

АНОТАЦІЯ

Овчаренко В.В. Розробка та дослідження мікроелектронної системи стабілізації роботи апаратури живлення мережі.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 153 - Мікро- та наносистемна техніка, науковий керівник Г.Г. Коломоєць. Запорізький національний університет, Інженерний інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, кафедра мікроелектронних інформаційних систем, 2019.

Розроблена блок-схема пристрою та електрична принципова схема стабілізації роботи апаратури живлення мережі.

Ключові слова: МЕРЕЖА, НАПРУГА, СТРУМ, ФІЛЬТР, КОНДЕНСАТОР, РЕЗИСТОР, ТРАНСФОРМАТОР, КОМПАРАТОР, ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, МІКРОСХЕМА.

ABSTRACT

Ovcharenko V.V. Development and research of a microelectronic system for stabilizing the operation of network power equipment.

Qualification final work for obtaining a higher education degree of a master in specialty 153 - Micro- and nanosystem technology, scientific adviser G.G. Kolomoets. Zaporizhzhya National University, Engineering Institute. Faculty of Energy, Electronics and Information Technology, Department of Microelectronic Information Systems, 2019.

A block diagram of the device and an electrical circuit diagram for stabilizing the operation of network power equipment have been developed.

Keywords: NETWORK, VOLTAGE, CURRENT, FILTER, CAPACITORS, RESISTORS, TRANSFORMERS, COMPARATOR, LOGIC CONTROLLER, MICROCircuit.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ**

**ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ , ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра мікроелектронних інформаційних систем
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему _____

Виконав: студент II курсу, групи _____
спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Мікроелектронні інформаційні
системи

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

(ініціали та прізвище)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ**

Факультет енергетики електроніки та інформаційних технологій

Кафедра мікроелектронних інформаційних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 153 «Мікро- та наносистемна техніка»

(код і назва)

Освітня програма Мікроелектронні інформаційні системи

(код і назва)

Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

“ _____ ” _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) _____

керівник роботи _____,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від “ _____ ” _____ 20__ року № _____

2 Строк подання студентом роботи _____

3 Вихідні дані до роботи _____

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту) _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Реферат

Дипломна робота містить 75 сторінок, 38 рисунків, 18 таблиць, 17 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – мікроелектронні системи стабілізації роботи апаратури живлення мереж.

Мета роботи – розробка пристроїв автоматичного захисту мережевої апаратури від перевищення та пониження напруги в мережі.

Задачі роботи – враховуючи недоліки існуючого обладнання захисту мережевої апаратури забезпечити більш якісне виконання стабілізаційних функцій; провести аналіз функціонування розроблених пристроїв

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмних забезпечень: Electronics Workbench 5.12, SPlan 5.0, Layout 4.0.

Короткий виклад результатів досліджень: розрахований блок живлення стабілізатора напруги ефективно використовується в схемі контролю та управління спрацюванням компаратора при появі різниці напруги на входах. Логічний контролер сполучає відповідні кола управління обмоткою автотрансформатора, якщо рівень напруги входу досягне відповідно: 190 В, 210 В, 230 В, 250 В.

Результати впровадженнь – електронний макет пристрою пройшов випробовування на кафедрі МЕІС.

Прогнозні пропозиції – рекомендується схемне доопрацювання пристроїв у напрямку використання сучасної, більш надійної елементної бази та подальше практичне застосування.

МЕРЕЖА, НАПРУГА, СТРУМ, ФІЛЬТР, КОНДЕНСАТОР, РЕЗИСТОР, ТРАНСФОРМАТОР, КОМПАРАТОР, ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, МІКРОСХЕМА

Дипломну роботу виконано на кафедрі мікроелектронних інформаційних систем, з 02.09.2019 р. по 30.12.2019 р.

Зміст

	Стор.
Вступ	6
1 Дослідження систем стабілізації роботи апаратури живлення мережі	
1.1 Аналіз схем стабілізаторів для мережевої апаратури живлення	8
1.1.1 Лінійні стабілізатори напруги з високим ККД	8
1.1.2 Стабілізація мережевої напруги вольтододатковим трансформа- тором	12
1.2 Стаціонарне універсальне джерело стабілізованої постійної напру- ги	15
1.4 Потужні стабілізатори напруги із захистом по струму	16
1.5 Методика виготовлення печатних плат пристроїв	22
2 Розробка пристрою стабілізації мережі живлення електричних при- ладів	26
2.1 Блок живлення схеми пристрою стабілізації	27
2.1.1 Розрахунок електричного стабілізатора напруги блоку живлення.	27
2.1.2 Розрахунок електричного випрямляча і фільтру	29
2.1.3 Компаратор напруги	35
2.2 Вузол затримки підключення споживачів	42
2.3 Логічний контролер на мікросхемах виключаюче АБО	43
2.4 Схема пристрою стабілізації мережі живлення	47
2.5 Моделювання печатної плати стабілізатора мережі живлення елек- тричних приладів	49
3 Техніко-економічне обґрунтування розробки пристрою стабілізації мережі живлення	53
3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми стабілізато- ра мережі живлення	53
3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми стабілізатора мережі жи-	

влення	57
4 Охорона праці та техногенна безпека	59
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	59
4.2 Виробнича санітарія	61
4.3 Електробезпека	64
4.4 Протипожежна та техногенна безпека	65
4.5 Розрахунок середнього рівня шуму на робочому місці оператора ...	67
Висновки та рекомендації	69
Перелік посилань	70
Додаток А	72

Вступ

Не дивлячись на широке поширення у телевізорах, комп'ютерах і іншій радіоапаратурі імпульсних джерел живлення, вони не можуть витіснити лінійні компенсаційні стабілізатори.

