

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Лешко М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Марценюк А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2022

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Лешку Миколі Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт

Керівник роботи Дунець Василь Любомирович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 31 » 05 2021 року № 4/7-435.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Вхідна напруга – 130- 270В; Вихідна напруга – 205-230 В;

Максимальна потужність навантаження – 6 кВт; Час перемикання (відключення) навантаження – 10 мс

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основна частина

2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Структурна схема стабілізатора

2. Схема електрична принципова стабілізатора

3. Друкований вузол стабілізатора

4. Плата друкована стабілізатора

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання		
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи		
3	Розробка структурної схеми стабілізатора		
4	Розрахунок основних вузлів у схемі стабілізатора		
5	Вибір компонентної бази для стабілізатора		
	Компоновка друкованого вузла		
6	Створення допоміжної документації		
7	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці		
8	Нормоконтроль		
9	Перевірка роботи на антиплагіат		
10	Попередній захист КР		
11	Захист КР		

Студент _____
(підпис)

Лешко М.М.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Дунець В.Л.
_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: «Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт». Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41 // Тернопіль, 2022р. //с.-46, рис.-27, табл.-3, бібліог. – 10, додат.-3.

Ключові слова: СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ, ПОТУЖНІСТЬ 6 КВТ, СХЕМА СТРУКТУРНА ТА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА, САПР

Кваліфікаційну роботу присвячено розробці стабілізатора напруги потужністю 6 кВт.

Проаналізовано завдання на роботу, здійснено аналітичний огляд схемотехнічних рішень щодо реалізації стабілізаторів та визначено напрямки щодо розроблення прототипу стабілізатора.

Описано етапи проектування електронного стабілізатора напруги 6 кВт, зокрема наведено процес реалізації його структурної схеми, яка стала базу щодо розроблення схеми електричної принципової. Для обирання компонентної бази стабілізатора здійснено розрахунок вузлів схеми.

Описано технологічний процес виготовлення друкованої плати стабілізатора та наведено процес забезпечення електромагнітної сумісності та обчислено показники надійності стабілізатора.

Annotation

Theme of qualification work: "Voltage stabilizer with a capacity of 6 kW".
Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, RAs-41
group. // Ternopil, 2022 // Pages.-46, fig.-27, tables – 3, bibliog. – 10, appendix-3.

Keywords: VOLTAGE STABILIZER, POWER 6 KW, STRUCTURAL
AND ELECTRICAL PRINCIPAL SCHEME, CAD

Qualification work is devoted to the development of a voltage stabilizer with a capacity of 6 kW.

The tasks for work are analyzed, the analytical review of circuit-technical decisions concerning realization of stabilizers is carried out and the directions concerning development of a prototype of the stabilizer are defined.

The stages of designing an electronic voltage stabilizer of 6 kW are described, in particular, the process of realization of its structural scheme, which became the basis for the development of the electrical circuit diagram, is given. To select the component base of the stabilizer, the calculation of the nodes of the electrical circuit diagram is performed.

The technological process of manufacturing the printed circuit board of the stabilizer is described and the process of ensuring electromagnetic compatibility is given and the reliability indicators of the stabilizer are calculated.

Зміст

Вступ.....	7
1 Основна частина.....	9
1.1 Аналіз завдання.....	9
1.1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи.....	9
1.1.2 Аналіз інформації.....	12
1.2 Розробка структурної схеми стабілізатора.....	14
1.3 Проектування схеми електричної принципової стабілізатора та її розрахунки.....	15
1.4 Вибір компонентної бази стабілізатора.....	21
1.5 Технологія виготовлення плати стабілізатора.....	29
1.6 Забезпечення електромагнітної сумісності та надійності стабілізатора.....	30
1.7 Висновок до розділу 1.....	36
2 Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	38
2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниження.....	38
2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві.....	41
2.3 Висновок до розділу 3.....	43
Висновки.....	44
Список використаних джерел.....	45
Додатки.....	46

					ЛММ 2.087.001 ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Лешко М.М.			Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірів		Дунець В.Л.					6	53
Рецензент						ТНТУ, ФПТ, гр. РАС-41		
Н. Контр.		Марценюк А.С						
Затверд.		Дунець В.Л.						

Вступ

У сучасних електромережах напруга підвищується залежно від часу роботи: енергоспоживання промислових підприємств, електромобілів та витрати у наших домогосподарствах також є ланкою у мережі. При живленні пристроїв від цієї мережі визначають напругу в обмотках трансформатора та затискачі провідників і фільтрів. При чистому перемиканні $\pm 10\%$ це значення відповідає чистому розміру цієї межі. Під час подачі напруги живлення здійснюється вибір електронного пристрою (транзистори, мікросхеми, вакуумні лампи тощо), включаються параметри вибраних пристроїв. Наприклад, у магнітолі якщо транзистори змінюють режим роботи можуть бути відчутні хрипи та спотворення звуку. Таке явище захищається струмом, хімічними струмами відбувається робота, знімається напруга з навантаження. Електронні регулятори напруги є обов'язковими для негативних вершин. На ринку електронної техніки України представлено низку стабілізаторів напруги, у тому числі інших фірм, таких як), LUXEON (Китай), ЛВ (Україна), RUCELF. Китай), ДІА-Н (Україна), Balance (Україна-Німеччина), Елекс (Україна, та інші. Виробництво компанії знаходиться у доступному ціновому сегменті та не передбачає додаткової доступності. Тому розроблена конструкція стабілізатора напруги, що є технічно та економічно пропрієтарним та останнім автоматичним з розрахунком на введення трансформаторів спартанських трансформаторів у діючу НП та не обов'язковою напругою.

На ринку електронної техніки в Україні наявний цілий ряд стабілізаторів напруги, зокрема таких фірм як «LVT» (Україна), «ДІА-Н» (Україна), «Элекс» (Україна), «LUXEON» (Китай), «RUCELF» (Китай), «Balance» (Україна-Німеччина) та інші. Продукція відомих виробників лежить в високому ціновому діапазоні і не володіє достатньою надійністю роботи.

									Арк
									7
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

Тому розробка електронного стабілізатора напруги, який забезпечуватиме високі техніко-економічні характеристики та автоматично підключатиме навантаження до відповідної гілки обмотки автотрансформатора залежно від поточної напруги, є актуальним інженерним завданням.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 Основна частина

1.1 Аналіз завдання

1.1.1 Обґрунтування актуальності теми роботи

На сьогодні ринок стабілізаторів напруги успішно займає більше півтора виробників, середній споживач яких виділяє до тридцяти в моделях стабілізації потужності, потужності та напруги. Це, на перший погляд, дозволяє багаторазово перекривати всі основні потреби замовників і на типовий запит виставляти по п'ять - шість аналогів з формально схожими характеристиками. Однак, як це зазвичай і буває, фактично схожість проявляється тільки на сторінках каталогів. У реальних мережах себе починають проявляти деталі, як в позитивну, так, на жаль, і в негативну сторону.

Виходячи з єдності загальних принципів роботи електронної складової та основних законів електротехніки, всю різноманітність стабілізаторів напруги поділяють на три групи за принципом дії:

- електронні стабілізуючі пристрої напруги;
- електромеханічні стабілізуючі пристрої напруги;
- реле стабілізації трансформатора;

В електромеханічному регуляторі напруги використовується сервотрансформатор з регулятором напруги із сервоуправлінням для компенсації пікових відхилень у мережі. Як комутаційні елементи використовуються автотрансформатори. Параметри позиціонування його щітки визначають можливу швидкість/ефект осадження. Інші важливі характеристики визначаються допоміжним трансформатором, що живиться від симетричної мережі.

Реалізація схеми регулятора напруги електромеханічного наведено на рис. 1.1.

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
						9
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

наявних механічних рухомих компонентів і відносно низький рівень допустимої потужності навантаження (250-500 Вт).

Стабілізатори трансформаторно-релейні користуються більшою популярністю завдяки простоті конструкції, використанню загальних елементів і можливості отримувати значну вихідну потужність (до кількох кіловат), що суттєво вище рівня потужності. На процес вибору потужності має вплив мінімальний рівень напруги конкретної мережі зі змінним струмом. Наприклад, коли рівень напруги вище 180В, то трансформаторний компонент має забезпечити підвищення рівня напруги на 40В, це в 5,5 раз менше від номінальної мережевої напруги. Початкова стабілізаторна потужність в декілька разів вища потужності трансформатора силового (без врахування ККД трансформаторного компонента і тах допустимого значення струму через компоненти комутації). Число ступенів варіації напруги переважно складає від 3 до 6 градусів, що переважно гарантує показник прийнятної точності процесу стабілізації вихідної напруги. При розрахунку передбачається, що кількість витків трансформаторних обмоток для кожного з кроків напруги в мережі дорівнює робочому рівню комутаційного компонента. Переважно, в якості комутаційних компонентів застосовують реле електромагнітне - схема досить проста і не викликає завад при повторях.

Недоліком релейно-трансформаторних стабілізаторів є утворення дуг на контактах релейного компонента при перемиканні, яка зруйновує релейні контакти. В складніших ситуаціях в період переходу півхвиль напруги нульові значення створюють реле, що запобігають появі іскор. Застосування в якості комутаційних компонентів тиристорів, симісторів або інших безконтактного типу компонентів значно підвищує надійність схеми, але ускладнює необхідність живлення між ними. Для цього використовують оптрони або ізолюючі трансформатори.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						11
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема цифрового стабілізатора трансформаторно-релейного на реле електромагнітних наведено на рис. 1.3.

