

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА НА ТЕМУ:

**«РЕГУЛЯТОР ПОТУЖНОСТІ З РЕАКТИВНИМ ХАРАКТЕРОМ
НАВАНТАЖЕННЯ»**

Завідувач кафедрою

Опанасюк А. С.

**Керівник
кваліфікаційної роботи**

Новгородцев А. І.

**Виконав студент
гр. ЕС – 71**

Мовенко А. І.

Суми 2021 р.

Сумський державний університет
Факультет ЕІТ
Кафедра «Електроніки і комп'ютерної техніки»
Спеціальність 6.171 «Електроніка»

Затверджую:
Зав.кафедрою Е і КТ
Опанасюк А. С.
„_____” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

Мовенко Антону Ігоровичу

1. Тема роботи: **«Регулятор потужності з реактивним характером навантаження»**

Затверджена наказом по університету від „05” __04__2021 р. № 0153-VI

2. Термін здачі студентом закінченої роботи: 30.05. 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

- стійкість до кидків мережевої напруги та захищеність від завад;
- регулятор реалізувати на мікроконтролері;
- наявність таймеру відключення;
- багатофункціональність та універсальність.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

- розробка алгоритму функціонування та структурної схеми пристрою;
- розробка функціональної схеми пристрою;
- розробка та розрахунок принципової схеми пристрою.

5. Перелік графічного матеріалу:

- креслення схеми алгоритму;
- креслення схеми електричної структурної;
- креслення схеми електричної функціональної;
- креслення схеми електричної принципової.

Дата видачі завдання: 15.03.2021 р.

Прийняв до виконання студент:

Мовенко А.І.

Календарний план

№ п/п	Перелік етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітки
1	Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	20.03.2021 р.	
2	Розробка алгоритму функціонування пристрою	10.04.2021 р.	
3	Розробка структурної схеми пристрою	15.04.2021 р.	
4	Розробка функціональної схеми пристрою	20.04.2021 р.	
5	Оформлення пояснювальної записки	30.04.2021 р.	
6	Розробка та оформлення графічної частини	10.05.2021 р.	
7	Представлення роботи на рецензування	15.05.2021 р.	
8	Представлення роботи для захисту	30.05.2021 р.	

Керівник кваліфікаційної роботи:

Новгородцев А. І.

Студент дипломник:

Луценко В.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 46 сторінок, 11 рисунків, 10 літературних джерел. [2]

Графічна частина роботи містить: блок-схему алгоритму роботи пристрою, структурну, функціональну і принципову електричну схеми.

Пояснювальна записка містить чотири розділи.

Перший розділ містить огляд технічної літератури за вибраним напрямком проектування.

Другий розділ присвячений розробці алгоритму функціонування і структурної схеми.

У третьому розділі, розроблена функціональна схема пристрою.

У четвертому розділі розроблена принципова схеми пристрою і виконаний розрахунок основних її вузлів.

По результатам розробки зроблені висновки.

Приведений перелік літературних джерел.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Огляд літератури за вибраним напрямком проектування	6
1.1 Триністорний регулятор потужності	6
1.2 Регулятор потужності, що не створює перешкод	8
1.3 Регулятор потужності з фазовим керування м симистора на мікроконтролері PIC16F84A	9
1.4 Регулятор потужності на мікроконтролері attiny 2313	11
2 Розробка алгоритму функціонування і структурної схеми проектowanego пристрою	16
2.1 Розробка блок-схеми алгоритму пристрою	16
2.2 Розробка структурної схеми проектowanego пристрою	18
3 Розробка схеми електричної функціональної	23
4 Розробка і розрахунок електричної принципової схеми пристрою	25
4.1 Вибір елементної бази	25
4.2 Розрахунок і синтез основних електронних вузлів	25
5 Розробка програмного забезпечення	38
5.1 Опис роботи програми мікроконтролера	38
Висновки	43
Література	46

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Регулятор потужності з реактивним характером навантаження. Пояснювальна записка.	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Мовенко					3	46
Проверил		Новгородцев						
Реценз.								
Н. Контр.		Новгородцев						
Утверд.		Опанасюк			СумДУ, ЕС –71			

ВСТУП

В двадцять першому столітті електроенергія стала невід'ємною частиною нашого життя. Кожного дня для облегшення нашого життя винаходять все більше і більше електричної техніки. Відповідно с прогрессом стало використовуватися більше електроенергії. Для продовження життя любого приладу, потрібно правильно його експлуатовувати, що потребує економії електроенергії.

Одне з рішень цієї проблеми - це регулятор потужності. Ці пристрої використовуються для того, щоб дозувати потужність, що подається для роботи нагрівальних приладів, обертання електричних двигунів, функціонування ламп освітлення. До їх появи для цієї функції використовувалися трансформатори, які регулювали рівень потужності шляхом підключення різного числа витків обмотки. Сьогодні регулятори потужності - це сучасні компактні та ефективні пристрої, що застосовуються як на виробництві, так і в побуті.

Років 10 тому, основна проблема, з якою стикалися радіоаматори (і не тільки вони) при проектуванні і побудові регуляторів потужності - це неабияке тепловиділення керуючих елементів - відповідно, великі тепловідводи і в кінцевому підсумку великі габарити і низький ККД. Але ніщо не стоїть на місці і з розвитком і розширенням електронної елементної бази, ми отримали можливість створювати набагато більш досконалі пристрої для найрізноманітніших областей застосування.

Метою даного проекту є розробка пристрою, призначеного для автоматичного регулювання потужності. У нашому випадку це регулятор потужності лампи розжарювання. Об'єктивно пристрій виконаний у вигляді двох плат. Перша плата - панель управління, мікроконтролер і елементи оперативного управління. Друга плата - для підключення пристрою в мережу, яка містить клеми для підключення до блоку живлення і лампам, симистор, фільтр, схему синхронізації з мережевою напругою і блок живлення для регулятора.

Автоматичне регулювання потужності буде здійснюватися мікро контролером. Обраний мікроконтролер має функціонально надлишковими

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

функціями, що дозволяє говорити про його широке використання. Зокрема, тепер можна говорити про універсальність проектного пристрою.

Пристрій, крім зміни потужності від 0 до 100%, виконує наступні функції:

- плавне включення і виключення лампи розжарювання;
- зберегти всі введені в незалежну пам'ять настройки (встановлений рівень потужності, час таймера, поточний режим);
- місцеве управління включенням, вимиканням і яскравістю освітлення за допомогою кнопок управління;
- плавне перемикання освітлення, що продовжує термін служби лампи розжарювання;
- запам'ятати попередню настройку яскравості лампи і стану регулятора;
- простота схеми (мінімальна кількість компонентів);
- функціональна насиченість, безліч регульованих параметрів;
- відсутність або мінімальний нагрів компонентів (пожежна безпека) - низьке енергоспоживання.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ВИБРАНИМ НАПРЯМКОМ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Тріністорний регулятор потужності

Припустимо, у вас вдома є електроприлади (електрична плита, освітлювальні лампи і т. Д.), і їх потужність не регулюється. Так котушка горить на повну потужність, коли досить чверті номінальної потужності, безглуздо витрачаючи кіловат-години. Але рішення є, існують так звані регулятори потужності. З тих пір все більше і більше пристроїв використовують в своєму складі мікроконтролери. Розроблювальний пристрій буде засновано на мікроконтролері.

Для початку запропонуємо кілька варіантів виготовлення схем регуляторів потужності без використання мікроконтролера. Регулятор потужності на тріністорі. Схема першого варіанту регулятора представлена на рис. 1.1. Дозволяє регулювати потужність навантаження при живильній мережі 220В від 5 ... 10 до 97 ... 99% номінальної потужності. ККД регулятора не менше 98%.

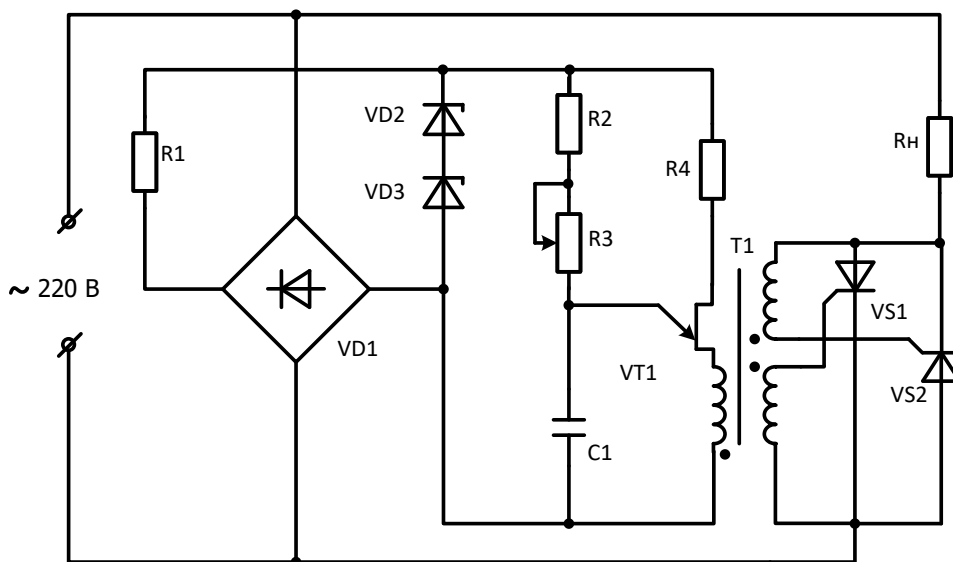


Рисунок 1.1 - Схема тріністорного регулятора потужності

Регулюючі елементи пристрою SCR VS1 і VS2 включені послідовно з навантаженням. Зміна потужності, споживаної навантаженням, досягається за рахунок зміни кута розкриття тиристорів.

Вузол, який забезпечує зміну кута відкриття тріністорів, реалізований на одноперехідному транзисторі VT1. Конденсатор C1, підключений до емітером транзистора, заряджається через резистори R2 і R3.

В час, як напруга на обкладинках конденсатора досягне певного значення, одноперехідний транзистор відкриється, через обмотку I трансформатора T1 пройде короткий імпульс струму. Імпульси з обмотки трансформатора II або III відкриють SCR VS1 або VS2 - в залежності від фази напруги, і з цього моменту до кінця напівперіоду струм буде текти через навантаження.

Змінюючи опір резистора R3, ви можете регулювати час зарядки конденсатора C1 і, таким чином, кут відкриття тиристорів і середню потужність на навантаженні.

Блок регулювання кута відкриття тиристорів харчується від двухполуперіодного випрямляча, виконаного за мостовою схемою (VD1). Напруга на одноперехідному транзисторі обмежується стабілітронами VD2, VD3. Конденсатора фільтра тут немає, в ньому немає необхідності.

Регулятор потужності також можна використовувати в поєднанні з малопотужними електричними печами, лампами розжарювання і іншими активними навантаженнями. Описаний регулятор потужності SCR має недоліки. По-перше, при зміні температури в корпусі регулятора (а при роботі вона буде збільшуватися через нагрівання тиристорів) зміниться ємність конденсатора C1.

Це призведе до зміни кута відкриття тиристорів, а також до зміни потужності на навантаженні. По-друге, регулятор SCR призводить до високого рівня перешкод в мережі. Ці перешкоди виникають в моменти різкого включення тринистора. Комутаційні перешкоди не тільки поширюються по мережі, викликаючи нестабільну роботу різних пристроїв (електронних годинників, комп'ютерів і т. Д.), Але також порушують нормальну роботу деяких пристроїв, які гальванічно не підключені до мережі (наприклад, в мережі). радіоприймач біля регуляторів SCR, я почув тріск.) Тому зниження шуму перемикачів в контролерах потужності SCR є важливим завданням. [\[1\]](#)

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.2 Регулятор потужності, що не створює перешкод

Регулятори потужності на тринисторі, зібрані за оригінальною схемою, мають істотний недолік - вони є джерелом високочастотних перешкод. Схема, показана тут (рис. 1.2), має багатообіцяючий спосіб боротьби з перешкодами: перемикання тиристорів в момент, коли напруга мережі перетинає нуль.

