

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра приладів і контрольно-вимірювальних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційне забезпечення регулятора потужності
активного навантаження

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РНм
спеціальності 153 «Мікро та наносистемна
техніка»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Матвійшин В.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Чайковський А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Наконечний Ю. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Паламар М. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль 2020

РЕФЕРАТ

Темою кваліфікаційної роботи є інформаційне забезпечення регулятора потужності активного навантаження.

Найбільш поширені на сьогоднішній день фазо-імпульсні регулятори потужності.

Проектування регулятора потужності враховує інноваційні технології радіоелектроніки, економіки, естетики.

В роботі було враховано і розроблено систему ремонту даного регулятора потужності активного навантаження.

Також враховано можливість виробництва проектованого регулятора потужності серійно промисловими компаніями

Зміст

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покритть	9
1.2 Обґрунтування вибору конструкції	10
1.3 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки	12
1.4 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	13
1.5 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	15
1.6 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	19
1.7 Розробка технології ремонту, регулювання виробу	20
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	22
2.1 Область застосування радіопристрою.....	22
2.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	24
2.3 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	26
2.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора	30
2.6 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології	32
2.7 Економічна частина кваліфікаційної роботи.....	33
2.7.1 Розрахунок собівартості проектного виробу	33
2.7.2 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	39
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	45
3.1 Розрахунок надійності проектного виробу.....	45
3.2 S-модель для дослідження процесу керування потужністю.....	48
4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	50
4.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	50
4.2 Опис і обґрунтування вибору елементної бази.....	53

4.3 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	63
5.1 Охорона праці.....	63
5.1.1 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні регулятора потужності.	63
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	67
5.2.1 Організація гасіння пожеж.....	67
5.2.2 Заземлення приміщення	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
ДОДАТКИ.....	77

ВСТУП

Ускладнення конструкцій радіоелектронної апаратури з однієї сторони, і зростання об'ємів випуску продукції з іншої, створили передумови для використання повної автоматизації всіх процесів складання: монтажу, пайки і контролю. Такий типовий виробничий процес є найбільш прогресивним і більш ефективним з техніко-економічної точки зору.

Виготовлення радіоелектронної апаратури супроводжується великою кількістю контрольних операцій: вхідний контроль матеріалів і комплектуючих електрорадіоелементів, контроль всіх етапів виробництва, вихідний контроль готової продукції. Сам процес контролює складним і трудоемким, тому його автоматизації приділяється велика увага.

В сучасних технологічних процесах все більш широкое застосування знаходять оптичні методи контролю, які характеризуються універсальністю і високою надійністю.

Одним із шляхів реалізації оптичного методу контролю є розробка телевізійних систем технічного зору. У промисловому виробництві вони використовуються на операціях розпізнавання і сортування деталей, визначення взаємного розташування і орієнтацію деталей на складальних ділянках, для контролю якості обробки поверхні. Тому область використання таких пристроїв необмежена.

Крім аналізу якості виконання складальних операцій він дозволяє, по мірі необхідності, уточнювати положення наступної деталі і її орієнтацію відносно системи координат автомата.

При цьому можливе зниження витрат на проектування і виготовлення живильників, що подають комплектуючі виробу у зону складання, а це особливо важливо при багатоміноміклатурному виробництві. Технічний зір дозволяє уточнити поточне положення зон встановлення електронних деталей.

Крім цього може бути виконаний контроль типу встановленого компонента шляхом зчитування і аналізу зображення його маркування, що особливо важливо при складанні друкованих плат з великою кількістю мікросхем різних типів, що мають корпус одного розміру

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

Технічні вимоги до проектованого пристрою:

- напруга мережі електроживлення, В.....220;
- частота мережі електроживлення, Гц.....50;
- максимальний струм навантаження, А.....10;
- тип індикації.....спрощена (лінійка світлодіодів);
- тип керування.....спрощене (двокнопове);
- кількість ступенів регулювання.....5;
- можливість аварійного відключення.....так.

Корпус є однією з важливих складових частин виробу. Він забезпечує механічний захист розміщених в ньому елементів, як при експлуатації так і при транспортуванні виробу. Також він забезпечує хороший захист від пилу та вологи.

Даний регулятор потужності складається з корпусу (верхня та нижня кришка), друкованого вузла, насадок на кнопку, шнура живлення.

Верхня та нижня кришки кріпляться одна до одної за допомогою гвинтів. Конструкція кришок забезпечує можливість автоматизованого їх виготовлення з відсутністю механічних доробок. Використання самонарізних гвинтів дозволяє уникнути операції нарізання різьб при виготовленні кришок.

Всі радіо електричні елементи розташовані на друкованому вузлі, варіанти встановлення яких було обрано із врахуванням можливості їх автоматизованої підготовки.

На стику верхньої та нижньої кришок виконано отвори, через які назовні виступають світлодіоди. кнопки та роз'єми.

Друкований вузол закріплено до нижньої кришки з допомогою гвинтів. Даний виріб буде мати прямокутну форму. Пристрій буде відповідати усім вимогам конструювання.

Шнур живлення з'єднується з роз'ємом, який закріплено на друкованому вузлі, та він виступає назовні через отвір, на стику двох кришок.

Для захисту паяних з'єднань радіо електричні елементи від атмосферних впливів вузол друкований покрито лаком АК-113. Цей лак - це розчин поліакрилової смоли в суміші органічних розчинників з додаванням пластифікаторів.

Цей тип лаку призначається для нанесення на вироби з чорних, кольорових металів та їх сплавів, а також на неметалеві поверхні, що працюють при температурі до 150°C і експлуатуються в різних кліматичних районах. Лаки наносять на поверхню методом пневматичного розпилення.

Матеріал корпусу поліетилентерафталат литтєвий. Цей матеріал підходить для виготовлення корпусу методом лиття під тиском. Даний тип матеріалу є корозостійким і не потребує покриття.

1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Всі складові частини корпусу кріпляться одна до одної з допомогою гвинтів. Для підвищення технологічності при виготовленні виробу можна використовувати самонарізні гвинти.

Підвищення технологічності в даному випадку досягається шляхом уникнення операції нарізання різьби при виготовленні корпусу.

Всі радіоелементи розміщено на друкованому вузлі, що дозволяє максимально підвищити технологічність конструкції. Зовнішній вигляд плати друкованої, розробленої в системі Altium подано в додатках до дипломного проекту.

При виборі елементної бази було поєднано використання елементів для поверхневого монтажу та елементів з штиревыми выводами. Використання елементів для поверхневого монтажу надає ряд переваг:

- підвищення технологічності автоматизованої пайки;
- відсутність операції підготовки до монтажу;
- підвищення вібростійкості пристрою;
- підвищення ударостійкості пристрою;
- зменшення габаритів пристрою;

Одночасно з елементами для поверхневого монтажу використовуються елементи із штиревыми выводами.

Використання елементів із штиревыми выводами паралельно з елементами для поверхневого монтажу обумовлено тим, що в проєктованому регуляторі потужності присутні потужні силові елементи, які потребують розміщення на радіатор, а також присутні роз'єми та кнопки, які доцільніше використати з штиревыми выводами, для більшої стійкості до механічних зусиль, які будуть до них прикладатися.

Світлодіоди також використано із штиревыми выводами для забезпечення їх варіанту встановлення над друкованою платою.

Електролітичні конденсатори використано із штиревыми выводами через їх значні габарити, при використанні електролітичних конденсаторів для поверхневого монтажу погіршиться вібро- та ударостійкість пристрою.

На друкованому вузлі крім радіоелементів розміщено радіатор для охолодження силового симистора.

Під час компонування друкованого вузла забезпечено вільний доступ до елементів регулювання, використано варіанти встановлення ЕРЕ, які передбачають можливість автоматизованої підготовки їх до монтажу.

Друкований вузол закріплено до нижньої кришки з допомогою гвинтів, які використовуються самонарізні, для підвищення технологічності.

Матеріалом для корпусу служить пластмаса, що надає йому ряд переваг:

- зменшення маси;
- спрощення технологічного процесу;
- зменшення ціни виробу;
- хороший естетичний вигляд.

Даний корпус буде виготовлятися методом – лиття під тиском.

З'єднання гвинтами є досить технологічним та забезпечує ремонтпридатність, оскільки є роз'ємним.

Виконання шнура живлення знімним від основної конструкції спрощує транспортування та зберігання проектного пристрою. Крім того це дозволяє уніфікувати шнур живлення під конструкції різних пристроїв.

Всі отвори в корпусі виконано в площинах роз'єму прес-форми, що дозволяє виконати ці отвори в процесі лиття кришок, з відсутністю механічних доробок.

1.3 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки

Корпус проектного регулятора потужності виготовляється з поліетилентерефталатулиттєвого ПЕТФ – КМ. Деякі характеристики матеріалу:

- густина 1300 – 1330 кг / м³
- інтервал робочих температур -50°....+90°С;
- розрахункова усадка 1,2 – 1,5%.

Оскільки корпус має просту конструкцію він виготовляється методом компресійного пресування. Виконання якого здійснюється наступним чином: матеріал у вигляді таблеток закладається у завантажувальну камеру гарячої прес-форми, після чого піддається тиску пресу.

Нагрітий і стиснутий матеріал розм'якає, заповнюючи гнізда прес-форми і залишається в ній до повного вистигання. Конструкція пристрою забезпечує

максимальну технологічність даного пристрою, за рахунок відсутності механічних доробок в процесі виготовлення пристрою.

Основними складовими частинами виробу є друковані вузли.

Друкована плата є двосторонньою і виготовляється із двостороннього фольгового склотекстоліту СФ–2–35–1.5, товщиною 1.5 мм.

Плата виготовляється методом комбінованим позитивним, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, оскільки дозволяє провести металізацію отворів.

Процес підготовки та монтажу радіоелементів на друкований вузол максимально автоматизовано. це досягнуто в результаті вибору елементної бази та варіантів встановлення ЕРЕ.

Складання виробу в цілому не потребує спеціального обладнання, використовується лише пневмоверт. При складанні виконується лише складально-слюсарна операція та електромонтажна операції.

Отже конструкція проектованого регулятора потужності є технологічною.

1.4 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Основною електричною частиною виробу є друкований, на якому розміщуються більшість ЕРЕ. Даний вузол складається з друкованої плати і самих ЕРЕ.

Друкована плата виготовляється з фольгованого склотекстоліту СФ-2, товщиною 1.5 мм. Форма плати прямокутник.

На платі є монтажні та перехідні отвори трьох діаметрів: 0,9 мм і 1,1 мм, а також 4 кріпильних отвори діаметром 3,5 мм. Всі ці вимоги відповідають ГОСТ 10314-79.

Дана плата 2-го класу точності з кроком координатної сітки 2,5 мм. Це обумовлено тим, що відстань між выводами баготовивідних елементів становить

2,5мм. Оскільки плата двостороння вона містить перехідні отвори. Всі, окрім монтажних, отвори на платі металізовані для забезпечення електричного зв'язку між шарами.

Оскільки дана плата двостороння, вона виготовляється комбінованим методом. Використання комбінованого методу виготовлення друкованої плати дозволяє нанести металізацію в отвори для забезпечення електричного зв'язку між шарами.

У комбінованому методі поєднано використання хімічного методу для виготовлення друкованих провідників та гальвано-хімічного для нанесення металізації в монтажні отвори для створення електричного контакту між шарами.

Структура технологічного процесу буде складатись з таких етапів:

- 1 розрізання текстоліту на смуги;
- 2 штампування заготовок і центрованих отворів;
- 3 хімічне осадження міді;
- 4 свердління монтажних та перехідних отворів;
- 5 нанесення малюнку (Експонування із негативу);
- 6 гальванічне нарощення міді;
- 7 зняття захисту;
- 8 захист друкованих провідників (експонування із позитиву);
- 9 травлення технологічних провідників;
- 10 зняття захисту;
- 11 промивання;
- 12 маркування заводського номера.

Малюнок друкованих провідників створюється фотолітографічним методом.

Суть даного методу полягає в тому, що склотекстоліт покривається фоторезистом. Після цього плату співставляють з фотошаблоном з позитиву або негативу. Далі відбувається експонування: плата засвічується ультрафіолетом.

Після цього відбувається проявлення: при цьому місця, де мусить

залишитися фоторезист твердне, а ділянки, де її не має бути – рідне.

Далі залишки фоторезисту змиваються. Перевагою даного методу є висока точність малюнку.

Останньою операцією є консервування. При цьому плата консервується в поліетиленову упаковку для подальшого зберігання на складах, або транспортування.

Для пайки радіоелементів для поверхневого монтажу використано пасту паяльну XG-Z40 «МЕCHANIC».

Дана паста має температуру пайки 230°C та підходить для автоматизованої пайки в конвекційних печах.

Для електромонтажу використано припай ПОС-61, його основні параметри:

- температура плавлення, $^{\circ}\text{C}$ 183-190;
- питомий опір, $\text{Om} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ 0,139;
- опір на розрив, МПа 43;
- теплопровідність, Вт/мК 15.

Припай ПОС-61 обрано через відповідність його параметрів вимогам до припою, для пайки радіо електричні елементи на вузол друкований проєктованого виробу, крім того припай ПОС-61 є найбільш поширеним при монтаж І радіо електричні елементи на вузли друковані.

Для захисту плати від впливу вологи використано лак АК-113.

