

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Інформаційно-вимірювальна система

контролю напруги для блоку живлення

в діапазоні 0-20 В

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РНМ-61

спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Барна Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Чайковський А.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Апостол Ю.О.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Паламар М. І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

- 1.1 Перспективність розвитку даної галузі
- 1.2 Призначення блоків живлення діапазоном від 0 до 20 В
- 1.3 Обґрунтування необхідності пристрою проєктованого
- 1.4 Вимоги технічні до пристрою що проєктується

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

- 2.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз
- 2.2 Вибір і обґрунтування набору базових елементів
- 2.3 Розрахунок параметрів електричних для каскадів окремих
- 2.4 Розрахунок конструкції монтажу друкованого

3 НАУКОВО- ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

- 3.1 Математичне моделювання динаміки перетворювача напруги
- 3.2 Знаходження часу комутації
- 3.3 Проведення обчислювальних експериментів

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 4.1 Розрахунок надійності проєктованого виробу
- 4.2 Результати розрахунку надійності

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТЄДІЯЛЬНОСТІ

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

РЕФЕРАТ

Тема “Інформаційно-вимірювальна система контролю напруги для блоку живлення в діапазоні 0-20 В”.

Мета проекту - розробка інформаційно-вимірювальної системи пристрою для того, щоб контролювати напругу для блоку живлення.

Кваліфікаційна робота магістра складається з таких розділів:

- аналітична частина;
- основна частина;
- науково-дослідна частина;
- спеціальна частина;
- охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Об’єкт контролю – блок живлення для напруги в діапазоні 0-20 В.

Під час виконання даної роботи вирішені такі питання:

- в аналітичній частині проведено огляд існуючих рішень та описано набір методів і засобів для вирішення поставленої задачі;
- в основній частині розроблено блок живлення, визначено принцип роботи приладу та розраховано його компоненти; описано конструкцію пристрою, розраховано його основні технічні параметри; зроблено підбір апаратного забезпечення, обрано складові елементи конструкції;
- в науково-дослідницькій частині проведено математичне моделювання динаміки перетворювача напруги, розглянуто вплив показників стиску на якість зображення, побудовано графічні залежності;
- в спеціальній частині проведено розрахунок надійності приладу.

Ключові слова: БЛОК ЖИВЛЕННЯ, ПАРАМЕТР ЕЛЕКТРИЧНИЙ, МОНТАЖ ДРУКОВАНИЙ, ПЕРЕТВОРЮВАЧ НАПРУГИ, НАДІЙНІСТЬ

ВСТУП

Регулятор — це пристрій, який регулює зв'язок між положенням керуючого пристрою та його станом існуючим. Перший регулятор був винайдений в Олександрії, Єгипет, греком Хсібіосом приблизно в третьому столітті до нашої ери. Саме він встановлював рівень води. Годинник водяний був винайдений вавилонянами в чотирнадцятому столітті до нашої ери та базується на кількості опадів, що випадають, базувався на основі підйому або спаду рівня води, а також на швидкості потоку води, яка змінюється зі зникненням стовпа води. Грек Хсібіос спроектував такий ефективний метод контролю рівня води настільки, що його регулятор був встановлений на рівні води протягом наступних шістнадцяти століть. Шотландський винахідник Дж. Ватт у 1781 році розробив обертовий двигун, із моментом встановленим на валу, який вперше використав регулятор для обертової частоти. Ця частота регулювалася двома збалансованими вантажами, розташованими на одному валу, які оберталися разом з валом машини та з'єднані були з дросельним клапаном, відкриваючи прохід паропроводів. Під час процесу зростання обертової частоти сила куль обертових піднімала муфту, що з'єднує стрижні з клапаном, зменшуючи швидкість обертання двигуна та прохід паропроводу.

Регулятор відцентровий був відкритий набагато раніше за Ватта, а зазор між вітровими турбінами широко використовувався в млинах вітряних для регулювання швидкості руху лопатей вітряка, тобто швидкості руху жорен (за необхідності).

У 1787 році відцентровий регулятор Ватта був пристосований до парової машини, створено більш конструкцію інноваційну, назвали її регулятором Ватта на честь винахідника. Регулятор Ватта займає особливе місце в історії технічних знань, оскільки конструкція його стала основою теорії та практики проектування регуляторів, ще одна робота, яка створила галузь особливу знань - "Теорію регулювання та контролю автоматичного", яка лягла в основу нинішньої техніки управління промислової системи.

У цей період значної популярності набула побутова мікроелектроніка. Розроблялися та впроваджувалися все більш складні великомасштабні

інтегральні схеми, складність яких представлена великою кількістю транзисторів в одному кристалі напівпровідника: контролери, процесори, мікрокомп'ютери одно кристальні, мікросхеми пам'яті, і тому подібне. Були визначені інші підходи технологічні, які значно підвищують швидкодію мікросхем, одночасно зменшуючи споживання енергії. Широкий розвиток отримала технологія основних кристалів матричних, структур програмованих, що дозволяє користатися мікросхемами в упорядковані системи для бажаних застосувань, враховуючи їх ціну та значення ступеня складності. Значно збільшився спектр мікросхем – аналогових, цифрових, та аналого-цифрових (гібридні). Спостерігається інтеграція аналогових та цифрових елементів на одній мікросхемі, а також блоків, що виконують функції аналогові за допомогою цифрових пристроїв.

Розвиток мікроелектроніки значною мірою сприяв розвитку мікросхем нового покоління, що призвело до широкого спектру можливостей застосування.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Перспективність розвитку даної галузі

Розробка та обслуговування апаратури включає використання автоматизованих систем обслуговування радіоапаратури, використання комп'ютерних систем для моніторингу та перевірки параметрів, обслуговування та усунення несправностей радіоапаратури. Наразі лише великі підприємства мають можливість застосовувати передові методи забезпечення відповідності та моніторингу параметрів радіоапаратури, використовуючи сучасні прилади для контролю та вимірювання.

Сьогодні ми щодня стикаємося з лабораторними блоками для живлення та генераторами енергії. Їх призначення – це забезпечення струмом постійним різної радіоапаратури, і для роботи їх як джерел лабораторних для ремонту, модифікації та відновлення радіоапаратури. Напруга та час, що генеруються між джерелами, можуть перемикатися незалежно, режим стабілізації струму перемикатися автоматично.

Зовнішнє джерело живлення підключається до зовнішнього роз'єму струму змінного значенням 220-230 В, а для підключення до радіоапаратури є адаптер.

Завдяки широкій доступності джерел живлення в нашій країні та за кордоном, цей пристрій надзвичайно надійний та довговічний, а його ремонт та налаштування дуже прості.

1.2 Призначення блоків живлення діапазоном від 0 до 20 В

Блок живлення є критично важливим компонентом будь-якого пристрою електронного. Цей вражаючий, але надзвичайно універсальний пристрій забезпечує надійне та тривале живлення всіх компонентів внутрішніх. Зосередимося на проблемах блоків живлення, їх загальних типах, принципах роботи та критеріях вибору.

Основна функція блоку живлення полягає в перетворенні змінного струму в постійний з параметрами, необхідними для належної роботи електропристрою. Більшість пристроїв працюють на струмі постійному, але

основним джерелом живлення є змінний струм 220-240. Забезпечення захисту від перенапруг і перевантажень, а також функція комутації є особливістю блоку живлення.

Нинішні блоки живлення працюють за допомогою імпульсної комутації. На початку випрямляється змінна вхідна напруга, здійснюється перетворення на постійний струм, а потім здійснюється перетворення на імпульси, які проходять високочастотне перетворення. Отримана напруга потім фільтрується та випрямляється для отримання напруги постійної для струму постійного до потрібних параметрів. Традиційні лінійні блоки живлення використовують принцип короткозамкнених робочих трансформаторів (50-60 Гц), трансформатори та фільтри. Ці блоки живлення є більш ефективними, ніж імпульсні блоки живлення. Блоки живлення можна класифікувати за різними критеріями:

- вбудовані блоки живлення є невід'ємною частиною пристрою. Вони інтегровані в робоче середовище та не можуть бути модифіковані користувачем. Такі пристрої накопичення енергії можна знайти в деяких ноутбуках, моніторах, телевізорах та інших електронних пристроях.

- зовнішні блоки живлення – це пристрої, які підключаються до основного пристрою одним кабелем. Вони широко використовуються для живлення ноутбуків, планшетів, маршрутизаторів та інших портативних пристроїв. Зовнішні блоки живлення спрощують конструкцію складних компонентів і покращують охолодження.

- імпульсні джерела живлення зараз широко використовуються завдяки високому ККД (80-95%), універсальності та гнучкості. Вони ефективно працюють при вхідній напрузі. Лінійні джерела живлення мають просту конструкцію, є високонадійними та пропонують високочастотний вихід. Водночас вони мають малі розміри (40-60%).

- блоки живлення для комп'ютерів мають широкий асортимент джерел живлення (+3,3 В, +5 В, +12 В) для різних типів комп'ютера, а також широкий спектр блоків живлення у широкому діапазоні від 300 Вт аж до 1500 Вт.

- блоки живлення промислові пропонують високу надійність, захист від пилу та вологи, а також прості умови експлуатації.

- блоки живлення лабораторні мають можливість змінювати потужність та вихідну напругу, а також підтримувати стабільність і високу точність.

Потужність – це проста функція, що вимірюється у ватах. Вона витримує максимальне навантаження. Вибираючи блок живлення, враховуйте загальну потужність усіх підключених пристроїв та залиште запас 20-30%, щоб забезпечити роботу надійну та майбутні оновлення.

Ефективність стосується того, наскільки ефективно блок живлення перетворює енергію в потужність. Наразі ефективність ККД коливається від 80% до 95%. Вища ефективність означає охолодження та економію енергії.

Високоякісний блок живлення повинен бути достатньо стабільним при коливаннях навантаження та вхідної напруги. Відхилення зазвичай не перевищує 3-5%.

Залежно від їхньої потужності та конфігурації, блоки живлення можуть мати активне (з вентилятором) або пасивне (без вентиляторF) охолодження. Блоки живлення без шуму працюють, але не є дуже потужними.

Вибираючи блок живлення, слід кілька важливих факторів врахувати:

Напруга, струм та роз'єм підключені до блоків живлення. Використання нового блоку живлення може пошкодити його роботу.

Для роботи в надійному стані потрібен достатній запас потужності. В ідеалі блок живлення має бути на 20-30% потужнішим.

Надійність та якість залежать від матеріалів, що використовуються для його виготовлення та використання. Хоча блок живлення може бути дорогим, краще вибрати блок живлення за кращою якістю, наскільки можливо.

Сертифікація вказує на рівень безпеки блоку живлення та відповідність стандартам енергоефективності. Слід обирати сертифікати CE, UL, 80 PLUS та інші міжнародні сертифікати.

Блоки живлення, що працюють від 0 до 20 вольт, – це зручні інструменти, корисні для проектування, обслуговування та тестування електроніки. Їхнє основне призначення включає: обслуговування та ремонт цифрового

обладнання (це найпопулярніше застосування, оскільки більшість портативних пристроїв не потребують більше 20 вольт). Смартфони та планшети: звичайна напруга заряджання та живлення (від 3,7 до 12 вольт). Ноутбуки: Більшість сучасних комп'ютерів працюють на напрузі 19 В або 19,5 В. Щоб перевірити проблеми з материнською платою, можна використовувати лабораторний блок живлення, щоб імітувати використання штатного адаптера.

Прототип блоку живлення - 3,3 В, 5 В та 12 В є стандартними напругами для мікроконтролерів (Arduino, ESP32, Raspberry Pi) та периферійних пристроїв. Діапазон до 20 В дозволяє тестувати пристрої під перенапругою або зниженою напругою. Завдяки режимам стабілізації струму та напруги такі пристрої використовуються як універсальні зарядні пристрої. Точне регулювання напруги (наприклад, 4,2 В або 14,6 В для пристроїв 4S) дозволяє безпечно заряджати елементи.

