживана потужність – не більше 100 Вт;

Ці вимоги враховано при виборі елементної бази пристрою та при розробці його електричної схеми.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2. Проектно - конструкторський розділ

2.1. Синтез структурної схеми пристрою

Розглянувши схеми аналогів пристрою захисту від коливань напруги мережі та проаналізувавши їх, синтезуємо структурну схему нашого пристрою.

Структурну схему спроектованого пристрою можна поділити на дві частини: блок управління та силовий блок.

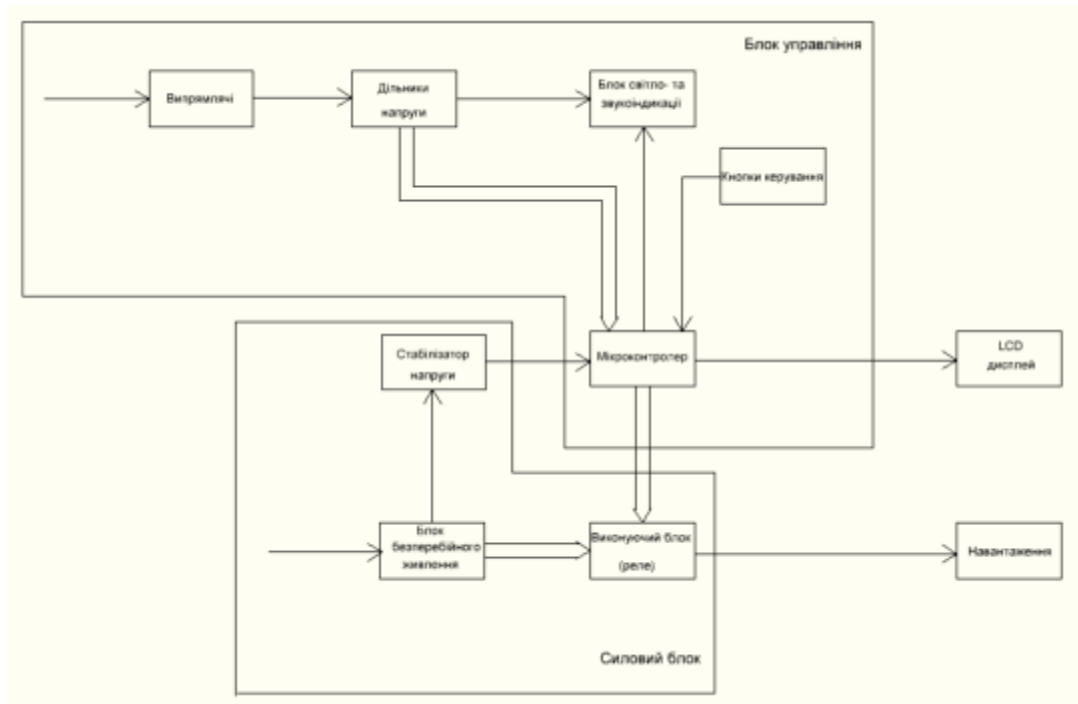


Рис. 2.1. Структурна схема пристрою захисту споживачів

Блок управління в свою чергу складається з: - випрямлячів; - дільників напруги; - кнопок керування; - мікроконтролера; -LCD-дисплея; - блоку світло- та звуко- індикації.

До складу силового блоку входять: - блок безперебійного живлення; - стабілізатор напруги; - реле.

Живлення пристрою здійснюється від блоку безперебійного живлення (ББЖ) на основі АС/DC перетворювача, що реалізований на мікросхемі PMA-H10S12 та забезпечує на виході напругу 12 В. Безпосередньо до виходу ББЖ під'єднаний виконуючий блок – 3 реле. Також до виходу ББЖ підключений стабілізатор напруги, що реалізований на мікросхемі LM7805, напругою 5В з виходу якого

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

живиться мікроконтролер та LCD-дисплей. В якості мікроконтролера використано ATmega8 фірми Atmel. На основі діодів VD1-VD3 реалізовані випрямлячі, напруга з яких надходить на дільники напруги кожної з фаз. Дільники напруги побудовані з верхнього та нижнього плеч, верхні плечі складаються з двох резисторів, з'єднаних послідовно, нижні – з двох резисторів, з'єднаних паралельно. Напруга з цих дільників напруги надходить на вимірювальні входи мікроконтролера. В якості LCD-дисплея використаємо BC1602B2.

2.2. Опис роботи принципової схеми пристрою

На ЖКІ пристрою виводяться діючі значення напруги в кожній з трьох фаз і слово "НОРМА", якщо вони знаходяться в заданих межах. Передбачена і світлодіодна індикація цього стану.

Трифазне навантаження відключається через 3 мс після виявлення виходу пікового значення напруги будь-якої з трьох фаз за встановлені межі. Однофазне - через 4,5 мс після виявлення виходу за встановлені межі пікового значення у відповідній фазі. Зазначені інтервали часу - мінімальні, вони залежать від швидкодії застосованих реле.