Схема досить простого регулятора потужності, який не створює перешкод, представлена на рис. 1.2. Регулятор розрахований на 10 ступенів регулювання потужності навантаження від 10 до 100% номінальної з дозволом 10%.

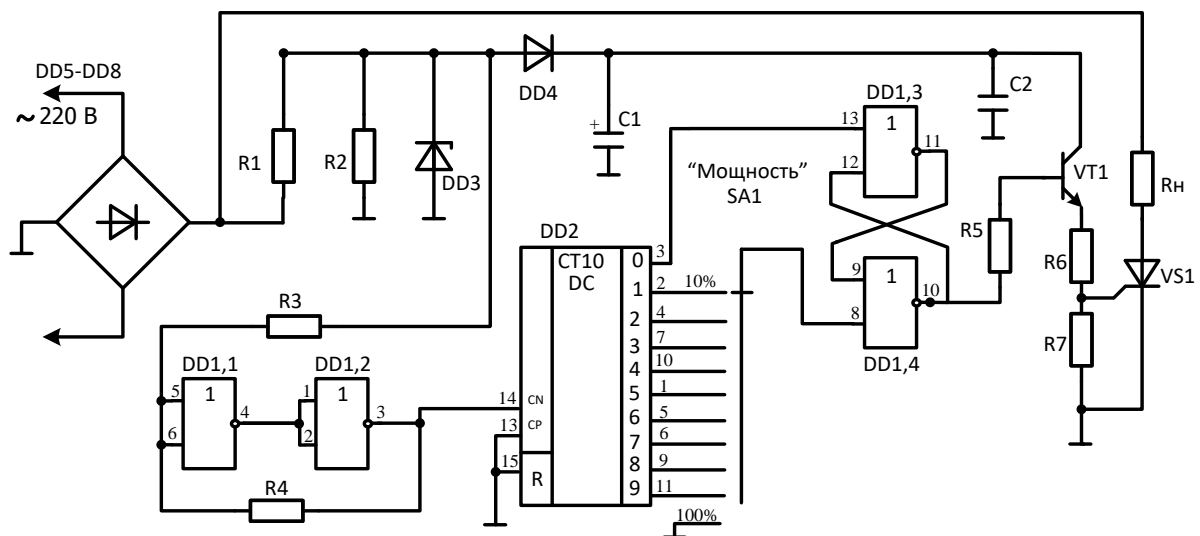


Рисунок 1.2 - Схема регулятора потужності

Двійковий-десятковий лічильник з декодером DD2 генерує позитивні імпульси на виходах з тривалістю T , яка дорівнює половині періоду мережевої напруги, компенсуючи один щодо іншого в часі T . Як тільки рівень стає високим на вихід 0 цього лічильника, він встановить RS-тригер, зібраний в елементах DD1.3, DD1.4, в єдине стан (високий рівень на виході елемента DD1.4), що призведе до відкриття транзистора. VT1 підсилювача струму, а після тринистора VS1.

Триністор буде відкритий до тих пір, поки на виході лічильника DD2, до якого підключений повзунок перемикача SA1, чи не з'явиться високий рівень. В цей час RS-тригер DD1.3, DD1.4 зміниться, і VS1 SCR закриється. Отже,

потужність, що виділяється в навантаження, виявляється обернено пропорційній скважності імпульсів на виході тригера RS, і робочий цикл можна регулювати за допомогою перемикача SA1.

Якщо перемикач SA1 знаходиться в положенні «100%», тригер RS перемикається, завжди залишаючись в стані 1, тиристор відкритий весь час, і на навантаження виділяється повна потужність.

Схема R1VD1VD2VD3R2 генерує імпульси в моменти, коли мережеве напруга перетинає нуль. Ці імпульси синхронізуються лічильником DD2. Тригер Шмітта, зібраний на елементах DD1.1 і DD1.2, покращує форму цих імпульсів. Стабілітрони VD1 і VD2 забезпечують захист від перешкод регулятора, запобігаючи помилкове перемикавання лічильника DD2. Схема VD4C1C2 формує напруга живлення регулятора. Регулятор працює тихо і не має нестачі, властивого традиційним регуляторам потужності (недолік пов'язаний з нестабільністю регулювання при зменшенні потужності навантаження).

Описаний регулятор потужності може успішно використовуватися для регулювання робочої температури жала паяльника, електроплити, електропечі і інших подібних навантажень, але не повинен використовуватися для регулювання яскравості ламп розжарювання. Справа в тому, що лампи будуть мерехтіти через відносно невисоку частоту комутації струму на навантаженні регулятора (10 Гц).[\[3\]](#)

1.3 Регулятор потужності з фазовим керуванням симистора на мікроконтролері PIC16F84A

Схема регулятора (рис. 1.3) призначена для плавного регулювання активної потужності навантаження, що живиться змінним струмом 220 В, 50 Гц. Потужність навантаження залежить від типу використовуваного симистора. Метод управління заснований на принципі фазового регулювання моменту запалення симистора, включеного послідовно з навантаженням.

При включенні потужність навантаження плавно збільшується, що добре, якщо для регулювання яскравості освітлювальної лампи використовувати диммер.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Крім того, схему регулятора можна застосувати до багатьох інших пристроїв, що працюють від мережі 220 В. Основним елементом регулятора є мікроконтролер PIC16F84A. На вході RB0 мікроконтролера переривання влаштовуються в момент переходу мережевої напруги через нуль. Крапля на цьому висновку утворює вузол на оптопарі U1 (AOU110B).

З моменту переривання затримка включення симистора організовується програмно, варіюючи в певних межах. На світлодіодному індикаторі це виглядає як регулювання потужності від 0 до 99%.

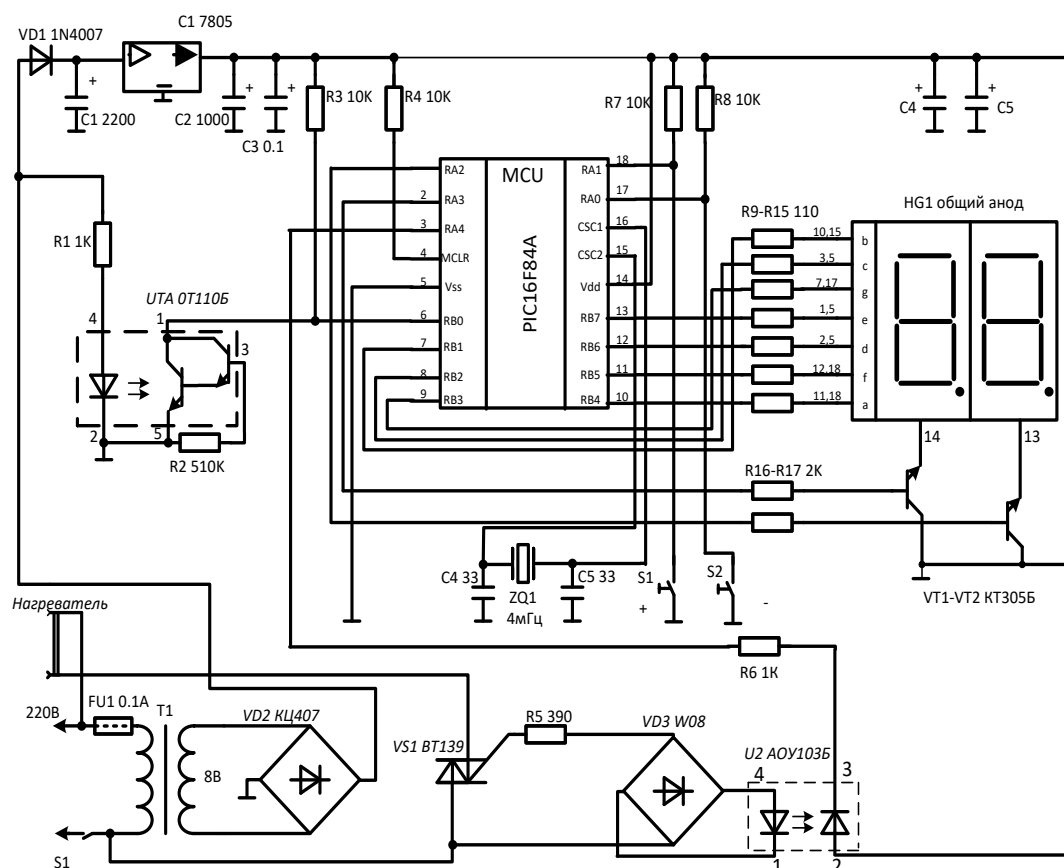


Рисунок 1.3 - Схема регулятора на мікроконтролері PIC16F84A

Похибки відповідно показань індикатора і реальної потужності, яка подається на навантаження, досить для використання регулятора в побутових цілях. Кнопки S1 і S2 використовуються для збільшення і зменшення потужності відповідно. У підпрограмі опитування кнопок організовано кілька режимів, які зручні у використанні: зміна значення одним натисканням, тривале натискання, швидке і дуже швидке зміна.

Блок управління симистором складається з елементів U2, VD3, R5, стандартного схемного рішення, оптотиристора U2 (AOU103V) забезпечує гальванічну розв'язку і за допомогою діодного моста VD3 (W08) управляє симистором VS1.

Схема запитана від мережі через трансформатор T1. Також напруга випрямляється доданими мостом VD2, частина напруги йде на оптопару U1, щоб сформувати нульовий перехід в мережевій напрузі, інша частина через діод VD1 на мікросхему стабілізатора IC1, яка стабілізує напругу вгору. . на 5 вольт. Елементи C1, C2, C7 служать для згладжування коливань напруги.

1.4 Регулятор потужності на мікроконтролері attiny2313

На малюнку 1.4 показана схема простого регулятора потужності в мікроконтролері ATtiny2313 (V). Регулятор призначений для роботи з активним навантаженням, яка підключена до мережі з напругою 220 В. Напруга подається на вхід X1, навантаження підключена до виходу X2. Джерелом синхронізації DD1 є внутрішній сторожовий таймер, що працює на частоті ≈ 128 кГц. В результаті енергоспоживання пристрою дуже низька. Сумарний струм не перевищує 15 мА, що також дозволяє реалізувати безтрансформаторний джерело живлення.