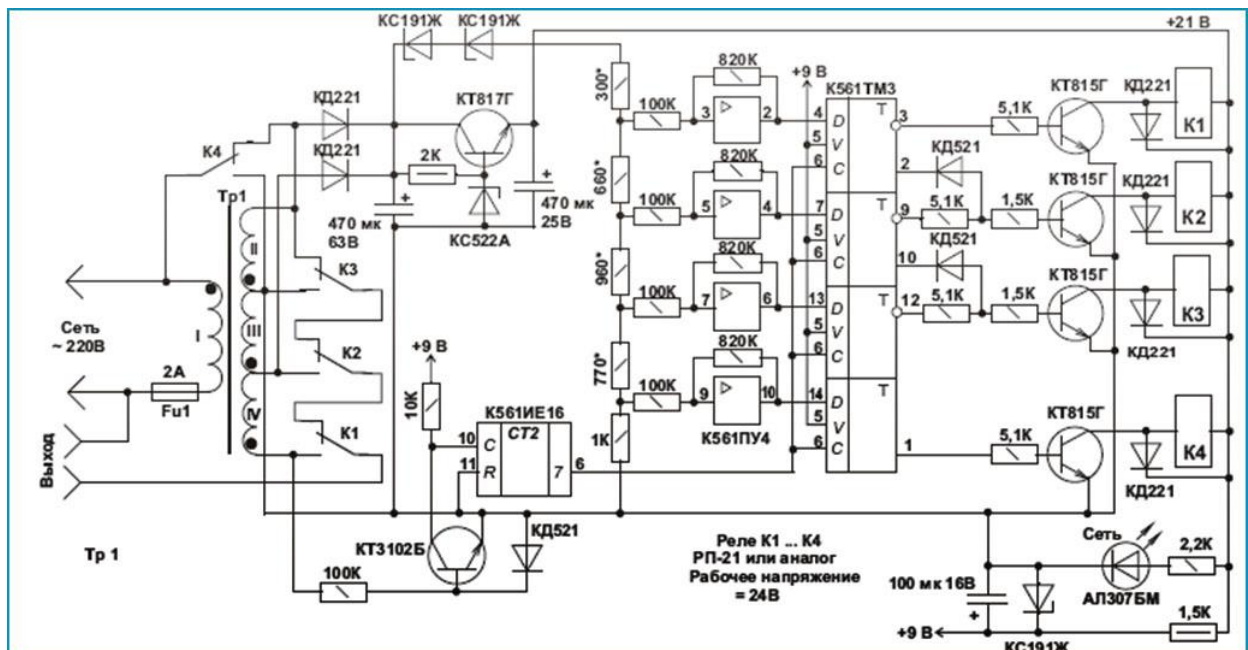


Рисунок 1.3 - Схема цифрового стабілізатора

Стабілізатори переважно реалізовані через спрощений підсилювач низькочастотний, який характеризується широким діапазон варіації показника напруги живлення за потужністю. На вході стабілізатора регулятор напруги подає на додатковий генератор сигналу синусоїдального виду при частоті 50Гц. Актуально застосувати обмотку понижувальну силового трансформаторного компонента. Вихід підсилювального вузла підключено до трансформаторного компонента до 220В. В схемі є негативний зв'язок зворотний за рівнем напруги вихідної, що гарантує стабільність напруги на виході при ідеальній формі. Для одержання рівня потужності в кілька сотень Вт застосовують інші способи. Переважно використовується перетворювач DC-AC, заснований на використанні нового типу напівпровідників, зокрема транзисторних компонентів IGBT.

1.1.2 Аналіз інформації

									Арк
									12
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

Аналіз теми констатує, що проектування стабілізатора віднесено до незалежного класу техніки групи застосування: переносного типу, підгрупи професійного типу у відповідності до класифікації.

Стабілізатор може застосовуватися в приміщеннях закритого типу з вентиляцією природного типу без наявних кондиціонерів, а саме в приміщенні які завжди опалюють, або в приміщенні зі кліматом штучного типу.

А так як згідно теми роботи стабілізатор віднесено до виконання "У" згідно ГОСТ 15150-82. Звідси формується низка умов кліматичної експлуатації: стабілізатор є працездатним і має з вигляд після функціонування за умов температурних (-40⁰С; +55⁰С), вологості 85% та тиск атмосфери 80-100кПа.

Стабілізатор варто застосовувати в технічних приміщеннях.

Конструкція стабілізатора має бути прямокутною, всі компоненти індикаційні та керування мають локалізуватися на передній панелі та чітко візуалізувати конкретний режим функціонування.

Зберігати стабілізатор варто в сухому приміщенні та провітрючому у відповідності до ГОСТ 15150-82 за групою зберігання "Л" при показнику вологості >80% та температурі діапазону 1-40⁰С без наявних забруднень повітря, що впливають на розвиток корозії.

Схема електрична стабілізатора має забезпечувати такі показники:

- Рівень вхідної напруги – 130-270В;
- Рівень вихідної напруги – 205-230 В;
- Рівень максимальної потужності навантаження – 6 кВт;
- Час перемикання (відключення) навантаження – 10 мс.

Для цього необхідно розробити структурну схему стабілізатора, яка б виконувала такі операції.

									Арк
									13
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

Сформовані вимоги до характеристик в процесі проектування стабілізатора забезпечать відповідність потребам користувачам при його експлуатуванні.

1.2 Розробка структурної схеми стабілізатора

Проектований стабілізатор містить наступні структурні одиниці: блок живлення 1, блок затримки включення навантаження 2, вимірювач амплітуди напруги мережі 3, компаратор напруги 4, логічний контролер 5, підсилювач 6, блок індикації 7, ключі 8, автоматичний вимикач-запобіжник 9, автотрансформатор 10.

Структурну схему стабілізатора та його складові одиниці зображено на рисунку 1.11.

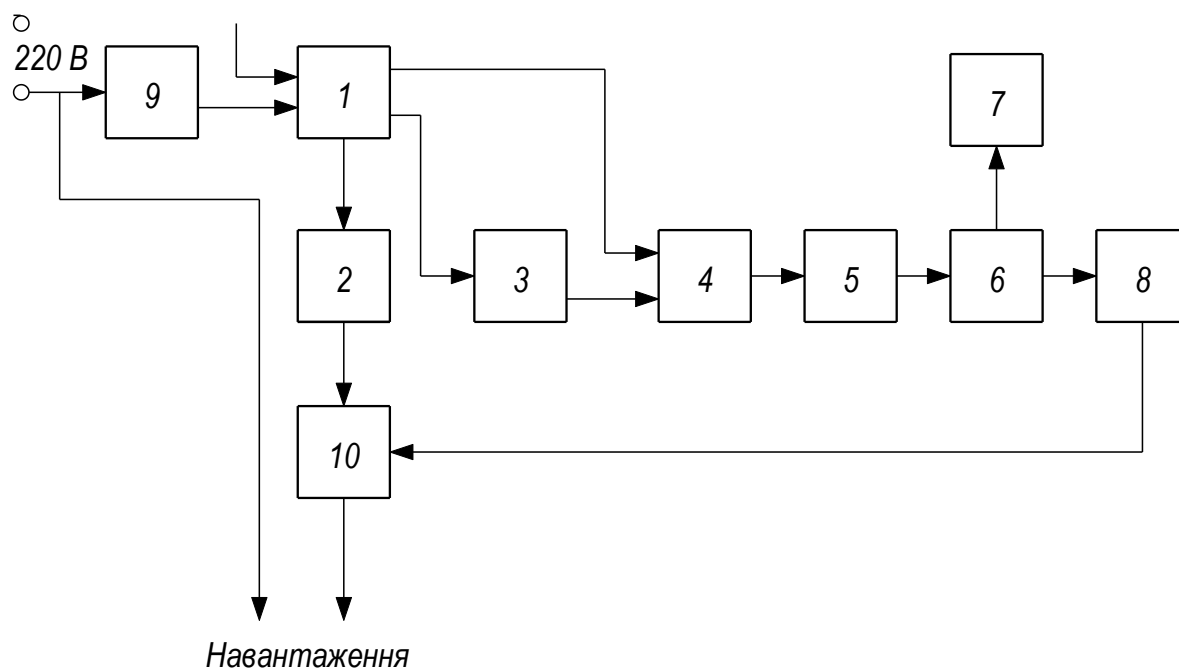


Рисунок 1.11 – Структурна схема стабілізатора

Після увімкнення живлення блок затримання включення навантаження 1 забороняє подавання напруги на навантаження. Після завершення трисекундного інтервалу затримання, який є необхідним для завершального процесу переходів блок затримки 1 дозволяє включення живлення навантаження.

Напруги з виходу блоку випрямляча для виміру рівня амплітуди мережової напруги 3 надходить на неінвертуючі входи компараторів 4. На інвертують входи компараторів 4 поступають постійного виду напруги зразкові з виходу блоку живлення 1. Сигнали з компараторних виходів 4 обробляє логічний контролер 5.

На індикаторах 7 через підсилювач 6 подаються логічні одиниці з виходу контролера 5 для відображаються рівнів напруги шляхом мигання, зокрема: 1) мережева напруга <130 В; 2) мережева напруга <150 В, але >130 В; 3) мережева напруга <170 В, але >150 В; 4) мережева напруга 190В; 5) напруга 210В; 6) напруга 230В; 7) напруга 250 В.

Логічні рівні з виходу контролера 5 через підсилювач 6 поступають на виходи ключів 8, які комутують (перемикають) відведення обмоток автотрансформатора 10 для подачі напруги живлення на навантаження.

В разі перевищення напруги живлення мережі спрацьовує автоматичний вимикач-запобіжник 9, який відсікає стабілізатор від мережі.

1.3 Проектування схеми електричної принципової стабілізатора та її розрахунки

Стабілізатор складається з вузлів: вузол живлення зібрано на компонентах T1, DA1, VD1 та C2, C5. Вузол часового затримання увімкнено в навантаження транзисторні компоненти VT1-VT3, конденсатори C1 та резисторні компоненти R1, R4, R6, R7, R13. Вузол випрямлення для процесу вимірювання амплітудного рівня напруги в мережі реалізовано на

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						15
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

конденсаторному компоненті С2 з дільником R5, R15, VD2 та стабілітронному компонент VD3. Компараторновий вузол напруги R14, R16-R39, DD1, DD2. Вузол логічного контролю реалізовано на мікросхемах DD3-DD7. Вузол підсилення реалізовано на транзисторних компонентах VT4-VT12 з резисторними компонентами R40-R48, які забезпечують струмообмеження. Світлодіодні компоненти Н1-Н9 реалізують вузол індикації, а також оптронні ключі, які реалізовано на оптосімсторах U1-U7, резисторних компонентах R2, R3, R8-R12, симісторних компонентах VS1-VS7. Рівень напруги в мережі прикладено до певного обмоткового виводу автотрансформаторного компонента Т2 через автоматично вимикально-запобіжний компонент F1. Вузол навантаження увімкнено в коло автотрансформаторного компонента Т2 через відкритий симісторний компонент відкритого типу (VS1-VS7).

Вузол стабілізації функціонує наступним чином. Після увімкнення живлення конденсаторний компонент С1 є розряджений, транзисторний компонент VT1 є закритим, а компонент VT2 є відкритим. Транзисторний компонент VT3 є закритим, а оскільки струм крізь світлодіодні компоненти, які функціонують у складі оптронів симісторних U1-U7, то, відповідно, може відбуватися процес протікання лише крізь цей транзисторний компонент, то усі світлодіодні компоненти не засвічені, всі симісторні компоненти є закритими, навантаження є відключеним. Рівень напруги на конденсаторному компоненті С1 збільшується до моменту зарядження від живлення через резисторний компонент R1. Після завершення 3 сек. інтервалу затримання, який є необхідним при завершення процесів перехідних, відбувається спрацьовання триггеру Шмідта на транзисторних компонентах VT1-VT2, транзисторний компонент VT3 відкривається і забезпечує увімкнення навантаження.