Передбачена програмна затримка відключення на 0 ... +5 с (із кроком 20 мс). Підключення навантажень відбувається через 5 с після включення захисного пристрою в мережу. А їх повторне підключення після усунення аварійної ситуації - через 10 ... 3600 с (задається програмно). На ЖКІ відображається час, що залишився до підключення.

Рівні верхнього і нижнього порогів спрацьовування захисту встановлюють окремо для кожної фази в інтервалі 150 ... 295 В, передбачене також роздільне калібрування вольтметра по кожній фазі. Пристрій запам'ятовує максимальні і мінімальні значення фазної напруги за певний проміжок часу. Ці значення можна вивести на ЖКІ.

Яскравість підсвічування ЖКІ регулюється в інтервалі 0,5 ... 100% максимальної. При виході напруги за встановлені межі подається переривчастий

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

звуковий сигнал. Короткі звукові сигнали супроводжують натискання на кожну з чотирьох наявних кнопок управління.

Напруга однієї з фаз надходить на блок безперебійного живлення DA1 на основі AC/DC перетворювача. До його виходу 5 В підключений стабілізатор напруги DA1, напруга 5 В з виходу котрого живить всі вузли пристрою, за винятком виконуючих реле K1-K3, підключених безпосередньо до виходу 12В ББЖ. Діоди VD1-VD3 і резистори R1-R4, R6-R16 утворюють випрямлячі і дільники напруги кожної з фаз. Їх вихідна напруга надходить на входи мікроконтролера DD1.

Верхні плечі дільників складені з двох з'єднаних резисторів потужністю 0,125 Вт. Це необхідно для виконання вимог щодо максимального падіння напруги на цих резисторах. Нижні плечі трьох "вимірювальних" дільників також складені з двох резисторів, але з'єднаних паралельно. Це полегшує добірку опору плеча рівним розрахунковому, забезпечує межі вимірювання ефективного значення напруги 300 В. Напруга з виходу дільника на резисторах R1, R6, R10 надходить на вхід PD2 (INT0) мікроконтролера і синхронізує роботу його програми.

ЖКІ BC1602B2 можна замінити іншим символічним двострічковим (16 символів в рядку).

Елементи C7, R27, VD6 утворюють коло установки мікроконтролера в початковий стан. Резистори R18-R21 - захисні на входах мікроконтролера. Резистори R22-R24 обмежують струм світлодіодів HL1-HL3, а резистор R25 - струм, що протікає через п'єзовипромінювач звуку HA1 під час перезарядки його власної ємності на перепадах, які надходять від мікроконтролера імпульсів звукової частоти.

Підлаштуванням резистора R28 регулюють контрастність зображення на ЖКІ. Регулювання яскравості підсвічування його дисплея здійснюється програмною зміною коефіцієнта заповнення імпульсної напруги, що надходить на базу транзистора VT4.

При включенні живлення будуть ініціалізовані вбудовані в мікроконтроллер АЦП, таймери і контролер переривань, а також ЖКІNG1. Потім на ЖКІ буде

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

виведена початкова заставка із зазначенням в реєстри програми і тричі плавно зменшиться і збільшиться яскравість підсвічування ЖКІ. Після закінчення підготовчих операцій програма чекає наростаючий перепад рівня на вході PD2 мікроконтролера і через 5 мс після нього запускає АЦП для вимірювання напруги на вході РС0. Після закінчення ще 6,666 мс вимірюється напруга на вході РС1, а потім, через такий же інтервал часу, - на виводі РС2.

Цикл вимірювань повторюється в кожному періоді напруги. Хоча для цілей захисту програма вимірює пікові значення фазних напруг, перед виведенням на ЖКІ вони множаться на 0,707 - перераховуються в діючі значення синусоїдальної напруги. Оновлення показів на ЖКІ проводиться один раз в секунду.

Якщо протягом 5 с після включення пристрою напруга у всіх трьох фазах залишається в заданих користувачем межах, програма встановлює високий рівень на виходах РС3-РС5. Це призводить до включення світлодіодів HL1-HL3і напруга високого рівня надійде в базові кола транзисторів VT1-VT4. Це призводить до відкриття транзисторів і спрацьовування реле К1-К3, які підключають навантаження до всіх трьох фаз.

При виході напруги за задані межі починається підрахунок наступних підряд "некондиційних" періодів. Коли буде досягнуто значення, встановлене в пункті "Затримка відкл." меню настройки приладу, він відключить навантаження і почне подавати переривчасті звукові сигнали. На ЖКІ буде виведено задане значення затримки автоматичного підключення навантаження після усунення аварії. При необхідності подачу звукового сигналу можна заборонити, скориставшись відповідним пунктом меню.

