

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра приладів та контрольно-вимірювальних систем
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній рівень)

на тему: Розробка інформаційно-вимірювальної системи для конструкції
генератора функціонального

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи РНм

спеціальності 153

“ Мікро- та наносистемна техніка ”

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Студент Пшеничний М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник Зелінський І.М

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Наконечний Ю.І

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

Кафедра приладів та контрольно-вимірювальних систем

Освітній рівень магістр

Спеціальність 153 "Мікро- та наносистемна техніка"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« » 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Пшеничного Михайла Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка інформаційно-вимірювальної системи для конструкції генератора функціонального

Керівник проекту (роботи) Зелінський І.М к.ф-м.н., доц. каф. ПВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « » 2021 року №

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 23 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Авторське свідоцтво

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, Аналітична частина, Основна частина, Науково-дослідна частина, Спеціальна частина, Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, Загальні висновки до кваліфікаційної роботи

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська дипломна робота на тему: Розробка інформаційно-вимірювальної системи для о конструкції генератора функціонального:

Сторінок	77
рисуноків	16
таблиць	6
креслень	7 формату А-1
джерел	16
додатків	5

Об'єкт дослідження – генератор функціональний, що є радіо-вимірювальним пристрій, який призначений для генерування тестових радіотехнічних сигналів різної форми, наприклад тестових сигналів синусоїдальної, прямокутної та трикутної форми.

Мета роботи – розробити інформаційно-вимірювальну системи для о конструкції генератора функціонального, що призначена для генерування тестових радіотехнічних сигналів різної форми, наприклад тестових сигналів синусоїдальної, прямокутної та трикутної форми.

Проведено аналіз типових конструкцій пристроїв для генерування тестових радіотехнічних сигналів різної форми.

Подано інформацію про призначення, область застосування та технічні вимоги до проєктованого радіопристрою, описання принципової схеми пристрою, здійснений аналіз структурної схеми, обґрунтований вибір конструкції виробу, опис конструкції, розраховану надійність пристрою, опис і необхідної елементної бази, яка видає потрібні параметри приладу.

Приведено відомості про складання і монтаж проектованого виробу, вибір типу технології, далі проводиться якісна оцінка технологічності конструкції, вибір інструментів, пристосувань, оснастки, опис технології виготовлення друкованої плати.

Вибір основних та допоміжних матеріалів, розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.

Підрозділ закінчується розробкою технології ремонту і регулювання пристрою.

Подано результати розрахунку надійності проектованого генератора функціонального.

Складено зведену таблицю, з переліком елементів проектованого генератора функціонального та їх властивостями надійності, та отримано графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу.

Розраховано рівень технологічності виробу, що визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА.

ГЕНЕРАТОР ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ, АМПЛУДА РАДІОЧАСТОТА,
МІКРОПРОЦЕСОР.

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікованої магістерської роботи – розробка системи вимірювання інформації для проектування генераторів функцій.

Спроекований функціональний генератор призначений для генерування тестових сигналів у формі синусоїд, трикутників і прямокутників.

Цей пристрій живиться від загальнодоступного джерела живлення.

Загальна частина включає кошторисну проектну частину.

Сюди входить призначення, обсяг і технічні вимоги до спроектованого бездротового пристрою, схематичний опис пристрою, аналіз структурних схем, раціональний вибір конструкції виробу, опис конструкції, розрахункова надійність пристрою, опис і необхідна елементна база.

Другий розділ проекту є основною частиною. Починається із загальних відомостей про складання та монтажу спроектованого виробу, вибору видів технології, потім якісної оцінки технологічності конструкції, вибору інструментів, пристроїв, обладнання та технічного опису друкованих плат.

Вибір основних і допоміжних матеріалів, розробка маршруту та конструкторсько-експлуатаційна технологія складання та монтажу виробу.

Завершується блок розробкою технології ремонту та налагодження пристроїв.

У третьому розділі наведено результат розрахунку надійності спроектованого генератора функцій. Редагується зведена таблиця, яка містить перелік розроблених елементів генератора функцій та їх характеристики надійності, а також графік ймовірності успішної роботи, що залежить від часу.

У спеціальній частині наводяться загальні відомості про збірку та монтаж спроектованого виробу. Вибір типу технології складання пристрою.

Розраховується рівень технологічності виробу. Він визначається відношенням розрахункового складного індексу K до комплексного нормативного індексу K_n .

Це відображає фактично існуючий рівень технологічності компанії, яка створює REA.

Визначено важливі питання в галузі охорони праці.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1 Розробка технічного завдання
- 1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу
- 1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

- 2.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить
- 2.2 Обґрунтування вибору конструкції
- 2.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.4 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.5 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора
- 2.6 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

- 3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 3.2 Розрахунок надійності проектного виробу
- 3.3 Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MicroCap-8

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 4.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу. Вибір типу технології
- 4.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
- 4.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
- 4.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
- 4.5 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
- 4.6 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

- 5.1 Класифікація факторів, які впливають на формування умов праці
- 5.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні генератора функціонального
- 5.3 Системи пожежного захисту
- 5.4 Безпеки в надзвичайних ситуаціях
 - 5.4.1 Безпека виробничої діяльності на підприємствах де використовуються надвисокі частоти
 - 5.4.2 Шкідливість впливу електромагнітних полів та захист від них
 - 5.4.3 Вплив шуму на виробничу діяльність та методи захисту

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Радіоелектроніка належить до провідних галузей науки та техніки, що визначають зід науково-технічного прогресу.

Особливе значення радіоелектроніки визначається її широким використанням: в наукових дослідженнях, промисловості, в побуті.

Безупинно підвищується складність радіоелектронних приладів та систем. Складність схемних рішень зв'язана зі складністю виробництва та складністю вирішення його задач.

У нашому всесвіті існують різноманітні сигнали які являють собою зміну фізичної величини (тиску повітря, світла, температури, сили струму) тощо. Ці сигнали містять в собі якусь інформацію, а тому застосовуються для передавання даних. Поняття сигналу широко застосовується у науці і техніці, і в радіотехніці особливо. Електричний струм також на прикладі представляється у вигляді сигналу, звуковий сигнал, світловий сигнал, електромагнітний сигнал тощо. Сигнали, які створенні за допомогою електрики називаються електричними сигналами. Для отримання електричного сигналу певної природи і частоти, які представлені коливаннями, імпульсами використовують пристрій під назвою – генератор сигналів.

Генератор сигналів створює: синусоїдальний, трикутний, пилоподібний або прямокутний (імпульсний) сигнал з нелінійними спотвореннями до 1%, з можливістю регулювання коефіцієнта заповнення імпульсів, частотною модуляцією, має ТТЛ вихід і джерело напруги зміщення. Також може виконувати функцію частотоміра. Генератори широко використовуються для перетворення сигналів, для вимірів і в інших областях. Складається з джерела (пристрої з самозбудженням, наприклад підсилювач охопленого ланцюгом позитивного зворотнього зв'язку) і формувача (наприклад, електричного фільтру).

Більшість генераторів є перетворювачами постійного струму змінний. Генератори малої потужності збудовані на одноктактних підсилювальних каскадах. Більш потужні однофазні генератори засновані на двотактних (напівмостових) підсилювальних каскадах, які мають більш високий ККД і дозволяють на транзисторах однакової потужності побудувати генератор приблизно вдвічі більшої потужності. Однофазні генератори ще більшої потужності будуються за чотиритактною (напівмостовою) схемою, що дозволяє приблизно вдвічі збільшити потужність генератора. Двофазні та трифазні двотактні (напівмостові) і чотиритактні (повномістні) генератори мають ще більшу потужність.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Темою кваліфікаційної випускної роботи є розробка конструкції генератора функціонального. Генератор функціональний – радіовимірювальний пристрій, який призначений для генерування тестових радіотехнічних сигналів різної форми, наприклад тестових сигналів синусоїдальної, прямокутної та трикутної форми.

Галузь використання проектованого пристрою – вимірювальна апаратура. Проектований пристрій можна використати для перевірки, ремонту та регулювання різноманітної апаратури, які містять приймачі, підсилювачі, резонансні кола, пристрої імпульсної техніки і т.д.

На сьогоднішній день розроблено та представлено на ринку радіоапаратури велику кількість функціональних генераторів. Генератори, які представлені на ринку радіоапаратури відрізняються функціональністю, потужністю, класом точності, формою сигналу. Всі вони користуються популярністю в різних колах споживачів.

Неперервний розвиток науки та техніки призводить до розвитку і функціональних генераторів, зокрема їх схемотехніки. На сьогоднішній день одним з найпопулярніших варіантів схемотехніки функціональних генераторів є використання спеціалізованих інтегральних мікросхем. Використання спеціалізованих мікросхем дає ряд переваг:

- підвищення точності генераторів;
- розширення функціональності генераторів;
- спрощення конструкції;
- підвищення надійності.

Цей пристрій відноситься до переносного обладнання, група М20 за ГОСТ 17516.1-90.

Кліматичне виконання повинне відповідати УХЛ2 за ГОСТ 15150-69.

Відповідно до гост 15150, кліматичне виконання ухл2 має забезпечувати 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

Технічні вимоги до проектованого генератора функціонального:

Режими	SQR; SIN; TRI
Діапазони частот	1-100Гц; 100-20кГц; 20-100кГц; 100кГц-1МГц
Максимальна амплітуда в режимі SQR, В	8
Максимальна амплітуда в режимі SIN та TRI, В	3
Стабільність частоти, %	1
Стабільність амплітуди, %	1
Коефіцієнт гармонік, не більше %	1,5
Напруга живлення, В	9
Габаритні розміри, мм	170x100x43
Потужність споживання, Вт	2

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Електрична структурна схема проектованого генератора функціонального подана в додатках до дипломного проекту.

Основними блоками проектованого генератора функціонального є:

- мікросхема функціонального генератора;
- схема переключення діапазонів частот;
- регулятор частоти;
- регулятор амплітуди в режимі SQR;
- перемикач SIN/TRI;
- перемикач SQR/SIN+TRI;
- регульований підсилювач.

Основним функціональним блоком структурної схеми проектованого пристрою є мікросхема функціонального генератора. Даний блок включає в себе спеціалізовану мікросхему і саме в ньому відбувається генерація тестових сигналів.

Схема переключення діапазонів частот призначена для переключення фіксованих діапазонів частот, включає в себе набір конденсаторів та галетний перемикач.

Регулятор частоти призначений для грубого та точного встановлення частоти вихідного сигналу.

Регулятор амплітуди в режимі SQR призначений для встановлення амплітуди імпульсного сигналу.

Перемикач SIN/TRI та перемикач SQR/SIN+TRI призначений для встановлення типу вихідного сигналу.

Регульований підсилювач здійснює підсилення вихідного сигналу трикутної форми а також він здійснює регулювання амплітуди синусоїдального та трикутного сигналів.

Блок живлення призначений для перетворення змінної напруги мережі електроживлення загального користування в постійну напругу для живлення блоків схеми.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Електрична принципова схема генератора функціонального подана в додатках до дипломного проекту.

Схема електрична принципова проектованого генератора функціонального повністю відповідає технічним рекомендаціям виробника спеціалізованої мікросхеми функціонального генератора XR2206.

Конденсатори C2-C6 та галетний чотирипозиційний перемикач SA2 призначені для вибору діапазону частот.

Встановлення частоти сигналу грубо встановлюється резистором R1, а точно – резистором R5.

Для перемикання між режимами $\text{sq}/\text{sin}+\text{tri}$ призначений перемикач SA4.

Для перемикання режимів sin/tri призначений перемикач SA3.

Для полегшення узгодження вихідного опору генератора, та вхідного опору навантаження на виході мікросхеми встановлено підсилювальний каскад, зібраний по схемі із спільним колектором (емітерний повторювач) на транзисторі VT1. Каскад зібраний по схемі емітерного повторювача має низький вихідний опір, тому легко узгоджується з низьким вхідним опором навантаження. Встановлення початкової робочої точки каскаду із спільним колектором відбувається фіксованим струмом бази з допомогою резистора R11. Блокування проходження постійної складової сигналу на вхід каскаду здійснюється розділовим конденсатором C11, а з виходу каскаду на навантаження конденсатором C12.