Надається він і для автомобільних акумуляторів – у той час як для повного заряду 12-вольтових акумуляторів потрібно приблизно 14,4-14,8 В, пристрій на 20 В має достатній резерв для десульфатації або швидкої перезарядки. За його допомогою перевіряють захист, тобто справність захисних кіл обладнання при зміні вхідної напруги. Виявляють також коротке замикання: метод «прогорання» або теплового аналізу, при якому до панелі подається низька напруга обмеженого струму для виявлення перегрітого компонента.

Використовують його для живлення саморобних пристроїв: від простих освітлювальних приладів до складних роботизованих систем, для демонстрації законів Ома та Кірхгофа в навчальних закладах.

Діапазон 0–20 В покриває понад 90% потреб низьковольтної побутової та промислової електроніки, забезпечуючи при цьому високу точність регулювання.

1.3 Обґрунтування необхідності пристрою проектного

Цей прилад використовує функцію перетворювача напруги, яка перетворює стандартну напругу 220 В на необхідну. Схема живлення призначена для стабілізації напруги у межах від 0 до 20 В.

У цьому пристрої можна швидко струм регулювати, використовуючи прилад вимірювальний.

Пристрій розроблений складається зі схеми простої, недорогий він у виготовленні, складається з невеликої кількості компонентів.

Робота пристрою не вимагає висококваліфікованого персоналу, оскільки він відносно простий в обслуговуванні та призначений для використання широкого в умовах навколишнього середовища, де коливання температури невеликі, тому ми можемо застосовувати базу елементну без шкоди для стабільності параметрів.

Розроблений пристрій складається з простої схеми, недорогий у виготовленні, складається з невеликої кількості компонентів.

Крім того, виріб не тільки економічний за схемою та конструктивним виконанням, але й доцільний, тобто відповідає вимогам проектування дипломного, тому тема дипломної роботи є дуже актуальною та важливою на сьогодні.

1.4 Вимоги технічні до пристрою що проектується

Дані технічні пристрою, що проектується:

- 1) Пристрій повинен живитися напругою постійною, що не більше $\pm 10\%$ від напруги 220 В, та частотою, що не перевищує 50 (-1) Гц.
- 2) Значення струму найбільша від 0 до 3 А:
- 3) Напруга вихідна від 0 до 20 В;
- 4) Вага приладу, кг - не більше 4;

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Схематичне зображення показано на графічному кресленні.

Основні відмінності цих пристроїв від їхніх попередників полягають у реалізації підсилювача операційного DA2 та створенні мікросхеми стабілізатора негативної напруги зі значенням напруги -6 В замість -1,25 В. Поки малий струм вихідний і зниження напруги на резисторі R2 менше, ніж на резисторі R3 встановлено, мікросхема DA1 зменшує напругу, діод VD4 виходить з роботи, і ОП не виконує свою функцію живлення. Якщо внутрішня напруга R2 перевищує напругу на виході мікросхеми DA2, на виході мікросхеми DA2 зменшиться напруга, а діод на VD4 вимкнеться, а напруга на виході блоку буде знижуватися. Стан блоку сигналізується увімкненням світлодіода HL1 у режимі, коли струм стабілізується.

Оскільки напруга негативного живлення операційного підсилювача обрана рівною -6 В, то напруга негативного живлення операційного підсилювача обрана рівною -6 В, що потрібно для всіх ключів SA2, оскільки напруга на SA2 має бути меншою за 1,25 В порівняно з 2,4 В (пропущено через діод VD4 та світлодіод HL1). VD2, VD3 також довелося замінити.

KR1168EN6B модулює мікросхему так само, як і з індексом А, з MC79L06, з АСР, СР та ВР, а також з проміжними областями KR1179EN6B, μ A71906 KR14, KR1162EN6A (B), AN7906, AN7906. Розташування в порядку. Мікросхему К140УД6 можна замінити на К140УД7, КР140УД708, КР140УД608,. Будь-який зі світлодіодів може світитися червоним. Резистор R2 - 4 паралельно з'єднаних С2 - 29В 2 Ом, 0,125 Вт Оскільки його опір не має значення для точності вимірювання його опору, для визначення опору резистора можна використовувати опір дроту. Використовуємо резистор R12 - СПЗ - 19а. Інші матеріали аналогічні до базового варіанту блоку як у основного варіанту блоку, конструкція буде такою самою.

2.2 Вибір і обґрунтування набору базових елементів

При виборі бази елементів для виробу слід враховувати такі основні фактори для підготовки роботи дипломної:

- перевірку оцінки частин існуючих з прикладом у схемі;
- стан цих частин під час роботи;
- сукупність вимог до проектування;
- матеріальні ресурси;
- багатофункціональність радіоапаратури;
- параметри стійкості;
- розмір найменший корпусів.

У приладі розроблюваному було закладено базу матеріальну, яка є сучасною.

Під час вибору елементів бралось до уваги відношення вартості радіоапаратури до властивостей технічних, а також необхідні мінімальні параметри щодо точності, прецизійності та надійності.

В результаті цих процесів було обрано такі електричні та радіокомпоненти:

Трансформатор ТС-180-2:

Перетворювач являє собою силовий трансформатор на основі стрижневих осердь PL 21×45, що застосовують до живлення приладів напівпровідникових побутових. Він зроблений з нержавіючої сталі марки 3311. Товщина виводу становить 0,35 мм. Вигляд зовнішній трансформатора зображено на рисунку 2.1.

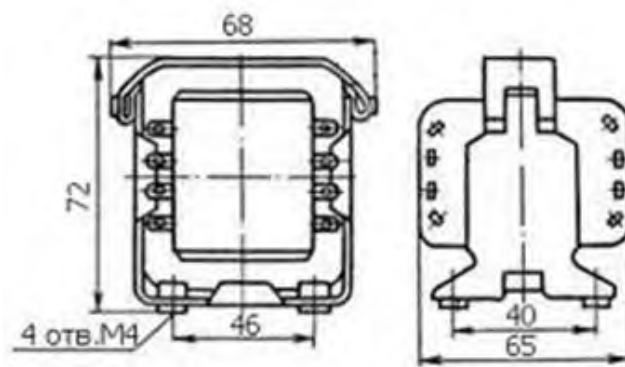


Рисунок 2.1 - Трансформатор ТН32 - вигляд зовнішній

Параметри електричні та дані намоточні для трансформатора ТН32 зображені у таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Параметри електричні та значення даних намоточних для трансформатора типу ТС-180

Тип трансформатора	Сердечник	№ виводів обмоток	Число витків	Марка і діаметр дроту, мм	Ном. напруга, В	Ном. струм, А	Опір, Ом
ТН32	ПЛР21×45	1-2 (I)	750	ПЭЛ 1,0	220	1,75	2,3
		3-4 (II)	60	ПЭЛ 2,5	18	7,5	0,8
		5-6 (III)	44	ПЭЛ 0,8	10	1,75	0,4
Споживана потужність Вт, 180							

Значить, трансформатор цей найкращим буде для виробу, що проектується.

Міст діодний КЦ410А

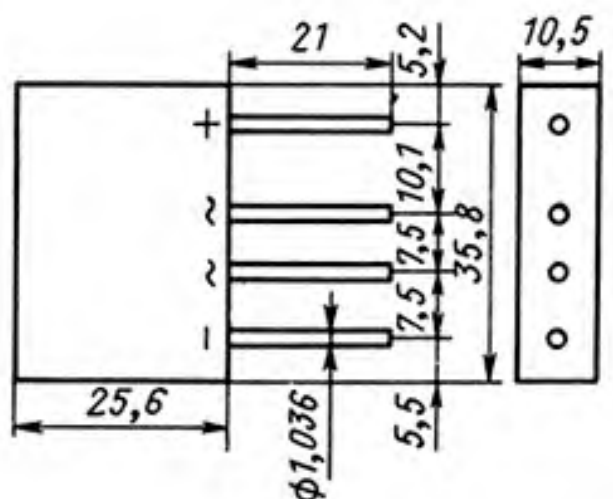


Рисунок 2.2 - Міст діодний КЦ410А - вигляд зовнішній

Таблиця 2.2 - Характеристики технічні для мосту діодного

Максимальна постійна зворотна напруга, В	50
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В	50
Максимальний прямий(випрямлений за напівперіод) струм, А	3
Максимальний допустимий прямий	15

імпульсний струм, А	
Максимальний зворотний струм, мкА	50
Максимальна пряма напруга, В	1.2
Робоча температура, С	-55-125
Корпус	МВ-25

Запобіжники ВП1-А:

Призначення запобіжника (вставок що плавляться) полягає в тому, щоб відключити електричний струм, коли він перевищує певне значення. Ми обрали ці запобіжники, тому що вони працюють надійно, недорогі і економічно ефективні, а їхні параметри незмінні протягом довгого періоду часу.

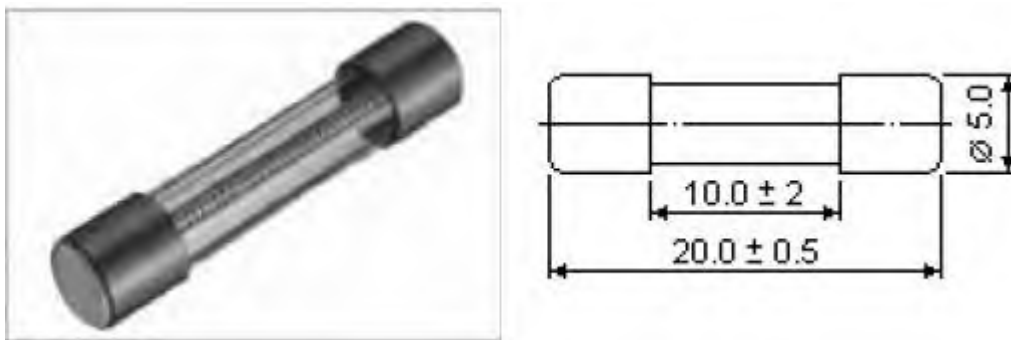


Рисунок 2.3 - Розміри габаритні та вигляд зовнішній запобіжника ВП1-А "Siba"

-

Таблиця 2.3 Параметри технічні запобіжників

Номінальна напруга 250 В	0,5 А
Номінальний робочий струм	контакти циліндричні
Довжина корпусу	20 мм
Діаметр корпусу	4 мм
Робоча температура	-60...+100 °С

Ми використовуємо запобіжник з напругою робочою 250 В та максимальним робочим струмом 0,5 А. Ці запобіжники у тримачі розміщені (див. рисунок 2.3), який ззаду приладу гайкою закріплений.



Рисунок 2.4 – Тримач для запобіжників ВП1-А - вигляд зовнішній

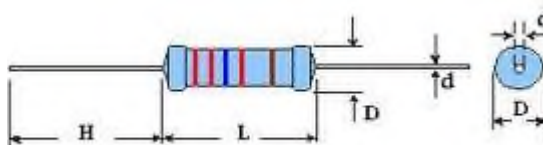
Резистори С1-4:

Цей продукт відповідає вимогам стандарту С1-4-0.125.

Резистори С1-4-0.125 – це чисті, металеві, лаковані, морозостійкі.

Метал-діелектрик та метал-провідник, неізольовані, поверхневого монтажу, призначені, щоб працювати у приладах електричних, при змінних, постійних струмах і струмах імпульсних. Даним резисторами користуються часто, що спрощує їх отримання, а також резистори цього типу дешевші, що вартість мінімізує.