1.5 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

1 Коефіцієнт використання мікросхем у вузла:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{N_{\text{імс}}}{N_{\text{ере}}}, \quad (1.1)$$

де: $N_{\text{імс}}$ – кількість мікросхем у вузла, $N_{\text{імс}} = 2$;

$N_{\text{ере}}$ – загальна кількість електро-радіо елементів, $N_{\text{ере}} = 64$.

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{2}{64} = 0,03.$$

2 Коефіцієнт автоматики і коефіцієнт механіки виробничого пристрою.

Визначити за формулами:

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{N_{\text{а.м.}}}{N_{\text{м}}}, \quad (1.2)$$

де: $N_{\text{а.м.}}$ – кількість автоматизованих монтажних з'єднань= 134;

$N_{\text{м}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, $N_{\text{м}} = 165$.

$$K_{\text{Ам.}} = \frac{134}{165} = 0,81 \quad ,$$

3 Коефіцієнт механізації підготовки електро та радіо елементів $K_{\text{м.п.ере}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{м.п.ере}} = \frac{N_{\text{м.п.ере}}}{N_{\text{ере}}}, \quad (1.3)$$

де: $N_{\text{м.п.ере}}$ – кількість електро радіоелементів, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованим або автоматизованим методом.

До числа цихрадіо електричні елементивключають ті, що не потребують підготовки до монтажу, $N_{\text{м.п.ере}} = 64$.

$$K_{\text{м.п.ере}} = \frac{64}{64} = 1$$

4 Коефіцієнт повторюваності електро та радіо елементів $K_{\text{повт.ере}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{повт.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ере}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (1.4)$$

$$K_{\text{повт.ере}} = 1 - \frac{35}{64} = 0,55 ,$$

де: $H_{\text{т.ере}}$ – кількість типорозмірів електро та радіо елементів, $H_{\text{т.ере}} = 35$.

5 Коефіцієнт застосовності електро та радіо елементів $K_{\text{заст.ере}}$ визначається по формулі:

$$K_{\text{заст.ере}} = 1 - \frac{H_{\text{т.ор.ере}}}{H_{\text{т.ере}}}, \quad (1.5)$$

$$K_{\text{заст.ере}} = 1 - \frac{0}{35} = 1,$$

де: $H_{\text{т.ор.ере}}$ – кількість типорозмірів оригінальних електро та радіо елементів. $H_{\text{т.ор.ере}} = 0$.

6 Коефіцієнт установочних розмірів електро та радіо елементів $K_{\text{вст.р.}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вст.р.}} = 1 - \frac{H_{\text{вст.р.}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (1.6)$$

$$K_{\text{вст.р.}} = 1 - \frac{48}{64} = 0,25,$$

де: $H_{\text{вст.р.}}$ – кількість видів установочних розмірів електро та радіо елементів.

7) Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей $K_{\text{ф}}$ визначається за

формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D}, \quad (1.7)$$

$$K_{\phi} = \frac{2}{2} = 1 ,$$

де: $D_{\text{пр}}$ – кількість механічних деталей, заготовки яких, або самі деталі отримані прогресивними методами формоутворення (штампування, пресування, лиття, пайка, зварка тощо), $D_{\text{пр}} = 2$

D – загальна кількість деталей у виробі.

8 Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \phi_i}{\sum \phi_i} , \quad (1.8)$$

$$K = \frac{0.03+0.81+0.75+0.23+0.31+0.05+0.11}{3,857} = 0,59.$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу $K_n = 0,5$. Часткові показники технологічності зведено в таблицю 1.1.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (1.9)$$

Перевіряємо умову (1.9):

$$\frac{0,59}{0,5} = 1,18 \geq 1$$

Таблиця 1.1 - Комплексний показник технологічності

Показник технологічності	Позначення	Величина	φ_i
Коефіцієнт використання мікросхем і мікро збірок.	$K_{\text{вик.імс}}$	0,03	1,000
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу.	$K_{\text{а.м.}}$	0,81	1,000
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	$K_{\text{м.п.ере}}$	1	0,750
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ.	$K_{\text{повт.ере}}$	0,45	0,500
Коефіцієнт застосовності ЕРЕ.	$K_{\text{заст.ере}}$	1	0,310
Коефіцієнт установочних розмірів ЕРЕ.	$K_{\text{вст.р.}}$	0,25	0,187
Коефіцієнт прогресивності формоутворення.	$K_{\text{ф}}$	1	0,110

Дана умова виконується, тому проектована конструкція вважається технологічною

1.6 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу

Даний пристрій виготовляється на серійному виробництві, а отже він виготовляється згідно маршрутної технології.

Умовно складання виробу можна розділити на складання друкованого вузла і складання виробу в корпус. Ці операції виконуються по чергово.

Складання виробу є максимально спрощене. Це досягається тим, при конструюванні даного пристрою кількість складових частин є мінімальною.

Процес складання виробу в корпус містить наступні операції:

— комплектування;

- слюсарно-складальна (забезпечення всіх механічних з'єднань)
- оживлення;
- контроль якості.

Технологічний процес складання друкованого вузла буде складатися з наступних операцій:

- комплектування;
- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- встановлення радіо електричні елементи для поверхневого монтажу;
- автоматизована пайка в конвекційних печах;
- встановлення радіо електричні елементи з штировими виводами;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- оживлення;
- оцінка якості;
- оцінка похибка;

1.7 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

При проектуванні регулятора потужності використано цифрову схемотехніку, без необхідності регулювання.

Типовою несправністю регулятора потужності є відсутність напруги на виході пристрою при справній індикації режимів роботи.

Пошук несправності потрібно проводити в наступному порядку:

1 З допомогою вольтметра перевірити наявність напруги на виході симистора VS1. Якщо на ньому відсутня напруга, це свідчить про несправність роз'єму XS2.

2 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на

керуючому електроді симистора VS1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність симистора VS1, якщо сигнал присутній - продовжити пошук.

3 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на базі транзистора VT1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність транзистора VT1, якщо сигнал присутній - продовжити пошук.

4 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на виводі 10 мікросхеми DD1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність резистора R19, якщо сигнал присутній - продовжити пошук.

5 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на виводі 9 мікросхеми DD1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність мікросхеми DD1, якщо сигнал присутній - продовжити пошук.

6 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на виводі 6 мікросхеми DD1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність конденсатора C6, якщо сигнал присутній - продовжити пошук.

7 З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу керування на виводі 7 мікросхеми DD1, якщо на ньому присутній сигнал керування, це буде свідчити про несправність мікросхеми DD1, якщо сигнал присутній – несправний тактовий генератор на елементах VT1, VT2, VT4, DD1.3.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Область застосування радіопристрою

Темою роботи є розробка конструкції регулятора потужності. Проектований пристрій призначений для регулювання потужності активного навантаження (наприклад електроплитки, паяльник і т.д.).

Станом на сьогоднішній день широкого застосування набули фазо-імпульсні регулятори потужності.

Принцип роботи фазо-імпульсного регулятора потужності полягає не у обмеженні рівня напруги на навантаженні, а у обмеженні тривалості дії цієї напруги.

Ключовим (керуючим) елементом у фазо-імпульсних регуляторах є симистори (рідше тиристори).

Робота даного типу регуляторів заснована на регулюванні затримки включення симистора, коли відбувається перехід мережевої напруги через нуль.

Ключовим симистором керує схема керування, існує багато варіантів реалізації схеми керування, однак всі вони повинні бути синхронізовані з напругою мережі електроживлення, і основне їх призначення – генерація сигналу керування для ключового симистора.

На початку півперіоду напруги мережі симистор перебуває у закритому стані, відкриття симистора відбувається за імпульсним сигналом керування, який подається із регульованою фазовою затримкою на даний симистор.

Графіки напруг при здійсненні фазо-імпульсного регулювання подано на рисунку 1.

Із збільшенням фазової затримки сигналу керування, відповідно здійснюється фазова затримка відкриття ключового симистора, зменшується тривалість дії напруги мережі на навантаження, і як результат зменшення активної потужності на навантаженні (див. рис.2,1)

Фазо-імпульсні регулятори потужності знайшли своє застосування не тільки в побуті, але і в багатьох галузях промисловості. Зокрема вони успішно замінюють громіздкі релейно-контактні схеми управління.

Допомагають встановлювати оптимальні струми в автоматичних зварних лініях, і в багатьох інших галузях.

Що ж стосується використання цих приладів у побуті, то його можна використовувати як для регулювання напруги на лампах розжарювання, регулювання швидкості обертання вентилятора, потужності електроплит та електричних обігрівачів і т.д.

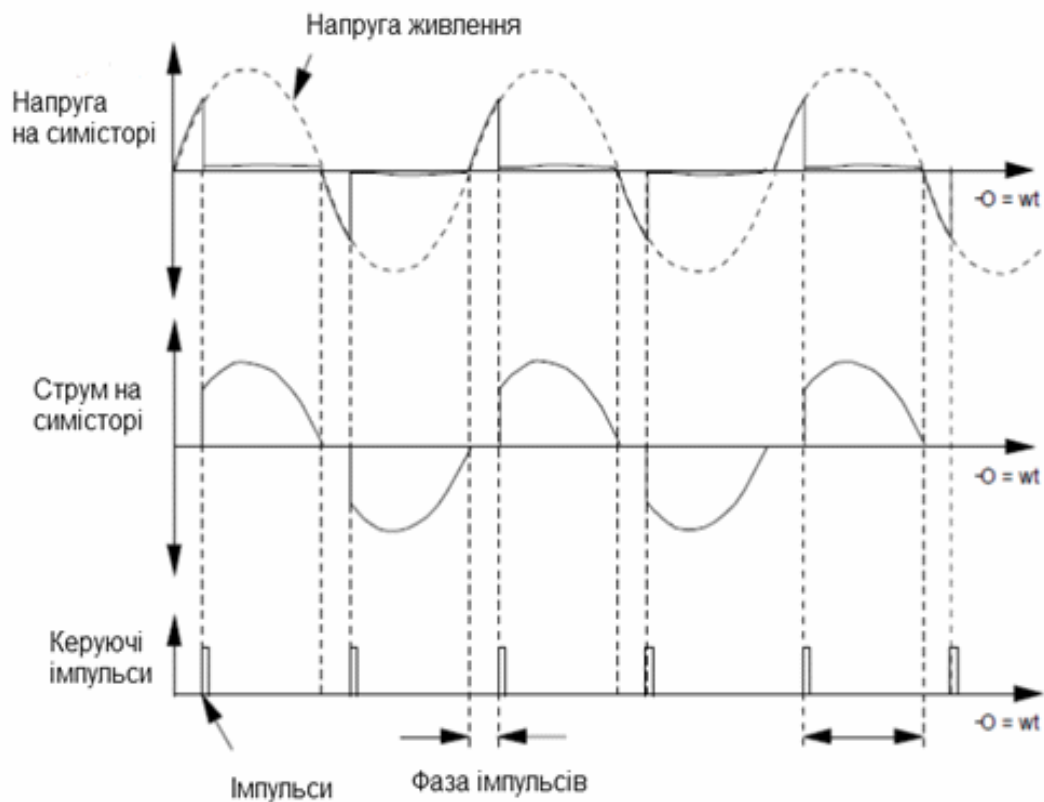


Рисунок 2.1 – Графіки напруг при здійсненні фазо-імпульсного регулювання потужності

Таким чином розробка конструкції регулятора потужності є актуальним завданням.

Даний пристрій відноситься до переносної апаратури (група М2), кліматичне виконання УХЛ2 по ГОСТ 16350-70.

Згідно ГОСТ 15150 кліматичне виконання УХЛ2 передбачає такі кліматичні умови:

- Діапазон робочих температур, °С.....-60...+40;
- Граничний діапазон робочих температур, °С.....-70...+45;
- Середньорічне значення відносної вологості, при 15°С, %.....75;
- Атмосферний тиск, не більше кПа.....106,7.

2.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Електрична структурна схема проектованого регулятора потужності подана в додатках до дипломного проекту.

Основними блоками проектованого регулятора потужності є:

- схема живлення;
- схема синхронізації з переходом через нуль;
- генератор одиночних імпульсів;
- схема управління;
- лічильник;
- схема встановлення часу затримки відключення керуючого елементу;
- транзисторний ключ;
- схема індикації;
- керуючий елемент.

Схема синхронізації з переходом через нуль призначена для синхронізації роботи з переходом через нуль напруги мережі електроживлення схема встановлення часу затримки відключення керуючого елементу.

Генератор одиночних імпульсів призначений для формування одиночних

імпульсів керування лічильником.

Схема управління складається з двох кнопок, одна з яких запускає генератор одиночних імпульсів, а інша відключає лічильник для виконання навантаження.

При запуску генератора одиночних імпульсів на його виході формується одиночний імпульс, який поступає на вхід лічильника.

Лічильник призначений для керування схемою встановлення часу затримки відключення керуючого елемента.

Схема встановлення часу затримки відключення керуючого елемента під дією сигналу керування з виходу лічильника.

А також імпульсів синхронізації з схеми синхронізації з переходом через нуль напруги мережі формує імпульси для керування відключенням керуючого елемента.

Ці імпульси зсунуті в часі відносно моменту переходу через нуль напруги мережі електроживлення для здійснення фазо-імпульсного керування потужністю.

Транзисторний ключ призначений для підсилення струму керування керуючим елементом з виходу схеми встановлення часу затримки відключення керуючого елемента.