Встановлення амплітуд синусоїдального та трикутного сигналів здійснюється резистором R9, він також є резистором емітерної термостабілізації каскаду із спільним колектором. Встановлення амплітуди імпульсного сигналу здійснюється змінним резистором R8.

Живлення схеми відбувається блоком живлення, який може бути зовнішнім, або вбудованим в пристрій. Ввімкнення живлення пристрою відбувається вимикачем SA1. Про ввімкнення пристрою свідчить свічення світлодіоду HL1, резистор R2 є струмообмежувальним для світлодіоду HL1.

Для фільтрації високочастотних складових напруги живлення призначений високочастотний фільтр C7 та згладжувальний фільтр C9.

Для живлення кіл встановлення амплітуди сигналу прямокутної форми використано подільник напруги R3, R4, із згладжувальним фільтром фільтром C8, призначення якого аналогічне до фільтрів C7, C9.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

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.

Цей функціональний генератор складається з корпусу (верхня і нижня кришки, передня панель) і друкованих компонентів.

Верхня і нижня кришки прикручуються між собою. Конструкція кришки пропонує можливість автоматичного виробництва без будь-яких механічних змін. Для уникнення операцій нарізання різьби при виготовленні кришок можна використовувати саморізи.

Використовуючи функціональну компоновку вузлів, пристрій структурно поділено на два вузли. Основний вузол і джерело живлення генератора. Роз'єми використовуються для телекомунікацій між вузлами.

Більшість ERE розміщені у друкованій збірці, і варіанти їх установки вибираються з урахуванням можливості автоматичної підготовки.

На передній панелі є отвори для виступаючих елементів керування та індикаторів.

Друкована збірка кріпиться до нижньої кришки гвинтами. Цей виріб буде прямокутним. Пристрій відповідає всім вимогам конструкції.

Шнур живлення підключається до блоку живлення через роз'єм, який з'єднується з друкованою платою блоку живлення і виступає через отвір у місці з'єднання двох кришок.

Для захисту паяних з'єднань ERE від атмосферних впливів друкований вузол покривається лаком АК-113. Цей лак являє собою розчин

поліакрилової смоли в суміші органічних розчинників з додаванням пластифікатора.

Цей вид лаку призначений для застосування із заліза і кольорових металів та їх сплавів, а також неметалевих поверхонь, які працюють при температурах до 150 °С і експлуатуються в різних кліматичних регіонах. Лак наноситься на поверхню за допомогою пневморозпилювача.

Матеріал корпусу Поліетилентерeftалат литий.

Цей матеріал підходить для виготовлення корпусів методом лиття під тиском. Цей тип матеріалу стійкий до корозії і не потребує покриття.

2.2 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.

Варіанти компонування, які поділяють пристрій на функціональні блоки (генератор і блок живлення), забезпечують інтеграцію блоку живлення (блок живлення можна використовувати для створення інших пристроїв).

З'єднувачі використовуються для електричних з'єднань між вузлами для забезпечення технологічності, спрощення конструкції, зменшення кількості операцій при складанні виробів та покращення ремонтпридатності виробу.

Більшість радіоелементів розміщені в друкованій збірці. Це дозволяє здійснювати автоматичне складання друкованих збірок, максимізуючи технологічність конструкції.

Друкована збірка кріпиться до нижньої кришки за допомогою саморізів для підвищення технологічності.

Під час компонування друкованого вузла використано варіанти встановлення EPE, які передбачають можливість автоматизованої підготовки їх до монтажу.

Вигляд плати друкованої розробленої в програмі Altium подано в додатках до дипломного проекту (див. рис.2.17 та 2.18)

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. Крім того це дозволяє уніфікувати шнур живлення.

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

2.3 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 функціонального генератора використано типу XR2206S "Exar". Даний тип мікросхеми виготовляється в уніфікованому корпусі SOP-16, габаритні розміри якого подано на рисунку 2.1.

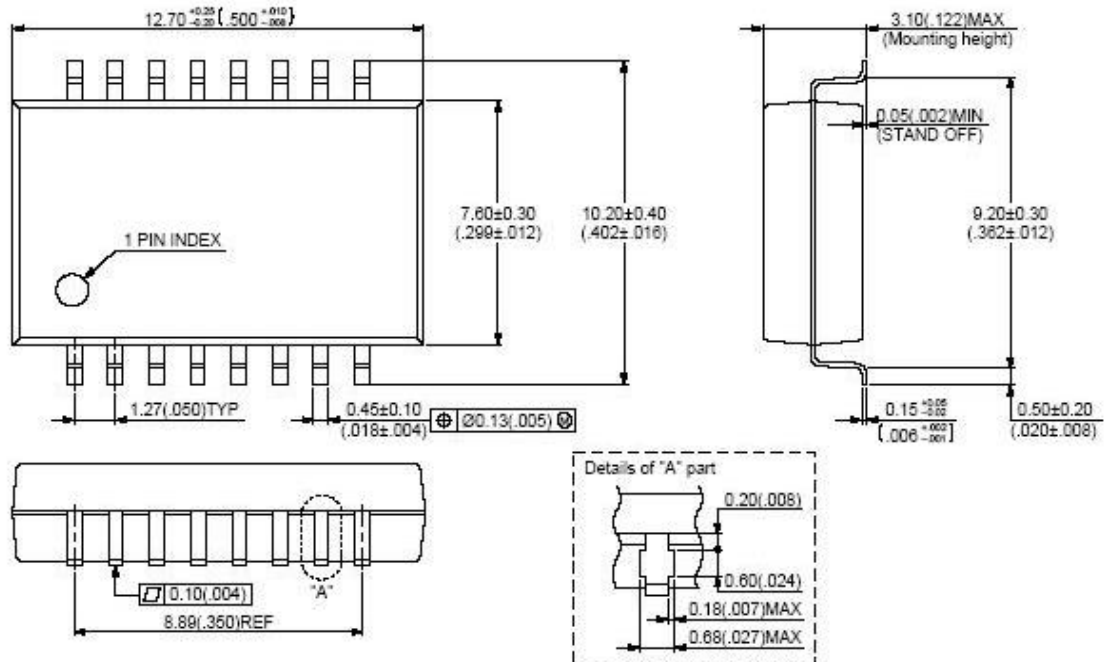


Рисунок 2.1 – Габаритні розміри уніфікованого корпусу інтегральних мікросхем SOP-16.

Основні параметри мікросхеми XR2206S:

Діапазон частот 1 Гц... 1 МГц;
 Кількість піддіапазонів частот 5;
 Максимальна амплітуда в режимах sin/tri, В 3;
 Максимальна амплітуда в режимі sqr, В 8;
 Напруга живлення, В 9... 15;
 Вихідний опір, Ом 600.

Електролітичні конденсатори

В даному проектованому виробі будуть використовуватися електролітичні конденсатори типу ЕСАР (К50-35).

Ці алюмінієві електролітичні конденсатори доцільно використати в даному приладі, адже вони володіють великою питомою ємністю, що дозволяє виготовляти конденсатори понад 1Ф, низькою ціною, надійністю і доступністю.

Використовуючи конденсатори такого типу ми маємо можливість використовувати його при автоматизованому монтажу.

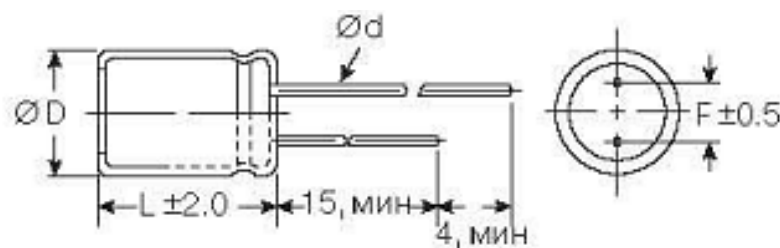
Ці конденсатори широко використовуються в імпульсних блоках живлення.

Призначені для роботи в колах постійного та змінного струмів, та в імпульсних режимах

Електролітичні конденсатори використано типу ЕСАР "Epcos". Габаритні розміри даного типу конденсаторів подано на рисунку 2.2.

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.



$$D=5\text{мм}; d=0,5\text{мм}; f=5\text{мм}; L=12\text{мм}.$$

Рисунок 2.2 - Габаритні розміри конденсаторів типу ЕСАР "Epcos"

В якості керамічних конденсаторів використано конденсатори типу 0603 X7R "Murata". Зовнішній вигляд даного типу конденсаторів подано на рисунку 2.3.

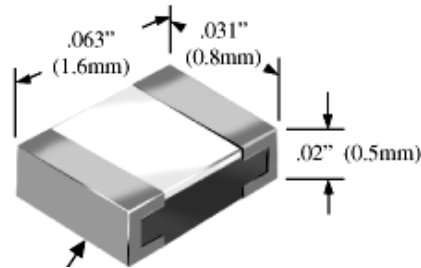


Рисунок 2.3 - Зовнішній вигляд конденсаторів типу 0603 X7R

Основні параметри конденсаторів 0603 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 2.4.

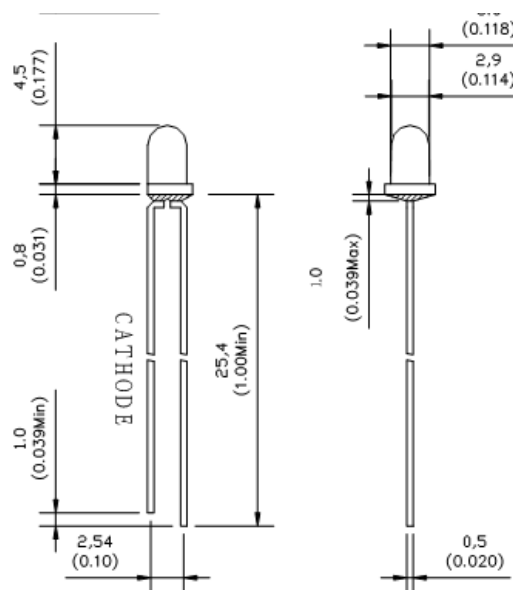


Рисунок 2.4 - Габаритні розміри світлодіоду типу КИПД21

Основні параметри світлодіодів типу КИПД21:

Максимальна пряма напруга, В 3,6;

Максимальний прямий струм, мА.....	50;
Довжина хвилі, нм	470;
Максимальна сила світла І _v 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 2.5.

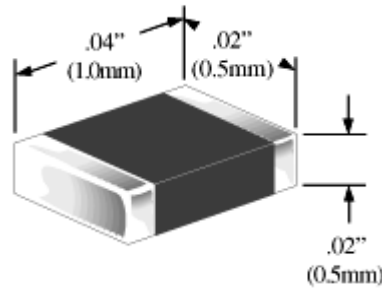


Рисунок 2.5 - Зовнішній вигляд резистора типу 0402 "Taywan"

Основні технічні характеристики резисторів типу 0402 "Taywan":

номінальна потужність, Вт.....	0,125;
діапазон номінальних опорів, Ом.....	10 Ом-10 · 10 ⁶ ;
допуск, %.....	±10;
діапазон робочих температур, °С.....	-55 – 120;
температурний коефіцієнт опору, 1/С.....	100 · 10 ⁶ ;
рівень власних шумів, мкВ/В.....	0,2.

Змінні резистори використано типу 16К1 "Vishay". Габаритні розміри даного типу змінних резисторів подано на рисунку 2.6.