Ці резистори мають кодування кольорове для легкої ідентифікації відповідного кольору, що збирання полегшує. Резистори такого типу мають чудові характеристики електричні: потужність номінальна = 0,125 Вт, номінальні межі опорів = $1...3 \times 10^6$ Ом, межі температур робочих $-60...+70^\circ\text{C}$ (опір може змінюватися на $\pm 10\%$ залежно від параметрів зовнішніх), напруга зміщення 350 В. Усі ці значення ідеально вписуються у дану схему схему та дозволяють мінімізувати розмір об'єкта.



$$D = 2,2 \text{ мм}; \quad L = 6 \text{ мм}; \quad d = 0,5 \text{ мм}; \quad H = 20 \text{ мм}.$$

Рисунок 2.5 - Розміри габаритні і вигляд зовнішній резистора С1-4-0,125

Резистор змінний СПЗ-4АМ 22 кОм $\pm 10\%$ -В:

Крім того, для контролю струму ми обирали резистор СПЗ-4АМ, що до групи В відноситься і має значення опору 100 Ом, що є з хорошими параметрами опору та стійкості, а також має низьку вартість та високу якість.



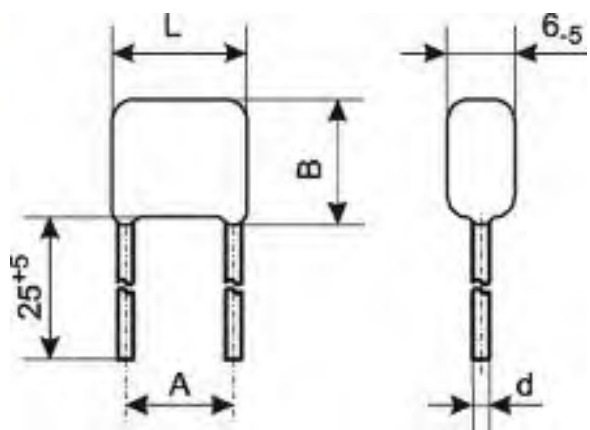
Рисунок 2.6 - Резистор типу СПЗ-4АМ - вигляд зовнішній

Таблиця 2.4 Параметри технічні резистора

Номінальна потужність, Вт	0,5
Діапазон номінальних опорів, кОм	$1-4,7 \cdot 10^3$
Максимальна робоча напруга, В	250
Допустиме відхилення опору, %	± 20

Конденсатор СС4:

Керамічні конденсатори ємності постійної типу СС4, з багатьма шарами, з ізоляцією, з монолітною конструкцією. Призначені для роботи у колах змінного, постійного струму, а також струму імпульсного. Залежно від параметрів, цей тип конденсаторів замінює такі елементи всіма або більшою мірою: К10-49, К10-47, К10-43, К10-17, К10-7в,



$$L = 7,5 \text{ мм} \quad B = 7,5 \text{ мм} \quad A = 5 \text{ мм} \quad d = 0,6 \pm 0,1 \text{ мм}$$

Рисунок 2.7 Розміри габаритні та вигляд зовнішній конденсатора КМ-6

Таблиця 2.5 Параметри технічні резистора

Робоча напруга	50 В
Температурний коефіцієнт ємності (ТКЄ)	H20
Тангенс кута втрат, не більше	0,035
Постійна часу для номінальної ємності	вище 0,025 мкФ не менше 100 МОм×мкФ
Проміжне значення номінальних ємностей	відповідає ряду E24
Допуск	±10% (H20)
Робоча температура	-60...+125 °С

Ми будемо використовувати наступний 1 конденсатор у пристрої з ємністю номінальною значенням 0,01 мкФ. Ми обрали його, оскільки він компактний, відносно простий та економічно ефективний, а також має низькі обчислювальні параметри. Цей тип конденсатора можна використовувати для процесу автоматизованого виробництва приладу.

Конденсатори "Jamicon":

Електролітичні полярні алюмінієві конденсатори з виводами радіальними ЕСАР "Jamicon" для побутової техніки.



Рисунок 2.8 Зовнішній вигляд конденсаторів "Jamicon"

Таблиця 2.6 - Параметри технічні резистора

Номінальна ємність, мкФ	0,1-15000
Номінальна напруга, В	6,3-450
Тангенс кута діелектричних втрат	0,14 – при номінальній напрузі 25 В 0,10 – при номінальній напрузі 50 В
Діапазон робочих температур, °С	-40...+85
Допустиме відхилення ємності від номіналу, %	±20

Конденсатор має ємність 1000 мкФ та 1 мкФ, з відповідною ємністю номінальною 35 і 25 В.

Даний тип електролітичного конденсатора був обраний через його високу зручність, термостабільність та простоту.

Діод

Діоди використовуються типу 1N4001 у даному приладі.

Діоди 1N4001 – це кремнієві планарно–епітаксіальні імпульсні діоди призначені для використання в імпульсних пристроях. Вони складаються з окремих виводів у корпусі скляному. Вони марковані кодом кольоровим – однією великою та двома малими смужками кольоровими з боку полюса позитивного, тобто анода.



Рисунок 2.9 - Розміри габаритні та вигляд зовнішній діода 1N4001

Таблиця 2.7 Параметри технічні даного діода

Постійна зворотна напруга, В	50
Максимальний постійний прямий струм, мкА	30
Максимальний постійний зворотній струм, мкА	5

Світлодіод АЛ 307 Б:



Рисунок 2.10 - Світлодіод АЛ307Б - вигляд зовнішній

Таблиця 2.8 Параметри електричні даного світлодіода

Колір свічення	червоний
Довжина хвилі, мкм	0,665
Сила світла I_v , мккд	900
Колір лінзи	червоний

Форма лінзи	кругла
Пряма напруга, В	2
Прямий струм, мА	10
Максимальний прямий струм, мА	22
Максимальний прямий імпульсний струм, мА	100
Максимальна зворотна напруга, В	2
Робоча температура, °С	-60...+70

Значення параметрів наводяться при значеннях $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Використовують її з метою індикації згідно схеми.

Мікросхема КР1168ЕН6Б

Ця мікросхему беремо для стабілізації напруги. Скористаємося ним, тому що він надається для даного пристрою, дешевий та широко відомий.



Рисунок 2.11 - Мікросхема КР1168ЕН6Б - вигляд зовнішній

Таблиця 2.9 - Характеристики технічні для даної мікросхеми

Вхідна напруга	25 В
Вихідний струм	100, мА
Вихідна напруга	6 , В
Полярність	N
Корпус	ТО-92

Мікросхема КР140УД608

Мікросхема КР140УД608 – це низькочастотний підсилювач операційний з великим коефіцієнтом підсилення, високим входним опором, внутрішнім

перетворенням корекції частоти та збереження вихідного елементу від замикання короткого.



Рисунок 2.12 - Мікросхема КР140УД608 - вигляд зовнішній

Таблиця 2. - Характеристики технічні для даної мікросхеми

Напруга живлення ,В	15
Вихідна напруга, В	не менше 11
Напруга зсуву нуля ,мВ	10
Вхідний струм не більше, нА	100
Коефіцієнт посилення напруги не менше	30 000
Вхідний опір ,МОм	1

Дана мікросхема використовується в приладі через те що вона всіма параметрами підходить до нашого приладу, а також є поширеною і дешевою.

Мікросхема КР142ЕН12А

КР142ЕН12А – це мікросхема інтегрована, що стабілізує напругу зі значенням напруги виходу 9 В. Ця мікросхема виготовлена компанією Semiconductor в корпусі ТО-220. Мікросхема захищає внутрішню температуру заготовки, струм обмежує, що забезпечує надійну роботу та захищає від пошкоджень. Вихідний струм буде близько 1,5 А, що свідчить про плавний перехід тепла.



Рисунок 2.13 Мікросхема KP142EH12A - вигляд зовнішній

Таблиця 2.10 - Технічні характеристики мікросхеми KP142EH12A

Вихідна напруга номінальна	+1,2..37 В
Вихідний струм найбільший	1.5А
Вхідна напруга найбільша	+30 В
Температурний діапазон	-10..+70°C
Тип корпусу	ТО-220-3

Цей тип мікросхеми був використаний, оскільки він недорогий, легкодоступний та підходить для низьких напруг у звичайних схемах.

Амперметр АІМ60100

Цей амперметр був включений до розробленого пристрою завдяки своїм параметрам та загальнодоступності, низькій вартості та надійній роботі навіть при використанні тривалому. Зображення вольтметра показано на рис. 2.13.



Рисунок 2.13 - Амперметр АІМ60100 "Velleman" - вигляд зовнішній

Таблиця 2.11 - Параметри загальні

Тип вимірювального приладу	аналоговий магнітоелектричний
Тип індикації	стрілочний (рухомий вказівник і нерухома шкала)
Напруга вимірювання	постійна
Діапазон вимірювальних напруг	0...30 В
Ціна поділки	1 В

Перемикач HF-606

У схемі для керування із живлення 220 В мережі використовується перемикач Meder HF-606 (див. рис. 2.15). Він призначений для найбільшого струму 6 А та найбільшої напруги 250 В.

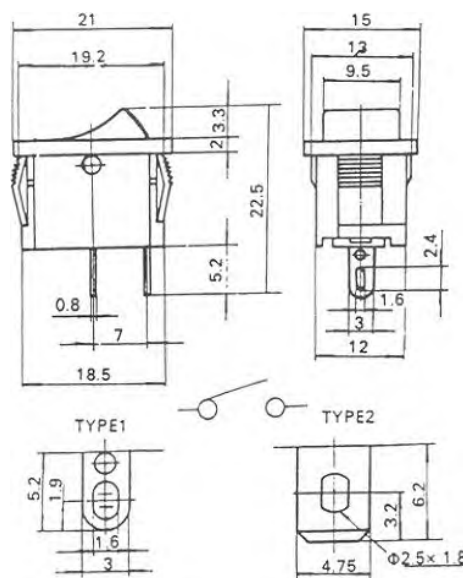


Рисунок 2.14 - Розміри габаритні та вигляд зовнішній перемикача
фірми «Meder electronic» HF-606

Мережева вилка електрична У4:

Слід підключити цей штекер до кабелю живлення ШВП-2-В2×0,75, було приєднано блок живлення 220 В (для живлення). Найбільша напруга становить до 250 В та струм значенням 6 А при 50 Гц частоти.



Рисунок 2.15 - Вилка мережева У-4, що має шнур
ШВП-2-В2×0,75 (вигляд зовнішній)

Тому все оптичне та радіообладнання, що використовується в цьому пристрої, було обрано з урахуванням електричних параметрів, що задовольняють електричну схему, а також поширеності, вартості та якості електричних компонентів.

2.3 Розрахунок параметрів електричних для каскадів окремих

У цій роботі ми проводимо експериментальний аналіз електричної компенсації випрямного моста на діодах VD1-VD4 та фільтра ємності на С3 відповідно до [1]. Зображено нижче принципову схему електричну перехідного та фільтра ємності, який показаний на рисунку 2.2:

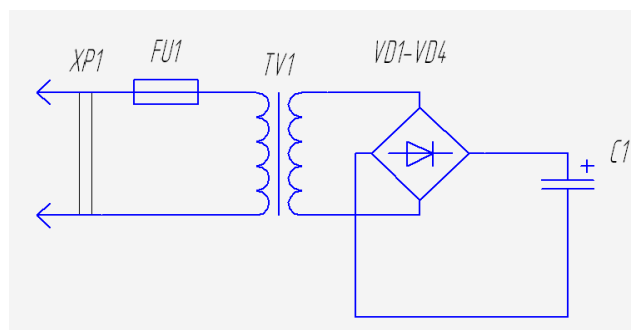


Рисунок 2.16 - Фільтр ємнісний і випрямляч – схема принципова
електрична

Розрахункові дані вихідні для:

- Струм навантаження номінальний $I_0=3$ А;
- Напруга випрямлена номінальна $U_0=50$ В;
- Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;
- Частота мережі номінальна $f_m=50$ Гц В;
- Напруга мережі номінальна $U_1=220$.