Регулювання потужності навантаження здійснюється зміною шпаруватості імпульсів на виході ШІМ OC0В DD1. Імпульси надходять на стік транзистора VT1. Він входить в діагональ моста VD5 ... VD8 і може працювати без випромінювача з пантографами до 400 Вт. Через занадто високого рівня генеруються в мережі перешкод. Для генерації імпульсів ШІМ на виведення OC0В таймер / лічильник 0 працює в режимі швидкої ШІМ. Частота проходження імпульсів FOC0В обрана постійною. Це залежить від рахункового модуля і визначається вмістом регістра OCR0A:

$$F_{OC0B} = F_{clk} / (OCR0A * N),$$

де F_{clk} - частота тактового генератора, N - коефіцієнт розподілу частоти таймера - лічильника 2.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Робочий цикл α_{OC0B} і, отже, потужність, що подається на навантаження, будуть пропорційні вмісту регістра збігів OCR0B:

$$\alpha_{OC0B} = OCR0B / OCR0A.$$

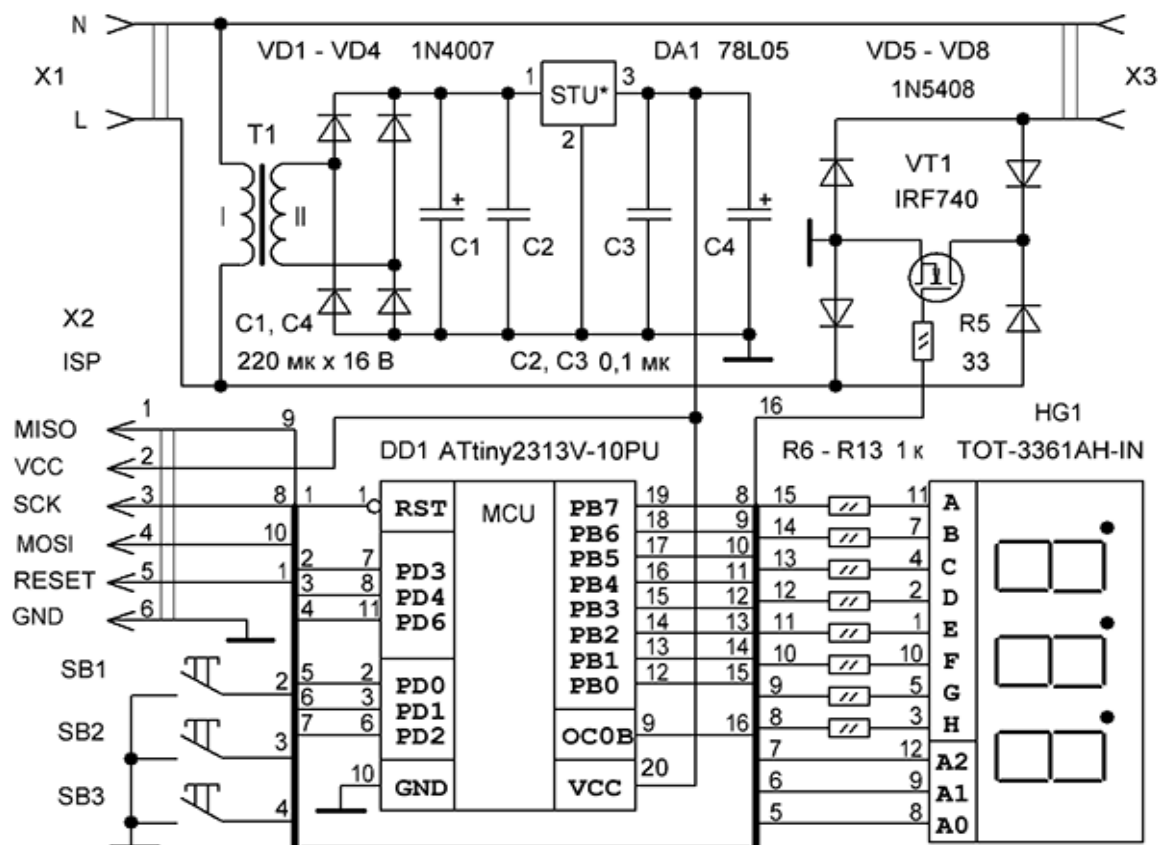


Рисунок 1.4 - Принципова схема регулятора потужності

У цьому прикладі в конфігурації мікроконтролера $N = 1$ (детермінант відключений), $OCR0A = 100$, тобто $FOC0B = 1280$ Гц, $i\alpha_{OC0B} = OCR0B / 100$.

Змінюючи значення OCR0B програмно від 0 до 100, ми отримуємо діапазон регулювання потужності від 0 до 100%. Величина потужності зарядки постійно відображається на 3-значному індикаторі із загальним анодом HG1. Циклічне перемикавання символів, а також опитування кнопок SB1 ... SB3 відбуваються під час переривання за випадковим збігом регістра OCR1AH: OCR1AL і рахункового регістра таймера-лічильника 1. Таймер-лічильник 1 працює в режимі CTC (скидання за випадковим збігом). FOCR1A частота, на якій відбуваються відключення:

$$F_{OCR1A} = F_{clk} / ((OCR1AH:OCR1AL+1) * N),$$

де N- коефіцієнт ділення частоти таймера-лічильника 1.

У програмі: $F_{OCR1A} = 200$ Гц, (N=1, OCR1AH:OCR1AL = 639).

Таким чином, зміна кожного з трьох символів кнопки-пробника відбувається кожні 20 мс (тобто з частотою $200/4 = 50$ Гц).

В основному циклі програма реагує на натискання кнопок і виконує двійковий-десяткове перетворення значення потужності навантаження в тризначне число (0 ... 100) для відображення на індикаторі.

Кожен раз, коли ви натискаєте SB1, вихідний сигнал змінюється на протилежний. Навантаження підключена із заданою потужністю або знеструмлена. Індикація збільшеного виходу - це вказівка точки в молодшому розряді індикатора. Кнопки SB2 і SB3 відповідно зменшують і збільшують потужність на навантаженні. При тривалому натисканні зміна параметра відбувається швидше ($\approx 10\%$ в секунду). Якщо ніяка кнопка не було натиснуто, через 5 секунд після останньої зміни значення потужності і стану виходу (вкл. / Викл.) Зберігаються в пам'яті EEPROM. Для захисту від замерзання включений сторожовий таймер з періодом скидання 125 мс.

У цьому дипломному проекті регулятор потужності був модернізований. Всім відомо, що мікроконтролери все частіше використовуються в системах управління і обробки даних, вирішуючи широке коло завдань.

Однокристальний мікроконтролери (ОМК) - найбільш поширений тип сучасних мікропроцесорних пристроїв з річним обсягом виробництва більше 2 500 000 000 штук. За рахунок інтеграції високопродуктивного процесора, пам'яті і периферійних схем на одному кристалі ОМК дозволяє з мінімальними витратами реалізувати високоефективні системи і пристрої управління різними об'єктами (процесами).

На відміну від звичайних мікропроцесорів, для яких потрібні схеми зовнішнього інтерфейсу, в корпусі ОМК разом з основними функціональними вузлами розташовані такі допоміжні вузли, як тактовий генератор, таймер,

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

контролер переривань, цифро-аналоговий і аналоговий. -конвертери в цифрові, порти вводу-виводу.

Завдяки цим якостям ОМК широко використовується в системах промислової автоматизації, КВП, комунікаційному устаткуванні, автомобільній електроніці, медичному обладнанні, побутовій техніці і багатьох інших областях.

Використання однокристальних мікроконтролерів дозволяє перенести основні витрати, пов'язані з розробкою вбудованих систем управління, з обладнання на програмне забезпечення. Це неминуче призводить до ускладнення програмного забезпечення (ПО) мікроконтролерів.

Особливістю розробки ПО для ОМК є використання низькорівневої мови: асемблера. Це пов'язано з тим, що при реалізації вбудованих систем критичним часом є час реакції на зовнішні впливи, час виконання заданих процедур обробки даних, розмір коду і область даних.

У нашому випадку диммер буде використовуватися для управління яскравістю ламп розжарювання. Це тип освітлення, який ми найчастіше використовуємо в наших квартирах. Пропонований пристрій є одним з варіантів мікроконтролерних регуляторів. Ці регулятори зазвичай використовують один з трьох методів управління:

- з власного пульта дистанційного керування;
- з будь-якого пульта із запам'ятовуванням коду - ключів;
- з будь-якого пульта ДУ, будь-якою клавішею певним чином. У цьому випадку вибирається перший варіант.

Регулятор потужності заряду автоматично змінює потужність, що подається на навантаження, до різних встановлених рівнів. Регулятор потужності дозволяє не тільки встановити комфортний рівень освітлення в кімнатах і коридорах, а й виконати його м'яке освітлення на певний час, а також збільшити термін служби лампи розжарювання.

Крім того, регулятор можна використовувати для обслуговування не тільки світових, а й інших активних мережевих навантажень (наприклад, нагрівачів різних типів, в тому числі паяльників).

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ				

Цей регулятор відрізняється від аналогів тим, що регулятор управляється дистанційно, всі завдання вирішуються за допомогою використовуваного мікроконтролера, а також наявністю вбудованого таймера скидання навантаження. Завдяки наявності такої функції пристрій, описаний у цьому проекті, має зацікавити батьків, чиї діти бояться засипати в темряві.

Регулятор працює від мережі змінного струму 220 В, 50 Гц. Використовуваний метод заснований на фазовому регулюванні моменту запалювання симистора, включеного послідовно з лампою розжарювання.

Пристрій, крім зміни потужності від 0 до 100%, виконує наступні функції:

- плавне включення і виключення лампи розжарювання;
- зберегти всі введені в незалежну пам'ять настройки (встановлений рівень потужності, час таймера, поточний режим);
- місцеве управління включенням, вимиканням і яскравістю освітлення за допомогою кнопок управління;
- плавне перемикання освітлення, що продовжує термін служби лампи розжарювання;
- запам'ятати попередню настройку яскравості лампи і стану регулятора;
- простота схеми (мінімальна кількість компонентів);
- функціональна насиченість, безліч регульованих параметрів;
- відсутність або мінімальний нагрів компонентів (пожежна безпека) - низьке енергоспоживання. [\[4\]](#)

1.5 Постановка завдання

Розробка пристрою велася з урахуванням наступних вимог:

- стійкість до кидків мережевої напруги та захищеність від завад;
- регулятор реалізувати на мікроконтролері;
- наявність таймеру відключення;
- індикація режимів роботи;
- управління режимами роботи з пульта.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

2 РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ФУНКЦІОНУВАННЯ І СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОГО ПРИСТРОЮ

2.1 Розробка блок-схеми алгоритму пристрою

Обов'язковою умовою проектування пристрою є його універсальність і універсальність. Це пристрій можна використовувати для управління яскравістю ламп розжарювання, регулятора потужності паяльника і інших малопотужних пристроїв. Основним елементом регулятора є мікроконтролер, що виконує основні функції пристрою.

Виходячи із завдань і функцій, покладених на пристрій, які неодноразово згадувалися вище, дамо алгоритм його роботи (рис. 1.5).

Якщо є проблеми, система повинна прийняти рішення про їх усунення. Якщо несправності здаються непереборними, оператор повинен бути проінформований (з повідомленням на екрані). Якщо помилок немає, система готова до роботи.

Регулятор потужності заряду автоматично змінює потужність заряду до різних встановлених рівнів. Регулятор потужності дозволяє не тільки встановити комфортний рівень освітлення приміщення, але і без проблем виконати його протягом певного часу і збільшити термін служби споживачів.

Крім того, диммер можна використовувати для обслуговування не тільки освітлення, але і інших навантажень (наприклад, нагрівачів різних типів, в тому числі паяльників).