Форма напруги з обмотці III трансформаторного компонента Т1 випрямляється компонентами VD2, С2 та поступає на вузол поділення R5,

										Арк
										16
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>					

R15. Напруга на резисторному компоненті R15, яка є пропорційною мережевій напрузі, посикає на входи неінвертуючі 8-ми компараторних компонентів (реалізовано на мікросхемах DD1-DD2). На входи інвертуючі зазначених компараторів поступають постійні за формою напруги зразкові з подільника резисторного R14, R16-R23. З виходу компараторних компонентів оброблені сигнали поступають на контролер, що реалізовано на елементах логіки «виключне АБО» (реалізовано на мікросхемах DD3-DD7). В лініях групових зв'язків виходи компараторних компонентів DD1.1-DD1.4 і DD2.1-DD2.3 позначено цифрами 1-7 в місцях шини, а відповідні виходи контролерного вузла – через букви А-Н (на шині). Компараторний вихід з DD2.4 не належить до лінії зв'язку групового.

У випадку рівня мережевої напруги нижче 130 В, на компараторних виходах та виході контролера формується низький логічний рівень. Транзисторний компонент VT4 є відкритим, світлодіодний компонент Н1 включено у режим миготіння, який візуалізує надмірний низький рівень напруги мережевої, за рівнем якої стабілізатор не здатен забезпечувати живлення навантаження схеми. Решта світлодіодних компонентів є погашеними, симісторні компоненти є закритими, а навантаження є відключеним.

У випадку падіння мережевої до меж 130-150 В формується рівень логічних сигналів 1 та А є високим, а в іншому випадку - низький. Транзисторний компонент VT5 є відкритим, засвідчуються світлодіодні компоненти Н2 та U1.1, а оптосимісторний компонент U1.2 стає відкритим, навантаження комутовано з виводом верхнім автотрансформаторної обмотки Т2 через симісторний компонент VS1 як відкритий.

У випадку наявного рівня мережевої напруги в межах 150-170 В, формується рівень логічних сигналів 1, 2 та В високого рівня, а в іншому випадку - низький. Транзисторний компонент VT6 відкривається, засвічуються світлодіодні компоненти Н3 та U2.1, оптосимісторний

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		17

компонент U1.2 переходить до відкритого стану, а навантаження комутується з 2-им зверху виводом автотрансформаторної T2 обмотки через симісторний компонент VS2 як відкритий.

Решту рівнів мережевої напруги є відповідними перемиканням навантаження на решту автотрансформаторних T2 виводів обмотки: 190, 210, 230 та 250 В.

З метою запобігання багаторазових перемикань навантаження, у випадку, коли рівень мережевої напруги коливається на рівні порогу, введено гістерезис на рівні 2-3 В для запізнень перемикань компараторних компонентів) із використанням зворотного позитивного зв'язку із використанням R32-R39. При більших значеннях зазначених резисторних компонентів спостерігається зменшення гістерезису.

У випадку коли рівень мережевої напруги перевищує 270 В, тоді на компараторних виходах і колекторному виході Н формується рівень логічний високий. На решту виходах контролера формується рівень низький. Транзисторний компонент VT12 є відкритим, активується процес миготіння світлодіодного компонента Н9, що попереджає про високий рівень мережевої напруги, за якої стабілізатор не здатен забезпечувати живлення навантаження. Решту світлодіодних компонентів не задіяні (не світяться), симісторні компоненти є закритими та, відповідно, навантаження не підключено.

Стабілізатор здатен витримати тривалий час аварійного підняття рівня мережевої напруги до 380 В.

Розрахунок вузлів транзисторних ключів та індикацій

На схемі є наявними вузли індикації, що функціонують в режимах ключа та реалізовані на транзисторних компонентах VT2-VT3. Ці компоненти увімкнено за схемою з спільним емітером, а в їх навантаження увімкнено світлодіодні компоненти.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						18
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявні вузли є ідентичними, тому проведено синтез одного з них, який зкомпоновано резисторними компонентами R11, R14, транзисторним компонентом VT2 та світлодіодним компонентом Н4 (рис. 1.12).

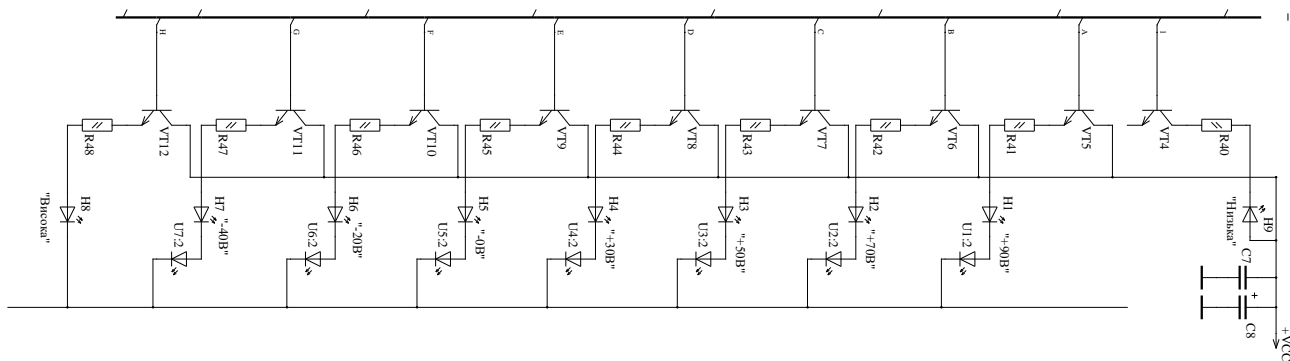


Рисунок 1.12 – Вузол транзисторних ключів та індикації

Велична струму компонента індикаторції, зокрема світлодіода та оптисимістора, має становити приблизно 5мА і, відповідно, за значення напруги в живленні 5В падіння напруги на ключових компонентах (VT6-VT12) сягає 0,4В та падінню напруги на світлодіодному компоненті сягає 2В. У відповідності до формули величина опору резисторного компонента, який функціонує колекторному колі рівна:

$$R = \frac{U_{жс} - U_{світлодіода} - U_{VT}}{I_{світлодіода}}, (1.1)$$

де $U_{жс}$ – рівень напруги в живленні;

$I_{світлодіода}$ – величина необхідного струму світлодіодного компонента;

$U_{світлодіода}$ – величина падіння напруги на світлодіодному компоненті.

Підставлення поточних значень величин напруги та струму одержано величину опору:

									Арк
									19
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

$$R = \frac{5B - 2B - 0,4B}{0,020A} = 130 \text{ Ом.}$$

Значення резисторного компонента прийнято на рівні $R = 130 \text{ Ом}$ згідно еталонних значень.

При врахуванні результатів обчислень прийнято такі марки та номінали:

- 1) Транзисторні компоненти VT6-VT12 підібрано марки BC547B.
- 2) Резисторні компоненти R40-R48 підібрано з номіналами 130 Ом при допуску $\pm 1\%$.

Розрахунок вузла компараторів

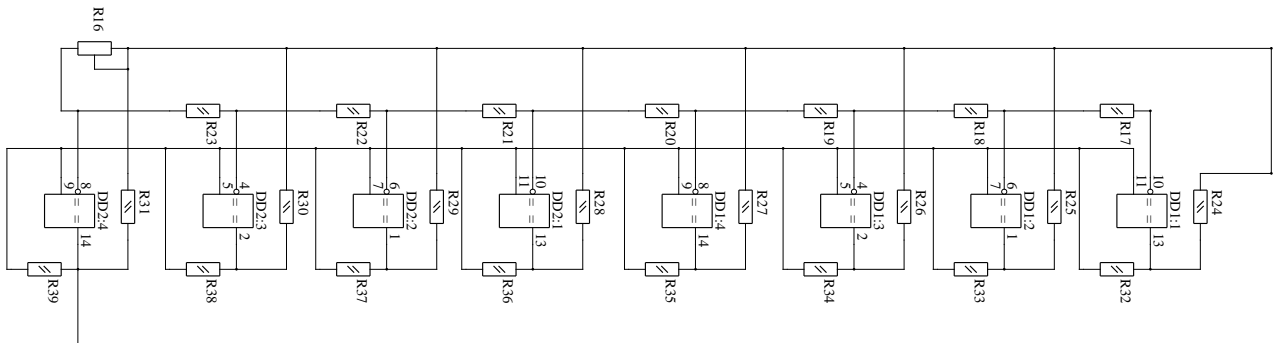


Рисунок 1.13 – Схема вузла компараторів

На рисунку 1.14 наведено схему вузла одного компаратора для обчислення його параметрів.

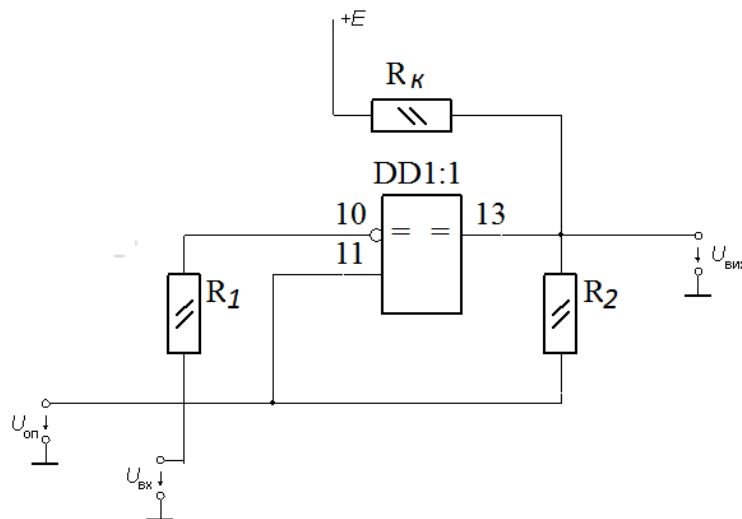


Рисунок 1.14 – Схема взула компаратора для розрахунку

На рис. 1.15 наведено залежність по напругі на вході/виході.