Визначення основних параметрів і вибір діодів.

$I_{пр.сер}$ – значення середнє струму прямого;

$U_{зв}$ – напруга зворотна;

I_m – значення амплітуди струму імпульсного.

У попередніх роботах з розрахунку випрямлячів значення цих параметрів розраховувалися для діодів.

Таблиця 2.12 – Формули для того, щоб розрахувати мостовий випрямляч

A	$U_{зв.}$	$I_{пр.сер.}$	I_m	U_{2x}	I_2
$1,6 \frac{r}{R_i}$	$1,4U_{2x} \approx 1,5U_0$	$\frac{I_0}{2}$	$0,5FI_0 \approx 3,5I_0$	BU_0	$\frac{DI_0}{\sqrt{2}}$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot U_0 ,$$

$$U_{зв} = 1,5 \cdot 50 = 75(B) ,$$

$$I_{пр.сер} = \frac{I_0}{2} ,$$

$$I_{пр.сер} = \frac{3}{2} = 1,5(A) ,$$

$$I_m = 3,5 \cdot I_0 ,$$

$$I_m = 3,5 \cdot 3 = 10,5(A).$$

З довідника по напівпровідникових діодах вибираємо тип діода, параметри якого $U_{зв.мах}$ – максимально-допустима зворотна напруга і $I_{пр.сер.мах}$ – максимально-допустимий прямий середній струм трохи перевищують розраховані значення: $U_{зв.мах} > U_{зв}$; $I_{пр.сер.мах} > I_m$.

Відповідно до розрахунку ми обрали чотири діоди з довідкової літератури, які будуть КД 521 В.

Згідно з літературою про діоди напівпровідникові, обираємо діод, для якого дані $U_{зв.мах}$ – струм вихідний – та $I_{пр.сер.мах}$ – найбільш придатний початковий струм небагато більше розрахункових значень: $U_{зв.мах} > U_{зв}$; $I_{пр.сер.мах} > I_m$.

Тому ми вибрали чотири діоди типу KD 521 V від виробника.

Опір навантаження рахуємо так

$$R_f = \frac{U_0}{I_0},$$

$$R_n = \frac{50}{3} = 17(Ом).$$

Визначимо активного опору обмоток трансформатора.

Попередньо знайдемо значення навантаження:

$$P_0 = U_0 \cdot I_0$$

,

$$P_0 = 50 \cdot 3 = 150(Вт).$$

Опір трансформаторних обмоток активний $r_{\partial B}$ будемо обирати:

$$r_{\partial B} = (0,05...0,08)R_f$$

,

$$r_{TP} = 0,07 \cdot 17 = 1,19(Ом)$$

Розрахунок прямого опору випрямляючого діода за наближеною формулою:

$$r_{np} \approx \frac{U_{np.ccp}}{3 \cdot I_{np.ccp}}$$

де – $U_{np.ccp}$ – середня пряма напруга діода, В (з довідника).

$$r_{np} \approx \frac{1}{3 \cdot 1,5} = 0,22(Ом)$$

Слід обчислити внутрішній опір випрямного діода за формулою такою:

$$r = 1,4 + 2 \cdot 0,22 = 1,84(Ом)$$

Розрахунок параметрів вторинної обмотки трансформатора.

За формулами таблиці 2.12 визначаємо значення напруги на вторинні обмотці трансформатора в режимі холостого ходу U_{2x} і ефективне значення струму вторинної обмотки I_2 :

$$U_{2x} = \frac{1,5U_0}{1,4} \quad ,$$

$$U_{2x} = \frac{1,5 \cdot 50}{1,4} = 53,7(В) \quad ,$$

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

$$I_2 = \frac{1 \cdot 1}{\sqrt{2}} = 0,7(А) \quad .$$

Слід обчислити ємність конденсатора фільтра за формулою такою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I_0}} \quad ,$$

де r – значення опору, Ом.

C_0 – значення ємності, мкФ;

$$C_0 = \frac{300}{1,84 \cdot 0,03} = 3300,5(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad ,$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 53,7 = 75(\text{В})$$

Зробимо вибір типу конденсатора згідно значень довідникових зі значеннями $U_{роб}$ та $C_{0\text{ ном}}$.

Оберемо К50-16, тобто конденсатори електролітичні із значенням напруги робочої 75 В і ємності номінальної 3300 мкФ .

2.4 Розрахунок конструкції монтажу друкованого

Згідно сил та властивостей виробництва, оберемо метод хімічного створення, друковану плату з сертифікатом точності 3 класу згідно з ОСТ 4.010.022-85.

Ми вибрали прості значення для розміру інтегрованого провідника, в мм, для живлення та для заземлювального кола:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{3\text{А}}{20 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \cdot 35\text{мм}} = 4,28\text{мм}$$

Згідно аналізу схеми принципової:

$$I_{\max} = 3\text{ А};$$

$t = 35\text{мм}$ – значення товщини провідника, мм;

$I_{\text{доп}} = 20\text{А/мм}^2$ – густина струму, що допускається, оберемо згідно способу створення плати.

.

Таблиця 2.13 – Густина струму, що допускається, згідно способу створення плати

Метод виготовлення	товщина фольги t , мкм	Допустима густина струму, $j_{\text{доп}}$, А / мм ²	Питомий опір, ρ , Ом мм ² / м
Хімічний: внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20, 35, 50 20, 35, 50	15 20	0,050
Комбінований позитивний	20 35 50	75 48 38	0,0175
Електрохімічний	--	25	0,050

Так як плата буде із сертифікатом точності 3 класу, і в цьому класі найменше значення ширини буде 0,65 мм, тоді буде ширина 0,65 мм.

Найбільша товщина провідника в мм розраховується на основі прикладеного падіння напруги:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot l}{U_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{0,05 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} \cdot 3 \text{А} \cdot 0,28 \text{м}}{9 \text{В} \cdot 35 \text{мкм}} = 1,33 \text{мм}$$

де l – провідника довжина, 0.28 м;

ρ - об'ємний опір питомий.

$U_{\text{доп}}$ – напруги падіння, що допускається, принципова схема підтверджена експериментами, а напруга живлення транзистора не перевищує 5%, а також не перевищена завадостійкість мікросхем. Отже, як плата буде із сертифікатом точності 3 класу, значить ширина провідників найменша має значення 0,25мм.

Рахуємо значення номінальне d діаметрів отворів для монтажу:

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r$$

де d_E – діаметр найбільший виходу, що є встановленим

r – різниця між діаметром отвору найменших та вихідного отвору діаметром найбільшим оберемо в діапазоні 0,1...0,4 мм. Значення відповідно до розрахунку згідно даних d співвідносимо до кількості отворів нормованої: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє відхилення граничне від діаметру номінального отвору для монтажу, значення буде 0,1 для всіх відхилень

$d_{E(1)} = 0,6$ для резисторів з потужністю малою С1-4 -0,125, діодів 1N4001, конденсаторів керамічних конденсаторів СС, електролітичних ЕСАР;

$d_{E(2)} = 1,0$, для мікросхем типів КР142ЕН12А, КР1168ЕН6Б, КР140УД608, а також для приєднання провідників

$$d_{(1)} = d_E + |\Delta d_{h,\phi}| + r = 0,6 + |\pm 0,1| + 0,2 = 0,9 \text{ мм}$$

$$d_{(2)} = d_E + |\Delta d_{h,\phi}| + r = 1,0 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,3 \text{ мм}$$

де d_E – діаметр найбільший виходу, що встановлюється

$d_{h.b.}$ – номінальний діаметр провідника

r – різниця між глибиною отвору та глибиною проникнення ERE, яка вибирається в діапазоні 0,1...0,4 мм. Розрахункові значення d розраховуються на основі нормованого числа отворів: 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5 мм.

Вимірюють діаметр контактних поверхонь. Найменший діаметр поверхонь контактних для поверхні зовнішньої BDP та DDP, що виготовляються методом фотохімічним:

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

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

де d_{max} – значення діаметру найбільший отвору що просвердлюється, мм:

Δd – значення діаметру для просвердлюваних отворів.

$$D_{1min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p \right)$$

де D_{1min} – діаметр ефективний площадки (найменший);

$h\phi$ – товщина фольги.

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

$$d_{max(2)} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

де b_m – значення відстані від межі отвору що просвердлюється, до межі поверхні контакту;

Діаметр найбільший площадки контакту:

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

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

$$D_{max(2)} = 2,8 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

δ_d і δ_p – значення допусків для розміщення отворів та поверхонь контакту;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм}, \delta_p = 0,4 \text{ мм}.$$

$$D_{1\min(1)} = 2 \left(0,06 + \frac{1,1}{2} + 0,2 + 0,4 \right) = 2,42 \text{ мм}$$

$$D_{1\min(2)} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,2 + 0,4 \right) = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\min(1)} = 2,42 + 1,5 \cdot 0,035 = 2,4 \text{ мм}$$

$$D_{\min(2)} = 2,82 + 1,5 \cdot 0,035 = 2,8 \text{ мм}$$

Таблиця 2.14 – Значення допусків для розміщення отворів та поверхонь контакту

Параметри	Клас точності ДП			
Мінімальне значення номінальної ширини провідника b , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Номінальна відстань між провідниками s , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Відношення діаметра отвору до товщини плати γ	$\geq 0,50$	$\geq 0,50$	$\geq 0,33$	$\geq 0,33$
Допуск на отвір Δd , мм, без металізації, $\varnothing \leq 1$ мм	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
Допуск на отвір Δd , мм, з металізацією, $\varnothing \leq 1$ мм	$+ 0,10$ $- 0,15$	$+ 0,10$ $- 0,15$	$+ 0,05$ $- 0,10$	$+ 0,05$ $- 0,15$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$+ 0,15$ $- 0,20$	$+ 0,15$ $- 0,20$	$+ 0,10$ $- 0,15$	$+ 0,10$ $- 0,15$
Допуск на ширину провідника Δb , мм, без покриття	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$+0,03$ $0,05$	$\pm 0,03$
Теж саме, з покриттям	$+ 0,25$ $- 0,20$	$+ 0,15$ $- 0,10$	$+ 0,10$ $- 0,08$	$\pm 0,05$
Допуск на розташування отворів δd , мм, при розмірі плати менше 180 мм	0,20	0,15	0,08	0,05
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,25	0,20	0,10	0,08
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,30	0,25	0,15	0,10
Допуск на розташування контактних площадок δp , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм	0,35	0,25	0,20	0,15
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,40	0,30	0,25	0,20
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,45	0,35	0,30	0,25
Допуск на підтравлення діелектрика БДП $\Delta d_{\text{тр}}$, мм	0,03	0,03	0,03	0,03
Допуск на розташування контактних площадок δp , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм	0,40	0,35	0,30	0,25
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,50	0,45	0,40	0,35
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,55	0,50	0,45	0,40
Допуск на розташування провідників на ОДП і ДДП, δp , мм	0,15	0,10	0,05	0,03
Теж саме, на БДП	0,20	0,12	0,07	0,05
Відстань від краю просверленого отвору до краю контактної площадки b_M	0,06	0,045	0,035	0,025

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для і зовнішніх шарів, які виготовлені хімічним методом:

Слід визначити значення провідників. Товщина виготовлених методами хімічними шарів зовнішніх провідників БДП та ДДП, буде:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5h\phi,$$

де $b_{1\min}$ - ширина провідника ефективна найменша, мм.

$b_{1\min} = 4,28$ мм для плат із сертифікатом, що становить 1-, 2-, 3- го клас точності.

$$b_{\min} = 4,28 + 1.5 \cdot 0,035 + 0,03 = 4,36 \text{ мм}$$

Між елементами розрахуємо відстань найменшу.