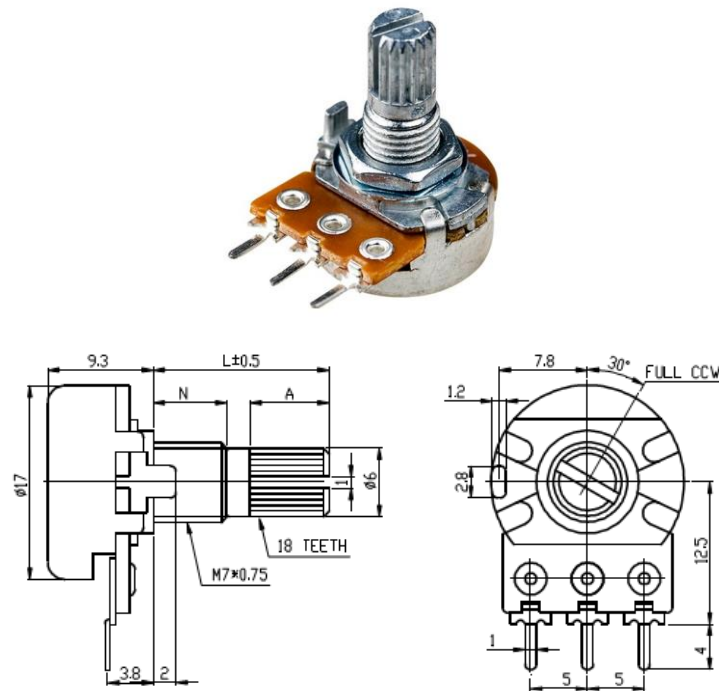


Рисунок 2.6 –Зовнішній вигляд та габаритні розміри змінних резисторів типу 16К1

Основні параметри змінних резисторів типу 16К1:

Точність, %	10;
Функциональная характеристика	логарифмічна;
Номинальна потужність, Вт.....	0.2;
Максимальна робоча напруга, В.....	150;
Кут повороту ротора, град.....	300;
Рівень власних шумів, мкВ/В.....	0,4.

В даному проектованому виробі використовуватимуться два галетних перемикача на 5 позиції для перемикання діапазонів частот і змінення форми вихідного сигналу відповідно.

Виготовляються перемикачі фірмою «Wellbuying». Зовнішній вигляд перемикача зображено на рис. 2.7.

Галетний перемикач діапазонів використано типу MR-18-A8 "Well Buying". Габаритні розміри галетного перемикача типу MR-18-A8 подано на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Габаритні розміри перемикача галетного типу ASW-09

Основні параметри галетного перемикача типу MR-18-A8:

Максимальна напруга, В.....	200;
Максимальний струм, А.....	0,75.
Кількість позицій.....	5.

Перемикач SA4 використано типу ASW-11 "Jietong Switch". Габаритні розміри перемикача типу ASW-11 подано на рисунку 2.8.

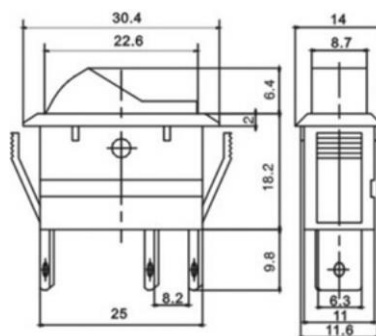


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри перемикача ASW-11

Основні параметри перемикача типу ASW-11:

Максимальна напруга, В.....	400;
Максимальний струм, А.....	0,5.
Тип контактів.....	перемикаючі.

Вимикачі SA1, SA3 використано типу ASW-09 "Jietong Switch". Зовнішній вигляд вимикача типу ASW-09 відповідає вигляду перемикача типу ASW-11 (див. рис.2.8) (один з контактів в перемикачі типу ASW-09 відсутній, або не використовується)

Основні параметри вимикача типу ASW-09:

Максимальна напруга, В.....400;

Максимальний струм, А.....0,5.

Тип контактів.....розмикаючі.

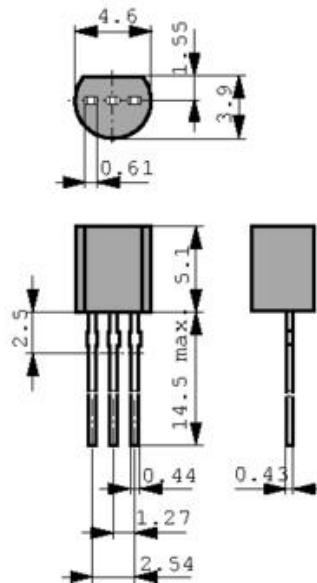


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри корпусу напівпровідникових елементів TO-92

Основні параметри транзистора типу BC250:

Структура.....п-р-п;

Гранична робоча частота 250 МГц;

Максимальна напруга колектор-емітер 35В;

Максимальний струм колектора 0.4А;

Коефіцієнт передачі струму..... 50-80;

Максимальна потужність розсіювання..... 0,1Вт.

Роз'єм XP1 використано типу PBD-2 "Connfly electronic". Габаритні розміри роз'єму PBD-2 "Connfly electronic" подано на рисунку 2.10.

Основні параметри роз'єма PBD-2:

максимальна напруга, В.....400;

максимальний струм, А.....3.

В даному проектованому виробу будуть використовуватися біполярні транзистори NPN-типу BC639 "Fairchild Semiconductor" підсилювального каскаду VT1 і виконані у корпусі ТО-92.

Призначений для роботи в схемах підсилення високої частоти, габаритні розміри якого подано на рисунку 2.9.

Використовується в каскаді зміни форми вихідного коливання

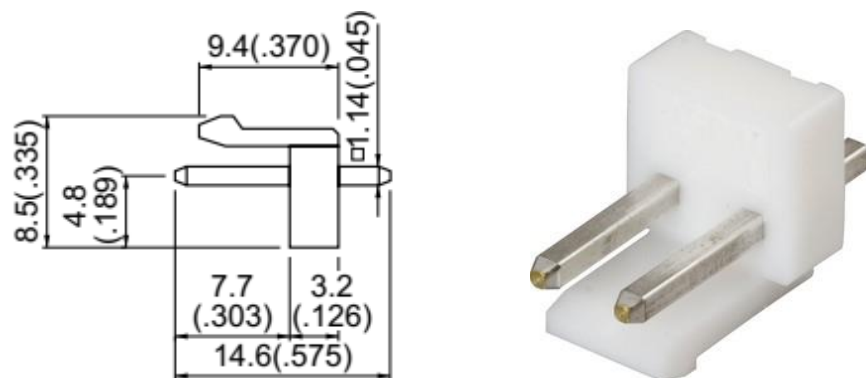


Рисунок 2.10 - Габаритні розміри роз'єма типу PBD-2

Роз'єм XS1 використано типу AS-412 "Connfly electronic". Габаритні розміри роз'єму типу AS-412 подано на рисунку 2.11.

Основні параметри роз'єма AS-412:

максимальна напруга, В.....400;

максимальний струм, А.....3.

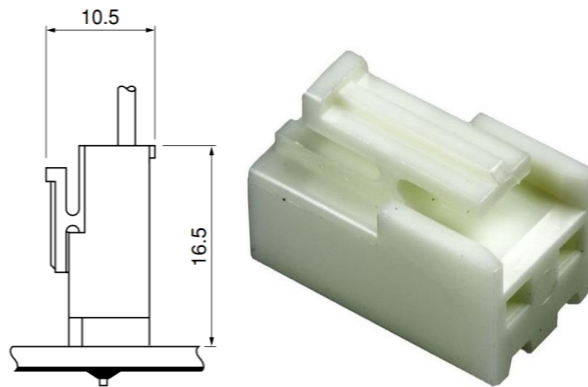


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри роз'єма типу AS-412

Діодну збірку мостового випрямляча блока живлення VD1 використано типу DB102 "Fairchild Semiconductor". Зовнішній вигляд діодної збірки DB102 "Fairchild Semiconductor" подано на рисунку 2.12.

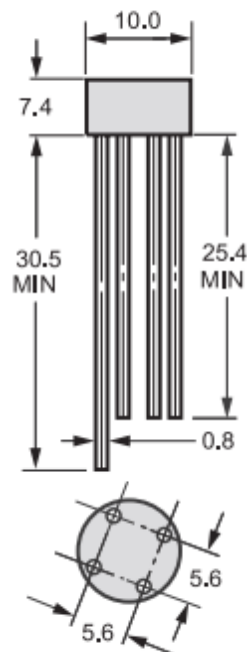


Рисунок 2.12 - Зовнішній вигляд діодної збірки типу DB102

Основні параметри діодної збірки типу DB102:

максимальна зворотня напруга, В.....500;
максимальний прямий струм, А.....1;
максимальний імпульсний прямий струм, А.....5.

Інтегральний стабілізатор блока живлення DA2 використано типу KA78L09AZ "Fairchild Semiconductor".

Даний тип інтегрального стабілізатора виготовляється в уніфікованому корпусі типу TO-92 (див. рис.2.9).

Основні параметри інтегрального стабілізатора типу KA78L09AZ:

номінальна напруга стабілізації, В	9;
максимальний струм навантаження, А	1,5;
нестабільність вихідної напруги, %	0,5.

2.4 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:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} \cdot t},$$

де: I_{\max} —максимальний постійний струм, який протікає в провідниках. Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 250 \text{ mA}$;

$I_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$ – допустима густина струму для комбінованого методу виготовлення,

$t = 35 \text{ мкм}$ – товщина провідника.

$$b_{\text{min}1} = \frac{0,25}{48 \cdot 0,035} = 0,18(\text{мм})$$

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

$$b_{\text{min}2} = \frac{p \cdot I_{\text{max}} \cdot l}{t \cdot U_{\text{доп}}}$$

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.

$$b_{\text{min}2} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 0,25 \text{ А} \cdot 0,24 \text{ м}}{0,6 \text{ В} \cdot 0,035 \text{ мм}} = 0,23(\text{мм})$$

- визначаю номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

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

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (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:

$d_E = 0,7$ для перехідних отворів.

$d_E = 0,9$ для інших елементів.

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

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

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

- розраховую діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03,$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta_d + \delta_p \right),$$

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:

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

де: Δd – допуск на отвір:

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

$$d_{\max 2} = 0,9 + 0,05 + 0,1 = 1,05 \text{ (мм)};$$

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

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

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

$$D_{\min 2} = 1,37 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 1,4 \text{ (мм)};$$

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:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h_{\phi}$$

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:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta l \right) \right]$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів.

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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.

2.5 Оцінка теплових режимів роботи виробу, розрахунок площі радіатора

В проектуваному пристрої відсутні силові елементи, на яких виділяється значна кількість тепла, тому проектуваний пристрій не потребує використання примусового охолодження з використанням радіатора.

2.6 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Цей пристрій сконструйовано таким чином, щоб містити мінімум непотрібних деталей. Зокрема, кріплення друкуючого пристрою до корпусу має здійснюватися за допомогою гвинтів. З'єднання кришок за допомогою гвинтів дозволило скоротити час збирання виробу. Це рішення значно полегшує процес виготовлення деталі за рахунок скорочення кількості операцій.

Використання пластику замість металу дозволило знизити вартість виробу, так як пластик набагато дешевший за метал.

Оскільки цей пристрій живиться від суспільної мережі для громадського користування, енергозбереження є важливим питанням такого типу обладнання.

Споживана потужність даного пристрою розраховується за формулою (2.25):

$$P=UI$$

де U – напруга дивлення пристрою;

I – струм споживання пристрою.

$$P=220 \cdot 0.02=4,4 \text{ (Вт)}$$

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

На цьому етапі був проведений розрахунок двопівперіодного мостового випрямляча з ємнісним фільтром, що згладжує, і вибір мікросхеми інтегрального стабілізатора. Фрагмент схеми розрахунку показаний на рисунку 3.1.