Імпульсні джерела, як правило, використовуються спільно з лінійними стабілізаторами. Пояснюється це тим, що лінійні стабілізатори забезпечують менший рівень пульсацій на виході, а також допускають зміну струму навантаження в ширшому діапазоні (імпульсні джерела погано працюють у режимі холостого ходу).

Лінійні джерела відрізняються від імпульсних простотою схеми, менш вимогливі до використовуваної елементної бази і мають високу надійність.

Найбільш небезпечним для електроприладів і радіоапаратури є аварійне підвищення мережевої напруги. Це може статися при обриві із-за сильного вітру відкритої повітряної проводки в лінії електропередач і замиканні одного з фазних проводів на нульовій. При цьому в мережі деякий час може діяти напруга до 380 В.

Плавкі запобіжники, що стоять на мережевому введенні в квартиру, або електромеханічні автомати спрацьовують лише при підвищенні заданого струму (зазвичай при короткому замиканні в колі). А струм в колах значно зростає вже у разі пошкодження електроприладів і радіоапаратури. Це пояснюється тим, що при підвищенні мережевої напруги на 50% розсіювана потужність в споживачах енергії збільшуються більш ніж в 2 рази ($P = I^2 R$).

Деякі з побутових електроприладів (електронагрівачі, лампи освітлення, холодильники та ін.) не боїться зниження в мережі напруги. Для них актуальна розробка схем, що спрацьовують лише при зростанні напруги живлення вище заданого порогу і відрізняються по своїй швидкодії, а значить і сфері застосування.

Мережева радіоапаратура повинна зберігати працездатність при зміні живлячої напруги в діапазоні 187 В...242 В (220 В +10...15%). У міській мережі напруга у продовж дня може сильно відрізнятись від номіналу 220 В. Це часто буває в зимовий період, коли підключаються потужні споживачі енергії, наприклад електронагрівачі, і напруга в мережі “просаджується” до межі нижнього допуску. Особливо не люблять зниження напруги нижче за допустиму величину (187 В) імпульсні джерела живлення телевізорів, відеомагнітофонів, персональних комп'ютерів.

Актуальність теми полягає в тому, що у пристроях, де пред'являються підвищені вимоги до напруги живлення, таких як модем, високоякісні звукові підсилювачі і в багатьох інших використовуються лише лінійні стабілізатори. При цьому відпадає необхідність в боротьбі з високочастотними перешкодами і наведеннями, викликаними роботою імпульсного перетворювача.

1 Дослідження систем стабілізації роботи апаратури живлення мережі

Усі неполадки в енергомережах можна класифікувати наступним чином: повне відключення живлення, знижена або підвищена напруга, високочастотні сплески, короточасні провали напруги, відхилення частоти від номінального значення (50 Гц), спотворення синусоїдальної форми напруги.

Збої в електроживленні викликаються самими різними причинами: грозами, що відбуваються поблизу ліній електропередачі, нестійкою роботою генераторів, аваріями на підстанціях, розривами або вигоранням проводки, поганими контактами. Крім того, відхилення від норми напруги в мережі виникають унаслідок включення/виключення потужного електроустаткування (ліфтів, зварювальних апаратів, моторів, холодильників і т. д.) або обумовлюються електромагнітними наведеннями і радіоперешкодами від роботи побутових електроприладів мікрохвильового випромінювання або радіопередавачів.

Стабілізатор напруги (Voltage regulator) – електромеханічний або електричний (електронний) пристрій, що має вхід і вихід по напрузі, призначений для підтримки вихідної напруги у вузьких межах, при істотній зміні вхідної напруги і вихідного струму навантаження.

Джерело стабілізованого живлення (Power conditioner) – устаткування, що вживається для перетворення електричної енергії у форму, придатну для подальшого використання.

За типом вихідної напруги стабілізатори діляться на стабілізатори постійної напруги і змінної напруги. Як правило, вигляд напруги на вході стабілізатора і на його виході збігаються (постійне або змінне), але в деяких типах стабілізаторів їх види різні.

1.1 Аналіз схем стабілізаторів для мережевої апаратури живлення

1.1.1 Лінійні стабілізатори напруги з високим ККД

Основним недоліком лінійних стабілізаторів середньої і великої потужності є їх низький ККД. Чим менше вихідна напруга джерела живлення, тим менше стає його ККД. Це пояснюється тим, що в режимі стабілізації силовий транзистор джерела живлення зазвичай включень послідовно з навантаженням, а для нормальної роботи такого стабілізатора на регулюючому транзисторі повинна діяти напруга колектор-емітер ($U_{ке}$) не менше 3...5 В. При струмах більше 1 А це дає значні втрати потужності за рахунок виділення теплової енергії, що розсіюється на силовому транзисторі. Необхідності збільшувати площу тепло-відвідного радіатора або застосовувати вентилятор для примусового охолодження.