Керуючий елемент здійснює саме фазо-імпульсне керування напругою на навантаженні, шляхом обмеження часу дії напруги мережі електроживлення на нього.

Схема індикації призначена для візуального відображення режиму роботи проєктованого регулятора потужності.

Схема живлення призначена для перетворення напруги мережі в постійну напругу для живлення інших блоків проєктованого пристрою.

2.3 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Розрахунок друкованого монтажу складається з двох етапів: розрахунок по постійному струму і конструктивно-технологічний.

Розрахунок проводимо в такій послідовності:

- виходячи з технологічних можливостей виробництва вибираємо метод виготовлення і клас точності друкованої плати;
- вибираємо метод виготовлення – комбінований, клас точності – 3;
- визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{min 1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} \cdot t} \quad (2.1)$$

де: I_{max} —максимальний постійний струм, який протікає в провідниках. Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 4A$;

$i_{доп} = 48A/mm^2$ – допустима густина струму для комбінованого методу виготовлення,

$t = 35\mu m$ – товщина провідника.

$$b_{min 1} = \frac{4}{48 \cdot 0,035} = 2,9(mm)$$

- визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{min 2} = \frac{p \cdot I_{max}}{t \cdot U_{доп}} \quad (2.2)$$

де: $p = 0,0175 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,24 \text{ м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,6 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

$$b_{\text{min}2} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 4 \cdot 0,24 \text{ м}}{0,6 \text{ В} \cdot 0,035 \text{ мм}} = 0,8 (\text{мм})$$

— визначаю номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.3)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого радіо електричні елементи (діаметр виводу ЕРЕ)

$\Delta d_{\text{н.в.}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром виводу ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4 мм.

Розрахункові значення d наступні:

$d_E = 0,5$ для електролітичних конденсаторів та світлодіодів.

$d_E = 0,9$ для перемикачів та силового симистора.

$$d_1 = 0,7 + 0,1 + 0,1 = 0,9 (\text{мм});$$

$$d_2 = 0,9 + 0,1 + 0,1 = 1,1 (\text{мм}).$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів 1,1 мм; 0,9 мм.

— розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\text{min}} = D_{1\text{min}} + 1,5h\phi + 0,03, \quad (2.4)$$

де: $h\phi$ – товщина фольги; $D_{1\text{min}}$ – мінімальний ефективний діаметр

площадки:

$$D \left(b_m + \frac{d_{max}}{2} \right)_{1min}, \quad (2.5)$$

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки; $b_m = 0,06$ (мм),

δ_d і δ_p – допуски на розташування отворів і контактних площадок; $\delta_d = 0,08$ мм, $\delta_p = 0,2$ (мм).

d_{max} – максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.6)$$

де: Δd – допуск на отвір:

$$d_{max1} = 1,1 + 0,05 + 0,1 = 1,25 \text{ (мм)};$$

$$d_{max2} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,25}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,57 \text{ (мм)};$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,05}{2} + 0,08 + 0,2 \right) = 1,37 \text{ (мм)};$$

$$D_{min1} = 1,57 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,6 \text{ (мм)};$$

$$D_{min2} = 1,37 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,4 \text{ (мм)};$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06)$$

$$D_{\max 1} = 1,6 + 0,02 = 1,62 \text{ (мм)};$$

$$D_{\max 2} = 1,4 + 0,02 = 1,42 \text{ (мм)};$$

— визначаю ширину провідників:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h_{\phi} \quad (2.7)$$

де: $b_{1\min}$ – мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,18$ мм для плат 1-, 2-, 3- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,23 \text{ (мм)}.$$

— визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_0 \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} \circ \left(\frac{d_{\max}}{2} \circ \right) \right) \right]_{1\min} \quad (2.8)$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,62}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,25}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,78 \text{ (мм)};$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[\left(\frac{1,42}{2} + 0,2 \right) + \left(\frac{1,05}{2} + 0,08 \right) \right] = 0,98 \text{ (мм)};$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів.

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.9)$$

$$S_{2\min1} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,2) = 0,85 \text{ (мм)};$$

$$S_{2\min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,2) = 1,05 \text{ (мм)};$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta_d) \quad (2.10)$$

$$S_{3\min1} = 2,5 - (1,25 + 2 \cdot 0,08) = 1,09 \text{ (мм)};$$

$$S_{3\min2} = 2,5 - (1,05 + 2 \cdot 0,08) = 1,29 \text{ (мм)};$$

В результаті електричних розрахунків було розраховано такі стандартні номінальні діаметри монтажних отворів: 0,9, 1,1, мм мінімальну відстань між двома контактними площадками, яка становить 0,7 мм, а також мінімальну відстань між елементами повідного матеріалу, яка становить 0,6 мм, та мінімальну відстань між двома провідниками – 0,9 мм.

2.4 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора

Силовим елементом, на якому виділяється значна кількість тепла в проєктованому регуляторі потужності є силовий симистор VS1, тому для нього потрібно застосовувати примусове охолодження з допомогою радіатора.

Для визначення площі радіатора використано графік, поданий на рисунку 2.2.

Згідно графіку залежності площі радіатора від потужності розсіювання на радіоелементі (див. рис.2.2), площа радіатора повинна становити не менше 300 см².

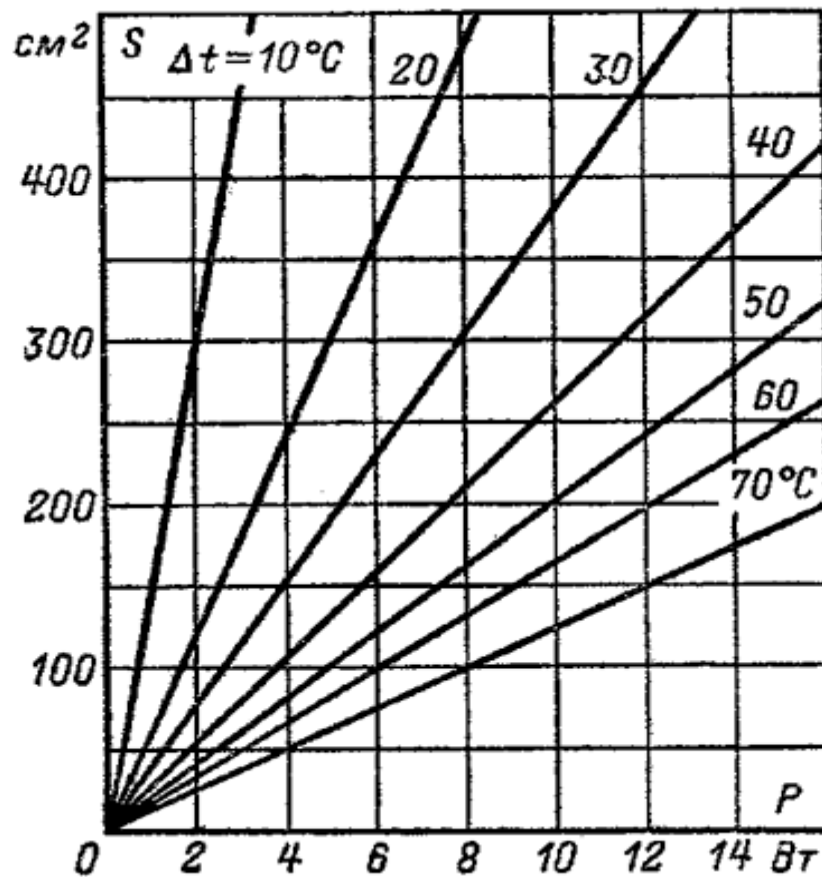


Рисунок 2.2 – Графік залежності площі радіатора від потужності розсіювання на радіоелементі

2.5 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Даний пристрій спроектований так, що містить мінімум зайвих деталей. Зокрема кріплення друкованого вузла до корпусу здійснюється з допомогою гвинтів. З'єднання кришок з допомогою гвинтів дозволило скоротити час складання виробу.

Це вирішення дозволяє значно спростити процес виготовлення деталі за рахунок зменшення кількості операцій.

Використання пластмаси замість металу дозволило зменшити собівартість виробу, оскільки пластмаса значно дешевша ніж метал.

Оскільки даний пристрій живиться від електромережі загального користування то питання економії електроенергії є актуальним для даного роду апаратури.

Споживана потужність даного пристрою розраховується за формулою (2.11):

$$P=UI \quad (2.11)$$

де U – напруга живлення пристрою;

I – струм споживання пристрою.

$$P=220 \cdot 4=880 \text{ (Вт)}$$

2.6 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу.
Вибір типу технології

Для процесу складання проектованого виробу може застосовуватись конвеєрне, серійне виробництво, оскільки складання не містить трудомістких процесів, а також не потребує особливих, спеціалізованих інструментів, оскільки кількість комплектуючих частин мінімізовано.

Формування виводів радіоелементів здійснюється з використанням автоматів та напіваавтоматів, і є повністю автоматизоване.

Також в пристрої присутні елементи, виводи яких не потребують формування, зокрема елементи для поверхневого монтажу.

Лудження виводів радіоелементів є на пів автоматизованим. В процесі лудження використовується тигель. подача елементів в тигель виконується вручну, елементи для поверхневого монтажу не потребують операції лудження, оскільки постачаються на підприємство занудженими.

Всі електро-радіоелементи розміщено на друкованих вузлах, майже всі вони паяються автоматизовано.

Для автоматизованої пайки радіоелементів для поверхневого монтажу використовується конвекційна піч.

Монтаж радіоелементів із штировими виводами здійснюється вручну.

Для рихтування (виправлення дефектів автоматизованої пайки) використовується електропаяльник потужністю 20 Вт.

Для забезпечення різьбових з'єднань з допомогою гвинтів використовується електроверт.

Для забезпечення клеєного з'єднання не потрібно додаткових інструментів, оскільки обраний клей фасується в туби з мундштуком для нанесення клею.

Оскільки даний пристрій буде виготовлятися партіями по 100-500 штук, то його слід виготовляти згідно маршрутно-операційної технології.

2.7 Економічна частина кваліфікаційної роботи

2.7.1 Розрахунок собівартості проєктованого виробу

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію.

При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві.

Калькуляція собівартості продукції починається з розрахунку вартості матеріалів. Перелік основних матеріалів подано в таблиці 2.1.

Транспортні витрати становлять 4% від вартості матеріалів, тому вартість матеріалів з врахуванням транспортних витрат розраховуються за формулою

(2.12)

$$B_{MT} = B_M \times 1,04 \quad (2.12)$$

$$B_{MT} = 45,33 \times 1,04 = 47,14$$

Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства.

Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.z.pl.}$). Для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою (2.13):

$$P_{від} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{um}}{60} \cdot C_2, \quad (2.13)$$

де C_2 – 115 грн/год - тарифна ставка робітників.

$T_{шт}$ – штучний час виконання операції згідно технологічного процесу виготовлення приладу, хв;

$$P_{від} = \frac{31,8}{60} \cdot 115 = 60,96 \text{ (грн)}.$$

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{дод.з.пл.}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою (2.14):

$$B_{дод.з.пл.} = P_{від} \times 0,11, \quad (2.14)$$

Таблиця 2.1 - Вартість основних та покупних матеріалів

№ п/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількіст ь	Ціна за од., грн.	Заг. вартість, грн
1	Плата друкована	1	2,00	2,00
	Шнур живлення	1	1,00	1,00
	Кришка верхня	1	1,00	1,00
	Кришка нижня	1	1,14	1,14
	Насадка на кнопку	2	1,20	2,40
	Конденсатор ЕСАР	1	0,35	0,35
	Конденсатор Х7R	6	0,15	0,90
	Мікросхема CD4049UBE	1	1,50	1,50
	Мікросхема CD4017BE	1	1,05	1,05
	Світлодіод КИПД21Г-К	1	0,15	0,15
	Світлодіод КИПД21Г-Л	5	0,15	0,75
	Резистор 0402	22	0,08	1,76
	Кнопка PB22E09	2	0,45	0,90
	Діод 1N4148	13	0,05	0,65
	Діод 1N4007	1	0,30	0,30
	Діод 1N4740	1	0,25	0,25
	Тиристор BT136-600E	1	0,55	0,55
	Транзистор BC250	2	0,55	1,10
	Транзистор BC547	2	0,45	0,90
	Припай ПОС-61	0,28 кг	45	12,60
	Паста SOLDERINDO	0,3 кг	24	7,20
	Каніфоль АТІ-120	0,28 кг	12	3,36
	Спирто-бензинова суміш	0,28 кг	12	3,36
	Фарба ТНПФ-01	0,006 кг	26	0,16
Всього:				45,33

$$P_{\text{від}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт}}}{60} \cdot C_2, \quad (2.13)$$

де $C_2 = 115$ грн/год - тарифна ставка робітників.

$T_{\text{шт}}$ – штучний час виконання операції згідно технологічного процесу виготовлення приладу, хв;

$$P_{\text{від}} = \frac{31,8}{60} \cdot 115 = 60,96 \text{ (грн)}.$$

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($V_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою (2.14):

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11, \quad (2.14)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 60,95 \times 0,11 = 6,70 \text{ (грн)}.$$

Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{\text{в.с.з.}}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (2.15)$$

де α – відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

$$C_{\text{в.с.з.}} = 0,22 \times (60,95 + 6,70) = 14,88 \text{ (грн)}.$$

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є

комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо.

Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу.

Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$V_{yeo} = \frac{\alpha_{yeo}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (2.16)$$

де α_{yeo} - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається $50 \div 100\%$);

$$V_{yeo} = 0,5 \times (60,95 + 6,70) = 33,8 \text{ (грн).}$$

Витрати за статтею “Загальновиробничі витрати” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо.

Вказані витрати розраховують за формулою (2.17):

$$V_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (P_{від} + V_{дод.з.пл.}) \quad (2.17)$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають $60 \div 200\%$).

$$V_{зв} = 0,7 \times (60,95 + 6,70) = 47,36 \text{ (грн).}$$

Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$):

$$S_{\text{вир}} = B_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + B_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + B_{\text{уео}} + B_{\text{зв}} \quad (2.18)$$

$$S_{\text{вир}} = 47,14 + 60,95 + 6,70 + 14,88 + 33,80 + 47,36 = 210,83 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску.

Ціна одиниці продукції розраховується за формулою (2.19):

$$Ц_{\text{одпр}} = S_{\text{пов}} \times (100 + \alpha_{\text{пр}}) / 100 \quad (2.19)$$

де $\alpha_{\text{пр}}$ – відсоток запланованого прибутку (рекомендовано 20-30%);

$$Ц_{\text{одпр}} = 210,83 \times 1,2 = 252,99 \text{ (грн.)}$$

Калькуляція собівартості представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Калькуляція собівартості продукції

з/п	Статті витрат	Величина витрат, грн.
	Витрати матеріалів	47,14
	Основна заробітна плата виробничих робітників	60,95
	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	6,70
	Відрахування на соціальні заходи	14,88
	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	33,80
	Загально виробничі витрати	47,36
	Разом виробнича собівартість, в тому числі:	210,83
	Змінні (сума 1-4)	129,67
	Умовно-постійні (сума 5-6)	81,16

2.7.2 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1 Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою (2.20):

$$Pr = (Ц_{одпр.} - S_{пов.}) \times N_p, \quad (2.20)$$

де P_r - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$C_{одпр}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{пов}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма (план виробництва), од.

$$P_r = (252,99 - 210,83) \times 30\,000 = 1\,264\,800 \text{ (грн.)}$$

2 Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою (2.21):

$$ЧП = P_r - P_r \times \frac{П_n}{100}, \quad (2.21)$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$П_n$ - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

$$ЧП = 1\,264\,800 - (1\,264\,800 \times 0,18) = 1\,037\,136 \text{ (грн.)}$$

3 Собівартість всього виробництва розраховується за формулою (2.22):

$$S_{повq} = S_{пов} \times N_p \quad (2.22)$$

$$S_{повq} = 210,83 \times 30\,000 = 6\,324\,900 \text{ (грн.)}$$

4 Рентабельність продукції визначається за формулою (2.23):

$$P_n = \frac{ЧП}{S_{повq}} \times 100\% \quad (2.23)$$

де P_n - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - собівартість всього виробництва, грн.

$$P_n = \frac{1\,037\,136}{6\,324\,900} \times 100\% = 16.4(\%)$$

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5 Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою (2.24):

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (2.24)$$

де $ЧП_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

$$ГП = 1\,037\,136 + 825 = 1\,037\,961 \text{ (грн).}$$

6 Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою (2.25)

$$ЧТВ = ТВ - П \quad (2.25)$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою (2.26) :

$$ТВ = \sum_{t=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (2.26)$$

де $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t -му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ($r = 0,1-0,2$);

n - кількість років інвестування, $t = 1,2, \dots, n$ (приймається з розрахунку виконання умови $ТВ > П$).

$$ТВ = \frac{1\,037\,961}{(1+0,2)^1} = 857\,819,01 \text{ (грн.)}$$

$$ЧТВ = 857\,819,01 - 183\,300 = 674\,519,01 \text{ (грн.)}$$

Таблиця 2.3 - Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	30 000
2	Собівартість виробу	грн./од.	210,83
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	252,99
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	1 037 136
6	Рентабельність виробу	%	16,4
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	674 519,01
9	Індекс прибутковості	-	4,7

Оскільки чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$\overline{\text{ІП}} = \frac{\text{ТВ}}{\text{ІІ}} \quad (2.27)$$

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

$$\text{ІП} = \frac{857\,819.01}{183300} = 4,7$$

Оскільки індекс прибутковості більший за одиницю, проект схвалюється як прибутковий.

Дисконтований термін окупності інвестицій ($T_{\text{окдиск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{\text{окдиск}} = \frac{\text{ІІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (2.28)$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{\text{ТВ}}{t}, \quad (2.28)$$

де t - кількість років інвестування.

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{857\,819,01}{1} = 857\,819,01$$

$$T_{\text{окдиск}} = \frac{183300}{857\,819,01} = 0,21 \text{ (років)}$$

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в таблицю 2.3.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок надійності проектованого виробу

Розрахунок надійності проектованого виробу розраховується за вмістом певних елементів.

В ході розрахунку використовується таблиця надійності елементів та графік залежності безвідмовної роботи від часу експлуатації пристрою.

Основними характеристиками надійності, що приймаються для описання електронної апаратури, є ймовірність безвідмовної роботи, середній час напрацювання на відмову і інтенсивність відмов в системі.

Для проведення розрахунку надійності використовується комп'ютерна програма NAD_Release.

Вихідними даними для розрахунків є кількісний склад компонентів, що володіють різними надійними характеристиками.

Для більшості електронних пристроїв справедливі наступні допущення:

- ймовірність виникнення відмов не залежить від часу;
- інтервал часу між відмовами розподілений по експоненціальному закону;
- всі елементи працюють одночасно і відмова будь-якого з них призводить до відмови всього пристрою.

Коефіцієнти впливу:

- коефіцієнт механічних впливів..... 1;
- коефіцієнт впливу вологості і температури.....1;
- коефіцієнт атмосферних впливів..... 1;

Кількісний склад елементів пристрою та їх властивості надійності зведено в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 - Елементи пристрою і їх властивості надійності

№	Назва групи елементів	Кіл. ,шт	$K_{п.}$	$I_{від},$ 1×10^{-6}	$Кіл. \times K_{нав} \times I_{від} \times 1$ $\times 10^{-6}$
1	Напівпровідникові ІМС	2	1,0	0,03	0,15
2	Транзистор кремнієвий	4	0.35	1.7	3,57
3	Конденсатор керамічний	6	0,1	1,4	1,54
4	Конденсатор електролітичний	1	0,4	2.4	4,8
5	Світлодіод	6	1	2	8
6	Резистор товстоплівковий	22	0,42	0.8	5,7
7	Діодна кремнієвий	5	0,35	0,7	0,25
8	Плата друкована	1	1	0.1	0,1
9	Пайка	173	1	0.02	2,52

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $4,421e-005$ 2/год

Середня напрацювання до відмови: 29562 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

— $t = 10$ год. $P(t) = 0.999098$;

— $t = 100$ год. $P(t) = 0.994621$;

— $t = 1000$ год. $P(t) = 0.985281$;

— $t = 10000$ год. $P(t) = 0.715321$;

— $t = 100000$ год. $P(t) = 0.288301$.

Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу роботи подано на рисунку 3.1.

В результаті розрахунку надійності проектного регулятора потужності визначено, що він є достатньо надійним, а саме середнє напрацювання до відмови становить 29562 год. складено зведену таблицю, з переліком елементів проектного регулятора потужності та їх властивостями надійності (див. табл.3.1), та отримано графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу (див. рис. 3.1)

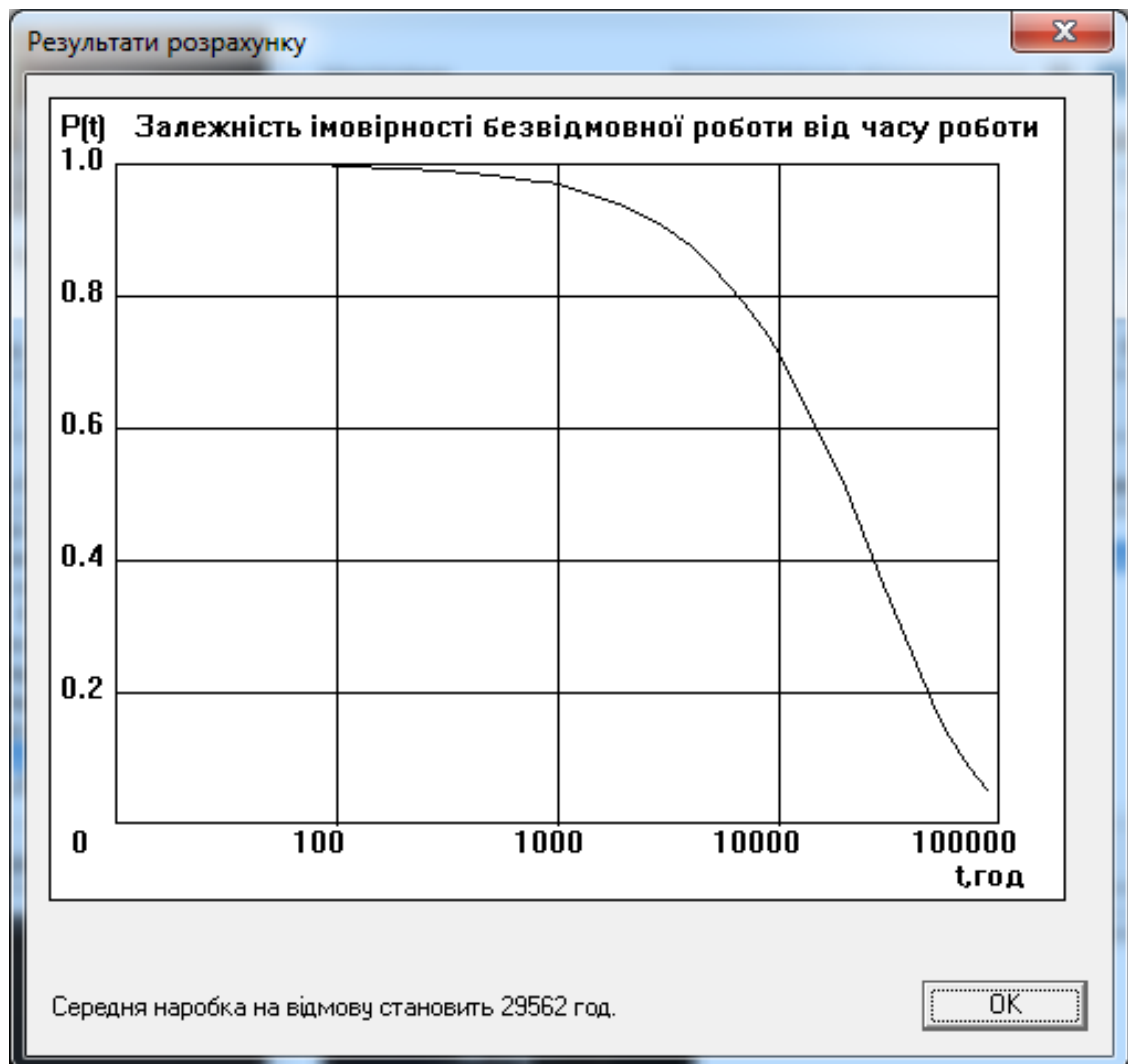


Рисунок 3.1 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи

пристрою від часу роботи

3.2 S-модель для дослідження процесу керування потужністю

Вивчення роботи пристрою в середовищі SYMULNK.

Використано модель S для відтворення безперервної фази перетворення керуючого сигналу, як показано на Рис. 2.1, 2013.

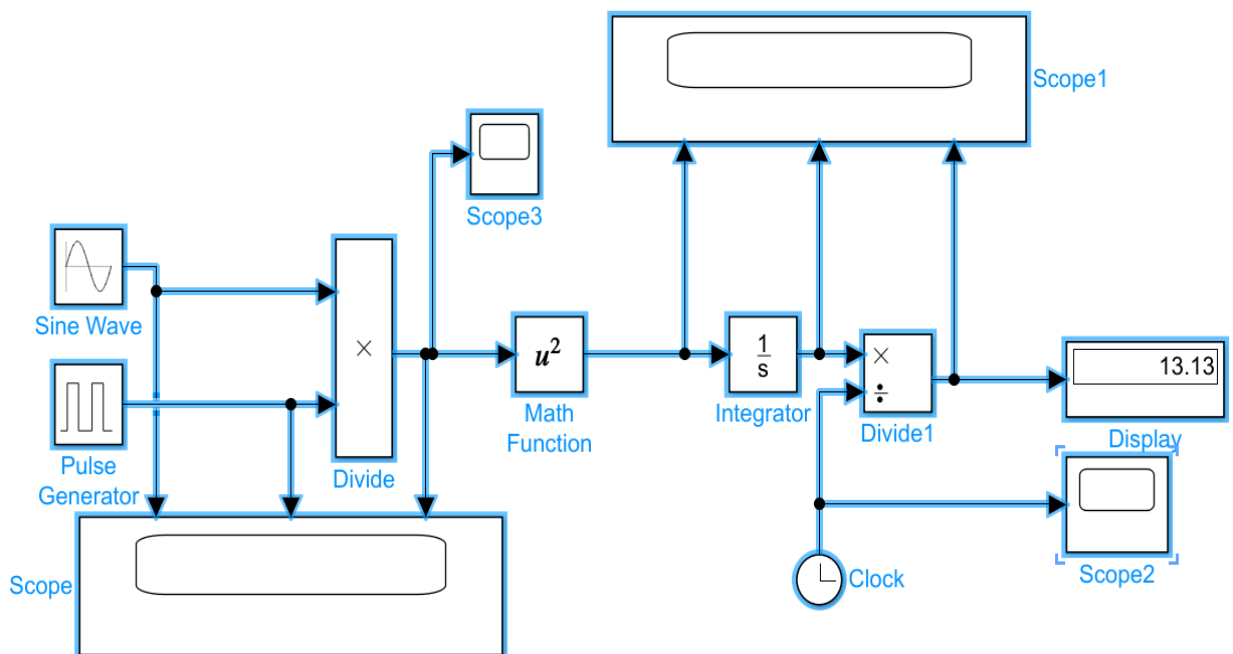


Рисунок 3.2 - S-модель для відтворення процесу перетворення керуючого сигналу

Входами моделі є генератори гармонійного і імпульсного сигналів, зсув фаз між якими задає рівень потужності на виході.