Слід враховувати, що при завданні нульової затримки відключення захист буде спрацьовувати при самому короткочасному виході напруги за допустимі межі, що стався, наприклад, в результаті стрибка струму при включенні звичайної лампи розжарювання. Практика показала, що оптимальна для домашнього використання затримка відключення - 60 ... 100 мс. У програмі вона відраховується цілими періодами напруги (20 мс), однак для зручності її значення виводиться на індикатор в мілісекундах.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Після повернення напруги в задані межі переривчастий звуковий сигнал, якщо він звучав, припиниться. Почнеться відлік затримки підключення з відповідною індикацією на ЖКІ. Після її закінчення навантаження буде підключене до мережі, а час затримки на ЖКІ замінено словом "НОРМА".

Щоб увійти в меню настройки пристрою захисту, достатньо натиснути на кнопку SB1. Натисканням на цю ж кнопку зберігають в незалежній пам'яті мікроконтролера зроблені зміни і повертаються до звичайного режиму роботи. Навігація по меню гранично проста і інтуїтивно зрозуміла. Кожне натискання на будь-яку кнопку супроводжується коротким звуковим сигналом, якщо у відповідному пункті меню він включений.

Натисканнями на кнопку SB2 пристрій, що знаходиться в робочому режимі, встановлюють в початковий стан, а перебуваючи в меню або в одному з його підменю, виходять з них без збереження змін.

Натисканнями на кнопки SB3 і SB4 переходять відповідно до попереднього або наступного підменю, а також змінюють значення параметрів у бік зменшення або збільшення. В залежності від тривалості утримання цих кнопок натиснутими швидкість зміни параметра приймає одне з трьох можливих значень.

У пункті меню "Перегляд відхилень напруг" вибір для перегляду максимальних і мінімальних значень зафіксованих проводиться за допомогою кнопок SB3 і SB4. Виходять з цього пункту, натискаючи на кнопку SB1 або SB2. В останньому випадку всі зафіксовані раніше значення будуть стерті з пам'яті і "облік" розпочнеться заново.

Якщо протягом 30 с ні на одну кнопку не натискали, відбудеться автоматичний перехід в робочий режим, а всі зроблені зміни не будуть збережені. Тому при повторному включенні пристрою захисту або після установки його в початковий стан робота почнеться з раніше зробленими установками.

При першому включенні пристрою захисту необхідно утримувати в натиснутому стані кнопку SB1. В цьому випадку в пам'ять мікроконтролера будуть записані значення параметрів: верхній поріг напруги - 260 В, нижній - 200 В, затримка відключення навантаження при виході напруги за ці пороги - 1000 мс,

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

затримка включення навантаження після нормалізації напруги - 1 хв, яскравість підсвічування ЖКІ - 60%, звуковий сигнал включений.

Підключаючи прилад до трифазної мережі, потрібно дотримувати правильний порядок чергування фаз. Якщо фази, що підключаються до контактів 2 і 3 роз'ємну Х1, виявляться переплутаними, значення напруги цих фаз на ЖКІ будуть нульовими.

По черзі вимірюючи зразковим вольтметром напругу між кожним з фазних проводів 1-3 і нейтраллю N, порівнюють його покази з виведеними на ЖКІ приладу. Якщо виявлені суттєві розходження, підбирають резистори R11, R13 і R15 до приблизного збігу значень на ЖКІ зі зразковими. Трохи занижені покази на ЖКІ при цьому переважно. В цьому випадку подальше програмне регулювання чутливості не призведе до зменшення максимального вимірюваного значення напруги. Далі потрібно увійти в меню пристрою (пункти "Підстроювання напруги U1", "Підстроювання напруги U2", "Підстроювання напруги U3") і натисканнями на кнопки SB3 і SB4 добитися точного збігу показів. Після натискання на кнопку SB1 можна приступати до установки порогів спрацьовування захисту та інших параметрів

2.3. Розрахунок окремих блоків пристрою

Мікро контролер. За основу проектуємого пристрою захисту від коливань напруги мережі виберемо мікроконтролер АТmega8 фірми Atmel [7].

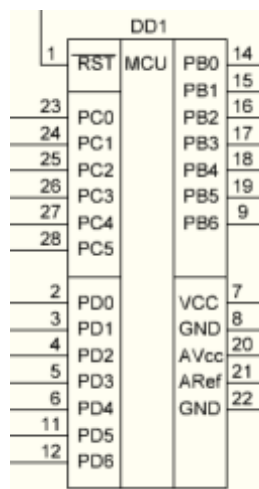


Рис.2.1. Мікроконтролер АТmega8.