Широко поширені завдяки низької вартості інтегральні лінійні стабілізатори напруги на мікросхемах з серії 842ЕН(5...14) володіють таким же недоліком.

Останнім часом з'явилися імпорتنі мікросхеми з серії "LOW DROP". Ці мікросхеми можуть працювати при зниженій напрузі між входом і виходом (до 1... 1,3 В) і забезпечують на виході стабілізовану напругу в діапазоні 1,25...30 В при струмі у навантаженні 7,5/5/3 А відповідно. Найближчий за параметрами вітчизняний аналог типу КР142ЕН22 має максимальний струм стабілізації 5 А.

При максимальному вихідному струмі режим стабілізації гарантується виробником при напрузі вхід-вихід не менше 1,5 В. Мікросхеми мають вбудований захист від перевищення струму у навантаженні допустимої величини і тепловий захист від перегрівання корпусу.

Стабілізатори забезпечують нестабільність вихідної напруги $0,05\%/V$, нестабільність вихідної напруги при зміні вихідного струму від 10 мА до максимального значення, не гірше $0,1\%/V$.

Типова схема включення таких стабілізаторів напруги приведена на рисунку 1.1.

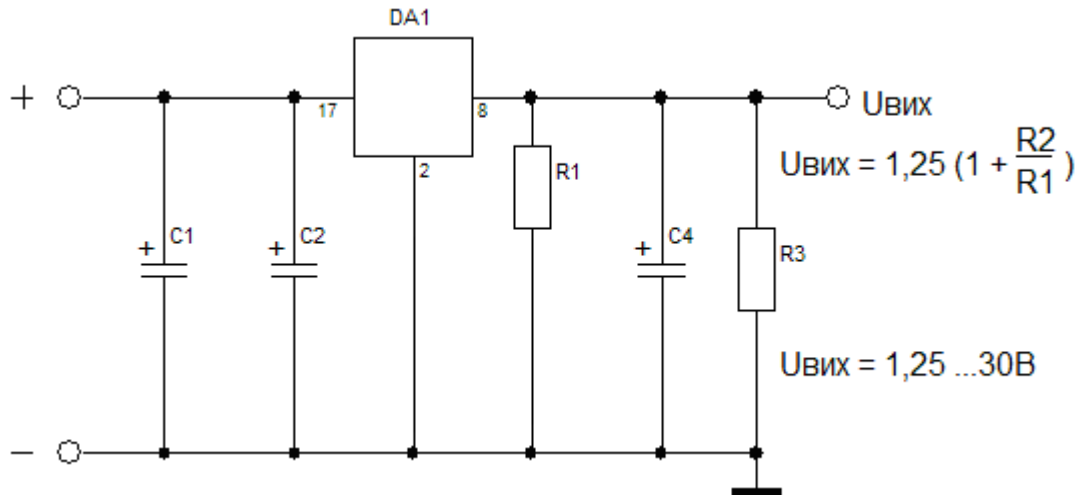


Рисунок 1.1 - Схема включення стабілізаторів з серії “LOW DROP”

Конденсатори $C2...C4$ танталові і розташовуються поблизу від мікросхеми. Ємкість конденсатора $C1$ вибирається з умови 2000 мкФ на 1 А струму.

Мікросхеми випускаються у трьох виглядах конструктивного виконання корпусу (рис. 1.2). Вигляд корпусу задається останніми буквами в позначенні [1].

Такі стабілізатори напруги економічно вигідно застосовувати при струмі у навантаженні більше 1 А, а також у разі малої кількості місця в конструкції.

На дискретних елементах також можна виконати економічне джерело живлення. Приведена на рисунку 1.3 схема розрахована для вихідної напруги 5 В і струму навантаження до 1 А. Вона забезпечує нормальну роботу при мінімальній напрузі на силовому транзисторі (0,7... 1,3 В).