Етапи перетворення сигналу в процесі формування керуючої дії відображені на рис. 3.3 - 3.4.

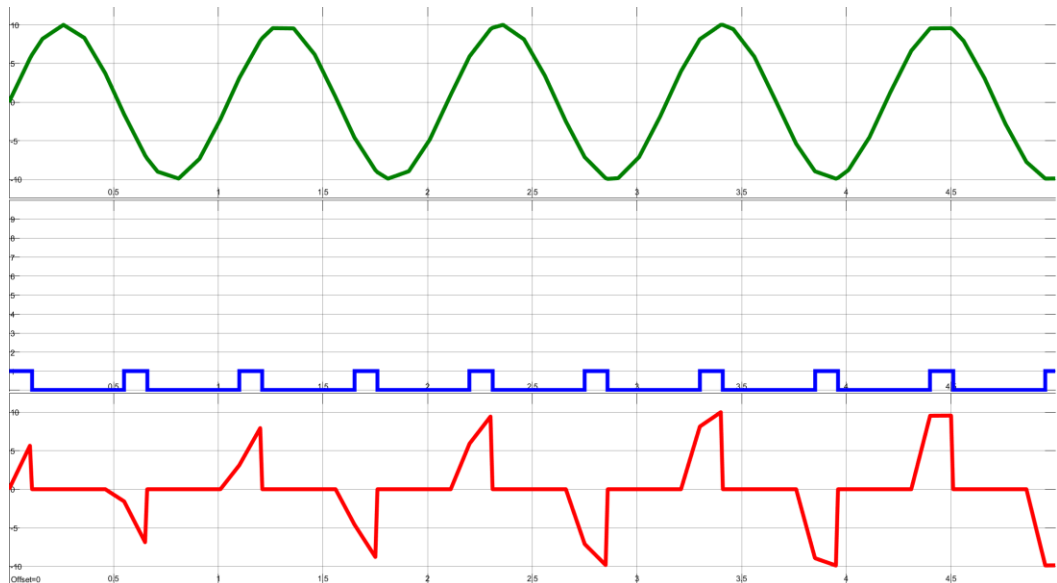


Рисунок 3.3 - Вхідні сигнали і етапи їх перетворення в процесі формування керуючої дії.

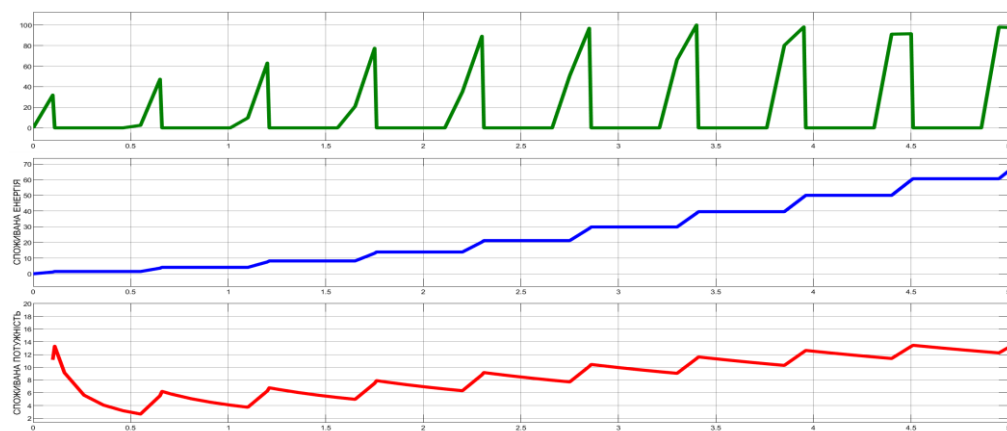


Рисунок 3.4 - Симулювання на моделі процесу керування споживаною потужністю за умов, показаних на рис. 3.3

Дана модель дозволяє відтворювати режим зміни вихідної потужності шляхом управління режимом фазової десинхронізації сигналу.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Електрична принципова схема регулятора потужності подана в додатках до дипломного проекту.

Живлення схеми керування виконано за без трансформаторною схемою, з допомогою гасячого конденсатора С1, це спрощує та здешевлює конструкцію пристрою.

Напруга після конденсатора випрямляється діодами VD1, VD2. В якості стабілізатора живлення мікросхем та транзисторів використано стабілітрон VD3, який розрахований на напругу 9В.

Пулсації напруги після випрямлення згладжуються ємнісними фільтрами С2 та С4.

Резистор R1 обмежує струм через конденсатор С1 у момент підключення пристрою до мережі електроживлення, коли конденсатор С1 повністю розряджений.

На транзисторах VT1, VT2 та резисторах R5-R7 виконано блок синхронізації схеми керування з переходом через нуль напруги мережі електроживлення.

На резисторі R4 за короткий проміжок часу (близько 100мкс) до переходу через нуль напруги мережі електроживлення формується низький логічний рівень, цей рівень утримується на резисторі R4 ще деякий проміжок часу (близько 100мкс) після переходу через нуль напруги мережі.

В цілому тривалість імпульсу низького рівня становить близько 1 мс, а інтервал між імпульсами близько 10 мс.

Логічний елемент DD1.1 інвертує імпульси синхронізації схеми керування з переходом через нуль напруги мережі, про інвертовані імпульси синхронізації

відкривають ключ на транзисторі VT4, що призводить до розрядження конденсатора C7.

На логічних елементах DD1.1, DD1.2 та R2, R3, C3, SB1 виконано одно вібратор. При натисканні на кнопку SB1 на виході елементу DD1.1 встановлюється імпульс, який поступає на вхід CP десятичного лічильника-подільника DD2.

Коли напруга живлення подається на мікросхему DD1, на резисторі R14 формується короткий імпульс, який встановлює на виході Q0 DD2 високий логічний рівень, в результаті чого загоряється світлодіод HL1, що вказує на те, що напруга не подається на навантаження, а схема перебуває в режимі очікування.

При поступленні на вхід CP мікросхеми DD2 наступного імпульсу з одно вібратора, на виході Q1 встановиться високий логічний рівень, і цей стан зберігатиметься, доки не поступить черговий імпульс з одно вібратора.

Після встановлення високого рівня на виході Q1 мікросхеми DD2 починає заряджатися конденсатор C7 через резистори R11, R22. Коли напруга на конденсаторі C7 досягне рівня половини напруги живлення логічного елементу DD1.6, на виході цього елементу відбудеться зміна логічного рівня з високого на низький.

Після цього цей перепад напруги через диференціюючу ланку C6, R13 сформує на виході логічного елементу DD1.4 короткий позитивний імпульс, який відкриє ключ на транзисторі VT3.

Транзисторний ключ у свою чергу відкриє симистор VS1, В цьому випадку на навантаження поступить напруга.

Свічення світлодіоду HL2 свідчить про ввімкнення першого ступеню регулювання потужності на навантаженні. Раніше зазначено, що конденсатор C7 кожні 10 мс розряджається імпульсами синхронізації з переходом через нуль напруги мережі.

Час заряду конденсатора C7 через резистори R11 та R22 розраховано таким

чином, що через 8 мс відбудеться переключення логічного елементу DD1.5, як наслідок симистор буде відкритий лише 2 мс протягом кожного півперіоду напруги мережі, при цьому на навантаженні буде мінімальна напруга (близько 40В).

Коли на виході Q2 мікросхеми DD2 встановиться високий рівень напруги (імпульсом з одно вібратора), тоді конденсатор C7 заряджатиметься швидше, оскільки сумарний опір R14 та R22 менший ніж R11, R22. Відповідно симистор буде відкритий на більшу тривалість часу відповідно на навантаженні встановиться більше значення напруги (близько 80В).

Кнопка S2 призначена для миттєвого відключення навантаження, шляхом миттєвого обнуління лічильника DD2.

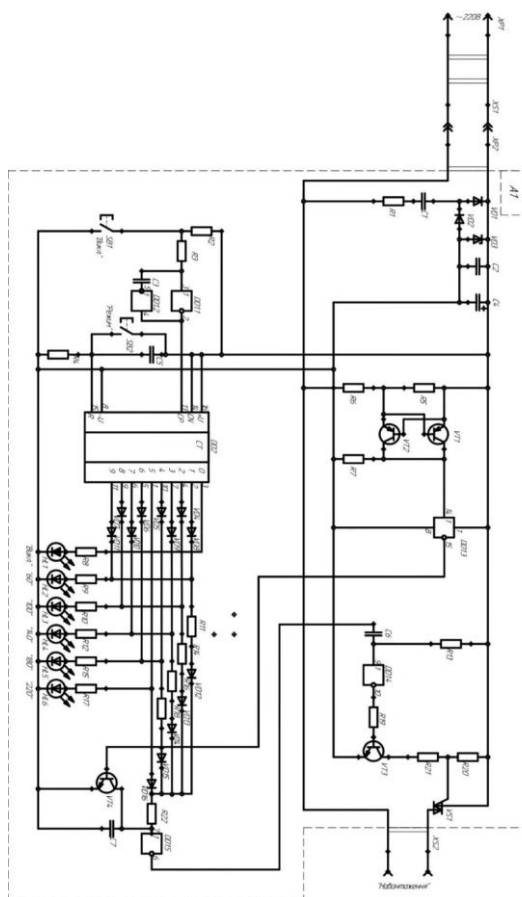


Рисунок 4.1 Схема електрично принципова

4.2 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Вибір елементної бази проведено з врахуванням: здатності вибраного типу елемента виконувати поставлені перед ним завдання в проектованій схемі, відповідності номіналу та допуску на його відхилення конкретного елемента номінальному ряду вибраного типу, критичних режимів роботи елемента (максимальна напруга, максимальний струм і т.д.), температурних режимів роботи, надійності елемента, маси та габаритів, рівня власних шумів, вартості і доступності елементів.

Мікросхему логічних елементів DD1 використано типу CD4049UBDR «Texas Instrument».

Даний тип мікросхеми виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOIC-16, габаритні розміри якого подано на рисунку 4.2.

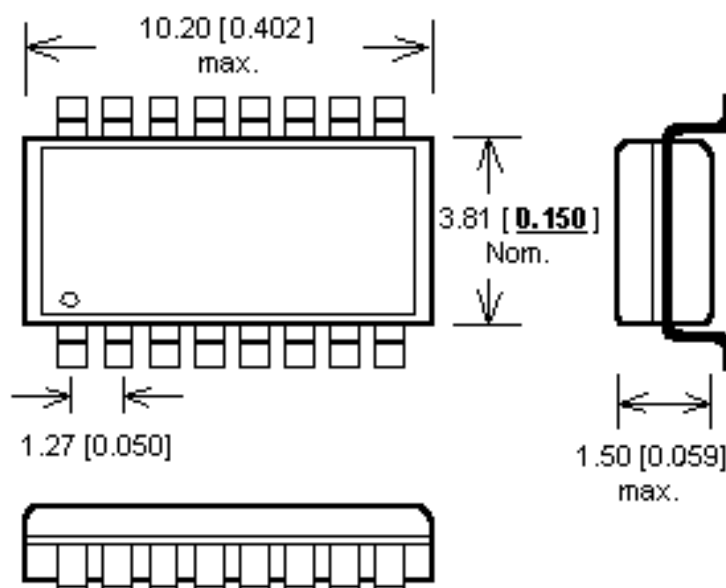


Рисунок 4.2 – Габаритні розміри уніфікованого корпусу інтегральних мікросхем SOIC-16

Основні параметри мікросхеми CD4049UBDR:

Тип логічних елементів..... не (інвертор);

Кількість елементів.....	6;
Напруга живлення, В	3 ... 18;
Максимальний вихідний струм високого рівня, мА.....	24;
Максимальний вихідний струм низького рівня, мА.....	-4.3;
Напруга низького рівня, В.....	1 ... 2.5;
Напруга високого рівня, В.....	4 ... 12.5;
Робоча температура, ° С.....	-55 ... + 125.

Мікросхему лічильника DD2 використано типу CD4017BM «Texas Instrument».

Даний тип мікросхеми виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOIC-16

Основні параметри мікросхеми типу CD4017BM:

Кількість лічильників.....	1;
Кількість Біт на елемент.....	10;
Тип скидання.....	асинхронний;
Тактування.....	синхронне;
Максимальна частота, МГц.....	5.5;
Напруга живлення, В.....	3 ... 18;
Робоча температура, ° С.....	-55 ... + 125.