Відстань найменша між провідником і площадкою для контакту:

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

$$S_{1\min(1)} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,42}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,1}{2} + 0,25 \right) \right] = 0,09 \text{ мм}$$

$$S_{1\min(2)} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,25 \right) \right] = -0,31 \text{ мм}$$

де δ - значення допусків для розміщення провідників; L_0 – значення відстані між відповідними елементами

Відстань найменша між провідниками двома:

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

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (1,1 + 2 \cdot 0,15) = 1,1 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (1,5 + 2 \cdot 0,15) = 0,7 \text{ мм}$$

Відстань найменша між двома площадками для контакту:

$$S_{2\min} = L_0 - d_{\max} + 2\delta$$

$$S_{2\min 1} = 2,5 - (1,1 + 2 \cdot 0,4) = 0,6 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2,5 - (1,5 + 2 \cdot 0,4) = 0,2 \text{ мм}$$

Розрахункове обговорення: на основі розрахунків товщина провідника друкованого становить 4,36 мм.

Короткотривалий контакт між провідником та контактною площадкою, а отже, і короткотривалий контакт між провідником та контактною площадкою, збільшує коефіцієнт тертя.

З вищесказаного можна стверджувати, що всі контактні площадки матимуть різну товщину, і провідники ставатимуть товщими зі звуженням.

1. Товщина площадки, що контактує з провідником, становить 0,09 мм.

З обраним нами третім класом точності припустимо, що відстань між місцем для контактів та провідником становить у межах від 0,5 до 0,6. У цьому разі відстань між місцем для контактів та провідником становить 0,6.

2. Між місцями для контактів відстань буде 0,2 мм.

3. Відповідно до обраного класу точності 3, припустимо, що відстань між двома місцями для контактів становить у межах від 0,5 до 0,6. У цьому випадку значеннями відстані між місцями для контактів становить 0,6.

4. Між двома провідниками найменша відстань буде мати 0,3 мм.

З огляду на третій обраний нами клас точності, припустимо, що різниця між двома провідниками знаходиться в діапазоні 0,5–0,6. У цьому разі між провідниками відстань становить 0,6.

3 НАУКОВО- ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

3.1 Математичне моделювання динаміки перетворювача напруги

Еквівалентна схема перетворювача напруги показана на рис. 1, з такими припущеннями: напівпровідникові прилади представлені моделями ідеальними, а дроселі та конденсатори – елементами з параметрами згрупованими.

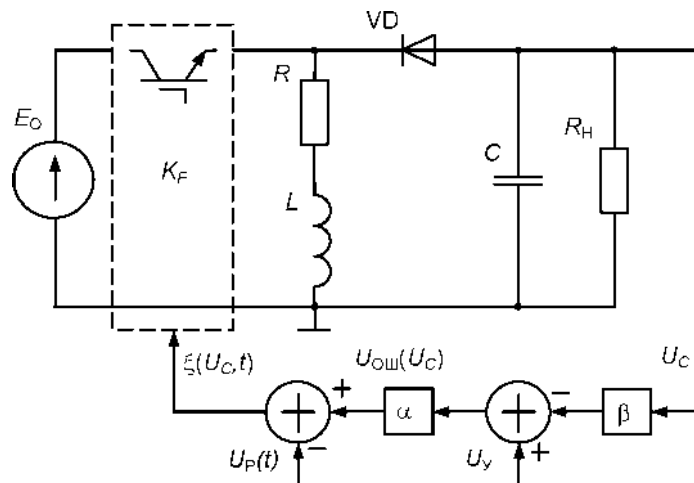


Рисунок 3.1 - Підключення регулятора напруги

Схема організована наступним чином: E_0 - напруга живлення; R - опір, що відображає індуктивність та втрати регулятора; VD - діод; L та C - змінна ємність та потужність фільтра; R - опір навантаження; p - потенціал U_C вихідної напруги; R_H - регулятор напруги (користувач); β - коефіцієнт підсилення вагової ланки. Вихідна потужність імпульсно-хвильового модулятора (ШІМ) $U_p(t)$ розраховується згідно із законом уніполярного нелінійного перетворення (УНП):

$$U_p(t) = U_{оп} \left[\frac{t}{a} - E_1 \left(\frac{t}{a} \right) \right] \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$U_{оп}$ – вихідна напруга опорна, E_1 – функція цілочисельна; a – кількісний період ШІМ. Функція зв'язку зворотного $\xi(U_C, t)$ записується як перетворений сигнал похибки та перетворена напруга:

$$\xi(U_C, t) \Big|_{(k-1)a \leq t \leq a_{max}ka} = \alpha \cdot (U_Y - \beta \cdot U_C) - U_{оп} \left[\frac{t}{a} - E_1 \left(\frac{t}{a} \right) \right]$$

Функція перемикання керування ключовими елементами K_F

формується залежно від диференціальної функції зворотного зв'язку $\xi(U_c, t)$ за таким законом:

$$K_F(\xi) = \frac{1}{2} [1 + \text{sign}(\xi)].$$

Математичну модель можна записати як систему звичайних рівнянь диференціальних із матрицями змінними A та b , де $i = 1 \dots 3$:

$$\frac{dX}{dt} = A_i [K_F(\xi)] X + b_i [K_F(\xi)].$$

Матриці залежать від значення функції перемикавання $K_F [\xi(X, t)]$ та вектора невідомих X , який у цій моделі представлений парою змінних стану (I_L, U_c) - струмом, що протікає в індуктивності фільтра, та вихідною напругою.

Ключ транзисторний широтно-імпульсного модулятора може розімкнутися лише на початку інтервалу тактового, якщо лише функція $\xi(X, t) = \xi(X) = U(X) - u_P(t) > 0$ є додатною (рис. 2, а, б).

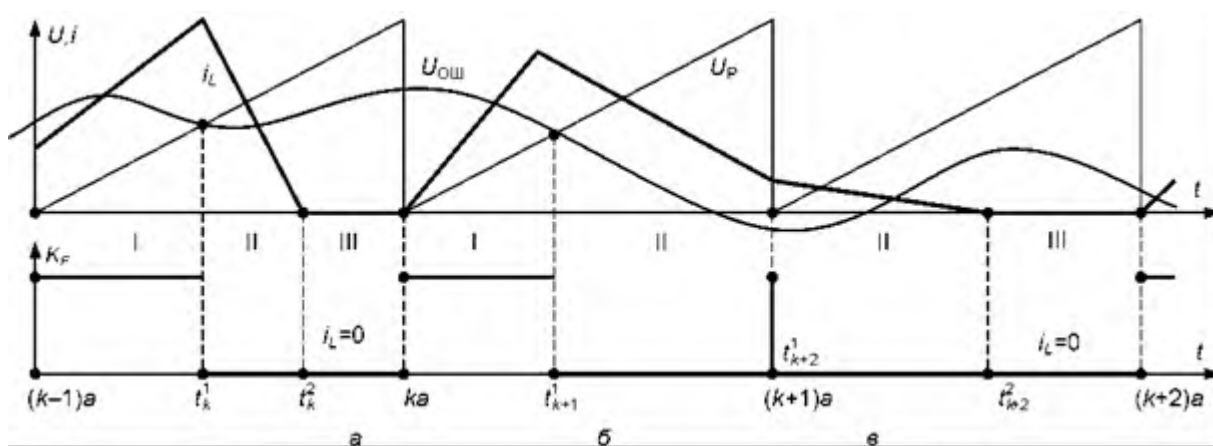


Рисунок 3.2 - Формування комутаційної функції на інтервалах неперервності

На даній ділянці $[(k-1)a, t_k^1]$ комутаційна функція приймає значення $K_F(X, t) = 1$, і модель перетворювача розпадається на дві незалежні схеми через блокований VD-діод.

Матриці вихідної системи на інтервалі $[(k-1)a, t_k^1]$ мають такий вигляд:

$$A_1 = \begin{bmatrix} \frac{R}{L} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{CR_H} \end{bmatrix}, \quad b_1 = \begin{bmatrix} \frac{E_0}{L} \\ 0 \end{bmatrix}$$

У цьому випадку неперервний стан задачі $X[(k-1)a] = X_{k-1}$ матричне рівняння виду можна записати так:

$$X(t) = e^{A_1[t-(k-1)a]}(X_{k-1} + A_1^{-1}b_1) - A_1^{-1}b_1.$$

З цього моменту позначення $e^{A_1 t}$ слід інтерпретувати (більш точно, менш точно); методи його побудови добре відомі.

Залежно від неперервності вектора $X(t)$, перетворення можна визначити як $z_k^{-1} a(k-1)a, t_k^{-1}$, тобто розподіл ймовірностей $[U(k-1)a, t_k^{-1}]$.

$$X_{t_k^{-1}} = X(t_k^{-1}) = e^{A_1[t_k^{-1}-(k-1)a]}(X_{k-1} + A_1^{-1}b_1) - A_1^{-1}b_1.$$

що дозволяє нам визначити першу точку переходу t_k^{-1} — коли транзисторний ключ VT розмикається. Цей час відбувається у двох випадках:

- функція відгуку $\xi(X,t)$ змінює свій знак з плюса на мінус (іншими словами, сигнал помилки $U(X)$, отриманий за допомогою відгуку, вимірюється величиною помилки, $U_p(t)$, напруги розгортки);

- під час роботи z_k^{-1} зростає до максимально можливого значення $u_{\max}$ (максимальне значення $u_{\max}$ під час роботи зменшується до 0,7–0,9 для запобігання коротким замиканням між живленням). Час перемикавання t_{k1} та час обробки z_k закономірно пов'язані: $z_k^{-1}a = [t_k^{-1} - (k-1)a]$.

Значення вектора змінної стану в першому просторі перетворення (4) також можна виразити через закон:

$$X_{t_k^{-1}} = e^{A_1 z_k^{-1} a}(X_{k-1} + A_1^{-1}b_1) - A_1^{-1}b_1.$$

Отже, ключовий елемент гарантовано одночасно вимикає вхідне коло, як показано на рисунку 3, б. Оскільки $\xi(X,t) < 0$ не є допустимим, ключовим є спостереження, що $KF(\xi) = 0$ не є допустимим. У цьому випадку початковий час переходу становить $t_k = (k-1)a$, а початковий час процесу - $z_k = 0$.

3.2 Знаходження часу комутації

Знайдемо моменти комутації. t_k^1 та t_k^2 , якщо є два факти: під час першого переходу функція перемикавання $\xi(X, t)$ зникає, а під час другого переходу I_L , струм в індуктивності фільтра, стає нульовим. Рівняння для запису функції комутації та обчислювальної функції можна сформулювати так:

$$\begin{cases} \alpha \cdot [U_y - \beta \cdot X_2(t)] - U_{оп} \left[\frac{t}{a} - E_1 \left(\frac{t}{a} \right) \right] = 0, \\ X_1(t) = 0. \end{cases}$$

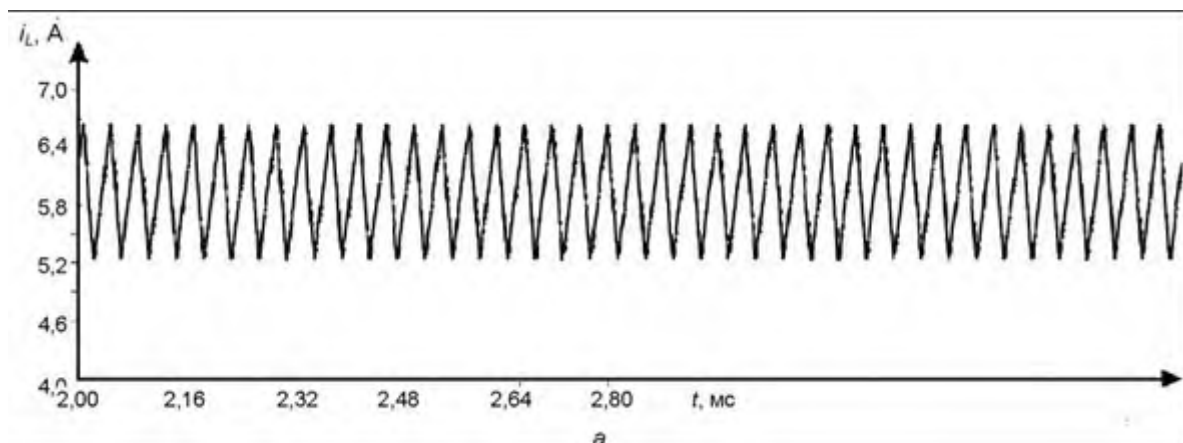
З рівнянь $\xi(X, t) = 0$ та $X_1(t) = 0$, отримавши час зміни в моменти t_k^1 , t_k^2 , ми можемо використовувати формулу для аналітичного визначення часу зміни в попередній задачі. З вищесказаного, положення площі поперечного перерізу та положення вузлових точок можна обчислити.