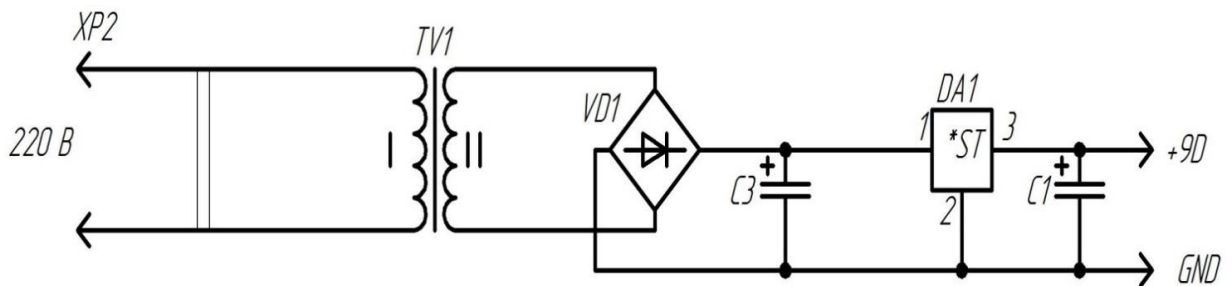


Рисунок 3.1 – Фрагмент схеми електричної принципової блока живлення

Вихідні дані для розрахунку:

- номінальна вихідна напруга, В 9;
- максимальний струм навантаження, А 0,2;

Зворотня напруга, яка прикладатиметься до діодів мостового випрямляча розраховується за формулою (3.1):

$$U_{зв} = 1.5U_0, \quad (3.1)$$

де $U_{зв}$ – зворотня напруга, яка прикладатиметься до діодів випрямляча;
 U_0 – номінальна випрямлена напруга.

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 15 = 13,5 \text{ (В)}$$

Середнє значення прямого струму розраховується згідно формули (3.2)

$$I_{\text{пр.сер.}} = \frac{I_0}{2}, \quad (3.2)$$

де I_0 – номінальний струм навантаження.

Згідно формули (3.2) отримано значення середнього прямого струму:
 $I_{\text{пр.сер.}} = 0,1 \text{ А}$.

Амплітуда імпульсного прямого струму через діоди мостового випрямляча обраховується за формулою (3.3)

$$I_m = 3.5 I_0, \quad (3.3)$$

Згідно формули (3.3) отримано значення амплітуди імпульсного прямого струму:

$$I_m = 0,7 \text{ А}.$$

При виборі діодів або діодних складання для мостових випрямлячів необхідно враховувати, що граничні параметри діодів (складання) повинні перевищувати значення, отримані за формулами (3.1), (3.2), (3.3).

Для використання як мостового випрямляча обрана діодна матриця типу DB102 'FairchildSemiconductor'.

Межі діодної матриці DB102 'FairchildSemiconductor' перевищують розрахункові межі, тому діодна матриця DB102 'FairchildSemiconductor' придатна для використання у розробленому пристрої.

Опір навантаження розраховується за формулою (3.4).

$$R_{\text{н}} = \frac{U_0}{I_0}, \quad (3.4)$$

Опір навантаження згідно (3.4) становить:

$$R_{\text{н}} = \frac{9}{0,2} = 45(\text{Ом});$$

Розрахунок потужності навантаження трансформатора проводиться згідно формули (3.5):

$$P_0 = U_0 I_0, \quad (3.5)$$

Потужність навантаження згідно (2.5) становить:

$$P_0 = 9 \cdot 0,2 = 1,8 (\text{Вт});$$

Активний опір обмоток трансформатора розраховується згідно формули (3.6)

$$r_{\text{тр}} = (0.05 \dots 0.08) R_{\text{н}}, \quad (3.6)$$

Активний опір вторинної обмотки трансформатора згідно (3.6) становить

$$r_{\text{тр}} = (0.05 \dots 0.08) 45 = 2,7 (\text{Ом});$$

Наближено прямий опір діоду мостового випрямляча обраховується за формулою (3.7)

$$r_{\text{пр}} = U_{\text{пр.сер.}} / 3I_{\text{пр.сер.}} \quad (3.7)$$

$$r_{\text{пр}} = 1.1 / (3 \cdot 0,1) = 3,7 \text{ (Ом);}$$

Активний опір фази мостового випрямляча розраховується згідно формули (3.8):

$$r = r_{\text{тр}} + 2r_{\text{пр}}, \quad (3.8)$$

$$r = 2,7 + 2 \cdot 3,7 = 10,1 \text{ (Ом);}$$

Допоміжний коефіцієнт А розраховується згідно формули (2.9)

$$A = 1.6 \frac{r}{R_{\text{н}}}, \quad (2.9)$$

$$A = 1.6 \frac{10,1}{45} = 0,36;$$

Допоміжні коефіцієнти В, D, F, Н, знаходяться за розрахованим за формулою (3.9) допоміжним коефіцієнтом А згідно графіків, показаних на рисунку 3.2, та рисунку 3.3.

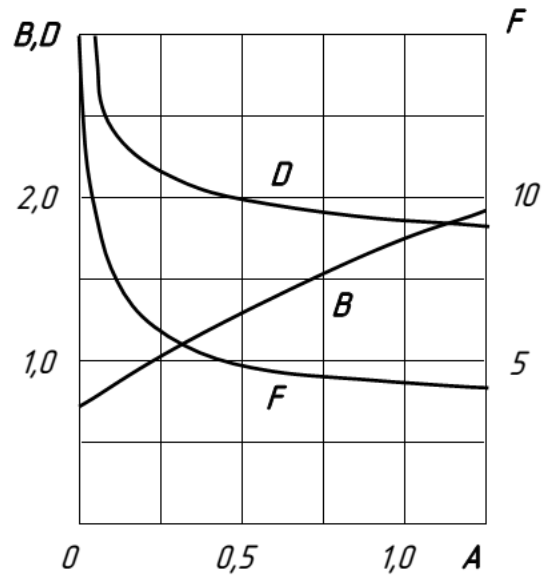


Рисунок 3.2 – Графік залежності допоміжних коефіцієнтів B , D , F від допоміжного коефіцієнта A

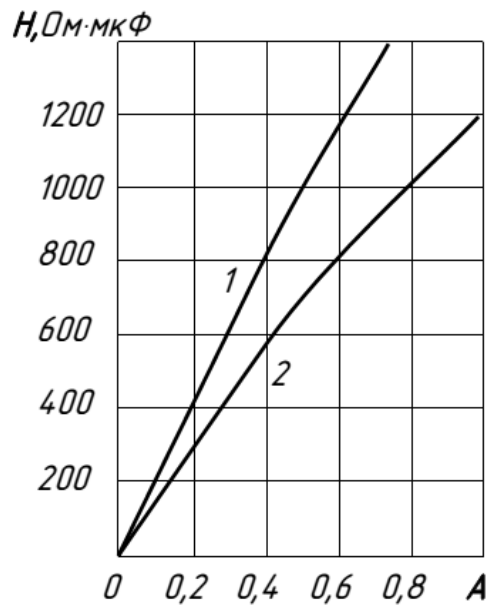


Рисунок 3.3 – Графік залежності допоміжного коефіцієнту H від допоміжного коефіцієнту A , 1-для однопівперіодної схеми, 2-для інших схем

За графіками встановлено такі значення допоміжних коефіцієнтів:

$$B=1.15;$$

$$D=2.1;$$

$$F=5;$$

$$H=400 \text{ Ом} \cdot \text{мкФ};$$

Напряга вторинної обмотки трансформатора розраховується за формулою (3.10)

$$U_{2x} = BU_0, \quad (3.10)$$

$$U_{2x} = 1,15 \cdot 9 = 10,35 \text{ (В)};$$

Ефективне значення струму вторинної обмотки розраховується за формулою (3.11)

$$I_2 = \frac{DI_0}{\sqrt{2}}, \quad (3.11)$$

$$I_2 = \frac{2,1 \cdot 0,2}{\sqrt{2}} = 0,29 \text{ (А)};$$

Уточнення значення зворотної напруги проводиться за формулою (3.12)

$$U'_{зв} = 1,4U_{2x} \quad (3.12)$$

$$U'_{зв} = 1,4 \cdot 10,35 = 14,49 \text{ (В)};$$

Уточнення значення імпульсного прямого струму проводиться за формулою (3.13):

$$I'_m = 0,5FI_0 \quad (3.13)$$

$$I'_{m1} = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,2 = 0,5 \text{ (А)};$$

Уточнені значення прямого імпульсного струму і зворотної напруги є меншими ніж відповідні граничні параметри діодної зборки, отже їх вибір проведено правильно.

Розрахунок ємності конденсатора згладжувального фільтру проводиться за формулою (3.14)

$$C = \frac{H}{rK_0} \quad (3.14)$$

де K_0 – коефіцієнт пульсацій на виході фільтру, становить 0,09.

$$C = \frac{400}{10,1 \cdot 0,09} = 444 \text{ (мкФ)};$$

Розраховане значення номінальної ємності заокруглюється до найближчого стандартного номінального значення за рядом Е6 ГОСТ 28884-90. Потрібно використовувати конденсатори ємністю 470 мкФ.

3.2 Розрахунок надійності проектного виробу

Розрахунок надійності проектного 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 надійнісними 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.

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $4,421 \cdot 10^{-5}$ 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.	$P(t) = 0.288301.$

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	1	1,0	0,03	0,15
2.	Транзистор кремнієвий	1	0,35	1,7	3,57
3.	Конденсатор керамічний	8	0,1	1,4	1,54
4.	Конденсаторелектролітичний	2	0,4	2,4	4,8
5.	Світлодіод	1	1	2	8
6.	Резистор товстоплівковий	7	0,42	0,8	5,7
7.	Резистор змінний	4	0,35	0,7	0,25
8.	Перемикач(на 1 контакт)	9	0,3	0,7	2,1
9.	Плата друкована	1	1	0,1	0,1
10.	Пайка	173	1	0,02	2,52

Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу роботи подано на рисунку 3.3.

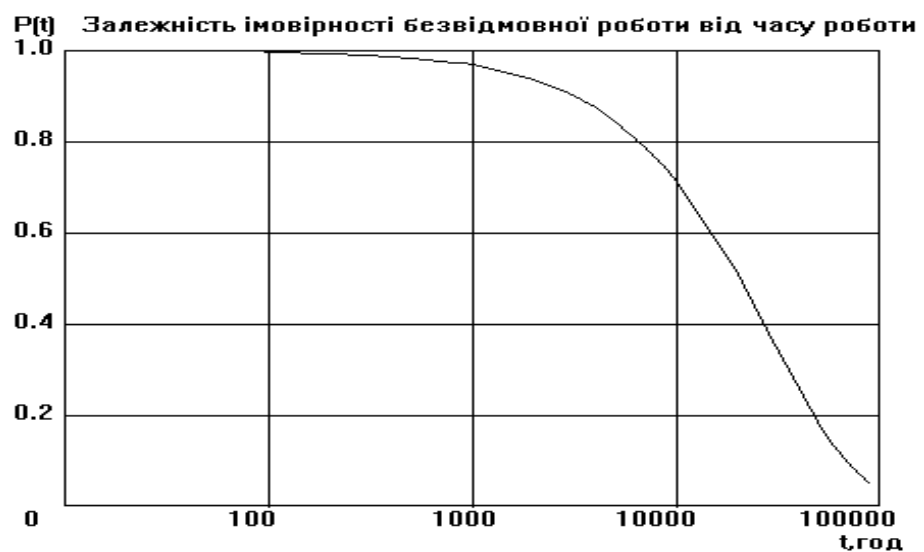


Рисунок 3.3 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи пристрою від часу роботи

3.3 Тестування розрахованого каскаду мостового випрямляча в системі MicroCap-8

Підбір параметрів електричної схеми заданого призначення за безпосередніми розрахунками носить наближений характер, оскільки отримані значення номінальних параметрів заокруглюються до найближчого стандартного номінального значення за рядом Е6 ГОСТ 28884-90.

Альтернативою подальшого налаштування схеми, реалізованої за розрахованими компонентами, є попереднє дослідження процесу, що в ній відбувається, на математичній моделі.

Система проектування електронних кіл MicroCap дозволяє створювати і аналізувати математичну модель електронної схеми у вигляді рівнянь стану на основі її графічного представлення.

Так на рис.3.4, показано відтворену в графічному редакторі системи схему двопівперіодного мостового випрямляча.

Орієнтовні номінали елементів схеми задаються в процесі набору. Параметри заступної схеми напівпровідникових діодів знаходимо в бібліотеці компонент системи.

Основою для аналізу схеми по змінному струму є її математична модель у вигляді системи диференційних рівнянь шостого порядку, а результати моделювання отримують із чисельного інтегрування цієї системи.