Розроблений пристрій відрізняється від аналогів тим, що регулятор управляється дистанційно, всі завдання вирішуються мікро контролером, а також наявністю вбудованого таймера скидання навантаження. Завдяки наявності такої функції, описаної в цьому проекті, пристрій має зацікавити батьків, чиї діти бояться засипати в темряві. [6]

					ЕлІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

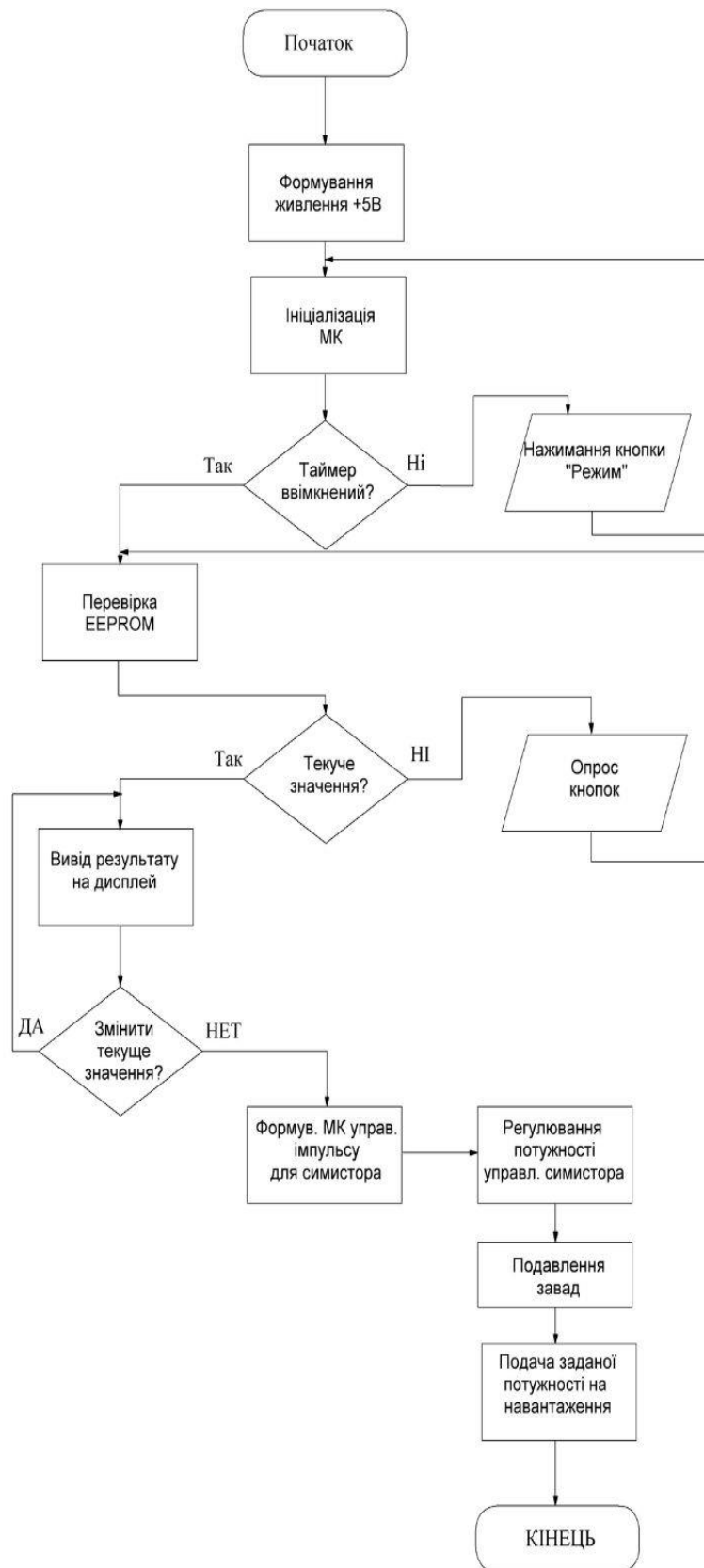


Рисунок 1.5 - Блок схема алгоритму роботи регулятора потужності

2.2 Розробка структурної схеми проектного пристрою

Як вже зазначалося вище, за прототип розробленого пристрою ми беремо схему регулятора потужності (рис. 1.4). Структурна схема проектного пристрою представлена на рис. 1.6.

Для оптимальної роботи пристрою в його складі введено ряд корисних і функціональних вузлів:

- з урахуванням того, що регулятор працює за принципом фазового регулювання, в його склад вводиться заводський фільтр-пригнічувач;
- Був введений вузол, необхідний для формування зовнішнього переривання рівня, типового для мікроконтролерів сімейства 51. Переривання рівня більш стійко до шумів і більше підходить для використання в таких регуляторах, ніж переривання фронту;
- регулятор буде стійкий до перенапруг за допомогою стабілізатора напруги;
- таймер сну з можливістю установки часу від 1 до 100 хвилин, режим таймера встановлюється користувачем;
- запам'ятати попередню настройку потужності лампи і стану регулятора за допомогою EEPROM;

Обов'язковою умовою пристрою є його універсальність. За призначенням системи необхідно виділити кілька блоків, що забезпечують нормальну роботу системи. У цьому сенсі регулятор потужності складається з декількох блоків.

Конструктивно регулятор виконаний у вигляді двох друкованих плат, з'єднаних між собою плоским кабелем. Одна з плат - це плата пульта управління, вона містить мікроконтролер і всі елементи операторського управління.

Друга плата призначена для харчування і містить клеми для підключення до джерела живлення і навантаження, симистор, фільтр, схему синхронізації з мережевою напругою і джерело живлення для регулятора.

Опис схеми плати пульта управління. Регулятор заснований на мікроконтролері ATMEL AT89C2051. Мікроконтролер має стандартну схемотехніку: схему підключення до кварцового резонатора з частотою 12 МГц і

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

схему скидання. Дані, що містять інформацію про встановлений рівні і режимах, зберігаються в блоці зберігання (незалежна пам'ять EEPROM). Блок індикації призначений для відображення режиму роботи регулятора і поточного значення рівня потужності або таймера. Блок управління (кнопки) дозволяє управляти регулятором.

Конструктивно регулятор виконаний у вигляді двох друкованих плат, з'єднаних між собою плоским кабелем. Одна з плат - це плата пульта управління, вона містить мікроконтролер і всі елементи операторського управління.

Схема динамічного опитування кнопок була введена через відсутність контактів на мікроконтролері для прямого введення / виведення всіх сигналів. Оскільки порт P1 працює виключно з висновками даних, це дозволяє використовувати тільки один висновок порту P3 для опитування стану трьох кнопок.

Секція DD3.1 мікросхеми «виключає АБО» DD3 виконує функцію інвертора і демпфуючого елемента між мікро контролером і польовим транзистором. На додаток до розрядки виходу, цей інвертор необхідний для формування холостого рівня управління симисторами при скиданні мікроконтролера.

При подачі живлення до ініціалізації мікроконтролера симистор гарантовано відключений. Вузол, до складу якого входять DD3.2, DD3.3, резистор DD3.4 R9 і конденсатор C3, забезпечує формування негативного імпульсу тривалістю приблизно 30-40 мкс з прямокутної хвилі, що йде з виходу компаратора, що забезпечує синхронізація з блоком живлення.

Ця схема необхідна для генерації переривання зовнішнього рівня, типового для мікроконтролерів сімейства 51. Переривання рівня більш стійко до перешкод і більше підходить для використання в таких регуляторах, ніж переривання по фронту.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

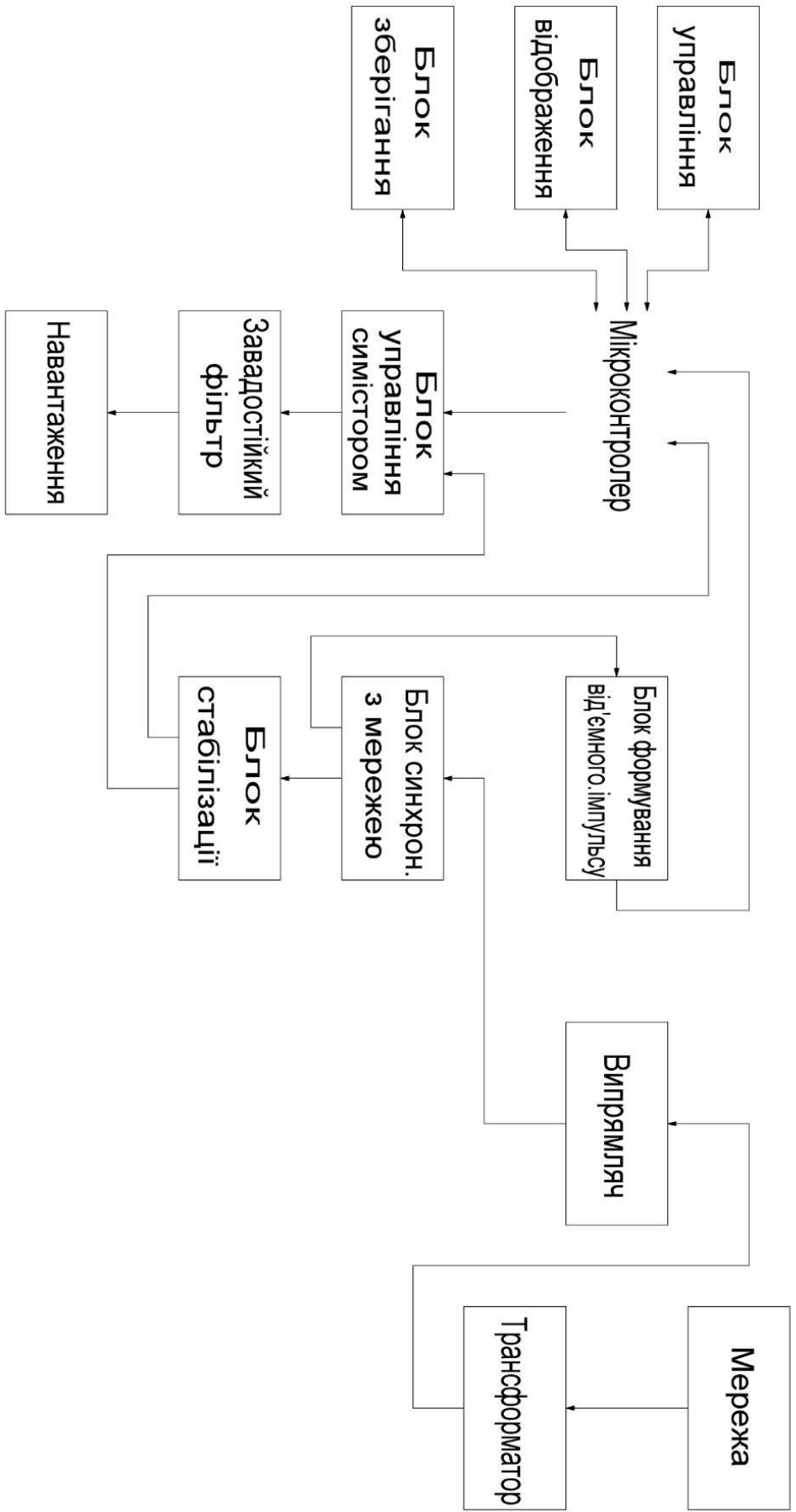


Рисунок 1.6 - Структурна схема регулятора потужності

Опис схеми силової плати. Напруга мережі змінного струму подається на первинну обмотку трансформатора. Напруга вторинної обмотки трансформатора подається на випрямний міст і блок синхронізації мережі.

Стабілізатор виробляє стабілізовану напругу живлення 5 В, необхідно для живлення регулятора. Незважаючи на наявність трансформатора, керуюча частина регулятора гальванічна не ізольована від напруги.

Необхідність введення трансформатора пов'язана з наявністю світлодіодного дисплея, який разом з іншими ланцюгами споживає відносно великий струм, і тому силовий ланцюг з згладжуючим конденсатором стає недоречним. Керуючий імпульс (одиначний) на платі панелі управління тривалістю 25 мікросекунд надходить на затвор польового транзистора, який формує імпульс керуючого струму для симистора.

Резистор R3 забезпечує достатній струм затвора для включення симистора у всьому діапазоні робочих температур тиристора.

Резистор R4 необхідний для захисту від шумів тиристорів в вимкненому стані. Заваджуючий фільтр знижує в мережі перешкоди, джерелом яких є будь-який регулятор з принципом фазового регулювання.

Опис роботи регулятора. Контролер має три кнопки управління, семисегментний світлодіод для двох місць і світлодіод для відображення поточного режиму.

Регулятор працює в двох безперервних режимах: з таймером відключення навантаження і без нього. Коли таймер увімкнено, світлодіод «Таймер» горить постійно, коли таймер вимкнений, світлодіод «Таймер» не горить.

Є ще один спосіб, короткостроковий: спосіб встановити час таймера. У режимі установки часу роботи таймера світлодіод блимає з періодом в 1 секунду. Окунь в цьому режимі з'являється після довгої кнопки «Режим» більше 2 секунд. Короткочасне натискання тієї ж кнопки змінює поточний безперервний режим. Вихід з режиму настройки таймера здійснюється або тривалим повторним натисканням, або після закінчення 2 секунд без натискання кнопок «Плюс» і «Мінус»."

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ					

Наприклад, якщо таймер на регуляторі був вимкнений, після короткочасного натискання кнопки «Режим» (тобто менше 2 секунд) загориться світлодіод «Таймер», включиться таймер, який відразу ж почне зворотний відлік від значення, яке зберігається в пам'яті.