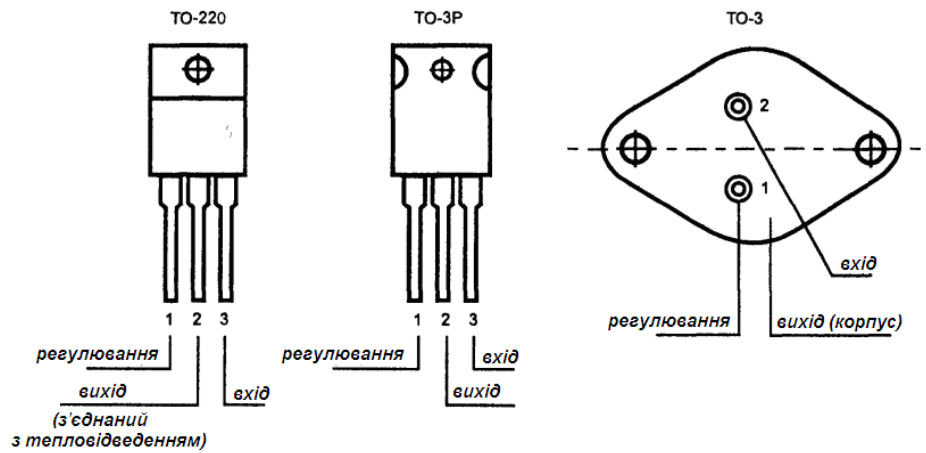


Рисунок 1.2 - Вигляд корпусу і розташування виводів в стабілізаторів

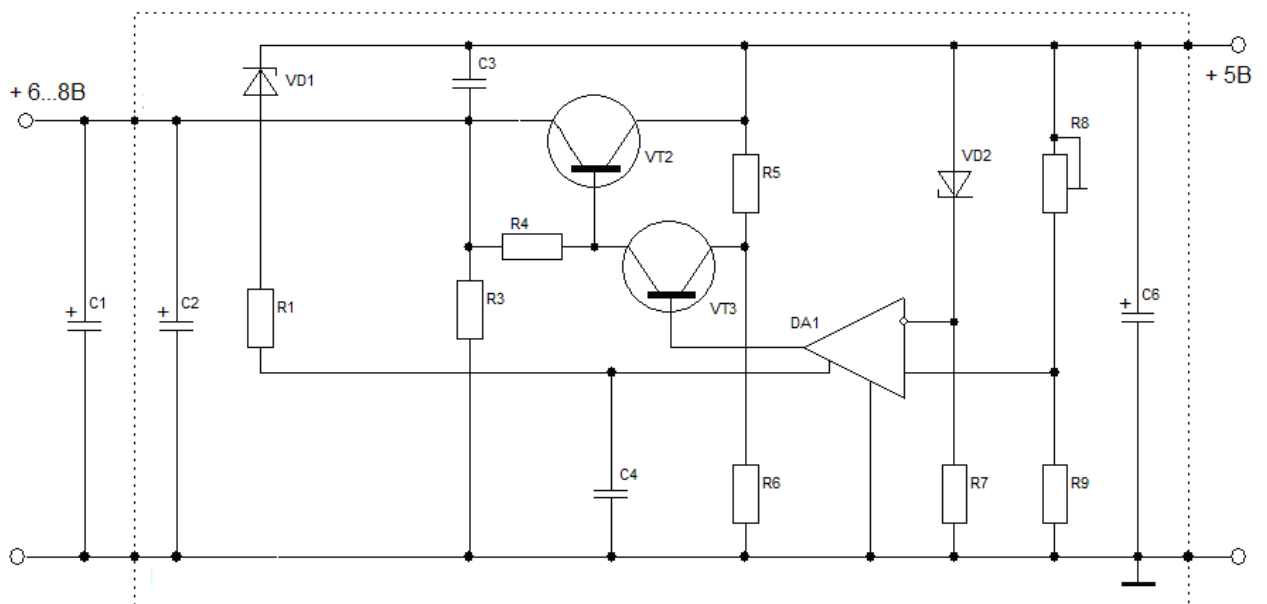


Рисунок 1.3 - Схема стабілізатора, який працює при зниженій напрузі вхід-вихід

Це досягається за рахунок використання у якості силового регулятора транзистора VT2 з малою напругою $U_{ке}$ у відкритому стані, що дозволяє забезпечити роботу схеми стабілізатора при меншій напрузі вхід-вихід.

Схема має захист (тригерного типу) у разі перевищення струму в навантаженні допустимої величини, а також перевищення напруги на вході стабілізатора величиною 10,8 В.

Вузол захисту виконаний на транзисторі VT1 і тиристорі VS1. При спрацьовуванні тиристора він відключає живлення мікросхеми DA1 (вивід 7

закорочується на загальний дріт). У цьому випадку транзистор VT3, а значить і VT2 закриються і на виході буде нульова напруга. Повернути схему у вихідний стан після усунення причини, що викликала перевантаження, можна лише виключенням і повторним включенням блоку живлення. Конденсатор C3 призначений для полегшення запуску схеми в момент включення.

Схему можна доповнити світлодіодним індикатором спрацювання захисту (HL1). Для цього потрібно встановити додаткові елементи: діод VD3 і резистор R10, як показано на рисунку 1.4.

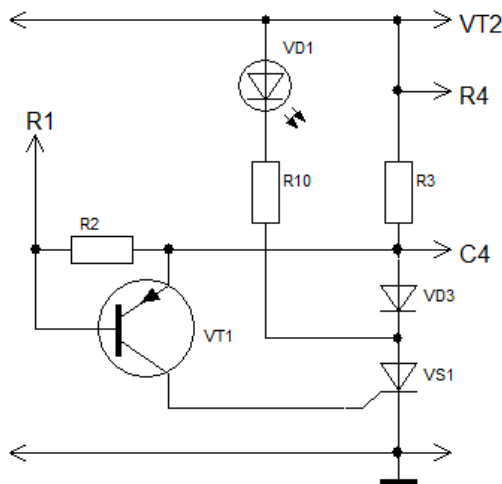


Рисунок 1.4 - Підключення індикатора спрацювання захисту

Топологія печатної плати для монтажу елементів показана на рисунку 1.5 (вона містить одну об'ємну перемичку). Транзистор VT2 встановлюється на радіатор.