Технічні характеристики вибраного мікроконтролера:

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Пам'ять для програм складає 8Кб з можливістю перезаписати 10000 раз;
- 512 байт флеш-пам'яті для зберігання змінних;
- 1Кб ОЗП і 32 регістри загального призначення;
- Два 8-розрядні таймери/лічильники з роздільним прескалером, режим порівняння;

- 16-розрядний таймер/лічильник з роздільним прескалером, режим порівняння, режим захвату;

- Таймер реального часу з незалежним генератором;

- 3 канали ШІМ;

- 6 каналів 10-розрядного АЦП;

- Двопроводний послідовний інтерфейс;

- Програмуємий послідовний USART;

- Інтерфейс SPI з режимами Master/Slave;

- Програмуємий сторожовий таймер з окремим незалежним генератором;

- Вбудований аналоговий компаратор;

- Скидування при ввімкненні живлення, програмуємий захист від провалів живлення;

- Вбудований калібрований RC-генератор;

- Обробка внутрішніх та зовнішніх переривань;

- 5 режимів з пониженим енергоспоживанням: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down і Standby;

- Напруга живлення 4,5-5,5В;

- Тактова частота 0-16МГц;

- 23 порти введення/виведення, об'єднаних в 3 групи:

Порт В (PB0-PB7): два виводи (PB6 і PB7) використовуються для підключення кварцового резонатора. Виводи PB2-PB5 зарезервовані для внутрішньо схемного програмування. Таким чином для загального застосування залишаються порти PB1.

Порт С (PC0-PC6: 7 виводів): Порти PC0-PC5 можна використовувати в якості аналогових входів. PC6 зазвичай використовується для скидання.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Порт D (PD0-PD7: 8 виводів): Ці порти можна використовувати для загального застосування.

LCD дисплей. В якості пристрою виведення інформації використаємо LCD дисплей BC1602B2 фірми BOLYMIN. [8]

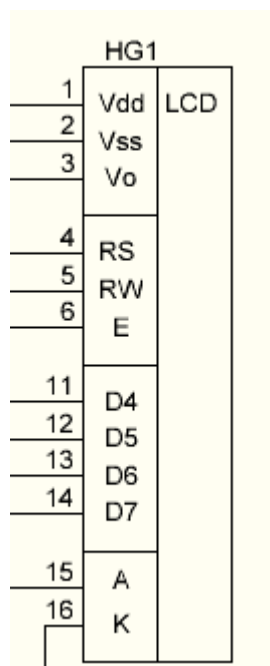


Рис.2.2. LCD дисплей BC1602B2.

Його технічні характеристики:

- Напруга живлення $V_{dd}=4,5-5,5V$;
- Струм споживання $I_{dd}=1,0\text{ mA}$;
- Вхідна напруга низького рівня $V_{IL}=2,2V$;
- Вхідна напруга високого рівня $V_{IH}=0.8V$;
- Вихідна напруга високого рівня $V_{OH}=2.4V$;
- Вихідна напруга низького рівня $V_{OL}=0.4V$;
- Напруга зміщення скла $V_{LCD}=6.6V$.

Призначення виводів:

V_{ss} – земля (GND);

V_{dd} – напруга живлення;

V_o – контрастність;

RS – команди/дані;

R/W – читання/запис;

E – вибір модуля;

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

DB0-DB7 – лінії даних.

Виконуючий блок. Виконуючим елементом у схемі пристрою захисту від коливань напруги мережі є реле з напругою живлення 12В. Вибираємо реле H22FDC12(10A) фірми LТonic.

Його технічні характеристики:

Опір контактів 100 мОм;

Потужність 0.36 Вт;

Номінальна напруга 12В.

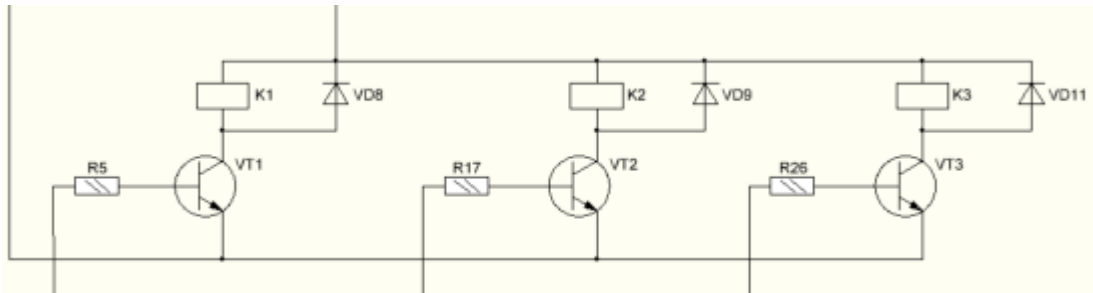


Рис.2.3. Виконуючий блок.

Визначимо струм спрацювання реле:

$$I_p = \frac{P}{U} = \frac{0.36}{12} = 0.03(A) = 30\text{мА} \quad (2.1)$$

Транзистори VT1-VT3 виконують роль ключів.

Вибираємо біполярні n-p-n транзистори 2SC458 з наступними технічними характеристиками:

Напруга колектор-база $U_{кб\text{ мах}}=45\text{В}$;

Напруга колектор-емітер ($R_{бе}=1\text{кОм}$) $U_{кег\text{ мах}}=45\text{В}$;

Напруга емітер-база $U_{еб\text{ мах}}=5\text{В}$;

Постійний струм колектора $I_{к\text{ мах}}=2\text{А}$;

Імпульсний струм колектора $I_{кі}=4\text{А}$;

Постійна розсіювана потужність колектора $P_{к\text{ мах}}=1,25\text{ Вт}$;

Статичний коефіцієнт передачі струму $h_{21E}=750$. Приймаємо $U_{бе}=0,66\text{ В}$.