На рис.3.5 приведено отримані в результаті моделювання напругу живлення, напругу на виході двопівперіодного діодного моста та вихідну напруга каскаду, а на рис. 3.6 – його вихідну потужність.

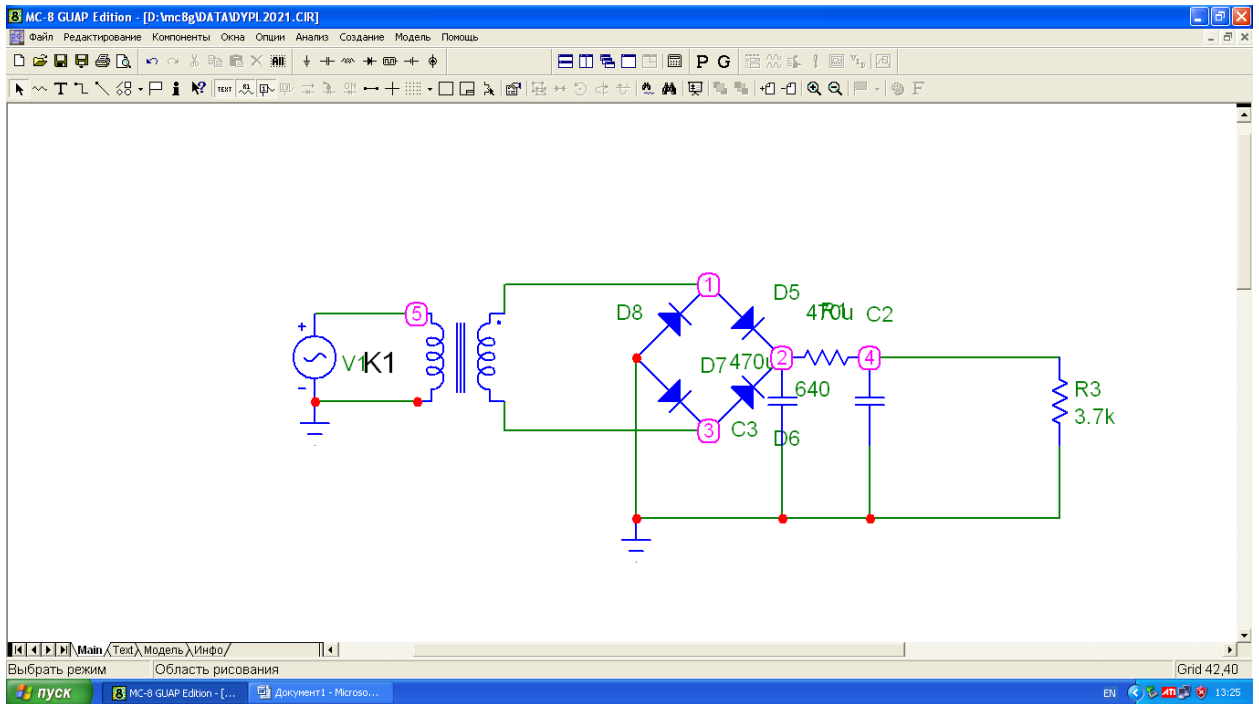


Рисунок 3.4 - Схема двопівперіодного мостового випрямляча, відтворена в графічному редакторі системи MicroCap-8

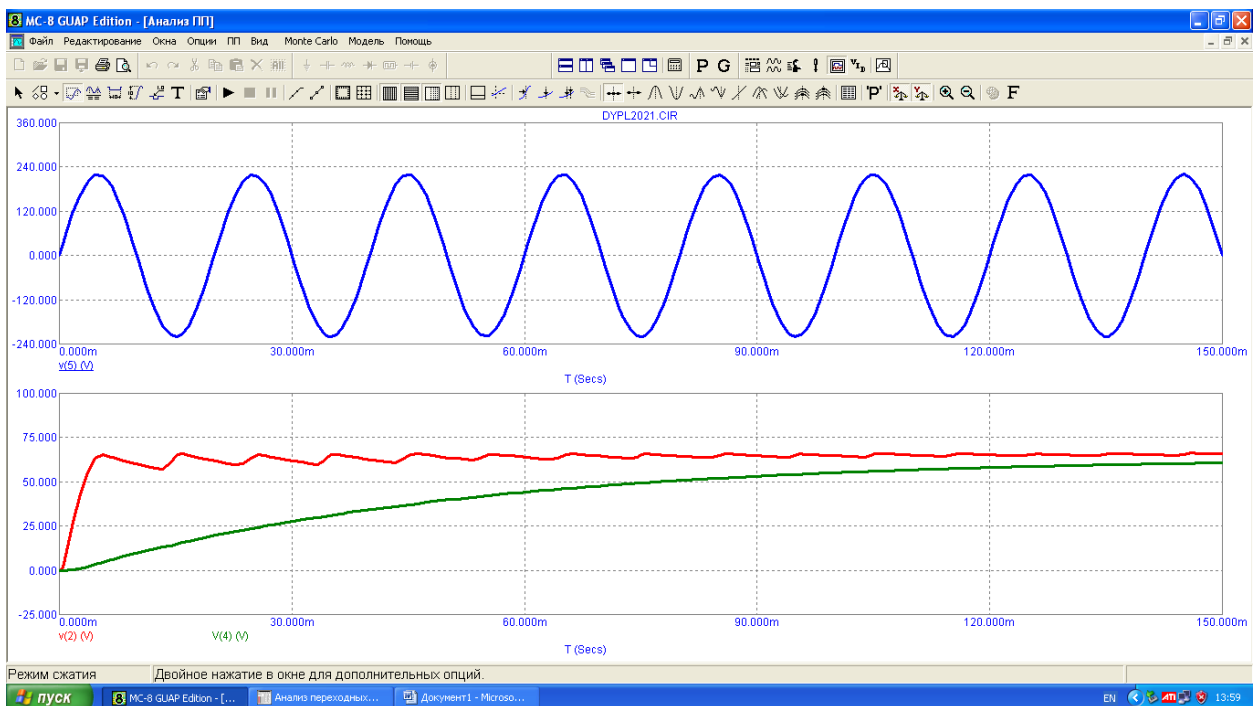


Рисунок 3.5 - Напруга живлення (синім), напруга на виході двопівперіодного моста (червоним) і вихідна напруга (зеленим)

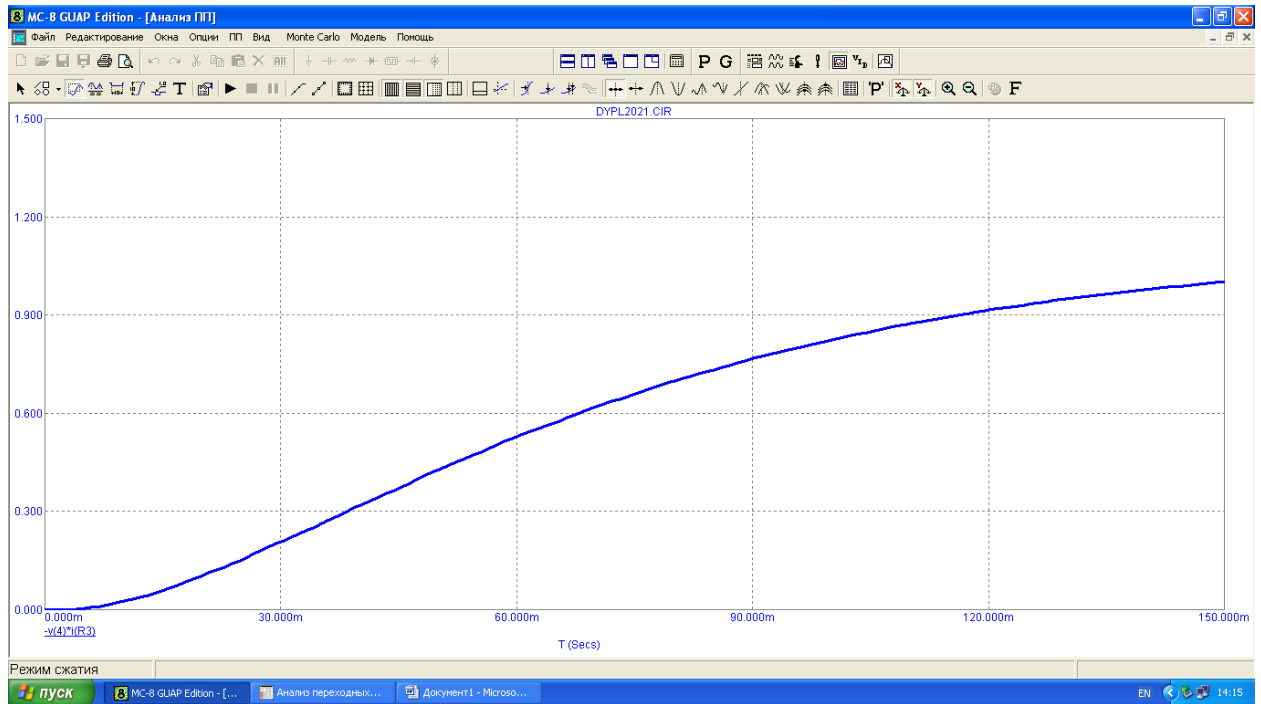


Рисунок 3.6 - Вихідна потужність каскаду

Для покращення якості випрямлення (див. на рис. 3.7 отримані в системі в результаті Фур'є – розкладу спектральні характеристики сигналу на виході двопівперіодного моста) проведено налаштування параметрів згладжуючої ланки в режимі багатовагіантного аналізу.