На світлодіодному дисплеї відображається двозначний номер активного параметра. Фактично, коли диммер працює, на цьому дисплеї майже завжди відображається рівень потужності у відсотках від загальної потужності, яка приймається за потужність, коли до ламп подається повне напруга в електромережі. Рівень потужності можна змінювати від 0 до 100%.

Оскільки на дисплеї всього дві цифри, рівень потужності, відповідний 100%, відображається як «00», а нульовий рівень потужності - як «0». У режимі установки таймера на дисплеї відображається поточна установка таймера в хвилинах в діапазоні від 1 до 100 хвилин.

Зміна встановлених значень потужності і таймера часу проводиться натисненням кнопок «Плюс» і «Мінус». Наразі активне значення зміниться. Швидкість зміни параметра при натисканні кнопок постійна.

Після закінчення таймера диммер акуратно вимикає лампу з фіксованою швидкістю зміни яскравості. Світлодіод таймера продовжує горіти, вказуючи на те, що таймер включений. По периметру світлодіодного екрану починає рух за годинниковою стрілкою «змійка», що складається з чотирьох суміжних сегментів, розташованих по периметру екрану.

Це говорить про те, що диммер включений, але таймер вже вимкнув лампу. Лампу можна знову включити, натиснувши кнопки «Плюс» і «Мінус», або відключить включивши напруга живлення. Після зміни параметрів або поточного режиму введені настройки зберігаються в незалежній пам'яті даних. Умовою збереження є наявність двох подій: зміна заданих параметрів або режиму і відсутність натискання протягом 2 секунд після цього.

При включенні регулятора, мікроконтролер витягує з незалежної пам'яті задані значення параметрів і збережений режим роботи і таким чином, регулятор

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

знаходиться у тому ж стані, що і до виключення з обнуленим таймером відключення. [7]

3 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ

На основі блок-схеми, представленої на рис. 1.6, побудуємо функціональну схему регулятора потужності в мікроконтролері для харчування активного навантаження. Функціональна схема регулятора представлена на рис. 1.7.

1. Мікроконтролер: призначений для управління цим пристроєм. Мікроконтролер постійно опитує кнопки і посилає імпульси на блок управління симистором.

2. Блок відображення інформації: призначений для відображення поточного значення рівня потужності або таймера. Він включає в себе світлодіод, який вказує режими роботи, і світлодіодний дисплей, який показує значення потужності і часу.

3. Блок зберігання: призначений для зберігання даних, що містять інформацію про зазначений рівні і режимах.

4. Блок формування негативного імпульсу: призначений для генерації переривання зовнішнього рівня. Переривання рівня необхідно для завадостійкості мікроконтролера.

5. Блок стабілізації: виробляє стабілізовану напругу живлення 5 вольт, необхідне для харчування регулятора.

6. Шумоустойчивий фільтр: знижує рівень шуму, що вноситься в мережу гівіллерой, джерелом якого є будь-який регулятор з принципом фазового регулювання.

7. Блок управління - управління всім регулятором за допомогою 3-х кнопок.

8. Трансформатор: використовується для зниження напруги до 5 В, необхідного для харчування регулятора.

9. Мостовий випрямляч: використовується для перетворення змінного струму в постійний. [8]

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

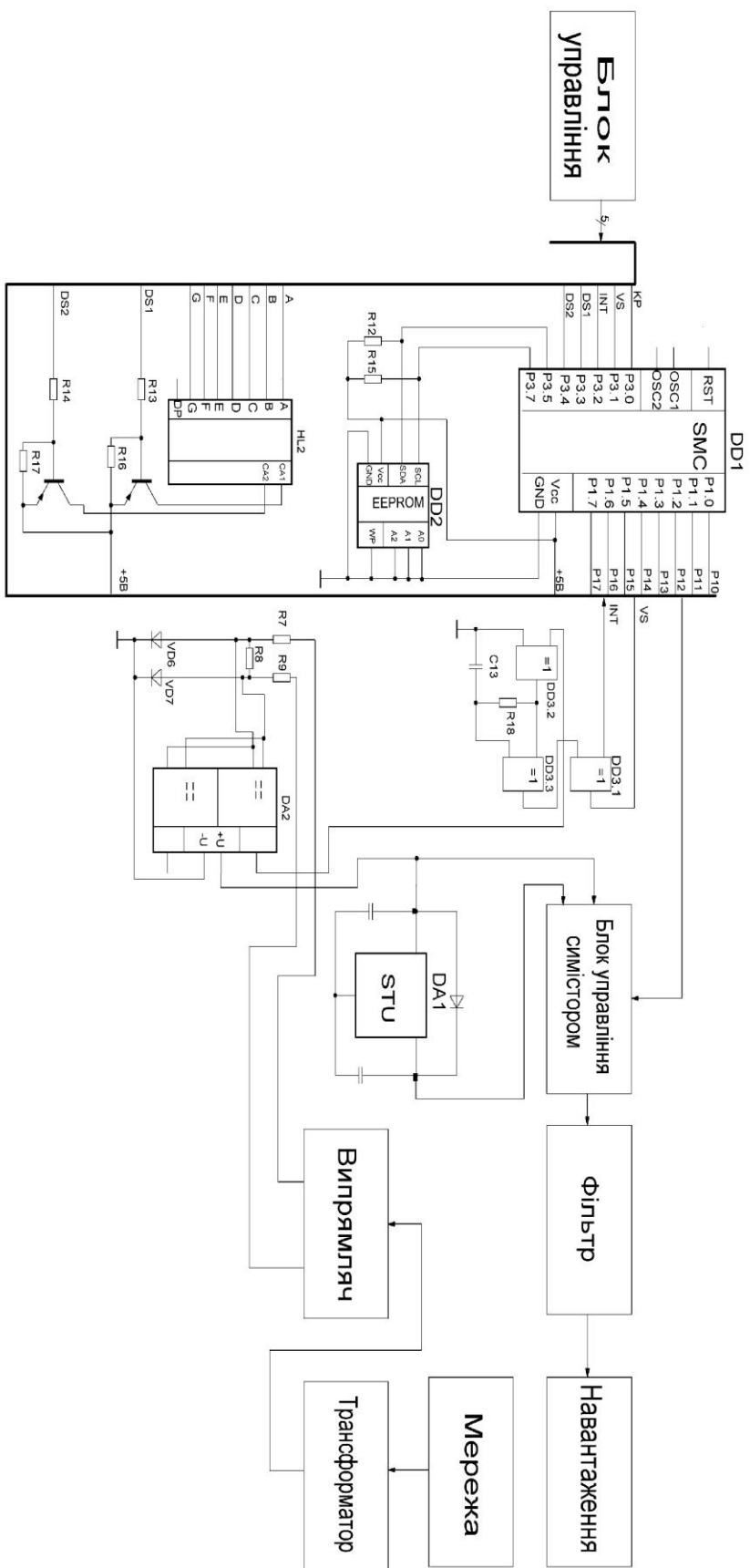


Рисунок 1.7. Функціональна схема регулятора

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4 РОЗРОБКА І РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ ПРИСТРОЮ

4.1 Вибір елементної бази

Пристрій призначений для використання в нормальних погодних умовах в приміщенні і в польових умовах, наприклад, на спортивному майданчику. Тому майже всі можливі типи і типи радіоелементів можуть використовуватися в якості базового елемента, оскільки більшість з них спроектовано з урахуванням роботи у відносно нормальних умовах навколишнього середовища.

Останнім часом все більшого поширення набувають серії (74AS .., SN74HC .., SN74HCT .., SN74HCTL.), Засновані на КМОП-технології і на 100% сумісні з TTL-мікросхемами. Це дозволяє в багатьох випадках безпосередньо замінювати TTL на аналоги без зміни електричної схеми. Як правило, вони мають меншу швидкість, ніж серії TTL, але при цьому споживають набагато менше енергії. У розробленому пристрої будуть використані наступні елементи: мікроконтролер - AT89C2051, пам'ять EEPROM - 24LC01B-I / P, інвертор - 74HC86N, стабілізатор - KR142EN5A, компаратор - LM2903N, одиночний індикатор - AL307LM, світлодіодний дисплей - А-402G-10 (Паралайт).

4.2 Розрахунок і синтез основних електронних вузлів

Блок мікроконтролера. При виборі мікроконтролера ви повинні відповідати деяким вимогам або алгоритмам. Структурні схеми мікроконтролера представлені на рис. 1.8. Був обраний мікроконтролер ATMEL AT89C2051, який має такі апаратні особливості:

- Сумісність з MCS-51;
- 2 кілобайт перепрограмування Flash пам'яті;
- Допускається 1000 циклів читання / запису;

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- Повноцісна система, тактова частота від 0 Гц до 24 МГц;
- діапазон напруги живлення від 2,7 В до 6 В;

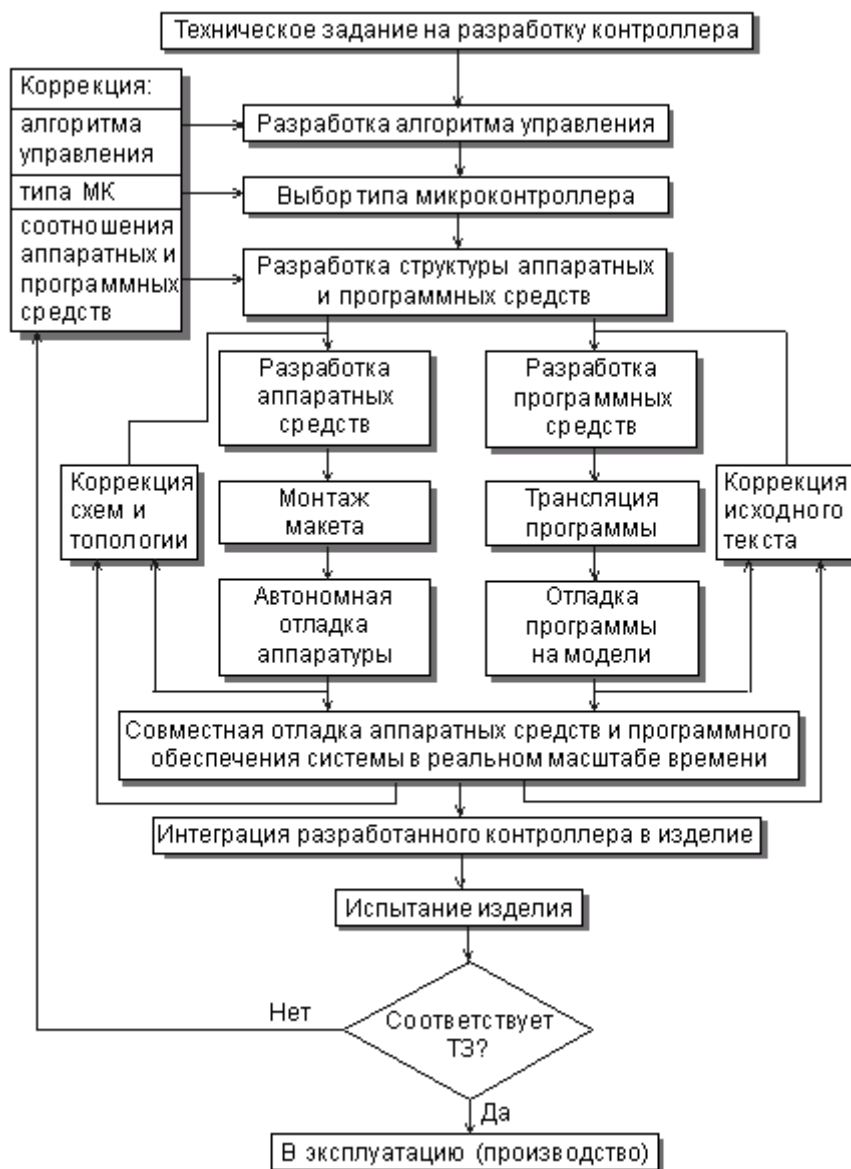


Рисунок 1.8 - Алгоритм вибору мікроконтролера

- дворівнева блокування програмної пам'яті;
- внутрішня RAM 128 x 8 біт;
- 15 програмованих ліній введення / виводу;
- два 16-бітових таймера / лічильника;
- шість джерел переривання;
- програмований послідовний канал UART;

- пряме підключення світлодіодного дисплея;
- вбудований аналоговий компаратор;
- Пасивний режим з низьким енергоспоживанням і режим з низьким енергоспоживанням.