1) Визначимо максимальну статичну потужність, яка буде розсіюватися на транзисторі в моменти проходження змінного сигналу через робочу точку В статичного режиму транзистора:

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$P_{\text{роз макс}} = 0,8 * P_{\text{макс}} = 0,8 * 1,25 = 1 \text{ Вт} \quad (2.2)$$

2) Визначимо струм колектора в статичному режимі (без сигналу):

$$I_{\text{к0}} = \frac{P_{\text{роз макс}}}{U_{\text{ке0}}} = \frac{P_{\text{роз макс}}}{(U_{\text{ж}}/2)} = \frac{1}{6} = 0,17 \text{ А} = 170 \text{ мА} \quad (2.3)$$

3) Враховуючи, що в статичному режимі (без сигналу) на транзисторі падає половина напруги живлення, друга половина напруги живлення буде спадати на резисторах:

$$(R_{\text{к}} + R_{\text{е}}) = \frac{(U_{\text{ж}}/2)}{I_{\text{к0}}} = \frac{6}{0,17} = 35,29 \text{ Ом} \quad (2.4)$$

Враховуючи існуючий ряд номіналів резисторів, а також те, що нами вибрано співвідношення $R_{\text{к}}=10 * R_{\text{е}}$, вибираємо резистори $R_{\text{к}}=33 \text{ Ом}$ та $R_{\text{е}}=3 \text{ Ом}$.

4) Знайдемо напругу на колекторі транзистора без сигналу:

$$U_{\text{к0}} = (U_{\text{ж}} - I_{\text{к0}} * R_{\text{к}}) = 12 - 0,17 * 33 = 12 - 5,61 = 6,39 \text{ В} \quad (2.5)$$

5) Визначимо струм бази управління транзистором:

$$I_{\text{б}} = \frac{I_{\text{к}}}{h_{21}} = \frac{U_{\text{ж}}}{h_{21} * (R_{\text{к}} + R_{\text{е}})} = \frac{12}{750} = 0,000255 \text{ А} = 255 \text{ мкА} \quad (2.6)$$

6) Повний струм бази визначається напругою зміщення на базі, яка задається опором бази. Струм резистора бази повинен бути набагато (в 5-10 разів) більшим струму управління бази, для того щоб останній не впливав на напругу зміщення. Вибираємо струм через резистор у 10 разів більший за струм бази:

$$I_{\text{р}} = 10 * I_{\text{б}} = 10 * 0,000255 = 0,00255 \text{ А} = 2,55 \text{ мА} \quad (2.7)$$

Тоді опір резистора:

$$R_{\text{б1}} = \frac{U_{\text{ж}}}{I_{\text{р}}} = \frac{12}{2,55} = 4,71 \text{ кОм} \quad (2.8)$$

7) Знайдемо напругу на емітері в режимі спокою (відсутності сигналу). При розрахунку транзисторного каскаду необхідно враховувати: напруга база-емітер робочого транзистора не може перевищити 0,7В! Напруга на емітері в режимі без вхідного сигналу приблизно дорівнює:

$$U_{\text{е}} = I_{\text{к0}} * R_{\text{е}} = 0,17 * 3 = 0,51 \text{ А} \quad (2.9)$$

8) Визначимо напругу на базі:

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$U_{\text{б}} = U_{\text{E}} + U_{\text{BE}} = 0,51 + 0,66 = 1,17 \text{ В} \quad (2.10)$$

Звідси знайдемо:

$$R_{\text{б2}} = R_{\text{б1}} * \frac{U_{\text{б}}}{U_{\text{ж}}} = 4710 * \frac{1,17}{12} = 459,23 \text{ Ом} \quad (2.11)$$

$$R_{\text{б}} = R_{\text{б1}} - R_{\text{б2}} = 4710 - 459,23 = 4250,77 \text{ Ом} \quad (2.12)$$

Вибираємо резистор із стандартного ряду 4,7 кОм.

Розрахунки аналогічні для транзисторів VT1-VT4.

Діоди VD8, VD9 та VD11 призначені для погашення імпульсу самоіндукції котушки реле, що може досягати декілька Вольт. Тому вибираємо діоди 1N4004 з наступними параметрами:

Максимальна постійна зворотна напруга 400 В;

Максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм 1А;

Максимальна імпульсна зворотна напруга 480 В;

Максимально допустимий прямий імпульсний струм 30 А;

Максимальний зворотній струм 5 мкА;

Робоча температура -65...150°C.

Стабілізоване джерело живлення малої потужності. У якості блоку живлення використаємо такий, до складу якого входить AC/DC перетворювача стабілізатор.