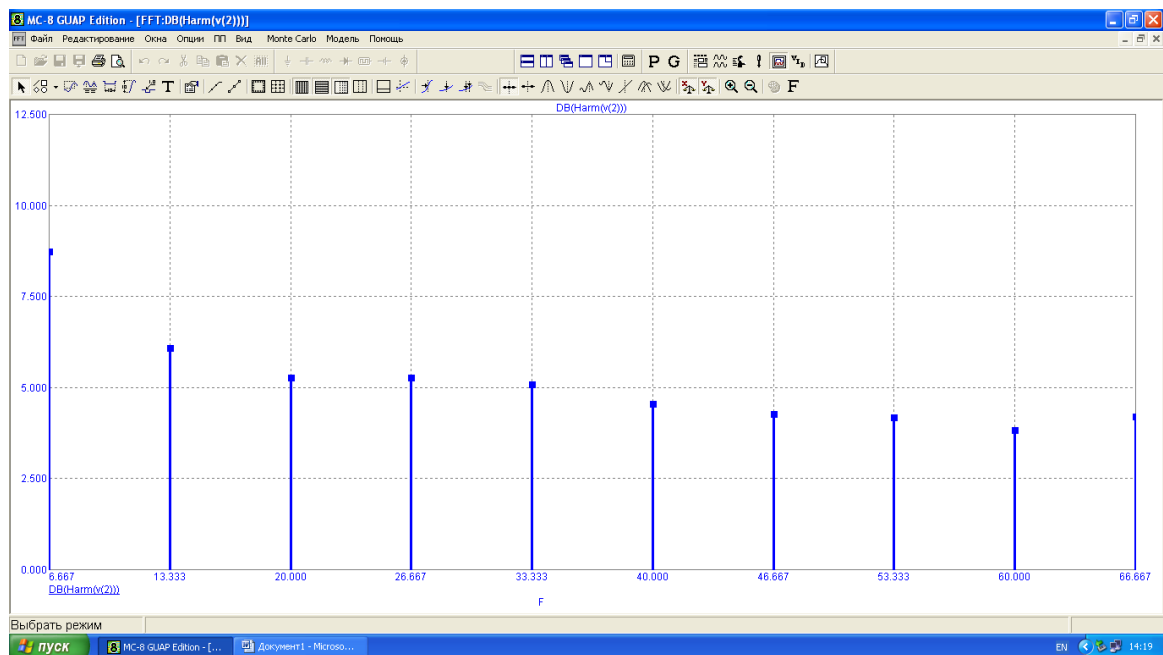


Рисунок 3.7 - Спектральні характеристики сигналу на виході діодного моста

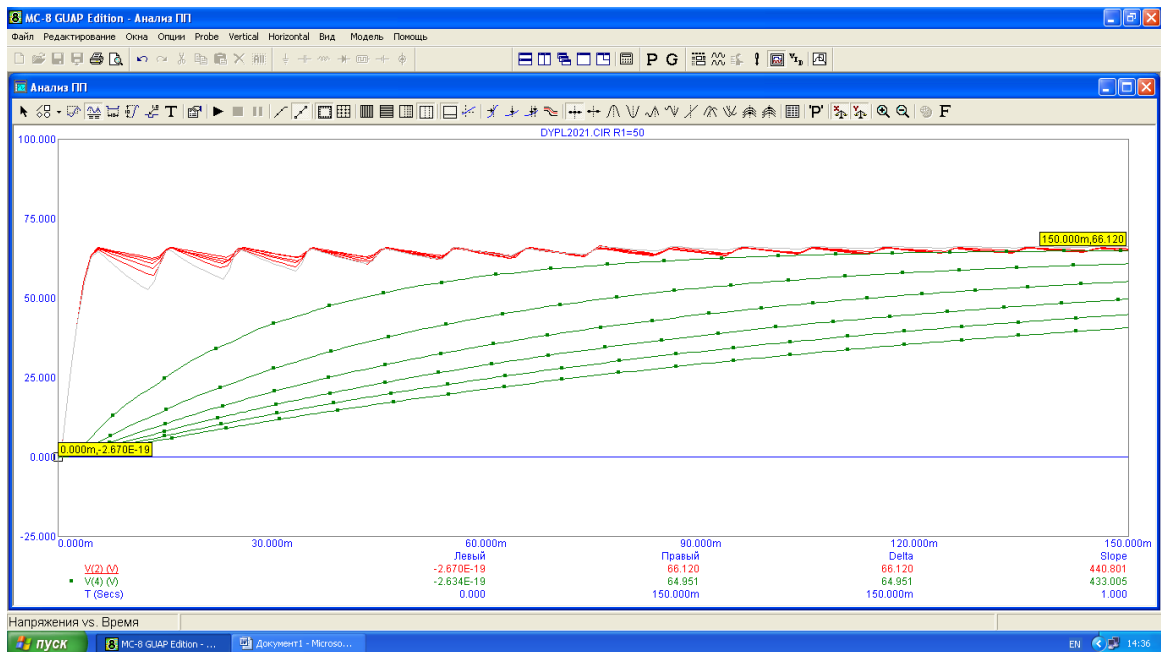


Рисунок 3.8 - Зміна напруги на виході діодного моста і на виході каскаду при різних параметрах згладжуючої ланки

Висновки: В результаті розрахунку надійності проектного генератора функціонального визначено, що він є достатньо надійним, а саме середнє напрацювання до відмови становить 30450 год. складено зведену таблицю, з переліком елементів проектного генератора функціонального та їх властивостями надійності, та отримано графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу.

Отже система MicroCar є дієвим інструментом як для дослідження впливу окремих компонент, так і для вибору оптимального режиму роботи електронної схеми вцілому.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 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 напіваавтоматизованим. В процесі лудження використовується тігель. подача елементів в тігель виконується вручну, елементи для поверхневого монтажу не потребують операції лудження, оскільки постачаються на підприємство залудженими.

Більшість електрорадіоелементи розміщено на друкованих вузлах, майже всі вони паяються автоматизовано. Для автоматизованої пайки радіоелементів для поверхневого монтажу використовується інфрачервона піч, а для автоматизованої пайки елементів із штировими виводами використовується установка для пайки подвійною хвилею припою.

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

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

Для пайки перемичок до вузла друкованого та роз'єма для підключення вимірювальних щупів використовується електропаяльник потужністю 25Вт. Пайку здійснюється припоєм ПОС-61.

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.

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

Корпус проектного генератора функціонального виготовляється з поліетилентерефталату литтєвого 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 пресформи, після чого піддається тиску пресу. Нагрітий і стиснутий матеріал розм'якає, заповнюючи гнізда пресформи 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 для блока генератора є двосторонньою і виготовляється із двохстороннього фольгованого 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.

Друкована плата блока живлення є односторонньою і виготовляється із одностороннього фольгованого склотекстоліту СФ1-35-15, товщиною 1,5мм. Плата блока живлення виготовляється хімічним методом, який є найбільш поширеним для виготовлення односторонніх друкованих плат.

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 генератора функціонального є технологічною.

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

Основною електричною частиною виробу є друкований вузол блока генератора, 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 2.5мм. Всі ці вимоги відповідають ГОСТ 10314-79. Дана плата 2-го класу точності з кроком координатної сітки 1,25 мм. Це обумовлено тим, що відстань між выводами баготовивідних елементів становить 1,25мм. 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 гальванохімічного 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 центровочних отворів;
- 3) хімічне осадження міді;
- 4) сверління 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.

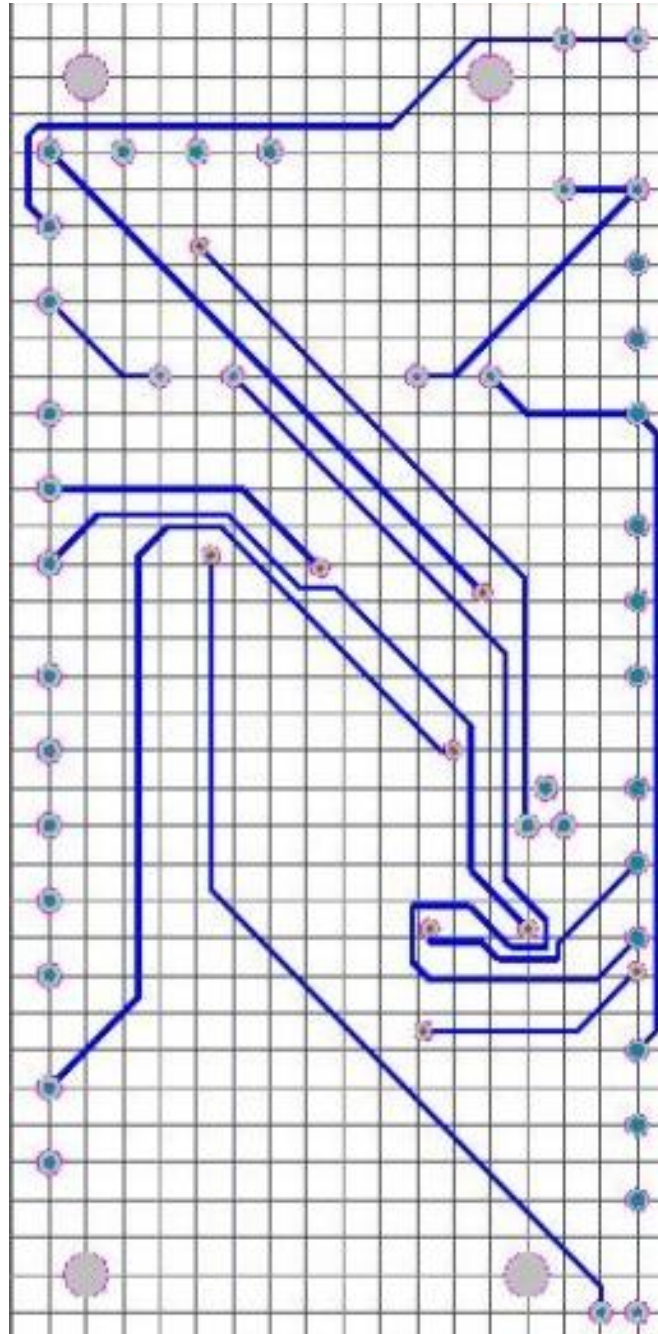


Рисунок 4.1 - Вигляд плати друкованої, розробленої в системі Altium designer
(шар Bottom)

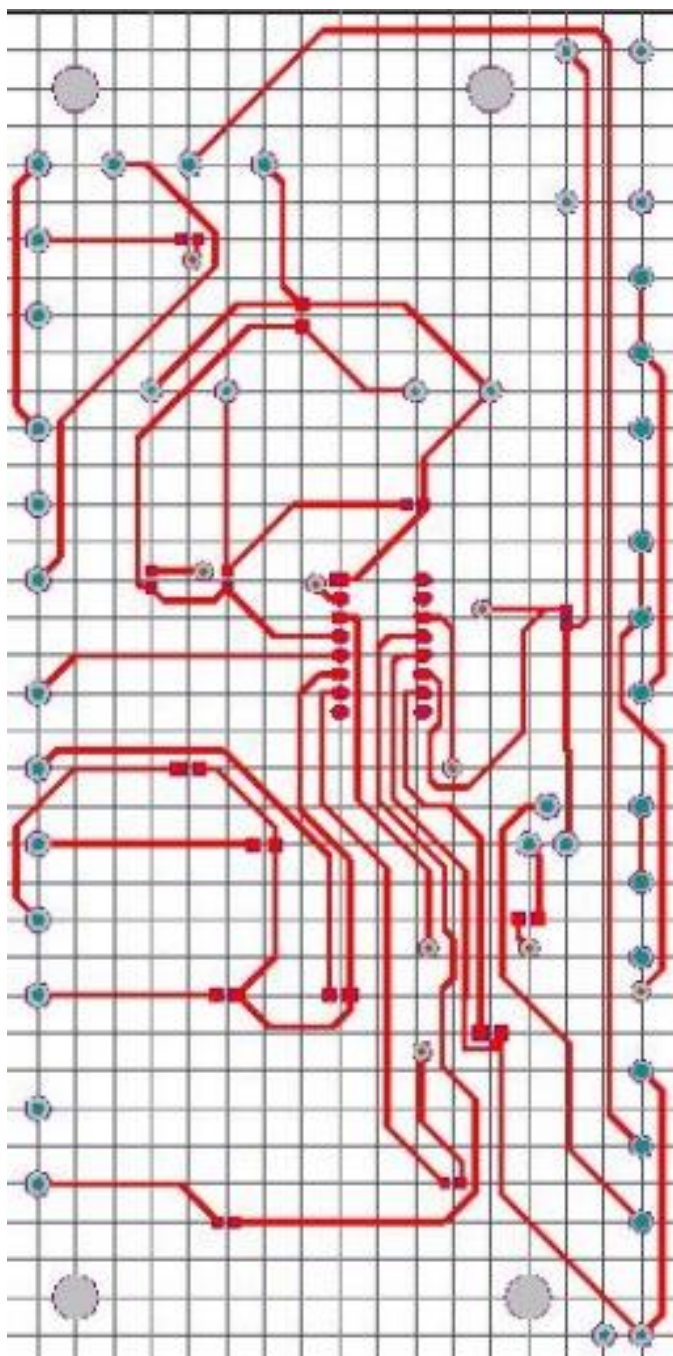


Рисунок 4.2 - Вигляд плати друкованої, розробленої в системі Altium designer
(шар TOP)

4.4 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 вузлі:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{ере}}}, \quad (4.1)$$

де: $H_{\text{імс}}$ – кількість мікросхем у вузлі, $H_{\text{імс}} = 1$;

$H_{\text{ере}}$ – загальна кількість електрорадіоелементів, $H_{\text{ере}} = 24$.

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{1}{24} = 0,04.$$

2) Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{\text{а.м.}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{H_{\text{а.м.}}}{H_{\text{м}}}, \quad (4.2)$$

де: $H_{\text{а.м.}}$ – кількість автоматизованих монтажних з'єднань = 69;

$H_{\text{м}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, $H_{\text{м}} = 81$.

$$K_{\text{а.м.}} = \frac{69}{81} = 0,85 ,$$

3) Коефіцієнт механізації підготовки електрорадіоелементів $K_{м.п.ере}$ визначається за формулою:

$$K_{м.п.ере} = \frac{H_{м.п.ере}}{H_{ере}},$$

де: $H_{м.п.ере}$ – кількість електро радіоелементів, підготовка яких до монтажу здійснюється механізованим або автоматизованим методом. До числа цих ЕРЕ включають ті, що не потребують підготовки до монтажу, $H_{м.п.ере} = 24$.

$$K_{м.п.ере} = \frac{24}{24} = 1$$

4) Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{повт.ере}$ визначається за формулою:

$$K_{повт.ере} = 1 - \frac{H_{т.ере}}{H_{ере}},$$

$$K_{повт.ере} = 1 - \frac{23}{24} = 0,04 ,$$

де: $H_{т.ере}$ – кількість типорозмірів електрорадіоелементів, $H_{т.ере} = 24$.