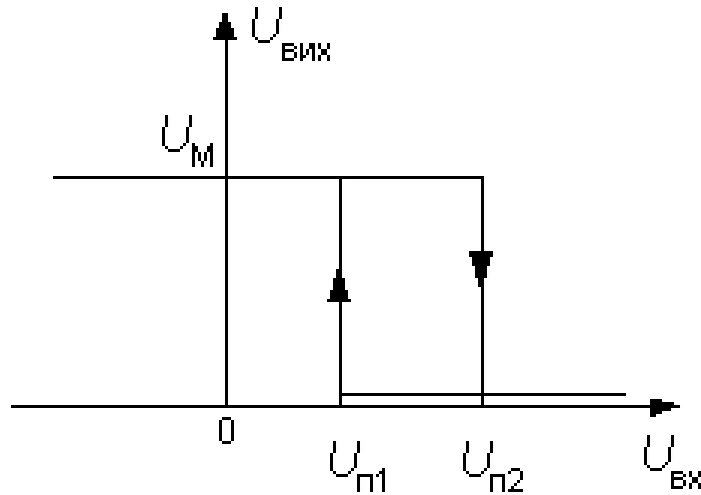


Рисунок 1.15 – Залежність напруги на вході/виході

Значення напруги порогу U_{n1} :

$$U_{n1} = \frac{U_{оп} R_2}{R_1 + R_2}, (1.2)$$

$$U_{n1} = \frac{5 \cdot 470 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3} = 4,97 \text{ В.}$$

Значення напруги порогу U_{n2} :

$$U_{n2} = \frac{E \cdot R_1 + U_{оп} (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_K}, (1.3)$$

$$U_{n2} = \frac{5 + 5(2 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3)}{2 \cdot 10^3 + 470 \cdot 10^3 + 39 \cdot 10^3} = 4,61 \text{ В.}$$

1.4 Вибір компонентної бази стабілізатора

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		21

Для розроблення конструкції плати друкованої (ПД) варто за розрахованими номіналами компонентів обрати їх корпуси у відповідності до схеми принципової. При виборі компонентів виникає ряд помилок, зокрема:

- Грубі, що сприйняють вихід ладу стабілізатори після першого увімкнення.

- Помилки, що впливають на строк функціонування стабілізатора.

Грубі не спричиняють великі труднощі, але призводять до затрат та затримок при налаштуваннях стабілізатора, проте вони легко виявляються через їх помітність.

Кожен компонент стабілізатора має гранично-допустимі значення струму, напруги та інші, які задає виробник.

Процедура обирання компонентів стабілізатора є залежною від умінь та навичок кваліфікованих працівників, що проектують стабілізатор, і, відповідно, вимога щодо цих умінь та навичок є важливою.

Пасивні компоненти у схемі стабілізатора струм, що тече крізь є залежним від рівня напруги, яку до них прикладено.

При проектуванні стабілізатора обрано 45 резисторних компонентів постійного номіналу марки MF-12 та 3 резисторні компоненти змінного номіналу марки KLS4-3296W.

Під час обирання конкретного резисторного компонента найбільше уваги значенню граничної потужності в залежностях від умов їх функціонування.

Для коректності обирання резисторних компонентів враховувалися показники, які сформовані до стабілізатора на підставі аналізу режимів його функціонування, зокрема:

- Показники експлуатації та режимів функціонування;
- Режими навантаження стабілізатора;
- Показники безвідмовності та тривалості доготривалої;

									Арк
									22
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

- Габарити та вага;
- Способи монтажу та вартісні поканики.

Для стабалізатора застосовано 10 постійних резисторних компонентів постійного номіналу марки MF-12 з розмірами, які наведено на рис.1.16, а KLS4-3296W – на рис.1.17.

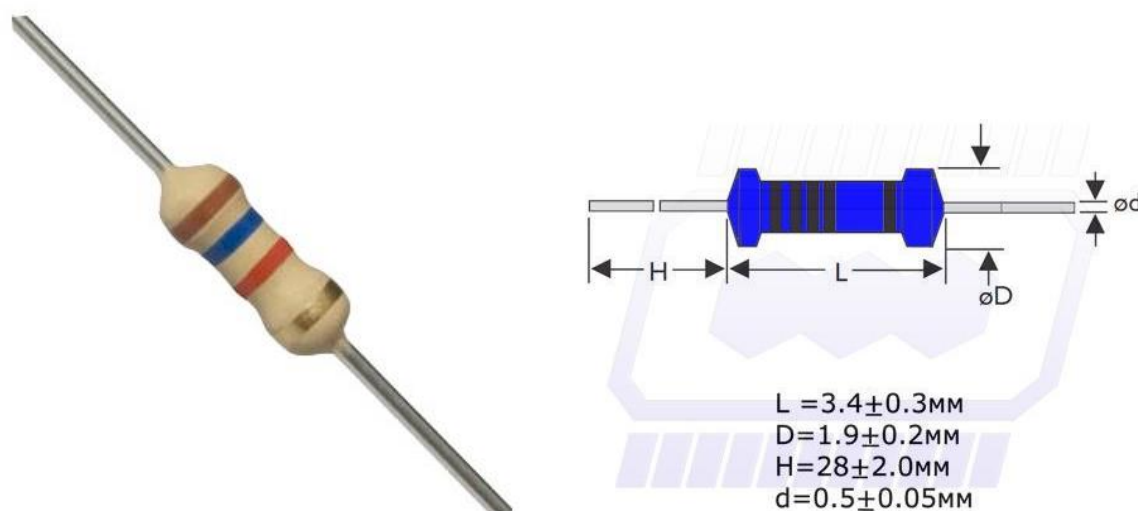


Рисунок 1.16 – Габарити марки MF-12

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ЛММ 2.087.000 ПЗ

Арк

23

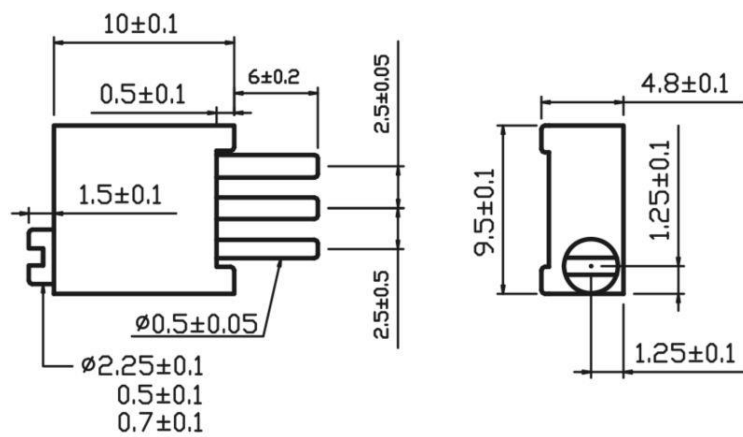
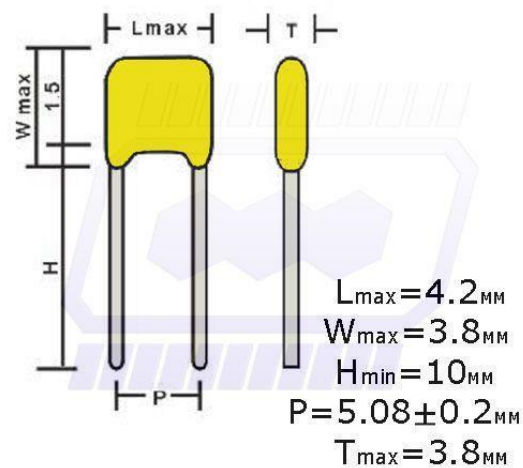


Рисунок 1.17 – Габарити марки KLS4-3296W

На наступному етапі обрано конденсаторні компоненти, зокрема 13 керамічних марки 0805 та 5 електролітичних марки ECAP-GS.

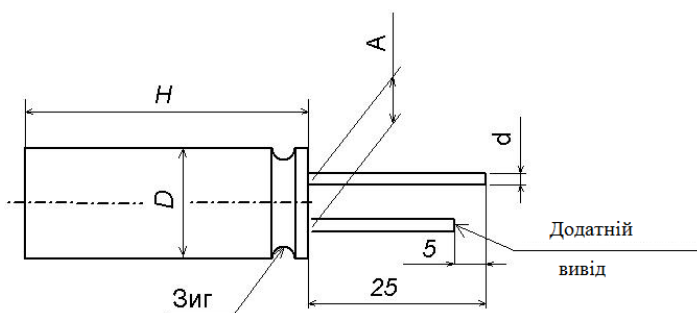
Габарити конденсаторних компонентів наведено на рис.1.18-1.19.



арт. 1622_gab

Рисунок 1.18 – Габарити марки марки 0805

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата



D	A	d
6,3-8	2,5	0,6
10	5	0,6
14	5	0,8
16-21	7,5	0,8



Рисунок 1.19 – Габарити марки ЕСАР-GS

В подальшому обрано 7 симісторних компонентів ВТА41-800В, 7 оптосимісторних компонентів МОС3041 та діодний міст марки КЦ407.

Габарити симісторних компонентів, транзисторних компонентів, оптосимісторних компонентів та діодного моста наведено на рис.1.20-1.22.