AT89C2051 (рисунок 1.9) розроблений з використанням технології CMOS. Мікроконтролер оснащений стирані і програмованим ПЗУ, а також підтримує систему команд і висновків зі стандартними пристроями сімейства MCS-51. Розмір Flash ROM: 2 Кбайта, RAM: 128 байт. Він має 15 контактів введення / виведення, 16-бітний лічильник / таймер подій, повнодуплексний порт (UART), п'ять дворівневих векторних переривань, вбудований прецизійний аналоговий компаратор, вбудований генератор і схему генерації тактових імпульсів. Напруга програмування флеш-пам'яті - 12 В. Має захист від несанкціонованого читання / запису. Є можливість стерти флеш-пам'ять за одну операцію і можливість читання вбудованого ідентифікаційного коду.

Струм в активному режимі на частоті 12 МГц не перевищує 15 мА при напрузі 6 В і 5,5 мА при напрузі живлення 3 В. У пасивному режимі (ЦП зупинений, але система переривань, ОЗУ, таймер / лічильник подій і послідовний порт залишаються активними) споживання не перевищує 5 мА і 1 мА. В режимі зупинки струм споживання не перевищує 100 мкА і 20 мкА при напрузі живлення 6 В і 3 В відповідно. Мікроконтролер AT89C2051 призначений для використання в якості скутера з вбудованим керуванням.

AT89C2051 - це низьковольтний, високошвидкісний, 8-бітний мікрокомп'ютер CMOS з електричної флеш-пам'яттю об'ємом 2 КБ (PEROM).

Технологія незалежній пам'яті високої щільності Atmel підтримує стандартну систему команд MCS-51 і призначення контактів. Комбінація універсального 8-бітного процесора з флеш-пам'яттю на одному кристалі робить Atmel AT89C2051 потужним мікрокомп'ютером, який забезпечує гнучке і економічне рішення для багатьох додатків управління.

AT89C2051 забезпечує наступні стандартні функції: 2 КБ флеш-пам'яті, 128 байт ОЗУ, 15 ліній введення-виведення, два 16-бітових таймера / подільника, п'ять

					Лист
ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ					27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

векторів, дворівневе переривання, повний / дуплексний послідовний порт, аналоговий компаратор точності, генератор пластинчастого запалювання і тактовий генератор. Крім того, АТ89С2051 використовує технологію статичної логіки для правильної роботи при зниженні тактової частоти до нуля і підтримує два режими енергозбереження, які обирають програмним способом.

У сплячому режимі ЦП призупиняється. У цьому випадку вихід з режиму низького споживання енергії може відбуватися за запитом ОЗУ, таймера / розгалужувача, послідовного порту або системи переривань.

При примусовому переході в режим зниженого енергоспоживання вміст ОЗУ зберігається, але зупиняється внутрішній генератор мікросхеми, відключаючи всі інші функції мікросхеми для додаткового апаратного скидання.

Таблиця 4.1 - Гранично допустимі параметри і температурні характеристики

Гранично допустимі параметри і температурні характеристики		
Параметр	Значення	Одиниця виміру
Максимальна робоча напруга	6,6	V
Максимальний вихідний струм	25	mA
Напруга між будь-яким виводом і GND	-1,0 to +7,0	V
Температура навколишнього середовища	-55 + 125	°C
Температура зберігання	-65 +150	°C

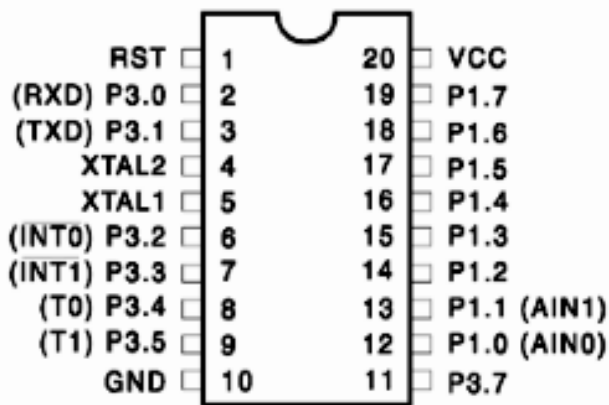


Рисунок 1.9 - Виводи мікросхеми AT89C2051

Призначення виводів:

VCC - напруга живлення;

GND – загальний.

RST - вхід скидання.

Всі висновки введення / виведення встановлюються на логічну 1, як тільки RST стає логічною 1. Для безпечного скидання пристрою необхідно підтримувати високий логічний рівень на вході RST протягом двох машинних циклів. Кожен цикл машини займає 12 тактів генератора або тактів.

XTAL1 - це вхід для інвертуючого тактового підсилювача і вхід для зовнішнього тактового сигналу.

XTAL2 - генератор інвертується вихід підсилювача.

Порт P1 Двохнаправлений 8-бітний порт введення-виведення. Порт містить лінії P1.2 - P1.7 з внутрішніми підтягуються резисторами. P1.0 і P1.1 вимагають зовнішнього навантаження. P1.0 і P1.1 також є позитивним (AIN0) і негативним (AIN1) входами для вбудованого аналогового компаратора.

Всі контакти P1 містять вихідні буфери, які можуть витримувати навантаження до 20 мА і можуть безпосередньо управляти світлодіодними дисплеями. Коли будь-який вихід з порту P1 дорівнює 1, їх можна використовувати як входи. Коли контакти P1.2 - P1.7 використовуються в якості входів і застосовуються ззовні на низькому рівні, вони будуть споживати струм від

джерела (ІІІ) через внутрішні підтягують резистори. Порт Р1 також отримує дані коду під час програмування і перевірки ПЗУ. Порт Р3 має сім двонапрямлених ліній введення / виводу з внутрішньої завантаженням (Р3.0 - Р3.5, Р3.7). Лінія Р3.6 постійно підключена до виходу вбудованого компаратора і не йде на зовнішні контакти, як інші лінії введення / виводу.

Буфери порту 3 можуть бути завантажені сигналом до 20 мА. Коли на будь-яку з ліній порту 3 подається високий логічний сигнал, напруга на цих висновках буде високим (через внутрішні підтягують резистори) і може використовуватися в якості входів.

Якщо зовнішній сигнал йде вниз по контактам порту 3, ток джерела (ІІІ) буде текти з лінії порту через внутрішнього опору навантаження.

Порт Р3 також виконує функції опції АТ89С2051, перераховані нижче:

Альтернативні функції контакту Р3:

- Р3.0 - RXD (вхід послідовного порту)
- Р3.1- TXD (вихід послідовного порту)
- Р3.2 - INT0 (зовнішнє переривання)
- Р3.3 - INT1 (зовнішнє переривання)
- Р3.4 - T0 (таймер зовнішнього входу 0) Р3.5 - T1 (таймер зовнішнього входу 1).

Порт Р3 також отримує деякі керуючі сигнали при програмуванні і перевірці програм ПЗУ.

Блок-схема мікроконтролера представлена на рис. 1.10.

Блок зберігання. Для зберігання даних, що містять інформацію про встановлені рівнях і режимах, використовується незалежна пам'ять EEPROM з наступними характеристиками:

- Організація пам'яті 128x8;
- час доступу 100 нс;
- кількість циклів запису 10⁷;
- інтерфейс I2C;
- блок живлення 2,5 ... 5,5;

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ					

- струм записи / очікування (мА / мкА) 1/10;
- температурний діапазон - 40 ... + 850С.

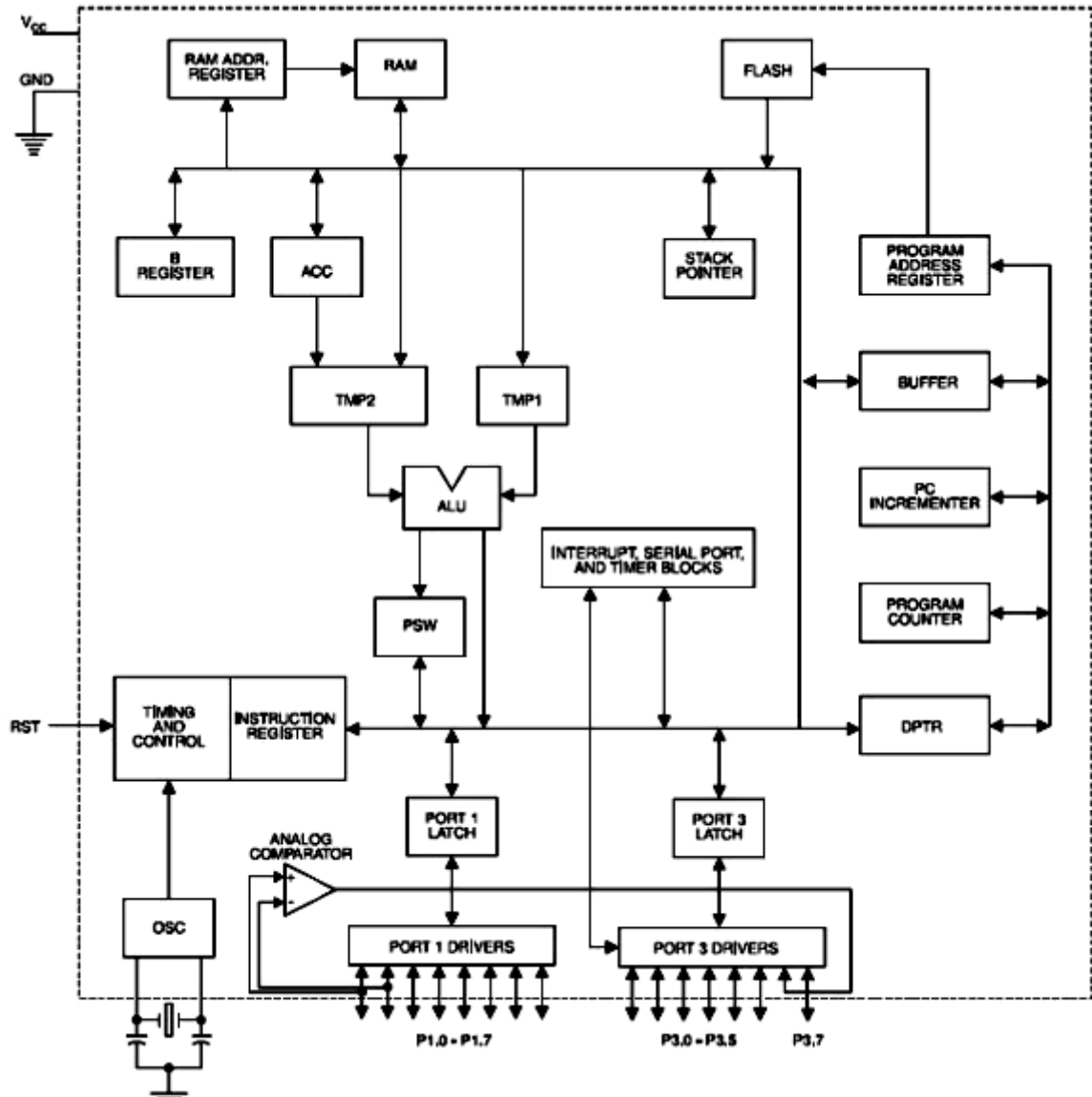


Рисунок 1.10 - Структурна схема мікроконтролера

Блок формування негативного імпульсу. Ексклюзивна або 74НС86 секція діє як інвертор і буфер між мікро контролером і польовим транзистором. На додаток до розряду виходу, цей інвертор необхідний для формування холостого рівня управління симисторами при скиданні мікроконтролера.