5) Коефіцієнт застосовуваності електрорадіоелементів $K_{заст.ере}$ визначається по формулі:

$$K_{заст.ере} = 1 - \frac{H_{т.оп.ере}}{H_{т.ере}},$$

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

де: $N_{т.ор.ере}$ – кількість типорозмірів оригінальних електрорадіоелементів. $N_{т.ор.ере} = 0$.

6) Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{вст.р.}$ визначається за формулою:

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{N_{вст.р.}}{N_{ере}},$$

$$K_{вст.р.} = 1 - \frac{42}{24} = 0,75$$

де: $N_{вст.р.}$ – кількість видів встановочних розмірів електрорадіоелементів.

7) Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей K_{ϕ} визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D},$$

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

де: D_{np} – кількість механічних деталей, заготовки яких, або самі деталі отримані прогресивними методами формоутворення (штампування, пресування, лиття, пайка, зварка тощо), $D_{np} = 1$

D – загальна кількість деталей у виробі.

8) Визначаємо комплексний показник технологічності за формулою:

$$K = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i},$$

$$K = \frac{0.03 + 0.85 + 0.75 + 0.02 + 0.31 + 0.14 + 0.11}{3.857} = 0.57.$$

Часткові показники технологічності зведено в таблицю 4.1.

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 $K_n = 0,5$.

Таблиця 4.1 - Комплексний показник технологічності

Показник технологічності	Позначення	Величина	φ_i
Коефіцієнт використання мікросхем і мікрозборок.	$K_{\text{вик.імс}}$	0,03	1,000
Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу.	$K_{\text{а.м.}}$	0,85	1,000
Коефіцієнт механізації підготовки ЕРЕ.	$K_{\text{м.п.ере}}$	1	0,750
Коефіцієнт повторюваності ЕРЕ.	$K_{\text{повт.ере}}$	0,04	0,500
Коефіцієнт застосовуваності ЕРЕ.	$K_{\text{заст.ере}}$	1	0,310
Коефіцієнт встановочних розмірів ЕРЕ.	$K_{\text{вст.р.}}$	0,75	0,187
Коефіцієнт прогресивності формоутворення.	$K_{\text{ф}}$	1	0,110

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1$$

Перевіряємо умову (4.2):

$$\frac{0,57}{0,5} = 1,1 \geq 1$$

Дана умова виконується, тому проектована конструкція вважається технологічною.

4.5 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 операція (кріплення роз'єма для підключення щупів вимірювальних);
- електромонтаж;
- 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 ЕРЕ для поверхневого монтажу;
- автоматизована пайка в конвекційних печах;
- встановлення ЕРЕ з штировими виводами;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- оживлення
- контроль якості;

2.6 Розробка технології ремонту, регулювання виробу

При проектуванні генератора функціонального відсутні підстроювальні елементи, тому операція регулювання відсутня.

Типовою несправністю генератора функціонального є відсутність сигналу на виході пристрою в одному з режимів. Алгоритм пошуку несправності наведено на прикладі режиму \sin .

Пошук несправності потрібно проводити в наступному порядку:

1. З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу контакті 13 друкованої плати (вихід), якщо на ньому присутній сигнал, це буде свідчити про несправність роз'єма ХР3, якщо сигнал відсутній - продовжити пошук.

2. З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу на виводі ротора резистора R9, якщо на ньому присутній сигнал, це буде свідчити про несправність конденсатора C10, якщо сигнал відсутній - продовжити пошук.

3. З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу на резисторі R9, якщо на ньому присутній сигнал, це буде свідчити про несправність резистора R9, якщо сигнал відсутній - продовжити пошук.

4. З допомогою осцилографа перевірити наявність сигналу на базі транзистора VT1, якщо на ньому присутній сигнал, це буде свідчити про несправність транзистора VT1, якщо сигнал відсутній – несправний конденсатор C9.

Відсутність сигналу на виході у всіх режимах буде свідчити про несправність мікросхеми DA1, або блока живлення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Соціальне значення охорони праці залежить від сприяння зростанню ефективності громадського виробництва шляхом неперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення її безпеки, зниження виробничого травматизму й захворюваності.

Економічне значення охорони праці визначається ефективністю заходів щодо поліпшення умов та підвищення безпеки праці і є економічним вираженням соціальної значимості охорони праці. Одержуваними за зміни соціальних показників у результаті впровадження заходів із поліпшення умов праці.

5.1 Класифікація факторів, які впливають на формування умов праці

На формування умов праці впливає багато факторів, основними з яких є соціально-економічні, техніко-організаційні та природні. Соціально-економічні фактори визначають характер умов праці. Серед них виділяються підгрупи:

- нормативно-правові (законодавство про працю, стандарти, санітарні та інші норми і правила, а також форми адміністративного й громадського контролю за їх виконанням);
- економічні (матеріальне та економічне стимулювання; моральне заохочення, система пільг і компенсацій за несприятливі умови праці);
- соціально-психологічні (психологічний клімат у колективі, умови оглядів, конкурсів; проведення «днів охорони праці»);
- суспільно-політичні (форми руху працюючих за створення сприятливих умов праці, винахідництво і раціоналізація).

Техніко-організаційні фактори впливають на формування умов праці на робочих місцях, ділянках, у цехах. Серед них виділяються такі підгрупи:

- предмети праці та продукти праці;
- технологічні процеси;
- засоби праці;
- організаційні форми виробництва, праці та управління.

Дія природних факторів не тільки зумовлена особливостями природного середовища, а й передбачає додаткові вимоги до устаткування, технологій, організації виробництва і праці. Серед них виділяються такі підгрупи:

- географічні (кліматичні зони);
- біологічні (особливості рослинного та тваринного світу в сільському господарстві);
- геологічні (характер добування корисних копалин).

Усі вказані фактори впливають на формування умов праці одночасно та у нерозривній єдності, зумовлюючи поряд з іншими параметрами виробниче середовище.

Класифікація факторів, які впливають на формування умов праці, допомагає на рівні галузі, об'єднання окремого виробництва:

- формувати та поліпшувати умови праці, аналізувати їх стан;
- планувати заходи щодо полегшення умов праці;
- розробляти проекти устаткування, споруджень, технологічних проектів, спрямованих на поліпшення умов праці;
- зосереджувати (фінансові, матеріальні, трудові) ресурси на полегшення умов праці;

- прогнозувати зміни в умовах праці у зв'язку зі змінами технології, устаткування, впровадженням нових матеріалів та технологій.

5.2 Вимоги техніки безпеки при регулюванні та обслуговуванні генератора функціонального

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 припоями ПОС-40, ПОС-61 і ПОС-50, хлористий цинк при пайці і лудженні припоями 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 небезпечно попадання навіть найменших кількостей NaOH в очі.

У процесі хімічного міднення застосовуються шкідливі речовини: сірчана, соляна, азотна кислоти, хлорна мідь, хлористий палладій, 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 прийомом 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.

5.3 Системи пожежного захисту

До системи вибухопожежзахисту належить:

- використання негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів;
- обмеження кількості горючих і вибухонебезпечних речовин та відповідне їх зберігання;
- ізоляція горючого і вибухонебезпечного середовищ;
- запобігання розповсюдженню вогню за межі осередку пожежі;
- використання засобів пожежегасіння, будівельних конструкцій з регламентованими межами вогнестійкості і горючості.

Система пожежного захисту включає облаштування шляхів евакуації людей; використання засобів колективного та індивідуального захисту працюючих; систему протидимного захисту; використання засобі пожежної сигналізації і засобів повідомлення про пожежу, організацію пожежної охорони об'єкта. Ілюстративно систему пожежного захисту подано на рисунку 5.1.

Локалізацію пожеж здійснюють шляхом облаштування протипожежних перешкод (стін, зон, захисних смуг); гідрозатворів, водяних заслонів, інертних газових або парових завіс; гранично допустимих площ

протипожежних і вибухонебезпечних відсіків і секцій; аварійного відключення апаратів і комунікації і т.ін.



Рисунок 5.1 – Системи протипожежного захисту

Ефективний вибір необхідних методів захисту потрібно визначити на стадії проектування:

- вид засобів пожежогасіння, їх розміщення, кількість та утримання;
- порядок зберігання речовин і матеріалів, гасіння яких категорично забороняється одними і тими ж засобами;
- джерела й способи подачі води на потреби пожежегасіння;
- порядок обслуговування й зберігання засобів пожежегасіння;
- використання різноманітних систем активного пожежегасіння й подолання вибуху.

Вогнестійкість будівель і споруд розраховується таким чином, щоб вони зберігали несучі і огорожуючі функції протягом усього періоду евакуації працюючих або перебування їх у місцях колективного захисту.

Будівлі і споруди повинні мати таке планування, щоб евакуація працюючих з них була закінчена ще до настання небезпечними чинниками пожежі або вибуху гранично допустимих рівнів.

До системи пожежного захисту належать засоби колективного і індивідуального захисту, які забезпечують безпеку працюючих протягом усього часу дії небезпечних чинників.

Система протидимного захисту розраховується на забезпечення не задимлених шляхів евакуації протягом часу, достатнього для евакуації працюючих.

Виробничі об'єкти на випадок пожежі мають забезпечуватися засобами сигналізації та повідомлення про пожежу на її початковій стадії.

Окрім цього, для гасіння пожежі передбачаються механічні засоби, які мають зберігати свою функціональність протягом розрахункового часу для гасіння пожежі (драбини, зовнішні пожежні драбини, аварійні виходи, захищені ліфти та ін.).

5.4 Безпеки в надзвичайних ситуаціях

5.4.1 Безпека виробничої діяльності на підприємствах де використовуються надвисокі частоти

В процесі життя, виробничої та будь-якої іншої діяльності людина постійно перебуває під впливом небезпек, як реальних, так і потенційних. Вивчення цих небезпек, умов, за яких вони здатні реалізуватись, вміння знизити їх негативний вплив сприяло протягом усієї історії виживанню людства і дозволяє йому існувати в сучасних умовах. Однак на сьогодні, у вирішенні цих питань потрібен комплексний науково обґрунтований підхід, який може забезпечити лише безпека життєдіяльності. Безпека життєдіяльності (БЖД) — це галузь науково-практичної діяльності, спрямованої на вивчення загальних закономірностей виникнення небезпек, їх

властивостей, наслідків впливу на організм людини надвисоких частот, а також на розробку і реалізацію відповідних засобів та заходів щодо створення і підтримки здорових та безпечних умов життя і діяльності людини де складаються крупногабаритні конструкції. В центрі уваги БЖД — система „людина — життєве середовище". Під життєвим середовищем розуміють частину зовнішнього середовища, що оточує людину, підтримує її існування, створює умови для діяльності та суспільних відносин і безпосередньо впливає на її життя та здоров'я. Розгляд системи „людина — життєве середовище" можливий як на загальному (комплексному) рівні, так і стосовно підсистем меншого масштабу, що враховують певні особливості та відповідну направленість відносин між двома складовими системи.

В першу чергу необхідно виділити підсистему „людина — природне середовище", оскільки промислова, технічна та наступна науково-технічна революція настільки озброїли людину технікою, і такою мірою підвищили її могутність, що відносини між людиною та природним середовищем зазнали значної трансформації. Людство опанувало нові види енергії, розробило невідомі природні матеріали і технології, проникло в глибини Землі та космічні простори, підкорило водні і повітряні океани., однак всі ці успіхи мають і зворотню сторону. Сьогодні природний (початковий) стан навколишнього середовища виявився суттєво порушеним, що спричинило появу нових небезпек природного походження, які не лише негативно впливають на здоров'я людини, але й загрожують її існуванню.