Алгоритм, описаний рівнянням, дозволяє обчислити розподіли глобально скоригованого вектора X та отримати розподіл вектора $X = \{t_k^1, t_k^2\}$, $k = 1, 2, \dots$ на будь-яку довжину.

3.3 Проведення обчислювальних експериментів

Для експериментів було обрано такі параметри моделі: $E_0 = 220$ В; $R = 1$ Ом; $L = 0,002$ Гн; $C = 0,001$ Ф; $K_H = 160$ Ом; $u_{оп} = 5$ В; $u_y = 10$ В; $a = 0,000025$ с; $p = 0,025$; $a = 10$; $y_{max} = 0,71$.

На рис. 3 показано результати моделювання вимірювань індуктивності за різних умов сталого стану.



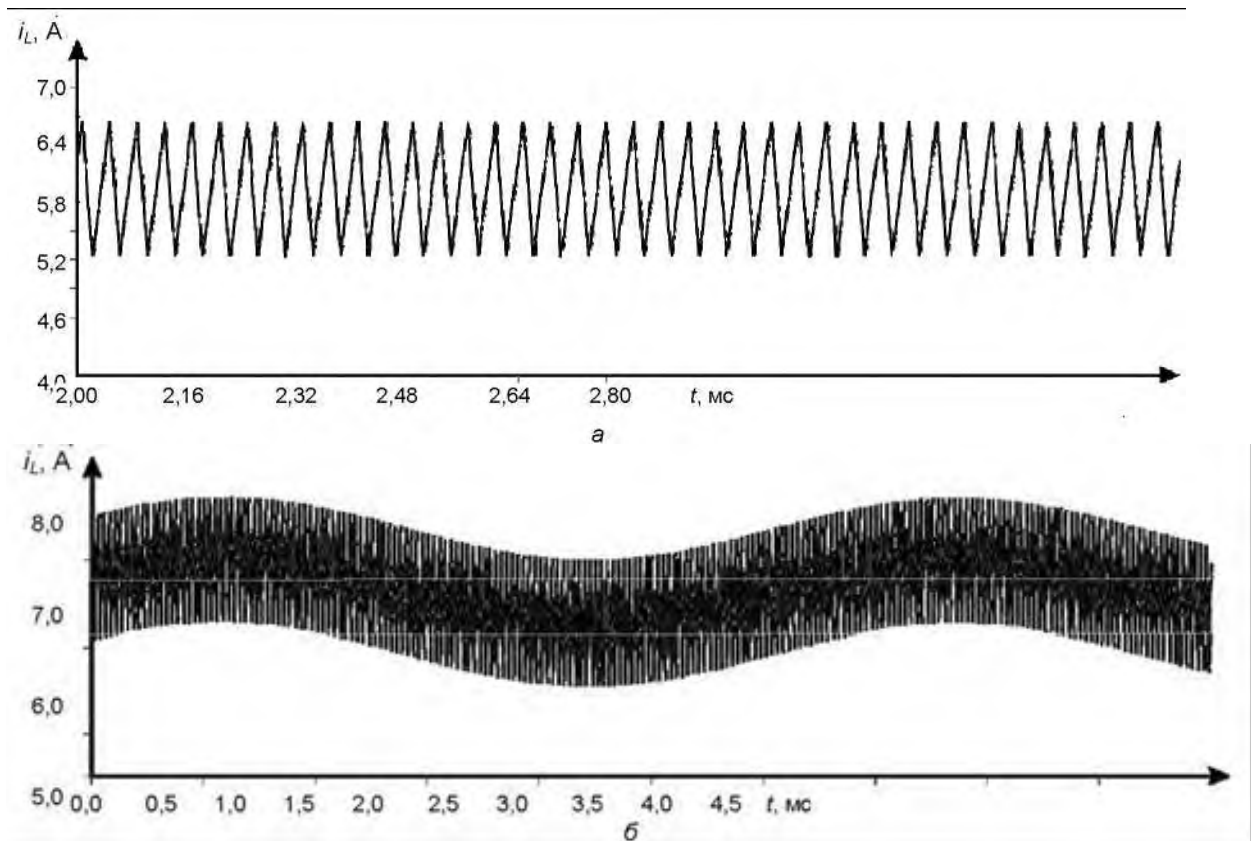


Рисунок 3.3 - Миттєві значення струму індуктивності

Загальна картина еволюції динамічних режимів як функції коефіцієнта підсилення пропорційного регулятора представлена на рисунку 4 у вигляді однопараметричної біфуркаційної діаграми.

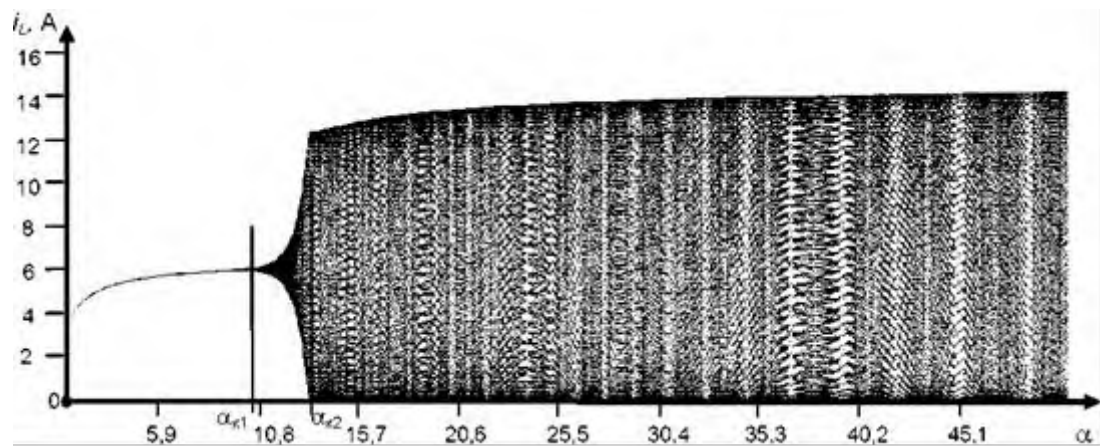


Рисунок 3.4 - Однопараметрична біфуркаційна діаграма

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок надійності проектного виробу

Надійністю називають здатність елементів, пристроїв чи систем певні функції виконувати. Безвідмовність у роботі визначає надійність та здатність до ремонту.

Так як відновлення і відмови настільки випадкові, що немає можливість точно передбачити, де і коли вони відбудуться, надійність базується на показниках ймовірності.

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – це щільність режимів відмов пристрою, визначена режимом відмови за заданий період.

Імовірність роботи безвідмовної системи $p_e(t)$ чи елементу $p(t)$ є імовірністю того, що протягом певного робочого періоду t не відбудеться жодної відмови.

Зв'язок між ймовірністю події без відмови та частотою відмов можна визначити так:

$$p(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t) dt \right]$$

Надійність раптових переривань активності ($\lambda_0 = \text{const}$) розраховується для нормальних періодів активності, коли початковий період активності (вхід у режими) вже завершено, а період відмови при зносі, настає лише в кінці циклу. Для простих приладів з високою щільністю інтенсивність відмов системи можна вважати постійною навіть у діапазоні зносу.

Це дослідження базується на принципі, що повинні бути розроблені надійні представлення системи для полегшення порівняння елементів з відомими деталями та вузлами на етапі проектування. Це вимагає уточнення вищезазначених тверджень, щоб надійно позначити матеріал $\omega(T)$, $q(t)$, $p(t)$, T_0 , $T_{\text{ср}}$, щоб зауважити значення постійне для інтенсивності відмов.

Формула для функції імовірності без відмови має такий вигляд

$$p(t) = \exp \left[- \int_0^t \lambda(t) dt \right] = \exp(-\lambda_0 t)$$

Цей зв'язок відомий як закон експоненціальний. Аргумент полягає в тому, що ми інтерпретуємо t не як час календарний, а як його достовірний час.

Якщо припустити що $\lambda_0 = \text{const}$ значення імовірності роботи безвідмовної для t від того залежати не буде, як обрана точка відліку до цього часу.

Напрацювання середнє до значення відмови знаходимо так

$$T_{CP} = \int_0^{\infty} p(t) dt = \int_0^{\infty} \exp(-\lambda_0 t) dt = \frac{1}{\lambda_0}$$

Зібравши елементи з рівною надійністю будемо мати:

$$p_c(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j\right)$$

де λ_{0j} – інтенсивність відмов групи j -ої;

m – кількість груп елементів з різною надійністю;

N_j – значення кількості елементів групи j -ої.

Загальне значення інтенсивності відмов буде для даного пристрою:

$$\lambda_C = \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j$$

Наведені вище формули використовуються для оцінки надійності на етапі проектування. Значення коефіцієнту λ (коефіцієнта надійності) властивостей пристрою згідно довідника будемо визначати.

Під час розрахунку точному та надійності враховуються значення температури, робочого процесу і режиму електричного за допомогою наступної формули:

$$p_c(t) = \exp\left(-k_{\lambda} \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j\right)$$

$$\lambda_C = k_{\lambda} \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j$$

$$\lambda_j = \lambda_{0j} \alpha_j$$

$$k_{\lambda} = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3}$$

λ_j – для відмов значення інтенсивності j -ї групи елементів з рівною надійністю;

λ_{0j} – для відмов значення інтенсивності j -ї групи елементів з рівною надійністю при режимі номінальному;

α_j – коефіцієнт поправки значення інтенсивності j -ї групи елементів, який відображає зовнішній вплив і навантаження електричне.

Коефіцієнт поправки k_λ враховує робочі умови:

$k_{\lambda 1}$ – вплив механічних процесів (удари, вібрації);

$k_{\lambda 2}$ – вплив факторів кліматичних (вологість, температура);

$k_{\lambda 3}$ – робочі умови при низькому тиску.

Значення α залежно від температури та навантаження k_H , а отримані значення властивостей пристрою виводяться з таблиць, на які посилання наведені. У цьому випадку коефіцієнт навантаження визначається як відношення навантаження заданого параметра (тепло, струм, напруга), що діє на обладнання, до його номінального навантаження, яке визначається документацією нормативно-технічною.

Навантаження силові будуть такими:

$$K_P = \frac{P_P}{P_H}$$

де P_H – для потужності розсіювання значення номінальне;

P_P – для потужності розсіювання значення робоче.

По напрузі коефіцієнт навантаження буде:

$$K = \frac{U_P}{U_H}$$

де U_P – для напруги значення робоче;

U_H – для напруги значення номінальне.

Під час проектування приймається значення коефіцієнту 0,4...0,8. Реакції на навантаження та температуру можна експериментально визначити (під час випробування прототипу) або експериментально. Коефіцієнти поправочні для інструментів оцінки також з літератури були взяті.

Для визначення надійності радіообладнання такі дані потрібно:

- кількість окремих елементів;
- перелік матеріалів;

- інформація про довговічність приладу;
- умови роботи.