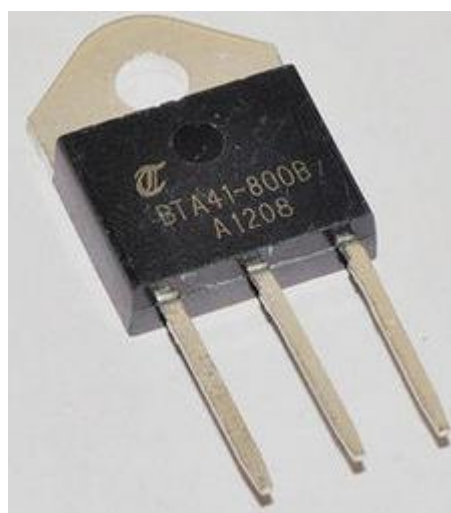
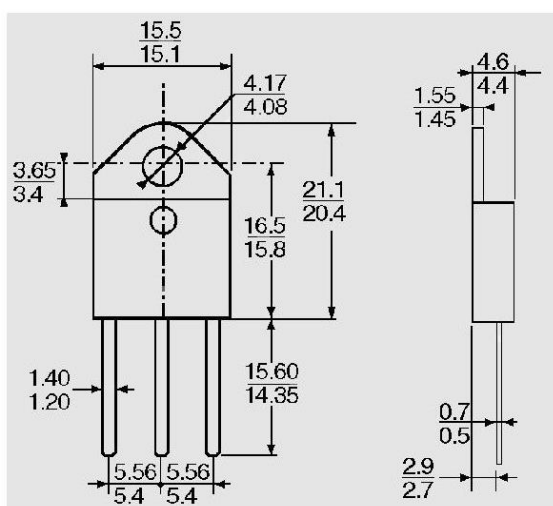


Рисунок 1.20 – Габарити симісторного компонента ВТА41-800В

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

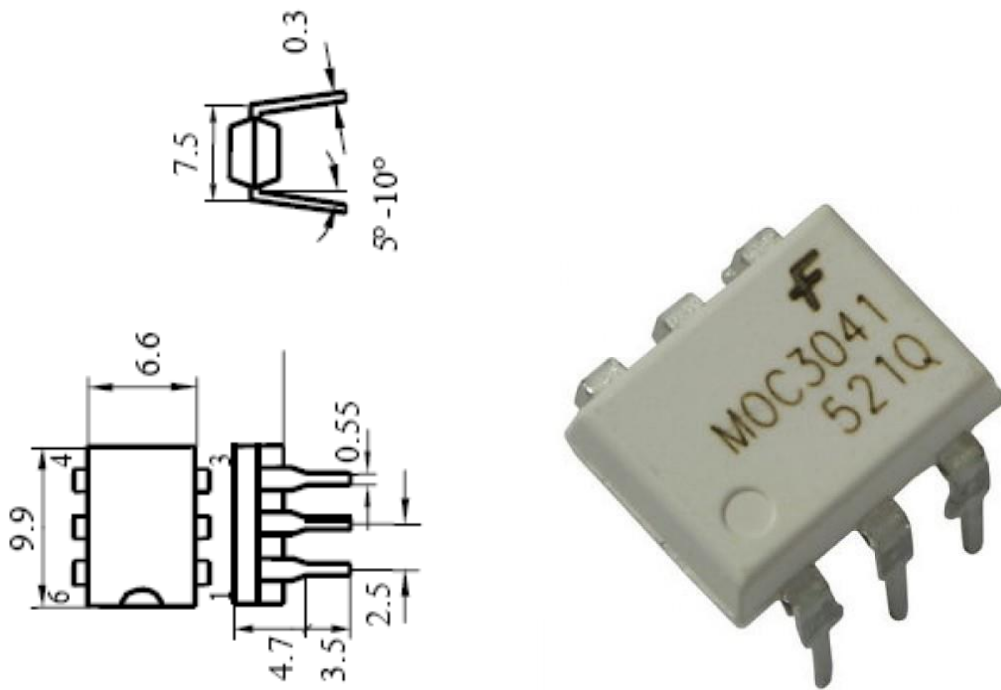


Рисунок 1.21– Габарити оптосимісторного компонента MOC3041

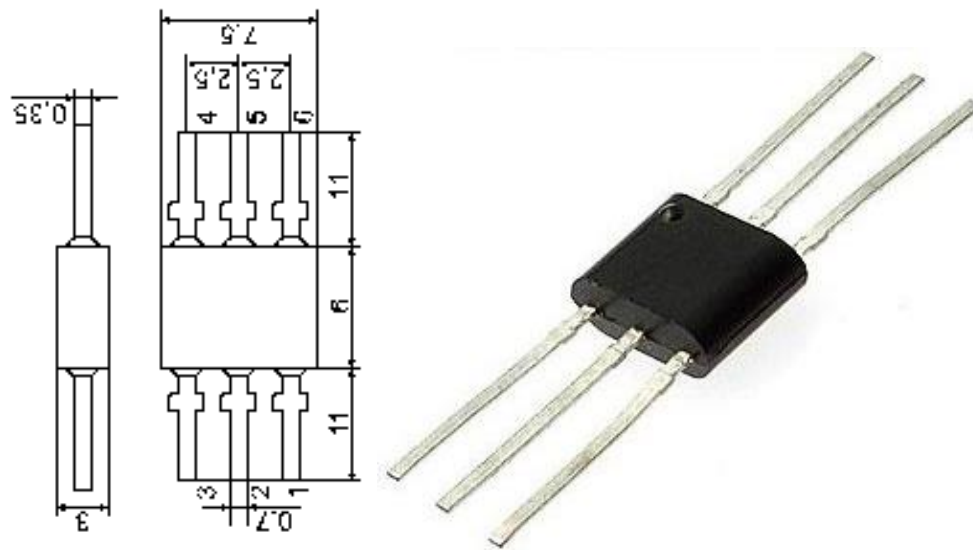


Рисунок 1.22 – Габарити діодного моста марки КЦ407

Після пасивних компонентів обрано активні компоненти, що здатні керувати сигналами не лише при змінній напрузі, але і за допомогою сигналів керування у вигляді електрики, світла та інші.

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

Серед компонентів активних виділено транзисторні компоненти та оптопари. У стабілізаторі обрано 12 транзисторних компонентів кремнієвих марки BC547B. Габарити транзисторних компонентів стабілізатора наведено на рис.1.23.

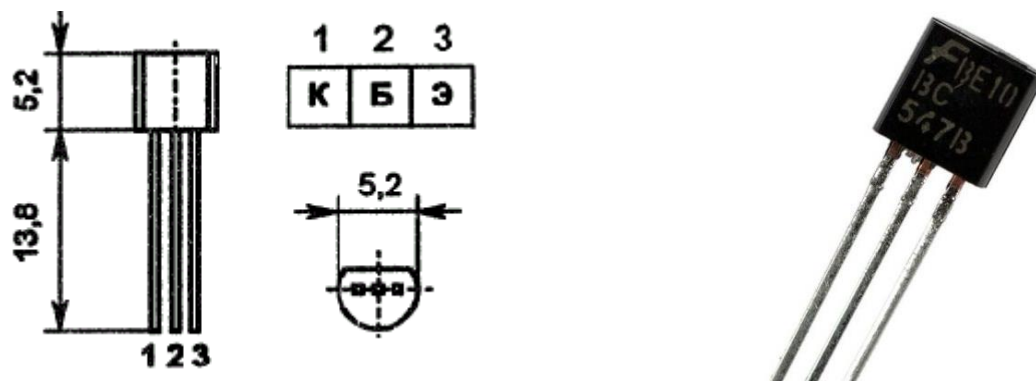


Рисунок 1.23 – Габарити транзисторного компонента BC547B

В подальшому обрано мікросхеми для схеми стабілізатора, які функціонують як підсилювачі, модулятори/демодулятори, керуальники сигналами (контролери) із застосування алгоритмів та програмного забезпечення, що зберігаються у їх пам'яті.

У стабілізаторі обрано 7 мікросхем, зокрема DA1 – LM2931, DD1-DD2 – LM339N, DD3-DD7 – SN7486N. Габарити мікросхем наведено на рис. 1.24-1.26.

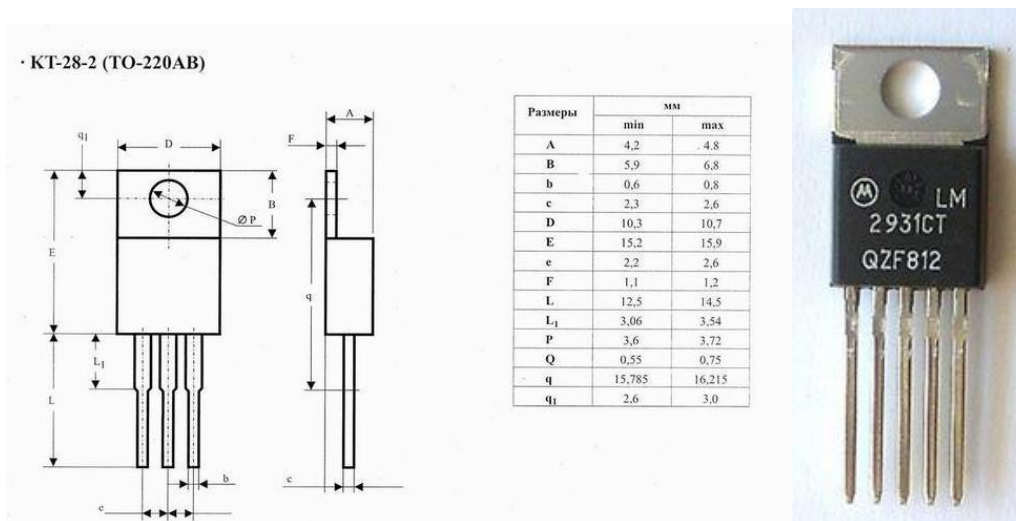


Рисунок 1.24 – Габарити LM2931

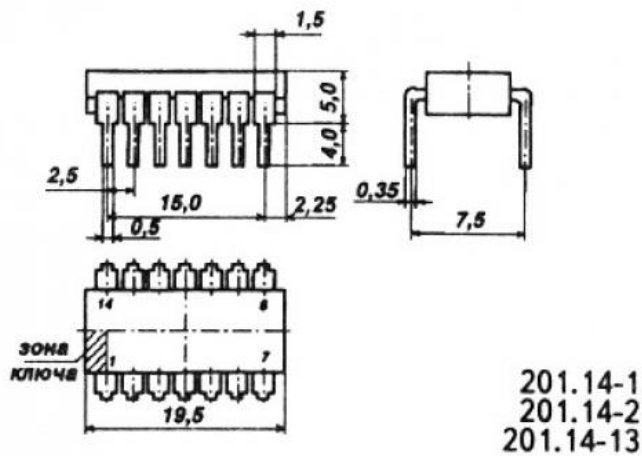


Рисунок 1.25 – Габарити мікросхеми LM339N

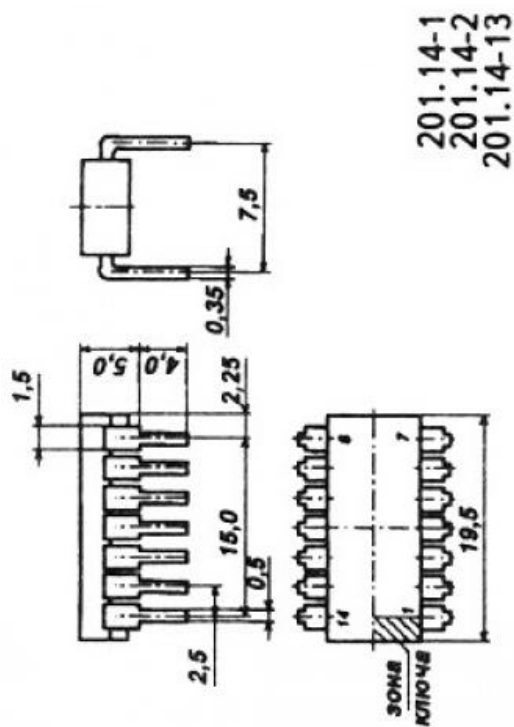


Рисунок 1.26 – Габарити мікросхеми SN7486N

В подальшому обрано трансформаторний компонент марки ТП 121-1 (рис.1.26).