Важливе значення має розгляд підсистеми „людина — виробниче середовище". Науково-технічний прогрес та пов'язані з ним нові технічні рішення і технології, широке застосування надвисоких частот у різних виробництвах, складання крупногабаритних конструкцій, створення агрегатів великої потужності, підвищення швидкості роботи устаткування, використання нових матеріалів збільшило кількість виробничих небезпек для здоров'я та життя людей.

Особливе значення у вирішенні питань безпеки життєдіяльності відводиться людині, як елементу системи „людина — життєве середовище”. Згідно з даними статистики більше 50% нещасних випадків у виробничій та побутовій сферах спричинені людським фактором. Високі рівні аварійності, травматизму, несприятливий вплив різноманітних чинників небезпеки на здоров'я та працездатність людини часто зумовлені невідповідністю її психофункціонального стану складності чи інтенсивності роботи, що виконується, розвитком стану нервово-емоційної напруженості, стомленням, стресом тощо. Досить високий відсоток причин, пов'язаних з людським фактором, обумовлюється значними прогалинами в системі освіти та виховання.

Важливим аспектом життєдіяльності є захист населення, об'єктів економіки і в цілому території від негативних наслідків надвисоких частот.

5.4.2 Шкідливість впливу електромагнітних полів та захист від них

Вплив електромагнітних полів (ЕМП) на організм людини залежить від щільності потоку енергії, частоти випромінювання, тривалості впливу, режиму опромінення, розмірів опромінюваної поверхні тіла, індивідуальних особливостей організму.

В зоні впливу ЕМП людина зазнає теплового та біологічного впливу. У джерел ЕМП розрізняють ближню (індукційну) та дальню (випромінювальну) зони впливу. Ближня частота реалізується на віддалі $r \leq \lambda/6$, де ЕМП ще не сформувалось. Внаслідок цього одна зі складових поля набагато менша, ніж інша таких джерел ЕМП при впливі на навколишнє середовище слабо виражена магнітна складова напруженості. Тому в 5—8 діапазонах частот ЕМП оцінюється за електричною складовою напруженості поля E , В/м. В дальній зоні на відстанях $r \geq \lambda/6$ ЕМП сформувалось, тому тут виражені обидві його складові — електрична та магнітна, тому в 10—11 діапазонах частот ЕМП оцінюється поверхневою густиною потоку енергії

(ПГЕ), котра виражається одиницею вимірювання Вт/м² (1Вт/м²=0,1мВт/см²=100мкВт/см²).

Зміна ЕМП викликає нагрівання тканин тіла людини за рахунок змінної поляризації діелектрика (хрящі, сухожилля тощо) та за рахунок появи струмів провідності. Тепловий ефект є наслідком поглинання енергії ЕМП. Надлишкове тепло, котре виділяється в організмі людини, відводиться за рахунок функціонування механізму терморегулювання. Однак, починаючи з певної межі, організм не забезпечує відведення тепла від окремих органів і тому підвищується температура тіла. Перегрівання особливо негативно відбивається на тканинах зі слабо розвиненою судинною системою або з недостатнім кровообігом (очі, мозок, нирки, шлунок, жовчний та сечовий міхур). Опромінення очей викликає каламутність кришталика (катаракта) та втрату зору. Це відбувається у випадку надвисокочастотного опромінення при ПГЕ>10 мВт/см².

Тривалий вплив радіохвиль помірної інтенсивності при ПГЕ<1 мВт/см² не створює теплового впливу, котрий може викликати функціональні зміни в центральній нервовій системі та в серцево-судинній системі. Виникають також головний біль, швидка втома, погіршення самопочуття, зміни тиску, зміни провідності серцевого м'яза, нервово-психічні розлади. Спостерігаються також трофічні розлади: схуднення, випадання волосся, ламкість нігтів, зміни складу периферійної крові. Ці зміни мають зворотний характер на ранній стадії. Тривалий вплив ЕМП супроводжується фізіологічною адаптацією або послабленням імунологічних реакцій.

Лінії електропередач напругою до 1150 кВ, відкриті роздільні пристрої, до складу котрих входять комунікаційні апарати, пристрої захисту та автоматики, вимірювальні прилади є джерелами електричних полів промислової частоти. Тривалий вплив таких полів знаходить вияв через суб'єктивні розлади (неврози, головний біль у скронях та в потилиці, відчуття в'ялості, розлади сну, погіршення пам'яті, дратівливість, апатія, депресія,

серцевий біль, функціональні порушення центральної нервової системи, серцево-судинної системи, зміни складу периферійної крові тощо).

В зв'язку з цими змінами необхідно обмежувати час перебування людей в зоні впливу електричного поля, створюваного струмами промислової частоти напругою понад 400 кВ.

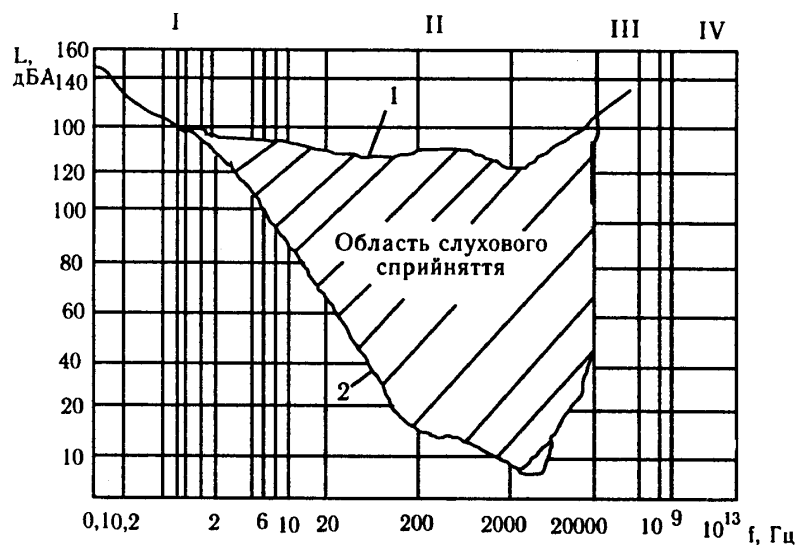
5.4.3 Вплив шуму на виробничу діяльність та методи захисту

Шум — це набір звуків різної частоти та інтенсивності. Частина простору, в котрому поширюються акустичні (звукові) хвилі, називається акустичним полем.

Акустичні хвилі поширюються в пружних середовищах — в газах, рідинах, твердих тілах.

Акустичні коливання, котрі лежать в діапазоні частот 16—20 000 Гц, називають звуковими. Вони сприймаються людиною з нормальним слухом. Акустичні коливання з частотою менше 16 Гц називаються інфразвуковими, а понад 20 кГц — ультразвуковими.

Людське вухо здатне сприймати та аналізувати звуки в широкому частотному діапазоні зображеному на рисунку:



I - інфразвукова; II - акустична; III - ультразвукова; IV - гіперзвукова

Рисунок 5.2 - Область звукових коливань

Як видно з рисунка 5.6, область чутних звуків обмежується двома пороговими кривими. Нижня крива називається порогом чутності, а верхня — порогом больових відчуттів. Найнижчі значення порогових значень лежать в діапазоні частот 1—5 кГц.

Порогове значення слуху молодої здорової людини — 0 дБ на частоті 1000 Гц. Поріг слухового відчуття на частоті 100 Гц вищий, тому що вухо людини менш чутливе до низькочастотних звуків. Больовий поріг — це звук з інтенсивністю 140 дБ, що відповідає звуковому тиску 200 Па та інтенсивності 100 Вт/м².

Поріг дискомфорту (біль у вусі) відповідає звуковому тиску понад 120 дБ. Шум з рівнем звукового тиску до 30—35 дБ не турбує людину. Підвищення рівня звукового тиску до 40—70 дБ зумовлює значне навантаження на нервову систему, спричиняючи погіршення самопочуття, зниження продуктивності розумової праці. Вплив шуму з рівнем понад 75 дБ протягом тривалого часу викликає погіршення слуху. При дії шуму з високим рівнем (понад 140 дБ) можуть статися розрив барабанних перетинок, контузія, а при шумі з вищим рівнем (понад 160 дБ) може настати смерть.

Прояв шумової патології поділяється на специфічні зміни, які настають в органі слуху і не специфічні, які виникають в інших органах і системах. Шум, котрий є загальнобіологічним подразником, за певних умов може впливати на всі органи та системи організму і викликати фізіологічні зміни. Впливаючи на організм як стрес-фактор, шум викликає зміни реактивності центральної нервової системи, наслідком чого стають розлади функцій органів та систем. Основне значення в розвитку шумової патології має інтенсивність шуму, а також його частотний склад, тривалість щоденного впливу, індивідуальна чутливість.

У деяких людей суттєве ушкодження слуху може настати протягом перших місяців впливу, у інших зниження слуху розвивається протягом всього періоду роботи в шумних умовах поступово.

Зниження слуху на 10 дБ практично не відчувається, на 20 дБ — починає заважати, оскільки це пов'язано з порушенням здатності сприймати звукові сигнали. Опосередковано це може стати причиною нещасних випадків.

Неспецифічні зміни в органах та системах людини особливо проявляються при дії високочастотного шуму. Робітники скаржаться на головний біль, запаморочення, погіршення пам'яті, підвищену втомлюваність, порушення сну, серцебиття та біль в ділянці серця. Спостерігається дисфункція шлунка, зміна кислотності шлункового соку. Загальне захворювання організму з ураженням органу слуху (специфічний орган шуму) та центральної нервової, серцево-судинної системи (неспецифічні зміни) називають шумовою хворобою.

ВИСНОВКИ

У відповідь на виконання магістерської роботи розроблено інформаційно-вимірювальну систему для проектування генераторів функцій.

Для визначення умов експлуатації та вартісних показників проведено якісні та кількісні оцінки технологічності.

Цей продукт розроблено з урахуванням останніх економічних, естетичних, конструктивних, технічних властивостей, дизайну та ергономічних вимог.

Цей пристрій дуже простий у виготовленні, простий в експлуатації та ремонті, має хороші перспективи збуту.

Кількісна оцінка розрахунків технологічності показує, що конструкція даного пристрою є повністю технічною і відповідає існуючому рівню технологічності на підприємстві з виготовлення таких РЕА.

Завдяки використанню новітньої елементної бази зменшуються її розміри та вага, що забезпечує високий рівень вібраційної стійкості та надійності.

Технічний процес виготовлення проектованого виробу дуже простий, більшість операцій підлягає автоматизації та механізації.

Це позитивно впливає на зниження витрат праці, підвищення продуктивності праці та собівартість готової продукції.

Цей пристрій ідеально підходить для невеликого виробництва і може перевести компанію на безперервне виробництво.

Після розрахунку надійності спроектованого функціонального генератора було визначено, що він дуже надійний, а середній час роботи до відмови становив 30 450 годин.

Редагується зведена таблиця, яка містить перелік розроблених елементів генератора функцій та їх характеристики надійності, а також графік ймовірності успішної роботи, що залежить від часу.

Тому система MicroCap є ефективним інструментом для дослідження впливу окремих компонентів і вибору оптимального режиму роботи для всієї електронної схеми.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Городилин В.М., Городилин В.В. Регулировка радиоаппаратуры - М: Высшая школа, 1992.-271 с.
2. Городилин В.М., Городинин В.В. Регулировка радиоаппаратуры – М.: высшая школа 1992 – 271с.
3. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Підручник. - Львів: Афіша, 2005.- 318 с.
4. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.
5. Коротков И. А. Вольтметр на ICL7135 и особенности подключения индикаторов - Радиоаматор №11, 2003р., С. 22с.
6. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТДТУ, 2002р 26с.
7. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТК ТДТУ, 2002р 25с..
8. Применения микросхемных стабилизаторов серии 142, К142 и КР142.- Радио №3, 1991р., С. 47с.
9. Романычева Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник . - М., Радио и связь, 1989 356с.
10. Усатенко СТ. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД -М: изд. Стандартов, 1989.-325с.