Електролітичні конденсатори використано типу ЕСАР "Epcos". Габаритні розміри даного типу конденсаторів подано на рисунку 4.3.

Основні електричні параметри конденсаторів типу ЕСАР:

Діапазон номінальних напруг, В.....	6.3-400;
Діапазон номінальних ємностей, мкФ.....	1-15000;
Відхилення ємностей, %.....	±20;
Термін зберігання, років.....	до 15;
Струм утоку, мкА.....	до 0,3;
Середній наробіток, год.....	10 000;
Тангенс кута втрат	0,19;
Робоча температура, ° С.....	-45 ... + 55.

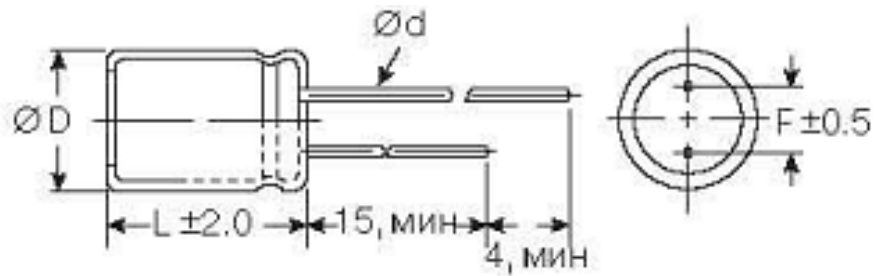


Рисунок 4.3 – Габаритні розміри конденсаторів типу ЕСАР "Epcos"

В якості керамічних конденсаторів використано конденсатори типу 0603 X7R "Murata". Зовнішній вигляд даного типу конденсаторів подано на рисунку 4.4.

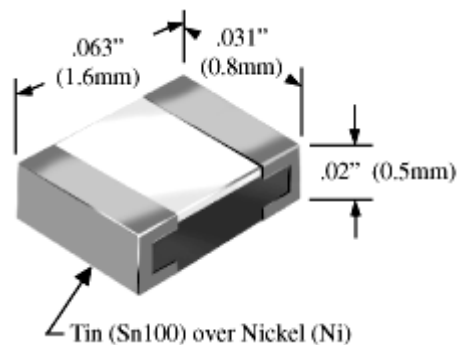


Рисунок 4.4 - Зовнішній вигляд конденсаторів типу 0603 X7R

Основні параметри конденсаторів X7R:

Номінальна напруга, В..... 40;
 Діапазон робочих температур, С..... -60 +125;
 Відхилення ємності, %..... ± 20 .

Світлодіоди використано типу КИПД21 ЗАТ «Протон». Габаритні розміри даного типу світлодіодів подано на рисунку 4.5.

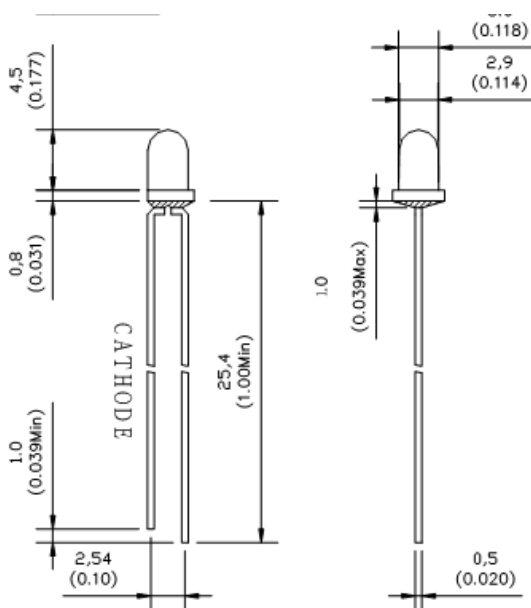


Рисунок 4.5 - Габаритні розміри світлодіоду типу КИПД21

Основні параметри світлодіодів типу КИПД21:

Максимальна пряма напруга, В.....	3,6;
Максимальний прямий струм, мА.....	50;
Довжина хвилі, нм	470;
Максимальна сила світла Іv макс., Мкд	1500;
Видимий тілесний кут, град	25;
Колір лінзи	безбарвний;
Розмір лінзи, мм	3.

В якості постійних резисторів обрано резистори типу 0402 "Taywan". Зовнішній вигляд резисторів типу 0402 "Taywan" подано на рисунку 4.6.

Основні параметри резисторів типу 0402 "Taywan":

Номінальна потужність, Вт.....	0,125;
Діапазон номінальних опорів, Ом.....	10 Ом-10 •106;
Допуск, %.....	±10;
Діапазон робочих температур, °С.....	-55 – 120;
Температурний коефіцієнт опору, 1/С.....	100•106;

Рівень власних шумів, мкВ/В..... 0,2.

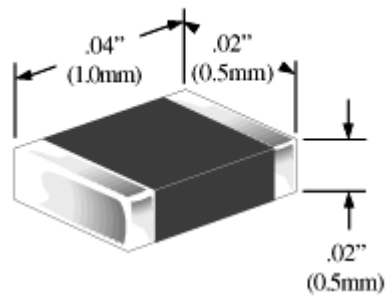


Рисунок 4.6 - Зовнішній вигляд резистора типу 0402 "Taywan"

Тактові кнопки використано типу PB22E09 "KLS electronic co ltd". Габаритні розміри кнопок типу PB22E09 "KLS electronic co ltd" подано на рисунку 4.7.



Рисунок 4.7 - Габаритні розміри кнопки типу PB22E09

Основні параметри кнопки типу PB22E09:

Максимальна напруга, В..... 200;

Максимальний струм, А..... 0,5.

Діоди VD1, VD2 використано типу M1 "Yangjie Technology". Габаритні розміри даного типу діодів подано на рисунку 4.8

Основні параметри діодів типу M1:

Максимальна зворотня напруга, В..... 100;

Максимальний прямий струм, А..... 1;

Максимальний імпульсний прямий струм, А..... 30.

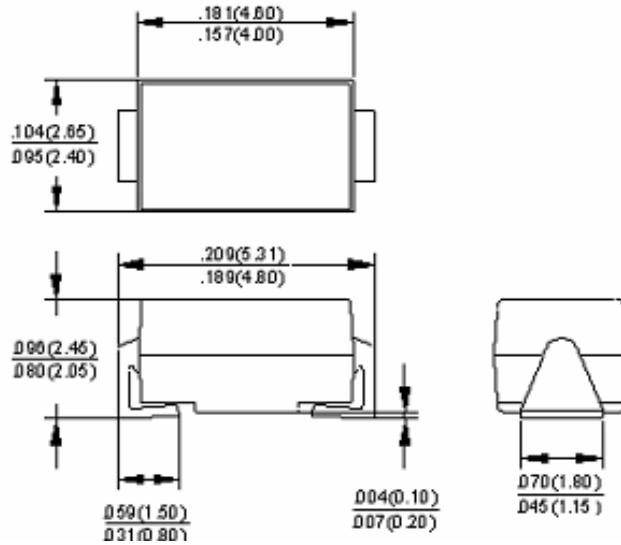


Рисунок 4.8 – Габаритні розміри діодів типу M1

Імпульсні діоди VD4-VD16 використано типу 1N4148W “Diotec Semiconductor”. Габаритні розміри даного типу діодів подано на рисунку 4.9.

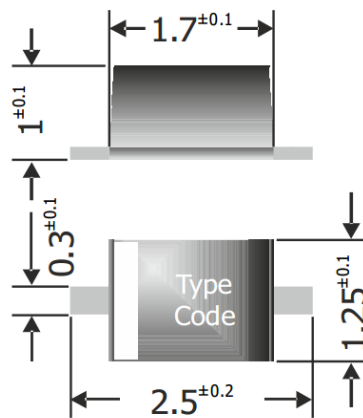


Рисунок 4.9 – Габаритні розміри діодів типу 1N4148W

Основні параметри діодів типу 1N4148:

матеріал кремній;

Максимальна постійна зворотна напруга, В 75;

Максимальна імпульсна зворотна напруга, В 120;

Максимальний прямиий (випрямлений за напівперіод) струм, А	0.2;
Максимально допустимий прямиий імпульсний струм, А	0.45;
Максимальний зворотний струм, мкА	5;
Максимальна пряму напруга, В.....	1;
Загальна ємність, пФ	4;
Робоча температура, °С.....	-65 ... 150.

Стабілітрон VD3 використано типу 1N4740 “ Diotec Semiconductor ”.

Зовнішній вигляд та габаритні розміри стабілітрону 1N4740 відповідає імпульсному діоду 1N4148 (див.рис 4.9).

Основні параметри стабілітрону типу 1N4740:

Потужність розсіювання, Вт	1;
Мінімальна напруга стабілізації, В.....	9.5;
Номінальна напруга стабілізації, В.....	10;
Максимальна напруга стабілізації, В10.5;	
Статичний опір, Ом	7;
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації,%/С	0.08;
Мінімальний струм стабілізації, мА	25;
Максимальний струм стабілізації, мА.....	90;
Робоча температура, °С.....	-55 ... 200.

Силовий симистор використано типу BT136-600E "WeEn Semiconductors".

Основні параметри тиристора типу BT136-600E:

Максимальна зворотня напруга, В	600;
Макс. середнє за період значення струму у відкритому стані, А	4;
Макс. імпульсний струм у відкритому стані, А.....	25;
Макс. напруга у відкритому стані, В.....	1.4;
Мін. постійний струм управління, А.....	0.025;
Час включення, мкс.....	2;
Робоча температура, °С.....	-40 ... 125.

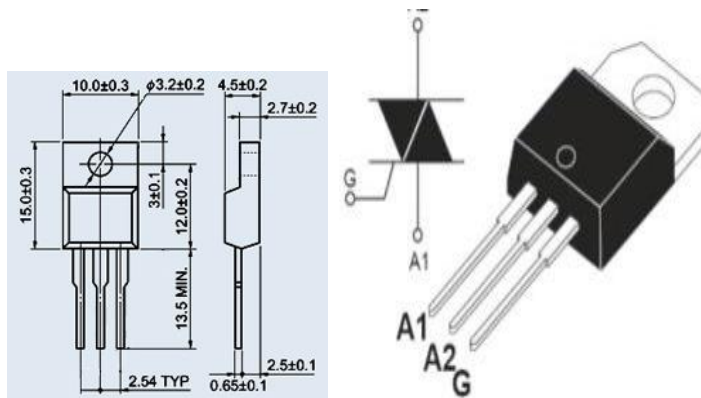


Рисунок 4.10 – Габаритні розміри тиристора типу VT136-600E

Транзистори VT1, VT2 використано типу 2SA1037AKT146R "Rohm". Даний тип транзистора виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOT-23, габаритні розміри якого подано на рисунку 4.11

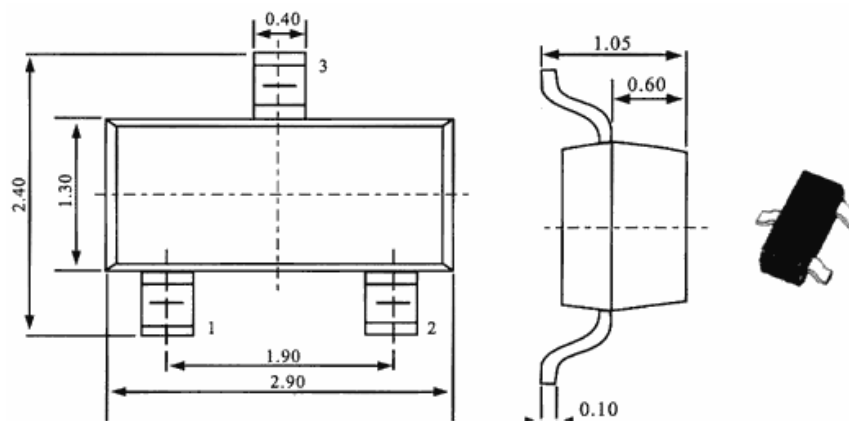


Рисунок 4.11 - Габаритні розміри корпусу напівпровідникових елементів SOT-23

Основні параметри транзистора типу 2SA1037AKT146R:

Структура р-п-р;

Гранична робоча частота 300 МГц;

Максимальна напруга колектор-емітер 40В;

Максимальний струм колектора 0.5А;
 Коефіцієнт передачі струму..... 40-60;
 Максимальна потужність розсіювання..... 0,15Вт.

Транзистори VT3, VT3 використано типу 2SC2712(GR) "Rohm". Даний тип транзистора виготовляється в уніфікованому корпусі типу SOT-23 (див.рис.2.10)

Основні параметри транзистора типу 2SC2712(GR):

Гранична робоча частота 300 МГц;
 Максимальна напруга колектор-емітер 25В;
 Напруга бази в режимі насичення.....3В;
 Струм бази в режимі насичення.....10мА;
 Максимальний струм колектора 0.15А;
 Коефіцієнт передачі струму..... 60-100.

4.3 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

На даному етапі проведено струмообмежувального резистора для індикаторного світлодіоду. Фрагмент схеми, який підлягає розрахунку подано на рисунку 4.12.