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата

ЛММ 2.087.000 ПЗ

Арк

28

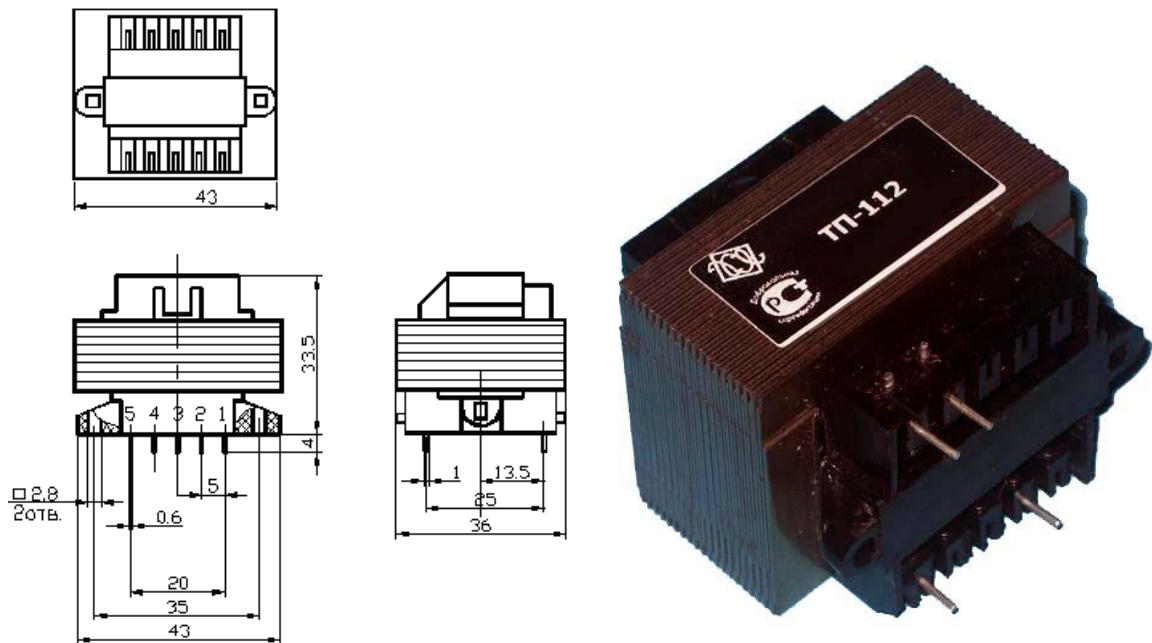


Рисунок 1.26 – Габарити трансформаторного компонента ТП-121

При обранні компонентів стабілізатора застосовано довідникові матеріали, що забезпечили цілісність інформації щодо їх представлення про увесь компонентний арсенал. Також застосовано інтернет ресурси та рекламні проспекти щодо компонентної бази на ринку електроніки.

Обрані компоненти стабілізатора характеризуються низькими вартісним показниками, незначною вагою та високим показником надійності. Компоненти є стандартизованими, що є актуальним під час ремонту та взаємозаміни їх.

1.5 Технологія виготовлення плати стабілізатора

Технології виготовлення включають два основних методи:

1. Адитивний. Доріжки монтують у різний спосіб на поверхню діелектрика.

2. Субтрактивний. Це лазерно-прасна технологія та всі її модифікації. Майбутні стежки захищають на листі склотекстоліту тонеруючим матеріалом, який використовується в принтерах. Все зайве стравлюють у хлорному залозі.

									Арк
									29
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

Також використовується комбінований метод. При цьому частина провідного покриття страплюється, іноді навіть зразу після процедури нанесення, але в результаті це більш простий і дешевий метод, ніж субтрактивна технологія.

Залежно від різновиду друкованих плат, які планується виробляти, необхідні такі матеріали:

- фольгований склотекстоліт;
- фольгований гетинакс;
- діелектрик фольгований для ущільненого монтажу.

Як діелектрик виступають:

- листи фторопласту;
- ламінати на металевій основі;
- плівки із полііміду.

Товщина стандартного застосовуваного склотекстоліту варіюється в параметрах від 0.5 до 3 мм.

Алгоритм виготовлення друкованих плат:

1. На першому етапі формують заготовку. Необхідно на обладнанні вирізати форму та підготувати листи алюмінієвої фольги, яку нанести на вирізану заготовку.

2. Наносять малюнок провідників плати. Це найбільш трудомісткий процес виробництва, що вимагає найбільших капіталовкладень.

3. Металізація отворів плат.

4. Пресування плат для друку.

5. Нанесення покриття.

6. Монтаж компонентів.

На кожному етапі необхідно стежити за точним дотриманням технології, щоб досягти високої якості продукції.

Найбільш поширені методи тестування продукту - електричне та оптичне тестування. При використанні електричного тестування

									Арк
									30
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	ЛММ 2.087.000 ПЗ				

перевіряється загальна цілісність електричного ланцюга та наявність у ньому замикань.

При оптичному варіанті тестування переглядають продукцію на механічні недоліки. У процесі оптичного тестування виявляють жолоблення, помилки у кріпленнях елементів, недолік або надлишок паяльного матеріалу. Оскільки виробництво є досить складним, при недостатній кваліфікації персоналу помилки, особливо на початковому етапі, можуть виникати часто.

1.6 Забезпечення електромагнітної сумісності та надійності стабілізатора

Електромагнітна сумісність

На сьогодні проблематика забезпеченості ЕМС різноманітних стабілізаторів трансформувалася в самостійне науково-технічне спрямування, що захоплює багаточисельні аспекти телекомунікацій та радіотехніки. Констатовано, що ЕМС має бути врахована на кожному з етапів розробки та виготовлення вищезазначених засобів:

- 1) схемотехнічний етап;
- 2) конструкторсько-технологічний етап;
- 3) виробничий етап;
- 4) експлуатація.

Як новий науково-технічний напрямок ця проблема має характерну особливість. Відомо, що розширення і поглиблення наукового пізнання призводять до диференціації наукових напрямів, до їх подрібнення на більш спеціальні області знань. Поряд з диференціацією виникає необхідність в інтеграції наукових напрямів, коли на границях областей знань при виявленні об'єктивно існуючих зв'язків між ними створюється основа для стиковки і синтезу розібраних наукових напрямів і для розробки узагальнюючої концепції. Саме така інтегруюча специфіка наукового напряму "ЕМС", що

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
						31
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

проникає в електроніку, радіотехніку і зв'язок і об'єднує їх з позиції цілісності незалежно від відомчих обмежень і поділів.

Практичний підхід щодо розв'язання проблематики ЕМС приводить до підвищення показника якості стабілізатора. Неможна вважати стабілізатор якісним, який при виконанні свого призначення, генерує завади електромагнітного виду, які негативно впливають на оточуючі прилади під час їх функціонування. Стабілізатор вважається не якісним, якщо за відсутністю завад він функціонує у відповідності до свого прешопочаткового призначення та здатний функціонувати при наявності завад в межах допустимих рівнів. Проте поняття якості продукції як "...сукупності властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти визначеним вимогам у відповідності з її призначенням" (ГОСТ 15467-79), не розкриває особливості, пов'язані з придатністю до забезпечення ЕМС виробів визначеної категорії, а саме РЕА, РЕМА та ЕОЗ. Для таких виробів якість доцільно визначати не тільки як сукупність заданих властивостей, але і як додаткову властивість не порушувати функціонування іншого виробу і (або) протистояти ненавмисній електромагнітній дії негативного характеру з боку іншого виробу. Це означає, що в число показників якості такого виробу повинен входити показник ЕМС. Цей показник дуже різниться від інших за специфікою та характеризує технічну досконалість продукції. Якщо ж не володіє ЕМС, бо інші показники якості можуть втратити значення, оскільки виріб не може бути використаним на практиці.

Аналіз характеристик ЕМС різних РЕА, РЕМА та ЕОЗ, включаючи їх експериментальні дослідження, привів до створення інженерних методів розрахунку і науковому обґрунтуванню можливості вдосконалення таких характеристик.

Підхід до визначення ролі і значення будь-якої характеристики ЕМС при вирішенні задачі забезпечення ЕМС залежить від рівня, на якому вирішується задача. Прийнято розглядати три рівня: міжсистемної ЕМС –

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						32
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення ЕМС між окремими автономними системами; внутрішньосистемної ЕМС – забезпечення ЕМС всередині складного радіоелектронного комплексу; внутрішньоапаратної ЕМС – забезпечення ЕМС всередині окремого приладу (приладу) між його вузлами і компонентами. Врахування вимог до ЕМС в процесі конструювання РЕА, РЕМА та ЕОЗ відноситься головним чином до двох останніх рівнів забезпечення ЕМС.

Оскільки у нашому апараті просторової орієнтації незрячих основними є завади, які виникають у колі живлення, то для їх послаблення було використано фільтрацію. Також було використано раціональне розміщення радіокомпонентів на платі, довжину друкованих провідників було зменшено до мінімальної. Цих заходів достатньо для послаблення завад до допустимого рівня. Тому можна сказати, що наш стабілізатор відповідає вимогам до ЕМС і не вимагає додаткового екранування.

Розрахунок надійності стабілізатора

Показник надійності компонентів стабілізатора є ключовим фактором, що впливає на показник інтенсивності відмови стабілізатора цілком.

Показник інтенсивності відмови є залежним від конструктивних особливостей, якісних показників виготовлення, умов функціонування та електронавантажень. Впливання факторів ззовні на показник надійності компонентів можна оцінювати із використанням коефіцієнту навантаження, який є відношенням значення факту до номіналу.

Для резисторних компонентів схеми стабілізатора потужність номінальна складає $P_H = 0.125A$, а по факту на резисторному компоненті відбувається розсіювання $P_\phi = 0.05A$, тоді відповідно коефіцієнт за потужністю є рівним:

$$K_P = \frac{P_\phi}{P_H} = \frac{0,05}{0,125} = 0.4.$$

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		33

У випадку номіналу напруги на конденсаторних компонентах $U_H = 20\text{ В}$, а фактично до конденсаторного компонента прикладеної напруги за рівнем $U_\phi = 5\text{ В}$, тоді за напругою рівний:

$$K_p = U_\phi / U_H = 5/20 = 0,25.$$

Коли значення коефіцієнту буде збільшуватися, толі показник інтенсивності відмови компонентів буде збільшуватися.