4.2 Результати розрахунку надійності

Роботу по розрахунку надійності виконуємо наступним чином:

1. Створити таблицю з даних вхідних для того, щоб розрахувати, вказати характеристики матеріалів конструктивні (конденсатори - електроліт чи кераміка, транзистори - кремній чи германій, тощо), вказати кількість компонентів, вказати їх групи, визначивши таким чином коефіцієнт α_i з таблиці. Для кожної групи компонентів обчислити значення інтенсивності відмов λ_0 .

2. За таблицями, для оцінки часу роботи, обчислити коефіцієнти поправки на час роботи радіообладнання, що прєктується та обчислити загальний коефіцієнт K_λ . Якщо умови робочі подібні до тих що в лабораторій, K_λ буде 1.

3. Обчислити середній час до відмови.

5. Обчислити номінальний коефіцієнт корисної дії радіообладнання для часу заданого t_P . Рекомендується вибирати кількість значень t_P від 1 до 10.

6. На основі числових результатів створити графік залежності імовірності роботи без відмов для радіопристрою в момент часу t_P .

Результати вимірювання надійності значно знизилися, коли було ввімкнено NAD_Release. Для виконання розрахунку програма забезпечує вимоги такі:

Розрахунок імовірності роботи без відмов та середнього напрацювання до відмови радіоелектронної апаратури із врахуванням умов експлуатації.

1. Можливість друку та збереження розрахункових схем у файлі, а також можливість використання схем з програмами іншого типу – для прикладу, MathCAD чи інші.

2. Відображення числових результатів у вигляді графіка, що зображує умови роботи пристрою без відмов залежно від часу роботи.

3. Можливість використання комп'ютерної бази даних для різних інструментів оцінки відмов та їх інтенсивності, а також оцінювання результатів.

4. Редагування бази даних із взяттям до уваги кількох характеристик пристрою.
5. Можливість оновлення бази даних найновішими типами матеріалів;
6. Можливість співвідносити показники відмов радіоелементів з іншими даними вимірювання під час роботи;
7. Зручність програми для виконання завдань.

Вікно програми ми бачимо на рисунку 4.1

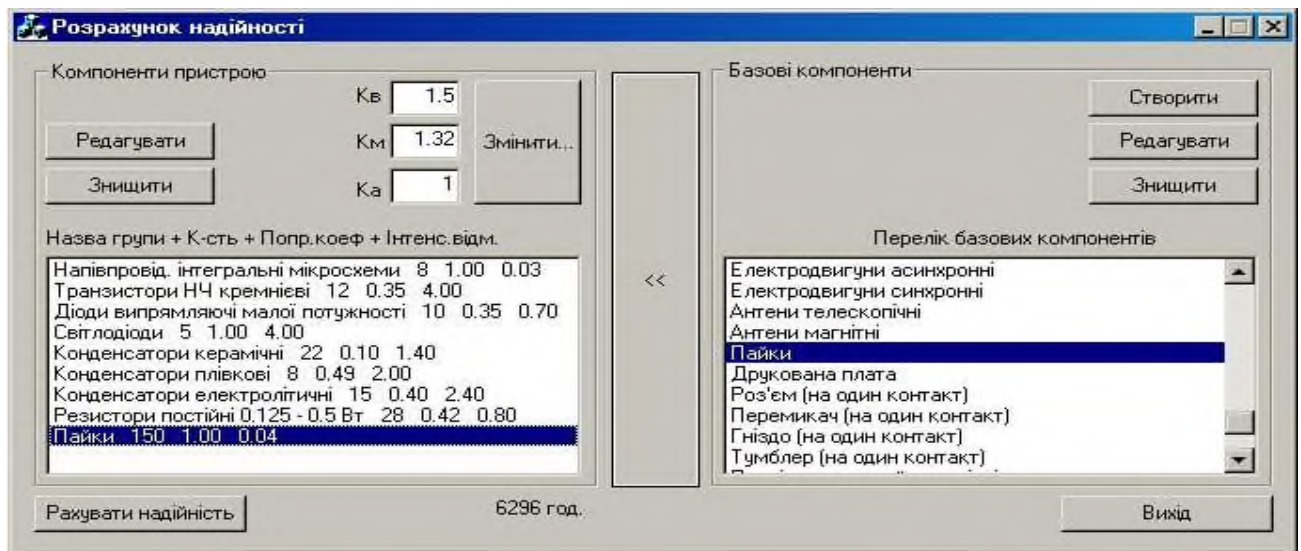


Рисунок 4.1 - Основне вікно розрахунку програми, що визначає надійність

Файл виведе наступне:

- таблицю вхідних даних (список пристроїв – назва групи пристроїв, кількість пристроїв у пристрої, кількість подій, кількість подій, кількість пристроїв, кількість пристроїв, кількість пристроїв та кількість пристроїв у пристрої);
- середню кількість робочих годин безвідмовних;
- значення $k_{\lambda 1}$, $k_{\lambda 2}$, $k_{\lambda 3}$;
- загальний вихід відмов пристрою;
- дані для того, щоб створити графік залежності тривалості завдання від часу, витраченого на виконання завдання.

Напрацювання без відмови середнє: 59488.4 год.

Інтенсивність відмов: 1.681e-005 1/год.

Таблиця 4.1 – Значення розрахунку ймовірностей роботи без відмов $P(t)$:

t = 10 год.	P(t) = 0.999832
t = 100 год.	P(t) = 0.998320
t = 1000 год.	P(t) = 0.983331
t = 10000 год.	P(t) = 0.845269
t = 100000 год.	P(t) = 0.186188

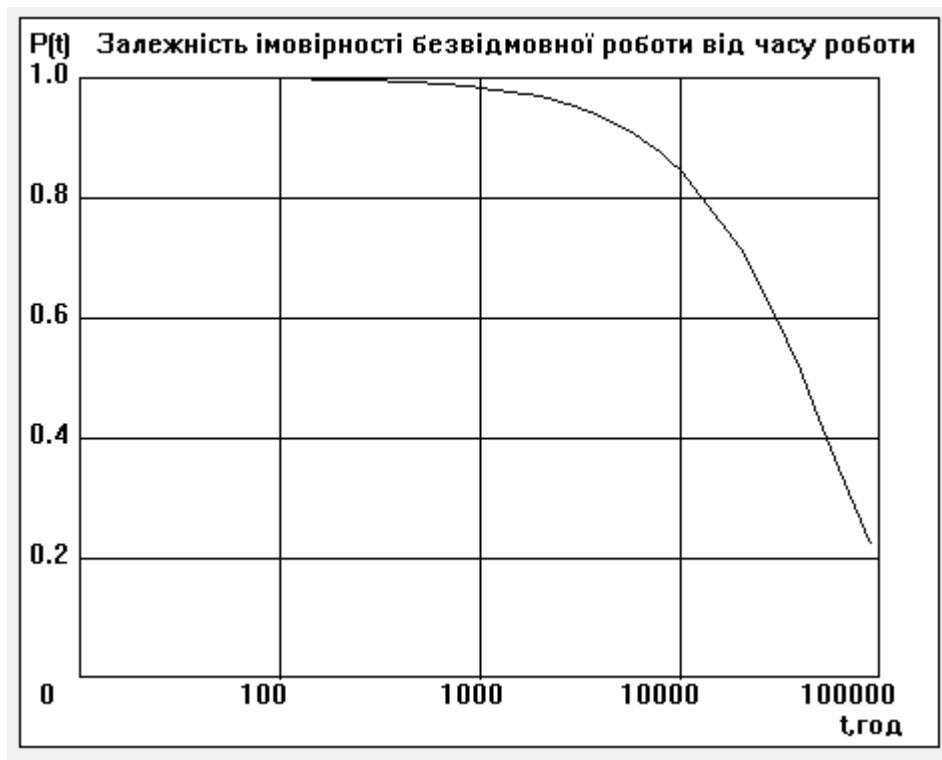


Рисунок 4.2 - Залежність графічна $P = f(t)$

Напрацювання без відмови середнє для даного пристрою буде становити 59288 год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності

Технічні заходи – технічні засоби, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці, та пов'язані з впровадженням нового обладнання, пристроїв і приладів безпеки і безпечною експлуатацією засобів виробництва.

Нормативно-методичні заходи:

- розробка посібників і рекомендацій;
- розробка нормативно-правової бази з охорони праці на підприємстві;
- забезпечення необхідною нормативно-правовою документацією функціональних служб, окремих структурних підрозділів та робочих місць;
- забезпечення програм і розробка методик навчання з питань охорони праці;
- розробка розділів охорони праці в посадових інструкціях, інструкціях за професіями;
- перегляд НПАОП підприємства.

Організаційні заходи:

- контроль за технічним станом обладнання, інструментів, будівель і споруд;
- контроль за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці;
- нагляд за обладнанням підвищеної небезпеки;
- організація навчання, перевірка знань з питань охорони праці і інструктажів робітників підприємства;
- контроль за виконанням технологічного процесу відповідно до вимог охорони праці;
- організація належних умов до проїздів і проходів відповідно до вимог охорони праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;

- забезпечення відповідними знаками безпеки, плакатами.

Санітарно-гігієнічні заходи:

- контроль за впливом виробничих факторів на здоров'я працівників;
- забезпечення санітарно-побутових умов згідно з діючими нормами;
- атестація робочих місць відповідно до їх нормативним актам з охорони праці;
- планування заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці;
- паспортизація санітарно-технічного стану умов праці.

Соціально-економічні заходи:

- надання пільг і компенсацій працівникам, які працюють зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- створення умов для економічної зацікавленості роботодавця і працівника у поліпшенні умов і підвищенні безпеки праці;
- соціальне страхування працівників роботодавцем;
- фінансування заходів з охорони праці;
- відшкодування роботодавцем працівнику збитків у разі каліцтва.

Лікувально-профілактичні заходи:

- надання медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві;
- контроль за здоров'ям працюючих протягом їхньої трудової діяльності;
- лікувально-профілактичне харчування працівників, які працюють на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- проведення медичних оглядів працівників (попередніх та періодичних);
- дотримання охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів;
- відшкодування потерпілому працівнику витрат на лікування, протезування, придбання транспортних засобів та інші види медичної допомоги.

Охорона праці керується великою кількістю нормативно-правових актів.

Нормативно-правові акти про охорону праці – це правила, стандарти, норми, регламенти, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

Опрацювання та перегляд, прийняття нових і скасування чинних нормативно-правових актів з охорони праці проводяться спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці за участю професійних спілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодженням з органами державного нагляду за охороною праці.

Нормативно-правові акти про охорону праці переглядаються в міру впровадження досягнень науки і техніки, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, але не рідше одного разу на десять років.

Стандарти, технічні умови та інші нормативно-технічні документи на засоби праці і технологічні процеси повинні включати вимоги щодо охорони праці і погоджуватися з органами державного нагляду за охороною праці.

Нормативно-правові акти про охорону праці є обов'язковими для виконання у виробничих майстернях, лабораторіях, цехах, на ділянках та в інших місцях трудового і професійного навчання молоді, обладнаних у школах, міжшкільних комбінатах, училищах, вищих і середніх спеціальних навчальних закладах, будинках самодіяльної технічної творчості тощо.

Система стандартів безпеки праці (ССБП) – це комплекс взаємопов'язаних стандартів, спрямованих на забезпечення безпеки праці, що поширюється на виробниче обладнання, виробничі процеси і засоби захисту працюючих.

Завданням ССБП є установлення загальних вимог до виробничих процесів та обладнання, загальних вимог і норм до окремих видів безпечних і шкідливих виробничих факторів, вимог до засобів захисту працюючих, методів оцінки безпеки праці.