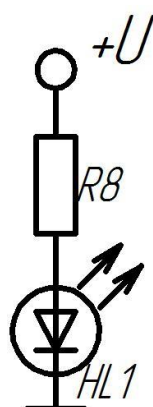


Рисунок 4.12 – Фрагмент схеми електричної принципової

Вихідні дані для розрахунку:

- напруга живлення, В 5,5;
- пряма напруга світлодіоду, В 3,6;
- прямий струм світлодіоду, мА 20;

Спад напруги на струмообмежувальному резисторі розраховано за формулою (2.1):

$$U_R = U_{\text{ж}} - U_{\text{пр}}, \quad (4.1)$$

де $U_{\text{ж}}$ – напруга живлення; $U_{\text{пр}}$ – пряма напруга на світлодіоді;

$$U_R = 5.5 - 3.6 = 1.9 \text{ (В)}.$$

Опір струмообмежувального резистора розраховано за формулою (4.2):

$$R = \frac{U_R}{I_{\text{пр}}}, \quad (4.2)$$

де $I_{\text{пр}}$ – прямий струм світлодіоду;

$$R = \frac{1.9}{25} = 95 \text{ (Ом)}.$$

За рядом E12 обрано найближче стандартне значення номінального опору резистора R8 100 Ом.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні регулятора потужності.

Пристрій, що розробляється, є електронним блоком і проходить складний технологічний процес виготовлення. Технологічний процес містить такі операції, як паяння (ручне і автоматичне), формування і обрізання виводів, лако-фарбні роботи. Всі вони вимагають дотримання норм і вимог безпеки до організації робочих місць, приміщень і виробництва в цілому.

У даному розділі записки пояснення розглянуті питання безпеки на робочому місці монтажника.

Безпека праці, як галузь практичної діяльності, спрямована на створення безпечних і нешкідливих умов праці. На сучасному етапі розвитку виробництва вона набуває все більш важливого значення.

Створення безпечних і нешкідливих умов праці на виробництві вимагає значних матеріальних витрат, впровадження знань і рішень науково-дослідних робіт в галузі охорони праці.

Поки поміж тим, що ми знаємо про методи і засоби охорони праці, і тим, що реалізовано на виробництві, різниця все ще велика. Звести цю різницю до мінімуму повинні професійно підготовлені фахівці не тільки в галузі екології та охорони навколишнього середовища, але й в галузі забезпечення безпечних, нешкідливих, здорових умов праці на виробництві.

Тому роль знань з питань охорони праці інженерно-технічними працівниками має дуже велике значення. Основні знання з питань охорони праці закладаються у процесі навчання майбутніх фахівців.

Процес пайки супроводжується забрудненням повітряного середовища,

робочих поверхонь, одягу і шкіри рук працюючих свинцем, це може призвести до свинцевим отруєнням організму і викликати зміни крові, нервової системи і судин. З метою попередження отруєнь свинцем ділянки пайки обладнуються відповідно до вимог санітарних правил.

Пайка - нероз'ємне з'єднання деталей за допомогою припою. Найбільш часто вживані припої - олов'яно-свинцеві (ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40, ПОС-61) і ПОСК-50, що містить 32% свинцю.

Для запобігання опіків і забруднення свинцем шкіри рук працюючих повинні бути видані серветки для видалення зайвого припою з жала паяльника, а також пінцети для підтримки припаюємо дроти і для подачі припою до місця пайки, якщо відсутня автоматична подача.

При монтажних роботах, пов'язаних з небезпекою засмічення або опіку очей, передбачена видача працюючим захисних окулярів.

Для захисту від окислення місць пайки застосовують флюси: каніфольно-спиртові при пайці припаями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні прибоями ПОС-18 і ПОС-30. Каніфоль подразнює шкіру, може викликати висипання, а хлористий цинк може викликати сильне подразнення, пропалювати шкіру і слизові оболонки.

Найбільш ефективними заходами, що попереджують професійні захворювання при пайці, є механізація і автоматизація паяльних робіт, впровадження нових технологічних процесів: облудження методом занурення, виборча пайка і пайка хвилею припою (із застосуванням друкованого монтажу), що дозволяє повністю виключити зіткнення шкіри робітників зі свинцем і флюсами.

Необхідно відзначити, що при об'ємному монтажі все частіше застосовують метод накрутки проводу на вивід з гострими кромками без подальшої пайки.

Накрутка проводиться спеціальним пістолетом, що створює десятикратну надійність з'єднання, і продуктивність такого монтажу в два з половиною рази

вище, ніж при пайці. Цей метод виключає шкідливі для здоров'я випари свинцю, припою, флюсу та розчинників при промиванні місця пайки.

Виготовлення друкованих плат:

При виготовленні багат шарових друкованих плат (БШДП) проводиться механічна обробка шаруватих пластиків (різка, пробивання отворів). Працюючі на обробці шаруватих пластиків повинні дотримуватися правил техніки безпеки під час холодної обробки матеріалів.

Важливим чинником, що погіршує умови праці в механічних цехах (дільницях), є шум, вироблений працюючим обладнанням. Важливе значення має правильне і достатнє освітлення ділянок і робочих місць холодної обробки матеріалів.

Промивання плат проводиться в розчині ізопропілового спирту і ацетоні. При використанні спирту і ацетону необхідно враховувати, що ці речовини є пожежонебезпечними і шкідливими для здоров'я.

Хімічне очищення плат проводиться розчинами фосфатів (тринатрійфосфат), натрієвої соди, натрієвого лугу та ін. При постійній роботі з розчинами часті різноманітні хронічні подразнення шкіри. Дуже небезпечне попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий паладій, гідроокис натрію, сегнетова сіль, трихлоретилен. Тому необхідно дотримуватись вимог правил безпеки.

Для травлення міді з пустих ділянок плат використовується ряд травників; хлорне залізо, персульфат амонію, хлорна мідь, сплав «Розе», хромовий ангідрид із сірчаною кислотою і ряд інших є токсичними речовинами.

До роботи з цими травниками допускаються особи, навчені безпечним прийомам роботи і пройшли інструктаж на робочих місцях по роботі зі шкідливими і отруйними речовинами.

У разі потрапляння травників на шкіру або слизову оболонку очей необхідно негайно рясно промити їх проточною водою.

Роботу з травниками слід проводити в спецодязі і захисних окулярах. Робочі місця повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Монтаж радіоелектронного обладнання. Виготовлення каркасів, шасі обладнання на слюсарно-механічних ділянках необхідно проводити з дотриманням вимог техніки безпеки при холодній і гарячій обробці металів.

При монтажі радіоелектронного обладнання слід дотримуватися вимоги електробезпеки і працювати тільки справним електроінструментом (електродрилем, електропаяльником).

При роботі з електродрилем необхідно застосовувати діелектричні гумові рукавички.

Електропаяльники і лампи для місцевого освітлення необхідно застосовувати із напругою не більше 42В. Для пониження мережевої напруги 220В і 127В до 42В слід застосовувати понижуючий трансформатор. Один кінець вторинної (понижувальної) обмотки трансформатора і металевий кожух необхідно заземлювати.

При живленні апаратури від цехової мережі слід застосовувати штепсельні роз'єми. У випадку несправності в мережевій проводці необхідно викликати електрика.

При монтажі радіосхем забороняється:

- Перевіряти на дотик наявність напруги і нагрів струмоведучих частин схеми;
- Застосовувати для з'єднання блоків і приладів проводи з пошкодженою ізоляцією;
- Виробляти пайку і установку деталей в обладнанні, що знаходиться під напругою;
- Вимірювати напруги і струми переносними приладами з неізольованими проводами і щупами;

- Підключати блоки та прилади до устаткування, що знаходиться під напругою;
- Замінювати запобіжники у включеному обладнанні;
- Працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Організація гасіння пожеж

Для підтримки необхідного рівня пожежної безпеки на об'єктах і в населених пунктах створюють пожежну охорону, яка поділяється на: державну ; відомчу; сільську (місцеву); добровільну.

Державна пожежно-рятувальна служба функціонує на базі воєнізованих та професійних пожежних частин, що підпорядковані МНС. Її структура , функції, обов'язки та права визначені Законом «Про пожежну безпеку» та Положеннями про пожежну охорону (1994).

Підрозділи Державної пожежно- рятувальної служби створюються в населених пунктах, які мають особливо важливе значення або високу пожежну небезпеку.

Відомча пожежна охорона створюється у відомствах підвищеної небезпеки на підставі переліку кабіну.

Об'єктова пожежна охорона створюється на об'єктах підвищеної небезпеки на підставі договорів між пожежно-рятувальною службою обласних апаратів та об'єктами. Ці підрозділи щодо покладених на них функцій керуються нормативними актами, які діють у Державній пожежно-рятувальній службі.

У населених пунктах де немає підрозділів Державної пожежної служби, органи місцевої адміністрації створюють місцеві (сільські) пожежні команди, фінансування та матеріально технічне забезпечення яких здійснюється за рахунок коштів місцевого бюджету та коштів підприємств, розташованих та території району.

Добровільні пожежні дружини (ДПД) створюються на підприємствах з числа працівників з метою підтримки відповідного рівня пожежної безпеки.

Добровільна пожежна охорона має відповідну матеріально-технічну базу, спеціальне технічне обладнання, засоби зв'язку, забезпечення спецодягом і засобами індивідуального захисту.

Фінансово-матеріальне забезпечення державної пожежно-рятувальної служби, здійснюється за рахунок державного бюджету, а також місцевих бюджетів і коштів отриманих від підприємств, що ними охороняються.

Особовий склад Державної пожежно-рятувальної служби (рядовий і керівний) основним оперативним завданням під час гасіння пожеж має порятунок людей, у разі загрози їх життю, та ліквідацію пожежі у тому обсязі якого вона набула на момент прибуття. Для виклику пожежної охорони встановлено єдиний номер – 101. Гасіння пожежі здійснюється безкоштовно, а збитки, пов'язані з пошкодженням майна, завдані гасінням пожежна охорона не відшкодовує.

Після ліквідації пожежі комісія складає матеріали про пожежу за формами встановленими МНС.

Порядок гасіння пожеж встановлюється МНС за погодженням з зацікавленими міністерствами та відомствами, які мають вести облік пожеж на об'єктах, що належать до їх компетенції та аналізувати причини їх виникнення і вживати заходи для їх усунення.

Порядок ведення обліку пожеж та їх наслідків визначають «Правила обліку пожеж та їх наслідків» (№2030, 2003).

Державний облік пожеж здійснює МНС. Про пожежі та їх наслідки міністерства та відомства щомісячно надають інформацію МНС.

Відповідальність за своєчасне подання звітних даних та повноту обліку пожеж покладено на керівників міністерств, відомств та підприємств, які ведуть цей облік.

Нагляд за дотриманням законності у діяльності пожежної охорони здійснює прокуратура на місцях.

5.2.2 Заземлення приміщення

Одним з основних заходів забезпечуючих безпеку робіт в електроустановках є захисне заземлення. Заходи від дотику до частин, що нормально не знаходиться під напругою, але опинилося під напругою є надійні заземлення корпусів електрообладнання конструктивних металевих частин електроустановок.

До заземлень станцій пред'являються особливі вимоги . Розрахунок заземлюючих пристроїв зводиться до розрахунку заземлювача, оскільки заземлюючі провідники в більшості випадків приймаються за умовами механічної міцності і стійкості до корозії по ПТЕ і ПУЕ . Розрахунок опору заземлювача проводиться в наступному порядку:

Встановлюється необхідний по ПУЕ допустимий опір заземлюючого пристрою

Визначається розрахунковий питомий опір ґрунту $\rho_{расч}$. З врахуванням коефіцієнтів тих, що враховують висихання ґрунту влітку і промерзання взимку, що підвищують;

Визначається розрахунковий опір розтіканню одного вертикального електроду $R_{ВО}$;

Визначається зразкове число вертикальних заземлювачів n при заздалегідь прийнятому коефіцієнті використання η_B ;

Визначається опір розтіканню горизонтальних електродів $R_{Г}$;

Уточняється необхідний опір розтіканню вертикальних електродів з врахуванням провідності горизонтальних з'єднань

Уточняється число вертикальних електродів з врахуванням коефіцієнта використання.

Опір заземлюючого пристрою в електроустановках напругою вище 1000 В з великими струмами замикання на землю не повинно перевищувати 0,5 Ом. У нашому випадку потрібно розрахувати контурний заземлювач підстанції з наступними даними. Ґрунт в місці споруди під станції – мул і пісок дрібний вологий середній щільності. Кліматична зона - третя. Додатково як заземлення використовується система трос-опора з опором заземлення 1,3 Ом. Оскільки для сторони 110 кВ потрібен опір заземлення 0,5 Ом, перевіримо величину опору заземлення для сторони 10 кВ. У мережах незаземленою нейтраллю заземлюючий пристрій заземлень підстанції високої напруги повинно мати опір:

$$r_3 \leq \frac{U_{роз}}{I_{роз}} = \frac{125}{65} = 1,92 \text{ ,Ом}$$

де $U_{роз}$ – розрахункова напруга приймаємо 125 В, оскільки заземлюючий пристрій використовується також і для установок підстанції напругою до 1000 В; $I_{роз}$ – повний замикання фази на землю.

Таким чином, як розрахунковий приймається опір $r_3 = 0,5$ Ом.

Опір штучного заземлювача розраховується з врахуванням використання системи трос-опора. Цей опір R_n можна обчислити таким чином:

$$\frac{1}{R_n} = \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_c} = \frac{1}{0,5} - \frac{1}{1,3} = 1,23 \text{ Ом;}$$

$$R_n = \frac{1}{1,23} = 0,812 \text{ Ом,}$$

де r_c – опір системи трос–опора.