1.1.2 Стабілізація мережевої напруги вольтододатковим трансформатором

Підвищена напруга електромережі веде до інтенсивного нагріву обмоток електродвигуна і зносу колектора, пробоя ізоляції. При зниженій напрузі не запускаються електродвигуни або включаються ривками, що наводить до передчасного зносу пускорегулюючої апаратури.

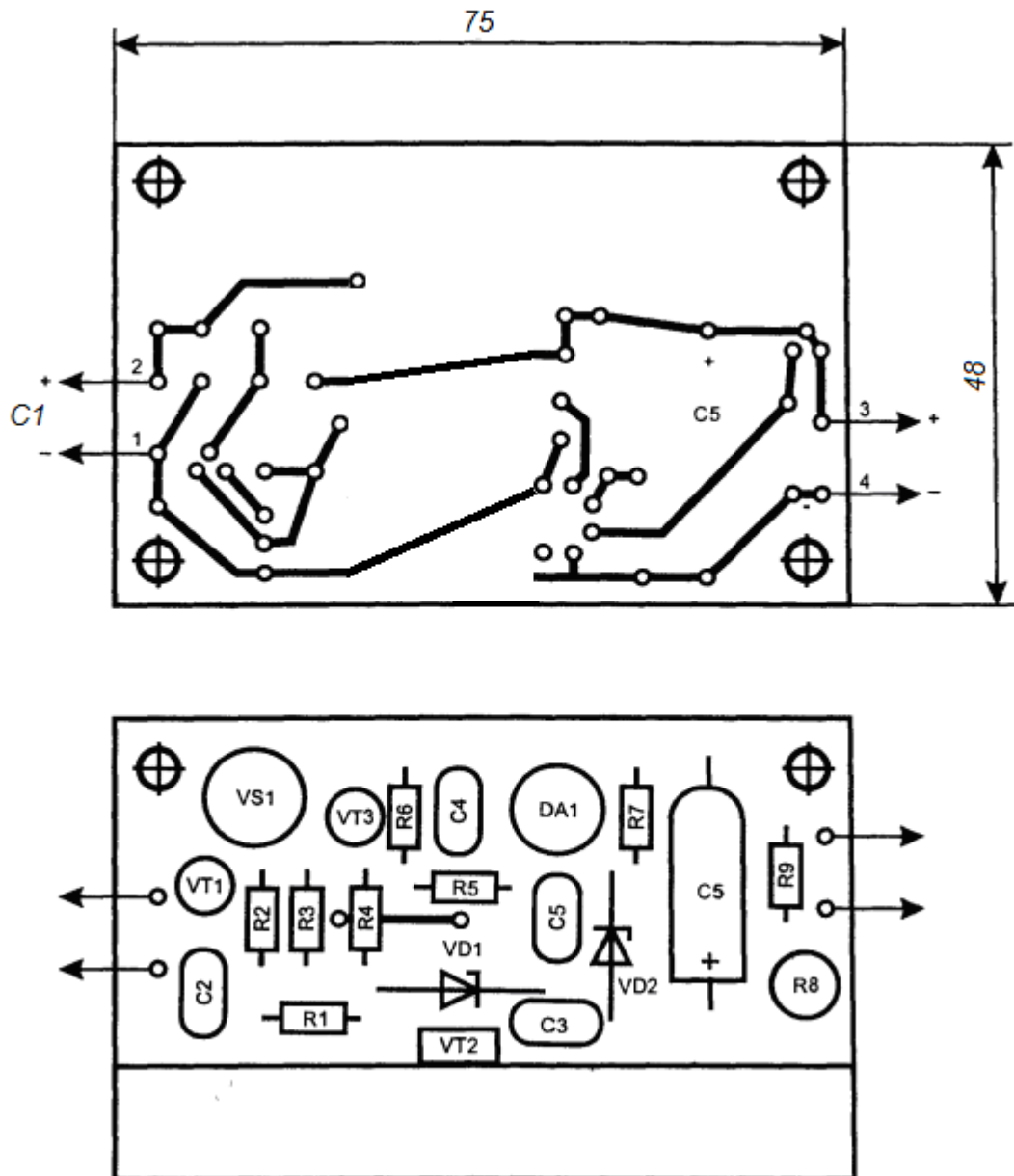


Рисунок 1.5 – Топологія печатної плати та розташування елементів

Якщо встановити вольтдодатковий трансформатор, сумарна напруга вторинної обмотки і електромережі стане близькою до стандартної напруги живлення. Негативного впливу на електромережу такий пристрій не робить. Наявність пристрою підтримки напруги електромережі дозволяє захистити електроприлади як від підвищеного, так і від зниженого значення.

Силовий трансформатор невеликої потужності використовується для збільшення напруги при незмінній потужності вжитку. У реальному пристрої досить декілька збільшити напругу електромережі вольтдодатком, а потім стабілізувати. Різниця вхідної і вихідної напруги використовується на компе-

напругу при зниженій напрузі, підвищена напруга мережі знижується транзисторним регулятором (рис. 1.6).