Мета програми – це комплексне розв'язання проблем у сфері охорони праці, формування сучасного безпечного та здорового виробничого середовища, мінімізація ризиків виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві, що сприятиме сталому економічному

розвитку та соціальній спрямованості, збереженню і розвитку трудового потенціалу України.

Можливі два варіанти розв'язання проблеми.

Перший варіант передбачає розв'язання проблем у сфері охорони праці виключно на регіональному та галузевому рівні. При цьому їх розв'язання ускладнюється у зв'язку з різноманітністю та складністю питань і шляхів їх вирішення. Зазначений варіант не дасть змоги розв'язати проблеми комплексно.

Другий, оптимальний варіант для комплексного розв'язання проблем у сфері охорони праці передбачає розроблення Загальнодержавної цільової програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та виконання її завдань і заходів із застосуванням прозорого механізму їх фінансування.

Виконання програми дасть змогу сформувати сучасне безпечне та здорове виробниче середовище, мінімізувати ризики виробничого травматизму, професійних захворювань та аварій на виробництві, знизити коефіцієнт частоти виробничого травматизму і коефіцієнт частоти виробничого травматизму із смертельним наслідком.

5.3 Класи виробничих та складських приміщень по вибуховій та пожежній небезпеці

Порядок визначення категорій приміщень і будинків (або частин будинків у межах протипожежних відсіків) виробничого, складського призначення, а також зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою залежно від кількості та властивостей речовин і матеріалів, що в них знаходяться, регламентує Державний стандарт України Б В.1.1-36:2016.

Цей стандарт застосовують на стадії проєктування, експлуатації, реконструкції, технічного переоснащення та зміни технологічного процесу у приміщеннях, будинках та зовнішніх установках незалежно від форм власності та відомчої належності, а також під час розроблення відомчих норм технологічного проєктування та переліків приміщень з визначенням категорій за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Визначення пожежовибухонебезпечних властивостей речовин і матеріалів провадиться на підставі результатів випробувань або розрахунків за стандартними методиками з урахуванням параметрів стану (тиску, температури тощо).

Вид об'єкта є одним із критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність проведення планових заходів державного нагляду (контролю).

Ємності з речовинами, що викликають хімічні опіки, потрібно переносити удвох у спеціальних кошиках або на візках. Тверді луги слід брати тільки лабораторними щипцями або руками у гумових перчатках; при дробленні великих шматків використовувати щільну матерію (бельтинг). Роботу слід виконувати із застосуванням індивідуальних засобів захисту.

Розлив і розфасовку їдких рідин необхідно робити за допомогою гумових груш, шприца або спеціальних сифонів. Концентровані кислоти та луги, а також сильнодіючі речовини (реактиви), що димлять зберігати і переливати можна тільки під тягою у витяжній шафі. Особливої обережності необхідно дотримуватися при розведенні сірчаної кислоти. Щоб уникнути розбризкування кислоти слід лити кислоту у воду, а не навпаки.

Горючі та легкозаймисті рідини повинні знаходитись у товстостінних скляних банках або ємностях з притертими пробками, що нагвинчуються. Такі ємності необхідно зберігати у металевих ящиках (шафах), які викладені всередині азбестом, а на дні мають насипаний шар піску.

При роботі з цими речовинами необхідно користуватися витяжною шафою механічної вентиляції, забороняється застосовувати будь-які джерела відкритого вогню. Відпрацьовані горючі рідини і продукти реакції збирають у спеціально призначену для них тару. За вибухопожежною небезпекою приміщення й будівлі поділяють на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д. Методика визначення категорій приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою регламентуються НАПБ Б.03.002-2007 Визначення категорій приміщень необхідно здійснювати шляхом послідовної перевірки належності приміщення до категорій, від найвищої (А) до найнижчої. Характеристика

категорій приміщень і будівель за вибухопожежною та пожежною небезпекою (Категорія приміщень та Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) у приміщенні)

А – Вибухопожежонебезпечна. Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою не більше 280 С у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Б – Вибухопожежонебезпечна. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа. Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 280 С, горючі рідини в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні суміші або пароповітряні, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться (використовуються) у приміщенні.

В – Пожежонебезпечна. Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали (в тому числі пил та волокна), речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (використовуються), не належать до категорій А та Б.

Г - Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Д - Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Допускається відносити до категорії Д приміщення, в яких знаходяться ГР в системах машин, охолодження та гідроприводу устаткування, в яких не більше 60 кг в одиниці устаткування при тиску не більше 0,2 мПа, кабелі електропроводки до устаткування, окремі предмети меблі на місцях.

Клас зони визначають технологи спільно з електриками проектної або експлуатаційної організації, виходячи з характеристики навколишнього середовища.

5.4 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок

Пожежна безпека організацій та підприємств, у яких використовуються електроустановки, забезпечується шляхом здійснення організаційно-технічних та інших заходів з попередження виникнення пожеж, зменшення можливих матеріальних збитків, забезпечення безпеки людей, зниження негативних екологічних наслідків, створення умов для успішного гасіння пожеж та швидкого виклику пожежних підрозділів, а також евакуації з території виникнення та ймовірного розповсюдження пожежі людей, матеріальних цінностей і документів.

При виникненні пожежі можна виділити два методи, які застосовуються для гасіння електроустановок:

- гасіння електроустановок відключених від напруги мережі;
- гасіння електроустановок, які знаходяться під напругою.

Для забезпечення безпеки пожежників та персоналу, який бере участь у гасінні пожежі електроустановок під напругою, застосовуються ізолюючі індивідуальні електрозахисні засоби (діелектричні килими, калоші, боти, рукавиці). Кількість індивідуальних ізолюючих захисних засобів та заземлень і місця їх зберігання затверджуються керівниками енергетичних об'єктів враховуючи подачу вогнегасних засобів на електроустановки, які перебувають під напругою. Випробування електрозахисного обладнання виконується енергетичним об'єктом в установленому порядку.

У разі виникнення пожежі на електроустановці особа, яка першою виявила факт загорання, повинна негайно повідомити відповідальних за пожежну безпеку осіб та керівника для уникнення подальшого загорання.

Гасіння електрообладнання під напругою із застосуванням ручних стволів повинне виконуватися за умови:

- застосування ефективних прийомів і способів подачі в зону горіння вогнегасних речовин;
- дотримання електробезпечних відстаней від електрообладнання, яке знаходиться під напругою, до пожежників, які використовують ручні пожежні стволи;
- забезпечення надійного заземлення пожежних автомобілів і стволів; – використання індивідуальних ізолюючих електрозахисних засобів під час гасіння пожежі електроустановок без зняття напруги.

В якості вогнегасних речовин під час гасіння електроустановок, які знаходяться під напругою, доцільно застосовувати: розпилені порошкові суміші й інертні гази, струмені води, комбіновану суміш, яка являє собою розпилену воду з порошком. Застосування усіх видів піни під час гасіння електроустановок під напругою за участю людей ручними засобами забороняється, через те що піна й розчин піноутворювача мають підвищену електропровідність в порівнянні з розпиленою водою.

При гасінні пожежі на електроустановках під напругою потрібно застосовувати прийоми та засоби подачі в зону горіння вогнегасних речовин, що забезпечують ефективне гасіння пожежі і безпечну роботу пожежників.

При гасінні пожежі на електроустановках, які перебувають під напругою до 220 кВ включно, тривалість перебування пожежників на робочих позиціях не лімітується. Заземлення ручних пожежних насосів і стволів пожежних автомобілів при гасінні пожеж на електроустановках, які знаходяться під напругою, повинно виконуватись за допомогою гнучких мідних провідників з поперечним перерізом не менше 12 мм², оснащених спеціальними струбцинами для під'єднання до заземлених конструкцій: шурфів, обсадних труб артезіанських свердловин, металевих опор повітряних ліній електропередач, гідрантів водогінних мереж.

Під час виникнення пожежі в приміщенні де буде експлуатуватись система, яка розроблена в кваліфікаційній роботі, необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки при гасінні електроустановок, які висвітлені в цьому розділі.

ВИСНОВКИ

У цій роботі ми оцінили якість та ефективність процесу, перевірили його доцільність, також було розглянуто перспективність розвитку даної галузі;

- здійснено обґрунтування необхідності пристрою проєктованого;
- розраховано основні технічні параметри даного пристрою;
- написано вимоги технічні до блоку живлення;
- розраховано конструкцію пристрою, обрано складові елементи конструкції;
- проведено математичне моделювання динаміки перетворювача напруги;
- графічно зображено схеми, креслення і результати досліджень.

Ми розробили його з урахуванням потреб сучасної епохи, пропонуючи креативне та інноваційне, економічне, естетичне, ергономічне та практичне рішення.

Переваги пристрою включають простоту використання, надійність та відносну дешевизну виробу.

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити його вагу та масу, тим самим посиливши надійність.

Технологічний процес виготовлення розробленого виробу є відносно простим та не надто трудомістким, більшість процесів автоматизовані та механізовані. Це значно знижує витрати праці, підвищує ефективність експлуатації та позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з можливим переходом підприємства на його серійний випуск.

Поширеність обраних матеріалів та широкий спектр практичного застосування значною мірою сприяють розвитку розробленого пристрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Паламар М.І. Методичні вказівки до лабораторних і практичних робіт з дисциплін «Проектування інформаційно-вимірювальних систем», «Мікропроцесори і ЕОМ», «Проектування приладів і систем на основі мікроконтролерів» Проектування пристроїв і вузлів інформаційно-вимірювальних систем та створення програмного забезпечення на базі навчально-налагоджувального стенда / укл. : М.І. Паламар, А.В. Чайковський, М.О. Стрембіцький, Ю.В. Пастернак та інш. – Тернопіль: ТНТУ, 2014. – 76 с.

2. Навчання рекурентної НМ для прямого інверсного керування динамічним об'єктом / Паламар М.І., Стрембіцький М.О.// Матеріали IV Всеукраїнської конференції "GE0-UA" (26-30 травня 2014 р.). — Київ.: Наукова думка, 2014.-с.171-174.

3. Паламар М.І. Комп'ютерні технології штучного інтелекту для прецизійного управління у мехатронних ситемах : навчальний посібник / Паламар М.І., Стрембіцький М.О. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 128 с.

4. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТНТУ, 2014р. 23с.

5. Selection of the efficient video data processing strategy based on the analysis of statistical digital images characteristics / Mykhailo Palamar, Myroslava Yavorska, Mykhailo Strembitskyi, Volodymyr Strembitskyi // Scientific Journal of

6. Батюк В. В. Адаптивна системи керування для мехатронних систем / В. В. Батюк, М. О. Стрембіцький // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 1. — С. 39.

7. TNTU. — Tern. : TNTU, 2018. — Vol 91. — No 3. — P. 107–114. — (Instrument-making and information-measuring systems).

8. Обробка зображень в динамічних системах / Михайло Паламар, Михайло Стрембіцький, Володимир Стрембіцький // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми

сучасних технологій“ до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. — Т. : ТНТУ, 2018. — С. 271. — (Електротехніка та енергозбереження).

9. Стрембіцький М.О. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. / М. О. Стрембіцький, М. І. Паламар, А. М. Паламар. — Тернопіль: вид-во Джура, 2018. — 150 с.

10. Струтинський В.Б. Математичне моделювання процесів та систем механіки: Підручник. - Житомир: ЖІТІ, 2011. - 612 с.

11. Автоматизація виробничих процесів : навч. посіб. / Проць Я. І., Савків В. Б., Шкодзінський О. К., Ляшук О. Л. Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. 344с.

12. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І. П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. — Суми: Університетська книга, 2009. — 540 с.

13. Стиценко Т. Є., Пронюк Г. В., Сердюк Н. М., Хондак І. І. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т. Є Стиценко, Г. В. Пронюк, Н. М. Сердюк, І. І. Хондак. — Харків: ХНУРЕ, 2018. — 336 с.

ДОДАТКИ