Рекомендований для попередніх розрахунків питомий опір ґрунту в місці спорудження заземлювача для нашого ґрунту складає 30 Ом·м.

Підвищуючі коефіцієнти K_r і K_B рівні відповідно 3,5 і 1,5. Визначаються з таблиць для горизонтальних протяжних електродів при глибині заставляння 0,8 м і для вертикальних електродів при глибині заставляння вершини 0,5..0,8 м.

Як вертикальні електроди застосовуються електроди, виготовлені з круглої сталі діаметром 12 мм, завдовжки 5 м з одним загостреним кінцем. До них приєднуються горизонтальні електроди – смуги 30×4 мм², приварені до верхніх кінців вертикальних. Розрахунковий питомий опір для горизонтальних електродів:

$$\rho_{роз.г} = K_r \cdot \rho_{gp} = 3,5 \cdot 30 = 105 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{роз.в} = K_B \cdot \rho_{gp} = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

де ρ_{gp} – питомий опір ґрунту.

Визначимо опір розтіканню одного вертикального електроду при зануренні нижче за рівень землі на 0,8 м:

$$R_{BO} = \frac{\rho_{роз.в}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right),$$

де l – довжина вертикального електроду, дорівнює 5 м;

d – діаметр вертикального електроду, рівного 0,012 м;

t – геометричний параметр, в даному випадку рівний $l/2 + 0,8$ м.

Таким чином:

$$t = l/2 + 0,8 = 5/2 + 0,8 = 3,3 \text{ м};$$

$$R_{BO} = \frac{\rho_{\text{роз.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) = \frac{45}{2 \cdot \pi \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 1}{4 \cdot 3,3 - 1} \right) = 11,26 \text{ Ом.}$$

Визначимо зразкове число вертикальних електродів при попередньому коефіцієнті використання, прийнятому рівним $\eta_B = 0,6$:

$$n = \frac{R_{BO}}{\eta_B \cdot R_n} = \frac{11,26}{0,6 \cdot 0,812} = 23,1.$$

Визначимо опір розтіканню горизонтальних електродів. Коефіцієнт використання сполучної смуги в контурі при числі електродів близько 20 і відношенні між відстанями між вертикальними електродами і їх завдовжки, рівному 1 рівний по таблицях $\eta_\epsilon = 0,27$.

Опір розтікання смуги по периметру контурів ($l = 296,4$) рівний:

$$R_r = \frac{1}{\eta_r} \cdot \frac{\rho_{\text{роз.з}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{\epsilon \cdot t} = \frac{1}{0,27} \cdot \frac{105}{2 \cdot \pi \cdot 296,4} \cdot \ln \frac{2 \cdot 296,4^2}{0,03 \cdot 1,15} = 3,22 \text{ Ом}$$

де $\epsilon = 30$ мм – ширина смуги.

Уточнене число вертикальних електродів визначається при коефіцієнті використання $\eta_\epsilon = 0,47$, прийнятого при числі електродів близько 20 і відношенні відстаней між вертикальними електродами і їх довжині рівному 1.

$$n = \frac{R_{BO}}{\eta_B \cdot R_n} = \frac{11,26}{0,47 \cdot 1,08} = 22,2$$

Остаточню приймаємо 22 вертикальних електроди. Всі з'єднання елементів заземлюючих пристроїв у тому числі і перетину, виконуються зваркою в

нахльостування. У входів і виходів на територію ВРП повинно бути забезпечено вирівнювання потенціалів шляхом укладання двох смуг на відстані

1 і 2 м від заземлювача на глибині 1 і 1,5 м відповідно. Відстань від меж заземлювача до огорожі з внутрішньої сторони повинна бути не менше 3 м.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Якісні та кількісні оцінки надійності проводились для визначення умов експлуатації та показників витрат.

Вибір продукції враховує сучасні вимоги економіки, естетики, структури, технічних характеристик, норм та умов проектування.

Пристрій порівняно простий у виготовленні, простий в експлуатації та обслуговуванні та має хороші перспективи продажів.

Кількісна оцінка надійності пристрою є технічною і можна чітко бачити, що технологія відповідає поточному рівню підприємства, щоб не зупинити це виробництво.

Використання сучасних компонентів зменшує його розміри та вагу, забезпечуючи високий рівень вібростійкості та надійності.

Процес виготовлення дизайнерського виробу дуже простий, і більшість операцій автоматизовані та механізовані. Це позитивно впливає на зниження витрат на оплату праці, підвищення продуктивності праці та собівартості кінцевого продукту.

Дана модель дозволяє відтворити режими зміни вихідної потужності за режимами фазової розсинхронізації керуючих сигналів.

В результаті розрахунку надійності проектного регулятора потужності визначено, що він є достатньо надійним, а саме середнє напрацювання до відмови становить 29562 год. складено зведену таблицю, з переліком елементів проектного регулятора потужності та їх властивостями надійності

Устаткування повністю підходить для дрібносерійного виробництва і може випускатися серійно компаніями.

Популярність вибраних елементів та широкий спектр практичних застосувань сприяють відновленню високорозвинених виробів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Павловський В.В., Васильев В.И., Гутама Г.Н – Проектирование технологических процессов изготовления радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радиосвязь, 1982. – 160с.
2. Зарх И.М. Справочное пособие по монтажу и регулировке радиоэлектронной аппаратуры. Госэнергоиздат, 1980, - 439с.
3. Техничко-економическое обоснование дипломных проектов: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Беклешова А.Н. – М. Высш. Шк. 2011 – 176с.
4. Системы технического зрения / Под ред. Писаревского А.Н., Черневского А.Ф., - Л.: Машиностроение, 1998 – 424с.
5. 20 Рудзит А.Я., Плуталов В.Н. Основы метрологии, точность и надёжность в приборостроении.- М. :Машиностроение, 1991 – 303
6. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М. Мир, 1984. – 264 с.
7. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 160 с.
8. Економіка підприємства, підручник, за ред. д.е.н., проф. С.Ф.Покопівного, Київ, 2000.- 634 с.
9. Мочерний С.В. Економічна теорія. К.: Академія. -1999.
10. Сташин В. В., Гусов А. В., Мологонцев О. Ф., Проектирование цифровых устройств на одно кристалльных МК, - М., Энергоатом издат., 1990 р.- 224 с.
11. Мікропроцесори і мікропроцесорні комплекти інтегральних мікросхем, Справочник в 2-х томах, под ред. В. А. Шапкова, - М.: Радиосвязь, 1988 р.– 360
12. Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем: Справочник. В 2 т. / Абрайтис В. Б., Аверьянов Н. Н., Белоус А. И. и др.; Под ред. Шахнова В. А. – М.: Радио и связь, 1988.

13. Мочерний С.В. Основы економічної теорії. Тернопіль.: Тарникс. - 1993.
14. Фрумкин Г.Д. Расчёт и конструирование радиоаппаратуры. М.: Высшая школа, 1989.
15. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов, М.: Наука, 1964
16. 8-bit Microcontroller with 8k Bytes FLASH AT89C52. – ATMEL, 1998.
17. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда. / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарев и др.; Учеб пособие для студентов средних спец. учеб. заведений. – М.: Высшая школа, – 2001. – 431 с.: ил.
18. Духанин Ю.А., Акушин Д.Ф., Техника безопасности и противопожарная техника в машиностроении. – М.: машиностроении, 1973. – 302с.
19. Охрана труда в машиностроении / Под ред. Б.Я. Подина, М.: Машиностроение, 1976. – 331с.

ДОДАТКИ

Додаток А. Перелік елементів регулятора потужності

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Конденсатори</i>		
	<i>ECAP "Epcos"</i>		
	<i>X7R "Murata"</i>		
<i>C1</i>	<i>X7R-H20-0.68мкФ±10%</i>	<i>1</i>	
<i>C2</i>	<i>X7R-H20-0.22мкФ±10%</i>	<i>1</i>	
<i>C3</i>	<i>X7R-H20-1 мкФ±10%</i>	<i>1</i>	
<i>C4</i>	<i>ECAP-16B-220мкФ±20%</i>	<i>1</i>	
<i>C5</i>	<i>X7R-H20-1 мкФ±10%</i>	<i>1</i>	
<i>C6, C7</i>	<i>X7R-H20-0.1мкФ±10%</i>	<i>2</i>	
	<i>Мікросхеми</i>		
	<i>"Texas Instrument"</i>		
<i>DD1</i>	<i>CD4049UBDR</i>	<i>1</i>	
<i>DD2</i>	<i>CD4017BM</i>	<i>1</i>	
	<i>Світлодіоди</i>		
	<i>ЗАТ "Протон"</i>		
<i>HL1</i>	<i>КИПД21Г-К</i>	<i>1</i>	
<i>HL2-HL6</i>	<i>КИПД21Г-Л</i>	<i>5</i>	
	<i>Резистори</i>		
	<i>0402 "Taiwan"</i>		
<i>R1</i>	<i>0402-0.5-36 Ом±10%</i>	<i>1</i>	
<i>R2</i>	<i>0402-0.125-22кОм±10%</i>	<i>1</i>	
<i>R3</i>	<i>0402-0.125-100 кОм±10%</i>	<i>1</i>	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R4	0402-0.125-22kΩ±10%	1	
R5	0402-0.125-11kΩ±10%	1	
R6	0402-0.125-100kΩ±10%	1	
R7	0402-0.125-510 kΩ±10%	1	
R8-R10	0402-0.125-2.7 kΩ±10%	3	
R11	0402-0.125-75kΩ±10%	1	
R12	0402-0.125-2.7kΩ±10%	1	
R13	0402-0.125-10kΩ±10%	1	
R14	0402-0.125-62kΩ±10%	1	
R15	0402-0.125-2.7kΩ±10%	1	
R16	0402-0.125-43kΩ±10%	1	
R17	0402-0.125-2.7kΩ±10%	1	
R18	0402-0.125-27kΩ±10%	1	
R19,R20	0402-0.125-1kΩ±10%	2	
R21	0402-0.125-220 Ω±10%	1	
R22	0402-0.125-3kΩ±10%	1	
SB1, SB2	Кнопка PB22E09 "KLS electronic co ltd"	2	
	<i>Диоды</i>		
VD1, VD2	M1 "Yangjie Technology"	2	
VD3	1N4740 "Diodec Semiconductor"	1	
VD4-VD16	1N4148W "Diodec Semiconductor"	13	
VS1	Сумистор BT136-600E "WeEn Semiconductors"	1	
	<i>Транзисторы</i> "Rohm"		
VT1, VT2	2SA1037AKT146R	2	
VT3,VT4	2SA1037AKT146R	2	

<i>Поз обозна- чение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол</i>	<i>Примечание</i>
	<i>Роз'єми</i>		
<i>XP1</i>	<i>Вилка штепсельна 2018.ПРОК.403.004.025СК</i>	<i>1</i>	
<i>XP2</i>	<i>Вилка AS-224 "Dragon City Industries"</i>	<i>1</i>	
<i>XS1</i>	<i>Розетка AS-412-EN "Dragon City Industries"</i>	<i>1</i>	
<i>XS2</i>	<i>Розетка AS-208 "Dragon City Industries"</i>	<i>1</i>	

Додатко Б. Перелік елементів вузла друкованого

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документація</u>		
A2			19.ДП.172.403.004.00.002 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			19.ДП.172.403.004.00.002 ПЕ	Перелік елементів		
A2			19.ДП.172.403.004.00.004 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		19.ДП.172.403.004.00.003	Плата друкована	1	
A3	2		19.ДП.172.403.004.00.025	Радіатор	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
	3			Гвинт А.М2,5-6gx5 ГОСТ17473-80	2	
	4			Гвинт А.М2,5-6gx15 ГОСТ17473-80	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				Конденсатори ЕСАР "Epcos" X7R "Murata"		
	5			X7R-H20-0,1мкФ±10%	1	С6, С7
	6			X7R-H20-0,22мкФ±10%	1	С2
	7			X7R-H20-0,68мкФ±10%	1	С1
	8			X7R-H20-1мкФ±10%	1	С3, С5

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		9		ЕСАР-16В-220мкФ±20%	1	С4
				Мікросхеми		
				"Texas instrument"		
		10		CD4049UBDR	1	DD1
		11		CD4017BM	1	DD2
				Світлодіоди		
				ЗАТ "Протон"		
		11		КИПД21Г-К	1	HL1
		12		КИПД21Г-Л	5	HL2-HL6
				Резистори		
				0402 "Taivan"		
		13		0402-0.125Вт-36 Ом±10%	1	R1
		14		0402-0.125Вт-220 Ом±10%	1	R21
		15		0402-0.125Вт-1кОм±10%	2	R19,R20
		16		0402-0.125Вт-11 кОм±10%	1	R5
		17		0402-0.125Вт-2.7 кОм±10%	6	R8-R10, R12, R15, R17,
		18		0402-0.125Вт-3кОм±10%	1	R22
		19		0402-0.125Вт-10 кОм±10%	1	R13
		20		0402-0.125Вт-22кОм±10%	2	R2, R4,
		21		0402-0.125Вт-27кОм±10%	1	R18
		22		0402-0.125Вт-43кОм±10%	1	R16
		23		0402-0.125Вт-62кОм±10%	1	R14
		24		0402-0.125Вт-75кОм±10%	1	R11
		25		0402-0.125Вт-100кОм±10%	2	R3, R6