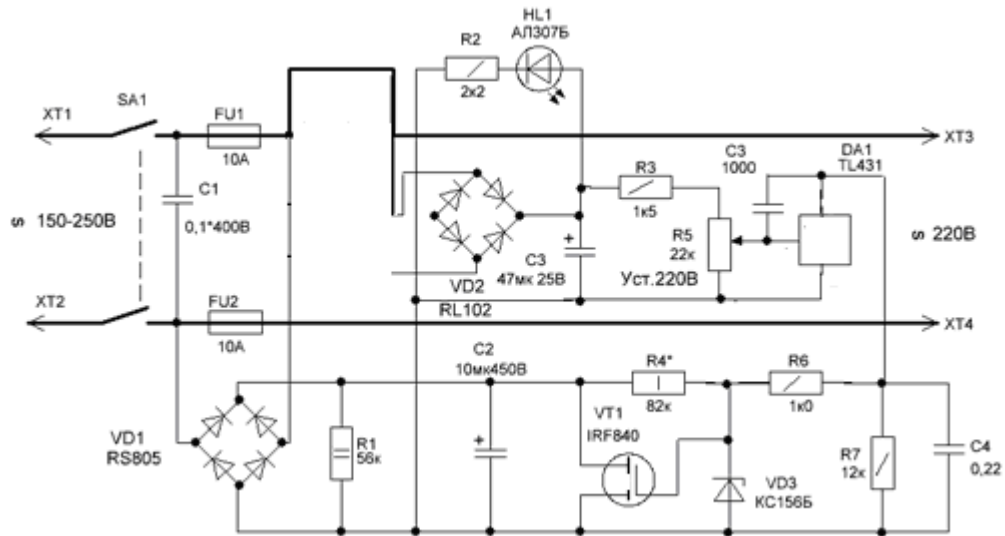


Рисунок 1.6 - Стабілізація мережевої напруги вольтдодатковим трансформатором

Кола відстежування напруги помилки складаються з діодного моста VD2 і підсилювача помилки на паралельному стабілізаторі DA1.

Підвищення напруги в мережі приводить до збільшення напруги у вторинній обмотці силового трансформатора T1, напруга на конденсаторі C3 збільшується, що приводить до відкриття паралельного стабілізатора DA1 і шунтуванню напруги на резисторі R7. Напруга на затворі польового транзистора VT1 падає і приводить до його закриття, що обмежує вторинну напругу на клеммах XT3, XT4.

Знижена напруга електромережі приводить до зворотного процесу - зниження напруги на вторинних обмотках трансформатора, закриття паралельного стабілізатора на DA1 і відкриттю польового транзистора VT1, що приводить до збільшення напруги на вторинних обмотках.

1.2 Стационарне універсальне джерело стабілізованої постійної напруги

Для живлення багатьох переносних побутових пристроїв або ремонту радіоапаратури зручно мати стаціонарне універсальне джерело стабілізованої постійної напруги. Зазвичай для такого джерела досить регулювання вихідної напруги від 1,5...30 В при максимальному струмі в навантаженні до 1 А. Таке джерело можна виконати на інтегральній мікросхемі з серії К142ЕН12А (рис. 1.7). Її схема включення являється типовою. Мікросхема усередині має захист від перевантаження по струму і дозволяє розсіювати на радіаторі потужність до 10 Вт.