При подачі живлення до ініціалізації мікроконтролера симистор гарантовано відключений. Вузол, що включає в себе інші ділянки мікросхем: резистор і

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

конденсатор, які видають негативний імпульс тривалістю приблизно 30-40 мкс з меандру, що йде з виходу компаратора, що забезпечує синхронізацію з джерелом живлення.

Ця схема необхідна для генерації переривання зовнішнього рівня, типового для мікроконтролерів сімейства 51. Переривання рівня більш стійко до шумів і більше підходить для використання в таких регуляторах, ніж переривання по фронту.

Таблиця 4.2 - Технічні характеристики

1	Номінальна напруга живлення	+5 В
2	Вихідна напруга низького рівня	не більше 4 В
3	Вихідна напруга високого рівня не менше	не менше 2.4 В
4	Вхідний струм низького рівня	не більше -1.6 мА
5	Вхідний струм високого рівня	не більше 0,004 мА
6	Струм споживання	не більше 50 мА
7	Час затримки поширення при включенні	не більше
8	Максимал. час фронту і спаду вхідного імпульсу	150 нс

Блок синхронізації. Компаратор LM2903N необхідний для синхронізації з мережею. Інше визначення.

Електронна схема, яка передає два аналогових сигналу на свої входи і генерує логічну «1», якщо сигнал на прямому вході («+») більше, ніж зворотний вхід («-»), і логічний «0», якщо сигнал на прямому вході менше, ніж на протилежному.

Технічні характеристики:

- кількість каналів 2;
- напруга живлення, В $\pm 18 \dots 36$;
- час затримки, нс 500;
- струм споживання, мА 1,0;
- температурний діапазон, С - 40 ... + 125;
- напруга компенсації, мВ 7.

Блок відображення. Щоб показати необхідну нам потужність або час, використовується світлодіодний дисплей А-402G-10 з наступними параметрами:

- висота цифри - 565 мм;
- електрооптичні характеристики;
- напруга живлення - 2,2 В;
- споживаний струм - 2 А.

Блок управління симистором. Цей блок включає польовий транзистор КР505, який генерує імпульс струму управління для симистора і двох резисторів. Один забезпечує струм від керуючого електрода, другий необхідний для підтримки помехозащищенности при вимкненому симисторів.

Має наступні параметри:

- максимальна напруга стік-витік - 60 В;
- максимальна напруга затвора витоку ± 10 В;
- максимальний струм стоку (постійний) 1,4 А;
- максимальний струм стоку (імпульс) 5,6 А;
- струм витоку затвора $<0,1$ мкА;
- вхідні ємність 425 пФ;
- вихідна ємність 170 пФ;
- час запалювання 33 нс;
- час вимикання 180 нс;
- діапазон робочих температур - 55 .. + 150 ° С;

Технічні характеристики симистора:

- максимальне імпульсна напруга в закритому стані - 600В;
- максимальний одноразовий імпульсний струм (20 мс) 25 А;
- струм управління розблокуванням <5 мА;
- відкриття керуючого напруги 1,5 В;
- поточне утримання <15 мА;
- напруга у відкритому стані 1,7 В;
- час запалювання 2 мкс.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Розрахунок блоку стабілізації. Для харчування регулятора потужності потрібно стабілізовану напругу живлення 5В. Він також використовується в широкому спектрі електронних пристроїв, таких як джерела живлення для логічних систем, вимірювальне обладнання, високоякісні пристрої відтворення та інші електронні пристрої.

Блоки живлення на їх основі відрізняються невеликою кількістю додаткових елементів, невисокою вартістю і хорошими технічними характеристиками.

Вихідні дані для розрахунку стабілізатора Рис. 1,11:

$$U_H = 5\text{В}, I_{H\text{max}} = 1\text{А}, \Delta U_H = 50\text{мВ}, K_{n(1)} = 0,1\%, \Delta U_{ex}/U_{ex} = 0.1.$$

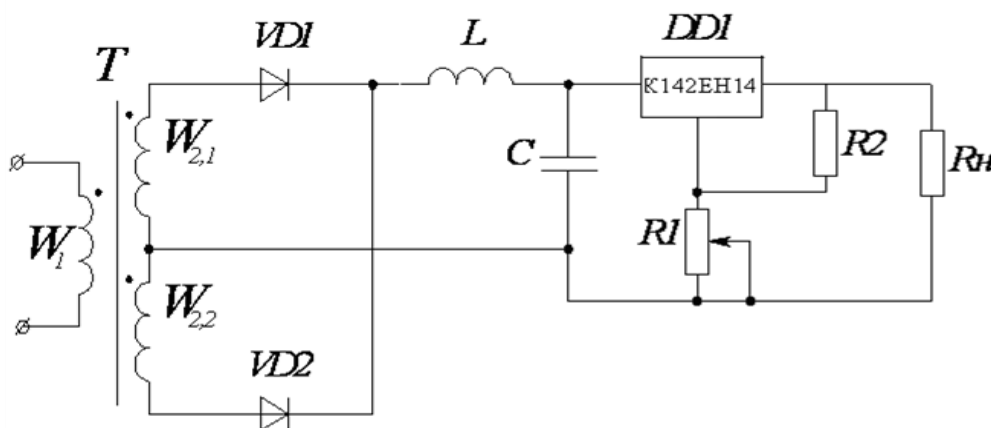


Рисунок 1.1 - Стабілізатор напруги

Визначимо допустимі параметри вхідної напруги стабілізатора, необхідної для розрахунку випрямляча і фільтру.

Важливим фактором вибору стабілізатора напруги є його потужність, важливо, що б вона була вище потужності навантаження $P_c > P_m$,

де P_c - потужність стабілізатора, P_m -потужність навантаження.

Вибір інтегральної схеми стабілізатора, проводиться виходячи з допустимих значень напруг на виході стабілізатора, а також за коефіцієнтом стабілізації і струму навантаження. [9]

Коефіцієнт стабілізації:

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{CT} = \frac{0,1}{\frac{\Delta U_H}{U_H}} = \frac{0,1}{\frac{0,05}{5}} = 10$$

Коефіцієнт пульсації за першою гармонікою:

$$K_n(1)_{BX} = K_n(1) \cdot K_{CT} = 0,1 \times 10 = 1\%$$

Мінімальна вхідна напруга:

$$U_{BX \min} = U_H + \Delta U_{CT}$$

За формулою для коефіцієнта пульсації, $K_n(1)_{BX} = \frac{U_{(1)m}}{U_H}$

визначаємо: $U_{(1)m}$ і ΔU_{CT} :

$$U_{(1)m} = K_n(1)_{BX} \cdot U_H = 0,01 \times 5 = 0,05(B)$$

$$\Delta U_{CT} = U_{R\Delta} + U_{(1)m} = 3 + 0,05 = 3,05(B)$$

Далі визначаємо:

$$U_{ex \min} = 5 + 3,05 = 8,05(B)$$

$$U_{ex \text{ном}} = \frac{U_{ex \min}}{1 - 0,1} = \frac{8,05}{0,9} = 8,94(B)$$

$$U_{BX \max} = U_{ex \text{ном}}(1 + 0,1) = 8,94 \times 1,1 = 9,84(B)$$

$$\Delta P_{CT} = (U_{ex \max} - U_H) \cdot (I_{H \max} + I_{CT}) = (9,84 - 5) \times (1 + 0,015) = 6,12(Bm)$$

За розрахованими даними вибираємо стабілізатор у інтегральному виконанні К142ЕН14, з параметрами (табл.4.3).

$$U_{BX} = 20B, \Delta U_{CT} = 0,3B, \sigma_U = 0,1\%$$

Таблиця 4.3 - Основні електричні параметри КР142ЕН5А при температурі навколишнього середовища +25°C

Найменування параметра	Позначення	Ед. изм.		
			Min	Max

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
						35

Вихідна напруга, $U_1 = 7,5 - 15 \text{ В}, I_0 = -10 \text{ МА}$ $C_1 = 2,2 \text{ МКФ}, C_0 = -1,0 \text{ МКФ}$	$U_0, \text{ В}$	4,9	-	5,1
Коефіцієнт нестабільності по напрузі	K_{ui}	% / В	-	0,05
Коефіцієнт нестабільності по струму	K_{io}	% / А	-	1,33
Струм споживання	I_{cc}	мА	-	10

$$K_{стфакт} = \frac{1}{\sigma_U \cdot U_{вх\text{НОМ}}},$$

$$K_{стфакт} = \frac{1}{0,001 \times 8,94} = 111.$$

Так як $K_{стфакт} > K_{ст}$, то стабілізатор вибраний правильно.

Для заданого коефіцієнта стабілізації ($K_{ST} = 10$) знаходимо допустимі параметри вхідної напруги стабілізатора, необхідні для розрахунку випрямляча і фільтра, що згладжує, яке живить стабілізатор:

- відносна нестабільність напруги на вході

$$\Delta U_{вх} / U_{вх} = K_{СТ} \cdot \Delta U_{вбх} / U_{вбх} = 10 \cdot 0,05 / 5 = 10\%$$

- коефіцієнт пульсацій вхідної напруги

$$K_{П(1)вх} = K_{П(1)} \cdot K_{СТ} = 0,1\% \cdot 10 = 1\%$$

Розрахунок потужності, споживаної пристроєм. Розрахунок енерговитрат необхідний для визначення параметрів системи електропостачання. Енергоспоживання ІС і електронних компонентів системи повідомлень визначається за формулою:

$$P_{потр.} = U_{живл} * I_{пот\ max},$$

де $U_{живл}$ - напруга живлення, В,

$I_{пот\ max}$ - максимальний струм споживання, МА.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Споживані струми і розраховані потужності споживання ІМС наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Споживання потужності ІМС [5]

Тип пристрою	Кількість, шт.	Струм споживання, мА	Суммарний струм, мА	Сумарна потужність, мВт
Цифрові інтегральні мікросхеми				
АТ89С2051	1	25	25	125
24LC01В-І/Р	1	1	1	5
74НС86N	1	50	50	250
КР142ЕН5А	1	10	10	50
LM2903N	1	1	1	5
А-402G-10	1	2000	2000	10000
Ітого			2087	10435

5 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

5.1 Опис роботи програми мікроконтролера

Крім того, коротко розглянуті ключові моменти програмної частини проекту. Додаткова інформація включена в коментарі майже до кожного рядка програми. Список програм і об'єктний файл знаходяться в Додатку А.

Програма управління контролером використовує два переривання від мікроконтролера MCS51: переривання за рівнем на вході INT0 і переривання по таймеру T0. Таймер переривання T0 має більш високий пріоритет.

В основній фоновій програмі ініціалізується мікроконтролер, зчитування збережених налаштувань з незалежної пам'яті перед запуском регулятора і постійний контроль біта необхідності збереження параметрів, який налаштовується в підпрограмі обробки переривань INT0. Коли біт встановлений, фонові програма записує змінені значення в незалежну пам'ять і очищає біт.

Таймер переривання T0, призначений для генерації імпульсу сімистори з тривалістю приблизно 25 мікросекунд після закінчення часу завантажуються в таймер і завантажують в таймер T0 нове табличне значення часу затримки, відповідне поточному рівню потужності. Сам таймер при виході з переривання T0 виключений. Таким чином, таймер T0 готується до запуску нової напівхвилі мережевої напруги. Це допомагає скоротити час відгуку мікроконтролера. Сам таймер запускається на початку переривання INT0.

Програма обробки переривання INT0, по суті, є ключовою частиною програми регулятора.

У момент «перетинання 0» нової напівхвилі мережевої напруги на вході мікроконтролера INT0 зовнішньої ланцюга формується негативний імпульс. Цей імпульс є причиною переривання INT0.