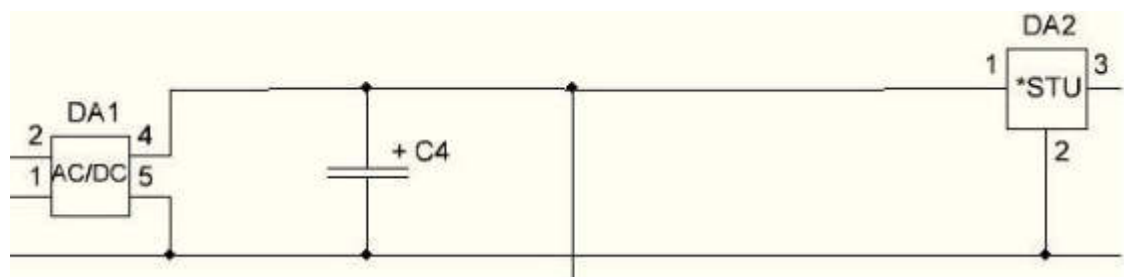


Рис. 2.4. Блок живлення.

З виходу стабілізатора напруги живлення отримують мікроконтролер та LCD дисплей. Згідно технічних даних до цих елементів їх максимальні струми споживання становлять:

ILCD MAX= 1 мА

IDD1 MAX= 3,6 мА.

Їхня напруга живлення 5 В.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Отже, їхня споживана потужність буде становити:

$$P_{LCD\ max} = U_{LCD\ max} * I_{LCD\ max} = 5.5 * 0.001 = 0.0055\ \text{Вт} \quad (2.13)$$

$$P_{DD1\ max} = U_{DD1\ max} * I_{DD1\ max} = 5.5 * 0.0036 = 0.0198\ \text{Вт} \quad (2.14)$$

В якості стабілізатора напруги використаємо LM7805з такими параметрами:

Вхідна напруга 12 В;

Вихідна напруга 5 В;

Максимальний струм 1.5 А;

Максимальна потужність 10 Вт.

Споживаний струм 5 мА.

Отже, його споживана потужність становитиме:

$$P_{STU\ max} = U_{STU\ max} * I_{STU\ max} = 12 * 0.005 = 0.06\ \text{Вт} \quad (2.15)$$

З виводів АС/DC перетворювача живлення отримують реле, транзистори, стабілізатор напруги з підключеними до його виводів елементами (LCD та мікроконтролер).

Отже, можемо визначити струм навантаження АС/DC перетворювача:

$$\begin{aligned} I_{\text{наб}} &= I_{LCD\ max} + I_{STU\ max} + I_{DD1\ max} + 3 * I_{\text{спр.р}} + 4 * I_{\text{б}} \\ &= 0,001 + 0,005 + 0,0036 + 3 * 0,03 + 4 * 0,000255 = 0,101\ \text{А} \\ &= 101\ \text{мА} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Потужність буде рівна:

$$P_{\text{тр}} = U_2 * I_{\text{наб}} = 12 * 0,101 = 1,212\ \text{Вт} \quad (2.17)$$

Виберемо АС/DC перетворювач на мікросхемі РМА-Н10S12 що має наступні характеристики:

Вхідна напруга 176-264 В;

Вихідна напруга 12 В;

Вихідна потужність 10 Вт;

Вихідний струм 0,8 А.

Для зменшення пульсацій випрямленого струму на виході АС/DC перетворювача поставимо електролітичний конденсатор С4. Чим більшою буде його ємність, тим менш помітними будуть пульсації. Виберемо конденсатор 2200 мкФ/25 В.

Виходячи з таких же міркувань ставимо електролітичний конденсатор С7 1000мкФ/10В на виході стабілізатора напруги.

Конденсатори С5, С6, С8-С10 використовуємо для зняття шумів чи завад, які виникають при роботі схеми.

Як вхідні фільтри використано і конденсатори С1- С3 0,01мкФ/450В.

Для випрямлення напруги кожної з фаз використано силові діодиVD1-VD3, які здійснюють однопівперіодне випрямлення змінного вхідного струму.

Виберемо діоди 1N4007. Їх основні технічні характеристики наступні:

Максимальна постійна зворотна напруга 1000 В;

Максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм 1А;

Максимальний прямий імпульсний струм 30А;

Температурний діапазон роботи -50...175°C;

Максимальний зворотній струм 5 мкА.

Вхідні дільники напруги кожної з фаз. Вхідні дільники напруги кожної з фаз побудовані на основі резисторів.

Кожен з дільників має два плеча. Верхні плечі дільників складені з двох резисторів, що з'єднані послідовно для забезпечення максимального рівня падіння напруги.