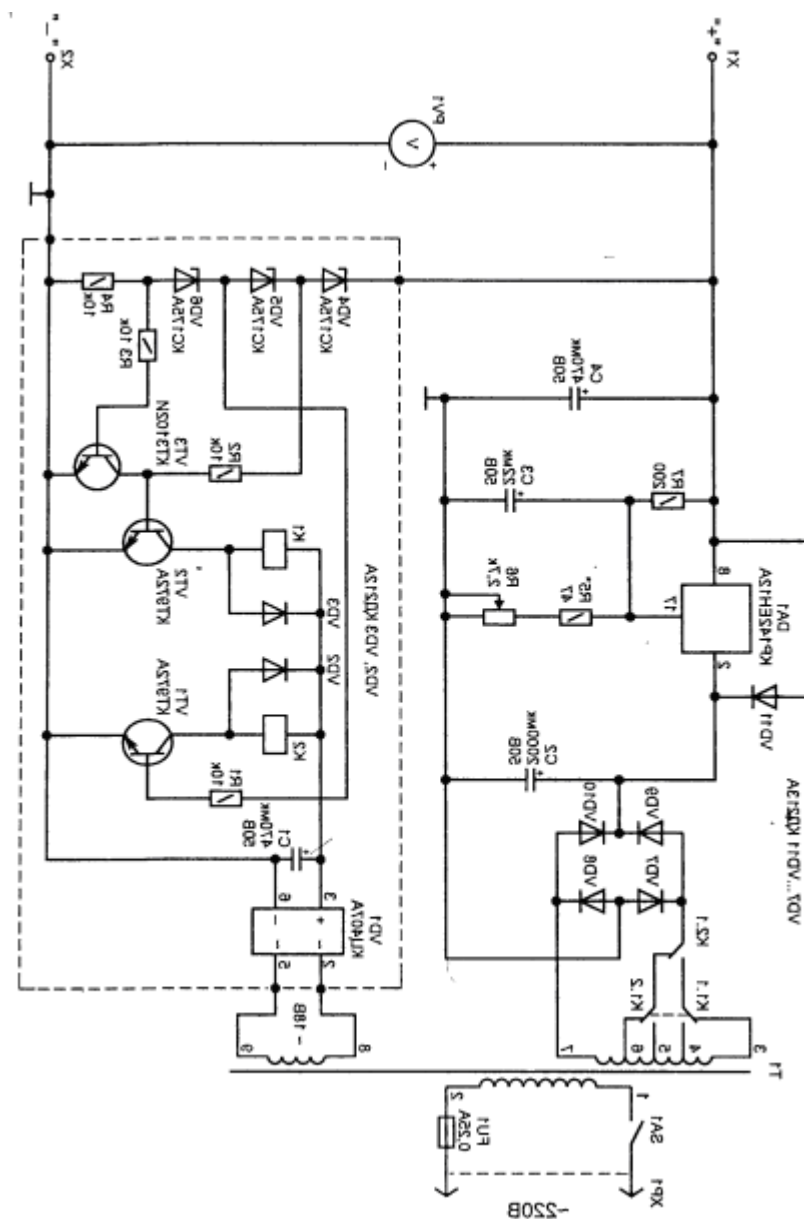


Рисунок 1.7 – Електрична схема джерела живлення

При виготовленні універсального джерела живлення з регулюванням вихідної напруги в широкому діапазоні, аби забезпечити для силового транзистора полегшений режим, часто використовується мережевий трансформатор з секціонованою вторинною обмоткою. У цьому випадку відведення трансформатора з'єднуються уручну за допомогою перемикача, залежно від рівня вихідної напруги так, щоб різниця між входом і виходом не була дуже великою. Замість перемикача це завдання може виконувати автоматичний пристрій, виділений на рисунку пунктиром.

Для перемикання чотирьох відведень вторинної обмотки трансформатора Т1 досить всього двох реле, що мають по дві групи контактів. Реле включаються у певній послідовності. На схемі показано вихідне положення контактів К1 і К2, коли жоден з них не включений.

Комутатор має три пороги перемикання і управління роботою реле виконується таким чином:

- як тільки напруга на виході перевищить 7,5 В – включиться реле К1;
- при перевищенні рівня 15 В – спрацює реле К2;
- при перевищенні рівня 22,5 В – відключиться реле К1.

При цьому напруга, яка знімається з вторинних обмоток трансформатора Т1, ступінчасто зростатиме.

Рівень порогу перемикання визначається робочою напругою використаних стабілітронів (VD4...VD6). У даному варіанті схеми для стабілітронів КС175А він складає 7,5 В. Це дозволяє на виході джерела живлення змінювати напругу від 1,5 до 30 В лише одним регулятором (R6).

1.4 Потужні стабілізатори напруги із захистом по струму

Для живлення деяких радіотехнічних пристроїв потрібне джерело живлення з підвищеними вимогами до рівня мінімальних вихідних пульсацій і

КТ827А. При цьому схема має захист по струму, який можна регулювати в широких межах.

На операційному підсилювачі DA1.1 виконано стабілізатор напруги, а DA1.2 використовується для забезпечення захисту по струму. Мікросхеми DA2, DA3 стабілізують живлення схеми управління, яка зібрана на DA1, що дозволяє поліпшити параметри джерела живлення.

Працює схема стабілізації напруги наступним образом. З виходу джерела (X2) знімається зворотний зв'язок по напрузі. Цей сигнал порівнюється з опорною напругою, що поступає із стабілітрона VD1. На вхід ОП подається сигнал розузгодження (різниця цієї напруги), який посилюється і поступає через R10-R11 на управління транзистором VT1. Таким чином вихідна напруга підтримується на заданому рівні з точністю, яка визначається коефіцієнтом посилення ОП DA1.1.

Потрібна вихідна напруга встановлюється резистором R5.

Для того, щоб у джерела живлення була можливість встановити вихідну напругу більше 15 В, загальний дріт для схеми управління підключений до клеми "+" (X1). При цьому для повного відкриття силового транзистора (VT1) на виході ОП потрібна невелика напруга (на базі VT1 $U_{be} = +1,2$ В).

Така побудова схеми дозволяє виконувати джерела живлення на будь-яку напругу, обмежену лише допустимою величиною напруги колектор-емітер ($U_{ке}$) для конкретного типу силового транзистора (для КТ827А максимальне $U_{ке} = 80$ В).

У даній схемі силовий транзистор являється складеним. Складені транзистори це комбінація з декількох транзисторів, сполучених між собою так, що їх можна розглядати як єдине ціле. Схема Дарлінгтона (рис. 1.9) володіє виключно великою величиною коефіцієнта посилення базового струму.

AAA;
 ABCD+CD;
 DCD+DD;
 FDC+CDB

Розділимо обидві частини рівняння:

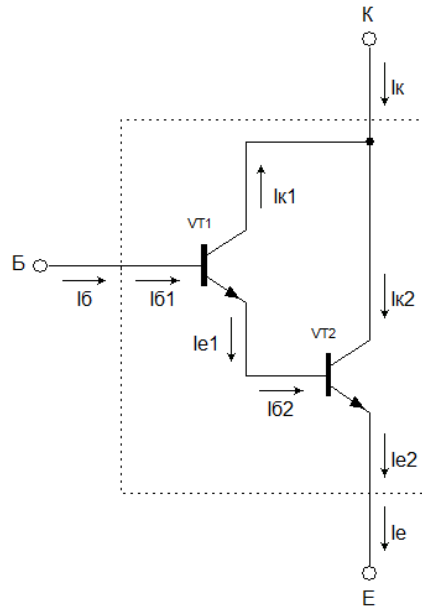


Рисунок 1.9 – Схема Дарлінгтона

DC

DCG

Якщо β_1 і β_2 мають значення.