В табл. 1.2 наведено компоненти з показниками відмов.

Таблиця 1.2 – Компоненти стабілізатора та відмови

Компоненти стабілізатора	К-сть	$\lambda_0, 1/\text{Год}$	λ_0'
0805	2	$0,455 \cdot 10^{-6}$	$0,91 \cdot 10^{-6}$
ECAP-GS	6	$0,785 \cdot 10^{-6}$	$4,71 \cdot 10^{-6}$
LM2931, LM339N, SN7486N	3	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-6}$
3А «ЕСКА»	1	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
F1CA024V	1	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$0,7 \cdot 10^{-6}$
АЛ307Б	7	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$
ТП 121-1	2	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$
MF-12	45	$1,15 \cdot 10^{-6}$	$51,75 \cdot 10^{-6}$
KLS4-3296	3	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$6,3 \cdot 10^{-6}$
ВТА41-800В, МОС3041, ВС547В	26	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$18,2 \cdot 10^{-6}$

КЦ405	2	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
Друкована плата	1	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$0,16 \cdot 10^{-6}$
TBG-5-KB	2	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
Всього			$101,13 \cdot 10^{-6}$

Значення інтенсивності відмови компонентів стабілізатора становить:

$$\lambda = \sum \lambda_0^i = 101,13 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{\text{год}} \right); \quad (1.4)$$

Значення середнього напрацювання на відмову:

$$T_{\text{СЕР}} = \frac{1}{\lambda} = 9888 \text{ (год)}$$

Значення ймовірності безвідмовного функціонування окрім, фізичних властивостей є залежне від величини часу t_p безвідмовного функціонування:

$$P(t) = e^{-\lambda t_p} = e^{-101,13 \cdot 10^{-6} \cdot 6000} = 0,54. \quad (1.5)$$

Значення ймовірності безвідмовного функціонування відображає, яка частка стабілізатора буде функціонувати коректно продовж конкретного часу спостереження t_p .

Надійність стабілізатора залежить від надійності і кількості застосованих в ньому компонентів. Оскільки надійність є базовим показником стабілізатора, тому при проектуванні його варто здійснити оцінити поруч з решту показниками і на базі зроблених розрахунків необхідно здійснювати вибір схеми та конструктивного рішення стабілізатора.

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		35

В процесі проектування стабілізатора за умови невизначеності режимів його функціонування необхідно здійснити приблизні розрахунки із заданими орієнтованими числовими даними, що задають умови функціонування стабілізатора.

Проаналізовано як резерви впливають на показник надійності стабілізатора. Визначено як впливає застосування заміщення навантажувальним та ненвантажувальним заміщенням резервів при кратності $m=1$ на показник надійності стабілізатора:

$$P(t)_{НАВАНТ.} = 1 - (1 - P(t))^2 = 1 - (1 - 0,54)^2 = 0,79.$$

$$P(t)_{НЕНАВАН.} = P(t) \cdot \left(1 + \frac{t_p}{T_{сер}}\right) = 0,54 \cdot \left(1 + \frac{6000}{9888}\right) = 0,87.$$

Визначено значення T_{cp} і λ стабілізатора за відсутності резервів::

- коли $P(t) = 0,87$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P_{НЕНАВАН.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0,87}{6000} = 2,83 \cdot 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{ГОД}}\right); \quad (1.6)$$

$$T_{ep} = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{2,32 \cdot 10^{-5}} = 43084 \text{ год}; \quad (1.7)$$

- коли $P(t) = 0,79$:

$$\lambda = -\frac{\ln P(t)_{P_{НАВАН.}}}{t_p} = -\frac{\ln 0,79}{6000} = 3,93 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{год}} \quad (1.8)$$

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{3,93 \cdot 10^{-6}} = 25453 \text{ год} \quad (1.9)$$

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		36

Резерви забезпечують незначний приріст показника надійності стабілізатор. Такий ж ефект досягається шляхом збільшення ваги та розмірів стабілізатора, що зумовить зниження показників інтенсивностей відмови стабілізатора близько в тричі, а також при заміні компонентів на більш надійні та знизити режими функціонування стабілізатора.

Показник надійності стабілізатора є залежним від коректності спостереження та дотримання умови експлуатування; від завчасних та якісних проведення профілактики та ремонтів. Високий показник надійності стабілізатора може бути тоді, коли під час виробництва використано процеси автоматизації і механізації техпроцесів.

1.7 Висновки до розділу 1

Проаналізовано завдання на роботу, здійснено аналітичний огляд схемотехнічних рішень щодо реалізації стабілізаторів та визначено напрямки щодо розроблення прототипу стабілізатора.

Описано етапи проектування електронного стабілізатора напруги 6 кВт, зокрема наведено процес реалізації його структурної схеми, яка стала базу щодо розроблення схеми електричної принципової. Для обирання компонентної бази стабілізатора здійснено розрахунок вузлів схеми електричної принципової.

Описано технологічний процес виготовлення друкованої плати стабілізатора та наведено процес забезпечення електромагнітної сумісності та обчислено показники надійності стабілізатора.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						37
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Охорона праці та безпека життєдіяльності

2.1 Вплив шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниження

Одним з найшкідливіших факторів, притаманних нашій цивілізації, є шум. Виробничий шум — це хаотична сукупність різних за силою і частотою звуків, що виникають у повітряному середовищі і безпосередньо впливають на працездатність.

Джерелами шуму є: всі види транспорту, насоси, промислові об'єкти, пневматичні та електричні інструменти, верстати, будівельна техніка тощо. З шумом пов'язані деякі технологічні процеси — klepanня, karбування, obrubka, vibivka лиття, штамповка, робота на ткацьких верстатах, випробування авіадвигунів тощо.

В останні роки шум став одним з небезпечних факторів зовнішнього середовища на виробництві. Це пов'язано з підвищенням потужності та продуктивності машин, їх повсюдним застосуванням на всіх ділянках і сферах виробництва. Про допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях свідчать дані табл. 2.1.

Вимірювання шуму на робочих місцях здійснюється шумовимірювачами та аналізаторами спектра шуму. Рівень шуму на робочих місцях потрібно контролювати не менше одного разу на рік. В умовах виробництва, як правило, мають місце шуми різної інтенсивності і спектри, які виникають унаслідок дії різноманітних механізмів, агрегатів та інших пристроїв.

Класи умов праці залежно від рівня шуму поділяються на допустимі, які відповідають ГДР згідно з Державними санітарними нормами ДСН 3.3.6 037-99, шкідливі та небезпечні.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						38
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум несприятливо впливає на людину. У робітників, які мають справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає.

Таблиця 2.1 - Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на постійних робочих місцях (ГОСТ 12.1.003-83)

Приміщення, робочі місця та робочі зони	Рівні звукового тиску (дБ) в смугах із середньгеометричними частотами (Гц)								Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку ДБА
	65	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Приміщення програмістів обчислювальних машин	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Постійні робочі місця та робочі зони у виробничих приміщеннях підприємств	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Проте тривалий шум впливає не лише на слух. Він робить людину нервовою, погіршує її самопочуття, знижує працездатність та швидкість руху, сповільнює розумовий процес. Усе це може спричинити аварію на виробництві.

Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему. У разі постійного шумового фону до 70 дБ виникає порушення ендокринної та нервової систем, до 90 дБ — порушує слух, до 120 дБ — призводить до фізичного болю, який може бути нестерпним. Шум не лише погіршує самопочуття людини, а й знижує продуктивність праці на 10—15 %. У зв'язку з цим боротьба з ним має не лише санітарно-гігієнічне, а й велике техніко-економічне значення.

Рекомендовані такі діапазони шуму для приміщень різних призначень: для сну та відпочинку — 30—40 дБ, для розумової праці — 45—55, для

робітників цехів, гаражів, магазинів — 56—70, у службових приміщеннях касового вузла банку — 60, виробничих приміщеннях касового вузла — 75 дБ.

Найефективніший засіб боротьби із шумом — зниження його в джерелі створення. У першу чергу необхідно замінювати устаткування ударної дії на устаткування безударної дії. Так, ефективними є заміна kleпання kleпальними молотками на гідравлічне kleпання чи зварювання, застосування прокладок великим внутрішнім тертям (гуми), поглинаючих коливальну енергію.

Зниження шуму можна досягти шляхом заміни металу іншими матеріалами — пресованим текстолітом, капроном та різними пластмасами. Боротьба із шумом тертя в джерелі його створення здійснюється головним чином за допомогою змащувальних матеріалів (наприклад, машинного масла при різанні та шліфуванні металу). Своєчасне змазування не тільки забезпечує безшумну роботу устаткування, а й зменшує зношення деталей, підвищує їх довговічність.

Важливе профілактичне значення мають організаційно-технічні заходи, такі як своєчасний ремонт, догляд та відповідне зберігання ручного механізованого інструмента. В тих випадках, коли зниження шуму в джерелі його створення не досягло потрібних результатів, слід застосовувати засоби зменшення шуму на шляху його поширення. Для цього рекомендується використовувати місцеву та загальну звукоізоляцію, шумовловлюючі екрани, поглинаючі фільтри, глушители шуму. Загальна звукоізоляція досягається створенням загорож (стін, стель) із звукопоглинаючих матеріалів (цеглини, бетону, залізобетону). Місцева звукоізоляція здійснюється у вигляді боксів, де розміщують окремий агрегат чи технологічну лінію.

Застосовуються також різні конструкції звукоізолюючих кабін з цегли, бетону та інших будівельних матеріалів, завдяки яким можна забезпечити практично будь-яке необхідне зниження шуму.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						40
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливу роль у боротьбі з шумом відіграють архітектурно-будівельні і планувальні рішення при проектуванні та будівництві промислових споруд. Шумні цехи підприємств повинні бути сконцентровані в одному—двох місцях. Їх необхідно оточувати зеленою зоною для послаблення шуму. За зеленою зоною слід розташовувати цехи середньої шумності, за ними — безшумні цехи й адміністративні приміщення. Приміщення з джерелом шуму залежно від його інтенсивності слід розташовувати на відстані 100, 200 та 1000 м від безшумних приміщень.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії шуму є чергування періодів роботи і відпочинку. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо його тривалість та кількість відповідають умовам, в яких відбувається найефективніше відновлення нервових центрів. Важливе значення для осіб, зайнятих на роботах із шумом, має короткочасний відпочинок під час роботи, а також організоване дозвілля поза робочим часом.