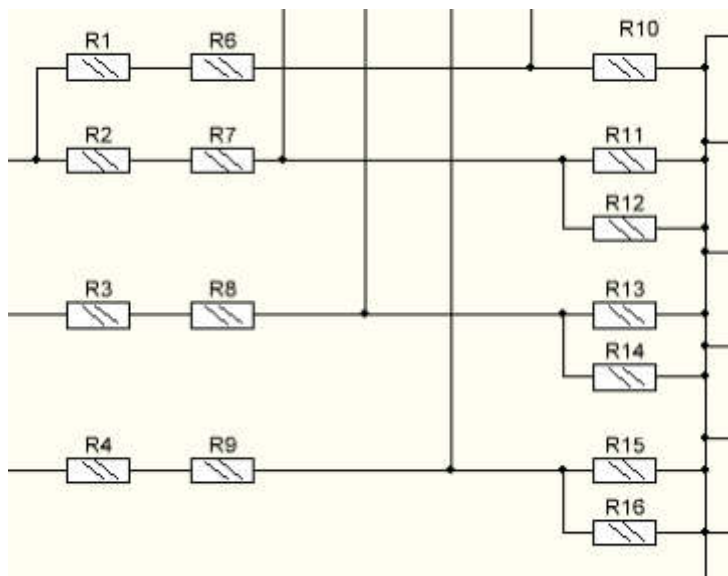


Рис. 2.5. Дільники напруги.

На вхід PD2 мікроконтролера необхідно подати 2,5 В для синхронізації роботи його програми, струм повинен бути 200 мкА. Отже, ми таким чином

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

підбираємо резистори, щоб основна частина напруги спадала на верхньому плечі (резистори R1 та R6) і лише 2,5 В на нижньому (R10).

$$U_{\text{вих}} = U_{\text{вх}} * \frac{R_{\text{н}}}{R_{\text{в}} + R_{\text{н}}} \quad (2.18)$$

Де $R_{\text{в}}$ та $R_{\text{н}}$ - опори верхнього та нижнього плеч дільника напруги відповідно.

$$R_{\text{н}} = \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{вих}}} = \frac{2,5}{0,0002} = 12500 \text{ Ом} \quad (2.19)$$

Вибираємо зі стандартного ряду опір 12 кОм.

$$R_{\text{в}} = \frac{U_{\text{вх}} - U_{\text{вих}}}{I_{\text{вих}}} = \frac{220 - 2,5}{0,0002} = 1087500 \text{ Ом} \quad (2.20)$$

Для забезпечення потрібного рівня падіння напруги виберемо зі стандартного ряду два резистори по 510 кОм і з'єднаємо їх послідовно.

Верхні плечі вимірювальних дільників напруги побудуємо таким же чином як і верхнє плече дільника на вході PD2. Отже, резистори R1-R9 будуть по 510 кОм.

Визначимо опір нижнього плеча. Для цього використаємо формулу:

$$R_{\text{н}} = \frac{U_{\text{вих}}}{I_{\text{вих}}} = \frac{2,5}{0,0002} = 12500 \text{ Ом} \quad (2.21)$$

Для забезпечення ефективного значення вимірюваної напруги 300 В та для полегшення підбору опору плеча рівним розрахунковому використаємо резистори 120 кОм та 15 кОм, включені паралельно.

В якості світлодіодів використано АЛ336Е:

Постійна зворотна напруга 2 В;

Постійний прямий струм 10 мА;

Температура навколишнього середовища -60...70 °С;

Постійна пряма напруга 2,8 В.

Резистори R22-R24 служать для обмеження струму світлодіодів HL1-HL3

$$R_{22} = R_{23} = R_{24} = \frac{2,5}{0,006} = 400 \text{ Ом} \quad (2.22)$$

Вибираємо із стандартного ряду резисторів резистор 390 Ом.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставленого технічного завдання в даній роботі було проведено огляд та аналіз аналогів об'єкту проектування, синтезовано принципову електричну та структурну схему пристрою захисту, проведено базові розрахунки електричних параметрів,

Переваги розробленого пристрою:

- можливість використання в трьохфазній мережі;
- відключення трифазного навантаження через 17 мс після виявлення виходу пікового значення напруги будь-якої з трьох фаз за встановлені межі;
- можливість встановлення верхнього і нижнього порогів спрацьовування захисту окремо для кожної фази у межах 150 ... 295 В;
- передбачене роздільне калібрування вольтметра по кожній фазі;
- пристрій запам'ятовує максимальні і мінімальні значення фазної напруги за певний проміжок часу;
- ці значення можна вивести на ЖКІ.

Розроблений пристрій відповідає умовам технічного завдання. Різноманіття схемних рішень у розглянутих аналогах підтверджують актуальність теми.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. С.П. Денисюк, Ю.О. Віхарев, І.П. Радиш, О.В. Ковальов. Загальні положення енерготехнологічного обстеження систем електроживлення з перетворювачами електричної енергії. Методичні вказівки. Державний комітет України з енергозбереження "Укренергозбереження", Київ – 2000.

2. Н. Басенков. Автомат защиты домашней сети от перенапряжения. // Радиолобитель № 9, 2001, с. 8.

3. И. Нечаев. Устройство защиты аппаратуры от колебаний напряжения сети. // Радио № 1, 2001, с. 33.

4. А. Кузема. Устройство защиты бытовых приборов от колебаний сетевого напряжения. // Радио № 4, 2004, с. 43-44.