У програмі обробки переривання INT0 таймер T0 запускається першим. Потім виконується динамічний опитування кнопок і зберігається результат опитування. Після закінчення опитування кнопок порт P1 починає працювати виключно від світлодіодного дисплея.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Вміст допоміжних реєстрів відображається відповідним знаком семисегментного світлодіода. Дані для візуалізації підготовлені в попередньому семестрі. Це дозволяє скоротити час, необхідний для відображення даних на екрані.

У кожному напівперіод напруга мережі на індикаторі змінюється. Отже, частота динамічної індикації становить 50 Гц.

Після обробки екрану кнопки аналізуються відповідно до поточного активним режимом. При цьому передбачений захист від брязкоту контактів.

Під час обробки переривання INT0 управляються кілька допоміжних бітів, які визначають режим роботи приводу. За допомогою цих бітів і різних лічильників, що реалізують захист від брязкоту, швидкість зміни параметра, швидкість зміни яскравості лампи при включенні і виключенні підсвічування, вибір коротких і довгих натискань на кнопку кнопки, витримка часу на необхідність збереження параметрів і т. Д.

Особливістю розробленої програми є використання таблиці кутів затримки включення симистора. Ця таблиця отримана шляхом розрахунку в таблиці Excel 100 тимчасових інтервалів для полуперіода напруги мережі, зменшеного на 5%.

Тимчасові інтервали розраховувалися з умови рівності інтегралів миттєвого значення синусоїди. Це призводить до нерегулярних тимчасових інтервалах, відповідним різним рівням потужності. Максимальний рівень потужності відповідає мінімальній затримці.

Розрахунок для побудови симистора запалювання:

$$K = \sin\left(\frac{t_i \cdot \pi}{10000}\right) - \text{синус точки,}$$

де t_i – час i -ї точки полухвилі.

Таблиця 5.1 – Таблиця кутів задержки включення симистора

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Номер точки полувилі	Час в мікросекундах	Синус точки	синус, для графіка
1	615	0,14365813	0,016458729
2	638	0,19909428	0,031410759

3	1108	0,341101539	0,094108313
4	1282	0,391951788	0,125333234
5	1436	0,435985196	0,156434465
6	1575	0,47485639	0,187381315
7	1705	0,510392838	0,218143241
8	1826	0,542705433	0,248689887
9	1940	0,572432126	0,278991106
10	2048	0,59991765	0,309016994
11	2152	0,625732892	0,33873792
12	2252	0,649925697	0,368124553
13	2348	0,672547657	0,397147891
14	2441	0,693879563	0,425779292
15	2532	0,714179543	0,4539905
16	2620	0,733255346	0,481753674
17	2706	0,75135628	0,509041416
18	2789	0,768305867	0,535826795
19	2871	0,784538335	0,562083378
20	2952	0,800061756	0,587785252
21	3031	0,814702941	0,612907054
22	3108	0,82849063	0,63742399
23	3184	0,841623911	0,661311865
24	3259	0,854114084	0,684547106
25	3333	0,865973039	0,707106781
26	3406	0,877213207	0,728968627
27	3478	0,887847511	0,75011107
28	3550	0,898027576	0,770513243
29	3620	0,907484425	0,790155012
30	3690	0,916502422	0,809016994
31	3759	0,92495785	0,827080574
32	3828	0,932978665	0,844327926
33	3896	0,940454356	0,860742027
34	3963	0,947400367	0,87630668
35	4030	0,953926651	0,891006524
36	4097	0,960030316	0,904827052
37	4163	0,965627047	0,917754626
38	4229	0,970808651	0,929776486
39	4294	0,975503838	0,940880769
40	4359	0,979792263	0,951056516
41	4424	0,983672138	0,960293686
42	4489	0,987141845	0,968583161
43	4553	0,990156014	0,975916762
44	4617	0,992769917	0,982287251
45	4681	0,994982497	0,987688341
46	4745	0,996792861	0,992114701
47	4809	0,998200275	0,995561965
48	4873	0,999204171	0,998026728
49	4936	0,999797877	0,99950656

Графічна ілюстрація результату розрахунку представлена на рис. 1,11. Для наочності розрахунок проводився через 20 інтервалів. Згідно з графіком часовий інтервал між сусідніми точками в максимумі синусоїди майже в три рази менше часу першого інтервалу.

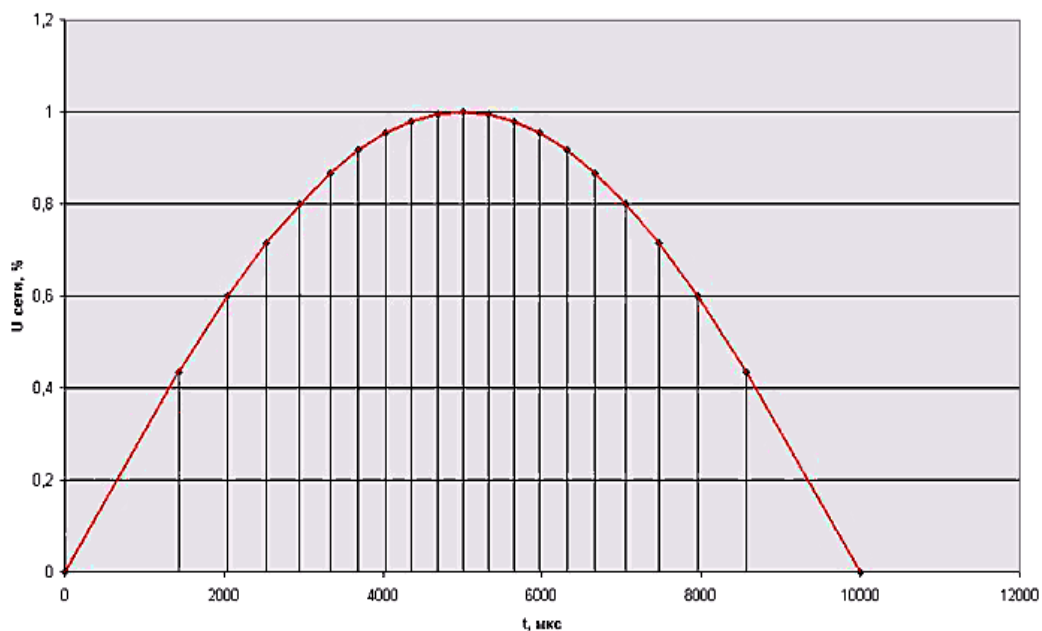


Рисунок 1.11 - Графік включення симистора

Результуюча нерівномірність таблиці дозволяє більш рівномірно змінювати яскравість лампи при зміні рівня потужності. Позитивний результат цього підходу полягає в тому, що з моменту переходу мережевої напруги через 0 до моменту, відповідного 99% інтервалу напруги, проходить приблизно 640 мікросекунд з напівперіодом. Це вказує на те, що мікроконтролер має достатньо часу для виконання різних операцій без втрати максимально можливої потужності.

Таким чином, якщо не враховувати втрати в тиристорах, регулятор з встановленим значенням потужності 100% буде забезпечувати навантаження майже такою ж потужністю, яку він споживає, тільки що підключившись до мережі тієї ж навантаження.

Звичайно, в цьому випадку бажано, щоб тиристор мав мінімально можливе значення керуючого струму, яке можна вважати практично рівним току утримання тиристора. Якщо поточне утримання сімістора велике, надто швидке включення

симистора при встановленому рівні потужності 100% не дасть результату: керуючий імпульс припиниться, і тиристор подаватися не буде.

Таблиця побудована виходячи з того, що частота напруги живлення є стабільним параметром в домашній електромережі, відхилення частоти в мережі не перевищує 5%. [\[10\]](#)

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

ВИСНОВОК

У кваліфікаційній роботі було розроблено пристрій для регулювання потужності з активним та реактивним навантаженням.

Намнеобхідно економити енергію, тому що більшість джерел енергії, від яких ми залежемо, як вугілля та природний газ замінити не можна. Як тільки ми їх використовуємо, вони зникнуть назавжди.

Автоматичне регулювання потужності буде здійснюватися мікро контролером. Обраний мікроконтролер має функціонально надлишковими функціями, що дозволяє говорити про його широке використання. Зокрема, тепер можна говорити про універсальність проектованого пристрою.

Низький рівень споживання енергії призводить до роботи пристрою в нормальних температурних умовах, без перегріву, а це призводить до підвищення надійності та збільшення терміну служби.

У розробленому пристрої використовувалися доступні електронні компоненти. При виборі компонентів основна увага приділялася мінімізації витрат на розробку.

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

ЛІТЕРАТУРА

1. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. – М.: Радио и связь, 2016. – 352с.
2. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за напрямом електроніка / Укладачі: кафедра електроніки и комп'ютерної техніки. – Суми: Видавництво СумДУ, 2015.
3. Микропроцессоры. Справочное пособие для разработчиков РЭА. Под ред. Ю. А. Овечкина. Л., Судостроение, 2017.
4. Баранов, В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: Схемы, алгоритмы, программы / В. Н. Баранов - М.: Додэка, 2014. — 288 с.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации "Линии"
6. Шелестов И.П. Радиолюбителям: Полезные схемы. – "СОЛОН-Р", Москва, 2018.
7. Научно-технический журнал "Схемотехника"
8. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Выпрямитель>
9. <http://сhem.net/house/1-168.php>
10. <http://www.radio.ru/archive/>

					ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
		Кл.	
	Конденсатори		
C1,C2	K10-176-H90-0,1 мкФ	2	
C3	K50-68-16B-220 мкФ	1	
C4	K73-17-630B-0,01 мкФ ±20%	1	
C5	K10-176-H90-0,1 мкФ	1	
C6	K50-68-25B-470 мкФ	1	
C7,C8	K73-17-630B-0,01 мкФ ±20%	2	
C9,C10	K10-176-M47-33 пФ±10%	2	
C11	K53-1A-16B-10 мкФ±10%	1	
C12	K10-176-H90-0,1 мкФ	1	
C13	K10-176-M1500-10нФ±10%	1	
C14,C15	K10-176-H90-0,1 мкФ	2	
C16	K53-1A-16B-10 мкФ±10%	1	
	Мікросхеми		
DA1	KP142EH5A	1	
DA2	LM2903N	1	
DD1	AT89C2051-24PI	1	
DD2	24LC01B-I/P	1	
DD3	74HC86N	1	
	Індикатори		
HL1	АЛ307ЛМ	1	
HL2	A-402G-10	1	
	Дроселі		
L1		1	

ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Мовенко		
Проверил.		Новгородцев		
Реценз.				
Н. Контр.		Новгородцев		
Утверд.		Опанасюк		
Регулятор мощности з реактивным характером навантаження. Перелік елементів.			Лит.	Лист
				44
			СумДУ, гр. ЕС -71	
			2	

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
Резисторы			
R1,R2	C2-23-0,125-2,2 кОМ±5%	2	
R3	C2-23-0,125-82 Ом±5%	1	
R4	C2-23-0,125-510 Ом±5%	1	
R5	C2-23-1-100 Ом±5%	1	
R6	C2-23-1-510 кОМ±5%	1	
R7...R9	C2-23-0,125-10 кОМ±5%	3	
R10	C2-23-0,125-10 кОМ±5%	1	
R11	C2-23-0,125-2,2 кОМ±5%	1	
R12	C2-23-0,125-10 кОМ±5%	1	
R13,R14	C2-23-0,125-2,2 кОМ±5%	2	
R15	C2-23-0,125-10 кОМ±5%	1	
R16...R	C2-23-0,125-2,2 кОМ±5%	3	
RE1	HP1-1-1-8-330 Ом±5%	1	
Трансформатор			
T1	Трансформатор понижающий ОСМ1-0,16 220/6	1	
Диоды			
S1...S3	Кнопка DTS-24N		
VD1...V	КД522Б	1	
VS1	BT136-600E	3	
Транзисторы			
VT1	КП505А	1	
VT3,VT	КТ3107Б	2	
ZQ1	HC49-U 12 МГц	1	
Лист			
ЕЛІТ 6.171.00.10 422 ПЗ			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись Дата