Захист від високочастотного шуму забезпечують засоби індивідуального захисту (навушники, заглушки для вух та ін.). Працівники, які направляються у цехи з високим шумом, повинні обов'язково проходити медичні огляди, а під час праці для профілактики профзахворювань — профілактичні медичні огляди не менш одного разу на рік. Такі огляди допомагають своєчасно виявити зміни у стані здоров'я і запобігти профзахворюванню.

Захист від шуму регламентують такі документи: ГОСТ 12.1.003-83.

2.2 Організація управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві

Організація оперативного реагування на НС полягає у поетапному здійсненні організаційних і управлінських заходів від планування реагування на НС, інформування, переведення органів управління і сил у вищі ступені

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						41
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

готовності, безпосереднього управління ними, організації взаємодії і всебічного забезпечення до забезпечення безпеки людей в зоні НС.



Рисунок 2.1 – Алгоритм оперативного реагування на НС

Планування заходів реагування на НС. План реагування на надзвичайні ситуації розробляється для організації і здійснення взаємоузгодженого комплексу організаційних і практичних дій щодо проведення аварійно-рятувальних робіт з ліквідації наслідків НС, забезпечення у разі загрози або виникнення НС оперативного реагування органів управління, сил та засобів функціональних і територіальних підсистем ЄДС, запобігання загибелі людей, зменшення матеріальних втрат, організації першочергового життєзабезпечення постраждалого населення та своєчасного надання йому допомоги.

Для забезпечення готовності до оперативного реагування на НС органами управління підсистем ЄДС усіх рівнів розробляються окремі плани реагування на найбільш імовірні для певної території, галузі, об'єкта НС, виходячи з прогнозованих даних та експертних оцінок.

План визначає організаційні і практичні заходи та порядок дій, терміни їх виконання, порядок роботи органів управління, сил і засобів, необхідні для цього фінансові, матеріальні та інші ресурси і відповідальних виконавців щодо реагування на НС, а також основні заходи організації та проведення робіт з ліквідації їх наслідків.

2.3 Висновки до розділу 2

У розділі проаналізовано питання впливу шуму на організм людини та розробка заходів щодо його зниженню до допустимих величин та організації управління ЦЗ та реагування на НС на підприємстві (цеху) відповідного профілю.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						43
<i>Змн.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Висновки

В роботі описано базові етапи проектування стабілізатора Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт.

Проаналізовано завдання на роботу, здійснено аналітичний огляд схемотехнічних рішень щодо реалізації стабілізаторів та визначено напрямки щодо розроблення прототипу стабілізатора.

Описано етапи проектування електронного стабілізатора напруги 6 кВт, зокрема наведено процес реалізації його структурної схеми, яка стала базу щодо розроблення схеми електричної принципової. Для обирання компонентної бази стабілізатора здійснено розрахунок вузлів схеми електричної принципової.

Описано технологічний процес виготовлення друкованої плати стабілізатора та наведено процес забезпечення електромагнітної сумісності та обчислено показники надійності стабілізатора.

Обґрунтовано використання системи автоматичного проектування для проектування вузла друкованого та плати друкованої стабілізатора.

При оформленні креслення друкованого вузла і схеми електричної принципової стабілізатора використано програмне середовище графічного моделювання AUTOCAD.

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
						44
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. Електронний стабілізатор напруги СПП-300 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.leoton.ua/lvt-stabilizator.php?model=spp-300>
3. Електронний стабілізатор напруги ДІА-Н СН-300-м [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dia-n.com.ua/ua/ch-300-m.php>
4. Електронний стабілізатор напруги LUXEON EW600 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://voltmarket.com.ua/gibrid9125V20>
5. Електронний стабілізатор напруги LUXEON EW600 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stab.in.ua/stabilizatori-napруги/stabilizator-napryazheniya-luxeon-ew6000-1037-detail>
6. Електронний стабілізатор напруги RUCELF SRFII-6000-L [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rucelf.in.ua/p1831233-stabilizator-napryazheniya-rucelf.html>
7. Електронний стабілізатор BALANCE CHO-7 Professional [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://220volt.dp.ua/balance_sno-11_pro.html
8. Коряков С. Стабілізатор мережного напруги з мікроконтролерним управлінням / С.Коряков. – Радио, 2002, №8, с. 26-29.
9. Копанев В. Захист трансформатора від підвищеного напруги мережі / В.Копанев. Радио, 1997, №2 с.46.
10. Радіоелектроніка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elektronika-muk.ru/praktika/shema-jelektricheskaja-stabilizatora.html>

					<i>ЛММ 2.087.000 ПЗ</i>	Арк
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		45

Додатки

					ЛММ 2.087.000 ПЗ	Арк
						46
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедрою РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“_____” _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт»

Узгоджено:
Керівник роботи
Дунець В.Л. _____
“_____” _____ 2022р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Лешко М.М. _____
“_____” _____ 2022р.

Тернопіль, 2022

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-435 від “31” травня 2021р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Лешко М.М. групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка джерела безперебійного живлення для телекомунікацій, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення стабілізатора;
- розрахунок і вибір елементів для оптимальної роботи стабілізатора;
- Розробка друкованого вузла та плати друкованої стабілізатора.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

Пейджер повинен відповідати наступним вимогам:

- 4.1 Рівень вхідної напруги – 130-270В;
- 4.2 Рівень вихідної напруги – 205-230 В;
- 4.3 Рівень максимальної потужності навантаження – 6 кВт;
- 4.4 Час перемикання (відключення) навантаження – 10 мс.
- 4.5 Кліматичні умови при експлуатації повинні бути наступними:
температура навколишнього середовища від +10 до +35 °С (при нормальному значенні відносної вологості 80% при температурі 25 °С)
атмосферний тиск 96.3 – 105.3 кПа (730 – 790 мм.рт.ст.).
- 4.6 Час встановлення робочого режиму повинен не перевищує 3 сек;
- 4.7 Вимоги до умов експлуатації джерела повинні бути:
 - Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
 - Температура навколишнього середовища від +10°С до + 35°С
 - Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

Примітка: габарити стабілізатора уточнюються в процесі розробки конструкції.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

- 5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:
- пояснювальна записка;
 - структурна схема стабілізатора;

- електрична принципова схема стабілізатора;
- друкована плата стабілізатора;
- друкований вузол стабілізатора.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	
3	Розробка структурної схеми стабілізатора	
4	Розробка схеми електричної принципової стабілізатора	
5	Розрахунок основних вузлів стабілізатора	
6	Вибір елементної бази для розроблюваного стабілізатора	
7	Компоновка друкованого вузла стабілізатора	
8	Створення допоміжної документації	
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	
10	Нормоконтроль	
11	Перевірка на антиплагіат роботи	
12	Попередній захист КР	
13	Захист КР	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка		
	Конденсатори							
	ЕСАР-GS «Сар Хон»							
	0805 «Phicom»							
C1	ЕСАР-GS-220мкФ±20%-50В				1			
C2	ЕСАР-GS-470мкФ±20%-50В				1			
C3	ЕСАР-GS-10мкФ±20%-50В				1			
C4	0805 0,047мкФ±5% 50В NPO				1			
C5	0805 0,1мкФ±5% 50В NPO				1			
C6	ЕСАР-GS-220мкФ±20%-50В				1			
C7, C8	ЕСАР-GS0,007мкФ±20%-50В				2			
	Мікросхеми							
DA1	LM2931				1			
DD1-DD2	LM339N				2			
DD3-DD7	SN7486N				5			
	Запобіжник							
F1	3А				2	ESKA		
	Світлодіод							
H1-H7	АЛ307Б (червоний) аА0.336.076ТУ/04				7			
	Трансформатори							
T1	ТП 121-1 ОЮО.472.026 ТУ				1			
T2	ТП 121-8 ОЮО.472.026 ТУ				1			
					ЛММ 2.087.001 ПЕЗ			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб		Лешко М.М.			Стабілізатор напруги потужністю 6 кВт	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					1	2
Н. Контр.		Марценюк А.С.				ТНТУ, гр. РАС-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент								
					Перелік елементів			

<i>Поз. познач.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>			
	Резистори					
	MF-12 «TOKEN»					
	KLS4-3296					
R1	MF-12-0.125-560кОм±1%	1				
R2, R3	MF-12-1-680кОм±1%	2				
R3	MF-12-0.125-100Ом±1%	1				
R4	MF-12-0.125-68кОм±1%	1				
R5	MF-12-0.125-36кОм±1%	1				
R6	MF-12-0.125-5,1кОм±1%	1				
R7	MF-12-0.125-560Ом±1%	1				
R8-R12	MF-12-0.125-680Ом±1%	5				
R13	MF-12-0.125-13кОм±1%	1				
R14-R16	KLS4-3296W-0.5-15кОм±10%	3				
R17-R23	MF-12-0.125-2кОм±1%	7				
R24-R31	MF-12-0.125-39кОм±1%	8				
R32-R39	MF-12-0.125-470кОм±1%	8				
R39	MF-12-0.125-100Ом±1%	1				
R40-R48	MF-12-0.125-130Ом±1%	8				
	Діодний міст					
VD1, VD2	КЦ405	2				
	Симістори					
VDS1-VD7	ВТА41-800В	7				
	Транзистори					
VT1-VT12	BC547В	12				
	Оптосимістор					
U1-U7	МОС3041	7				
<i>Змн.</i>	<i>Арк..</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ЛММ 2.087.001 ПЕЗ	<i>Арк.</i>
						2

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛММ 2.087.001 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A1	1		ЛММ 7.103.001	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				<u>Інші вироби</u>		
				ЕСАР-GS «Сар Хон»		
				0805 «Phicom»		
		2		ЕСАР-GS-220мкФ±20%-50В	1	C1
		3		ЕСАР-GS-470мкФ±20%-50В	1	C2
		4		ЕСАР-GS-10мкФ±20%-50В	1	C3
		5		0805 0,047мкФ±5% 50В	1	C4
		6		0805 0,1мкФ±5% 50В NPO	1	C5
		7		ЕСАР-GS-220мкФ±20%-50В	1	C6
		8		ЕСАР-GS0,007мкФ±20%-50В	2	C7, C8
				<u>Мікросхеми</u>		
		9		LM2931	1	DA1
		10		LM339N	2	DD1-DD2
		11		SN7486N	5	DD3-DD7

					ЛММ 2.087.001			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб		Лешко М.М.			Друкований вузол стабілізатора напруги потужністю 6 кВт	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Дунець В.Л.					1	3
Н. Контр.		Марценюк А.С.				ТНТУ, гр. РАс-41		
Затверд.		Дунець В.Л.						
Рецензент								
					Специфікація			