5. И. Коротков. Устройство защиты бытовых приборов от аномальных напряжений в сети. // Радио № 8, 2001, с. 39, 42.

6. А. Шитов. Автомат защиты сетевой аппаратуры. // Радио № 8, 2001, с. 34-35.


7. https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Atmega8%20pdf&gclid=CjwKCAjwqliFBhANEiwANg9szgU72yGF5TvOoUjn_bul0vwhtjM8NTwIIОНВ_n8ktVW9mUTCIN0zZхоCV94QAvD_BwE. Електронний ресурс мікроконтролер АТмега8.

8. http://www.datasheet.hk/view_download.php?id=1355838&file=0216%5Cbc1602b2_4773563.pdf. Електронний ресурс LCD дисплей BC1602B2.

					КБР.ЕС.19051007.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
<u>Резистори</u>			
R1-R4	ОМЛТ-0,125 510 кОм-5% ОЖО 467.107ТУ	4	
R5	ОМЛТ-0,25 4,7 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R6-R9	ОМЛТ-0,125 510 кОм-5% ОЖО 467.107ТУ	4	
R10	ОМЛТ-0,5 12 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R11	ОМЛТ-1 120 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R12	С2-23-0,062 15кОм+5% ОЖО 467.081ТУ	1	
R13	ОМЛТ-1 120 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R14	С2-23-0,062 15кОм+5% ОЖО 467.081ТУ	1	
R15	ОМЛТ-1 120 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R16	С2-23-0,062 15кОм+5% ОЖО 467.081ТУ	1	
R17	ОМЛТ-0,25 4,7 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R18-R21	С2-33Н-0,25 1кОм-5% ОЖО 467.093ТУ	4	
R22-R24	С2-33-0,125 390Ом+5% ОЖО 467.093ТУ	3	
R25	ВС-0,125А 5,1Ом-5% ОЖО 467.115ТУ	1	
R26	ОМЛТ-0,25 4,7 кОм+5% ОЖО 467.107ТУ	1	
R27	С2-33Н-0,25 1кОм-5% ОЖО 467.0937ТУ	1	
R28	СП5-3В-0,5 4,7кОм ОЖО 467.082ТУ	1	
R29	ВС-0,125А 330Ом-5% ОЖО 467.115ТУ	1	
R31	ВС-0,125А 10,0Ом-10% ОЖО 467.115ТУ	1	
<u>Кнопки</u>			
SB1-SB4	SWT-2-13	4	AMEL. el
<u>Діоди</u>			
VD1-VD3	1N4007	3	WTE
VD4,VD5	1N4004	2	WTE
VD6	КД510А	1	
VD7	1N4004	1	WTE
КБР.ЕС.19051007.000.01 ПЕЗ			
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата
			Арк.
			2

Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
<u>Конденсатори</u>			
C1 - C3	K10-17A-H90 0,01мкФ +80/20% ОЖО 460.172ТУ	3	
C4, C6	K50-35 2200 мкФ, 16 В ОЖО 464.158ТУ	2	
C5	K10-17B-H50 0,15мкФ ОЖО 460.172ТУ	1	
C7- C9	K53-22-40В 0,1мкФ +20% ОЖО 464.158ТУ	3	
<u>Мікроконтролер</u>			
DD1	ATmega 8	1	Atmel.tec
<u>Мікросхеми</u>			
DA1	PMA-H10S12	1	POWERLD
DA2	LM7805	1	Fairchild tec.
<u>Динамік</u>			
HA1	MR1205C	1	Maritronics el.
<u>Дисплей</u>			
HG1	BC1602B2	1	Bolymin inc.
<u>Світлодіоди</u>			
HL1-HL3	AL307AM ААО.336.076	3	
<u>Реле</u>			
K1, K2, K3	812HM-1C-C 12VDC	3	Song Chuan

КБР.ЕС.19051007.000.01 ПЕЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		Скрипинеш Е.І.			
Перевірив		Заяць Т.М.			
Т.Контр.					
Н.Контр.		Спесивих О.О.		10.06.20	
Затвердив		Заяць Т.М.			
Пристрій захисту споживачів електроенергії Перелік елементів			Літера	Аркуш	Аркушів
			У	1	3
			УжНУ, ІТФ 4 курс група ЕС		

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Заявою П.М.

Студента (-ки) ІІІ курсу
спеціальності Спеціалізація Е.І

(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, (Фретицький Євген Іванович)

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) спеціалізаційної форми навчання ІІІФ, курс 4

(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Триступі захисту
споживачів електроенергії

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

16.06.2021

Дата

Підпис



Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Скрипник Гійо Кікович
Назва роботи	Простий захисту спотивачів-електроенергії
Спеціальність	Електроніка
Курс	4
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	Електронних систем
Керівник роботи	Захар Ігорис Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	16.06.2021
Ідентифікаційний номер роботи	КБР.ЕС.18051004.002.000.ПЗ
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	-
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	93%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

(прізвище, ініціали)

Дата

Підпис