Тому силовий транзистор у схемі може мати коефіцієнт посилення в діапазоні 750...1700, що дозволяє управляти ним невеликим струмом – безпосередньо з виходу ОП DA1.1. Це знижує число необхідних елементів і спрощує схему.

Схема захисту по струму зібрана на ОП DA1.2. При протіканні струму в навантаженні на резисторі R12 виділяється напруга. Вона через резистор R6 прикладається до точки з'єднання R4-R8, де порівнюється з опорним рівнем. Поки ця різниця негативна (що залежить від струму в навантаженні і величини опору резистора R12) – ця частина схеми не робить впливу на роботу стабілізатора напруги.

Як тільки напруга у вказаній точці стане позитивним, на виході ОП DA1.2 з'явиться негативна напруга, яка через діод VD12 зменшить напругу на базі силового транзистора VT1, обмежуючи вихідний струм. Рівень обмеження вихідного струму регулюється за допомогою резистора R6.

Паралельно включені діоди на входах операційних підсилювачів (VD3...VD7) забезпечують захист мікросхеми від пошкодження у разі включення її без зворотного зв'язку через транзистор VT1 або при пошкодженні силового транзистора. У робочому режимі напруга на входах ОП близька до нуля і діоди не роблять впливу на роботу пристрою.

Встановлений в колі негативного зворотного зв'язку конденсатор C3 обмежує смугу підсилюваних частот, що підвищує стійкість роботи схеми, запобігаючи самозбудженню.

Аналогічну схему потужного стабілізатора напруги із захистом по струму можна виконати на транзисторі з іншою провідністю КТ825А (рис. 1.10).

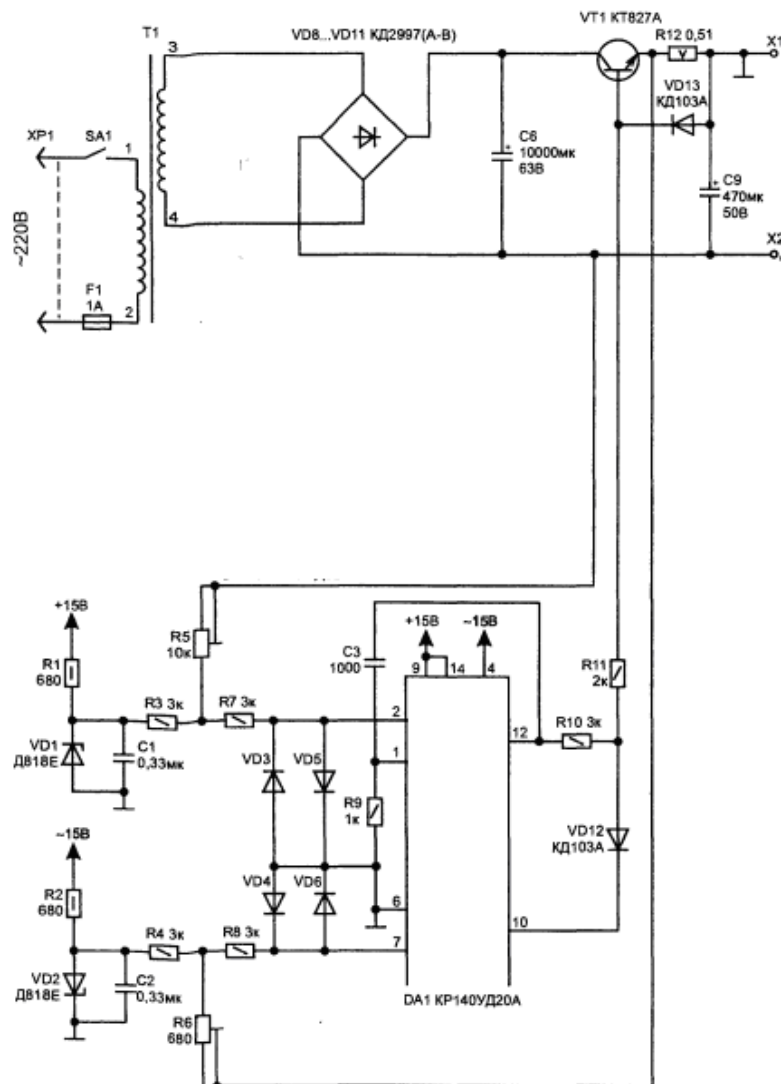


Рисунок 1.10 – Друга схема стабілізації напруги

При використанні вказаних на схемах елементів приведені джерела живлення дозволяють на виході отримувати стабілізовану напругу до 50В при струмі 1...5 А.

Технічні параметри стабілізованого джерела живлення отримуються не гірше за аналоги із складнішою схемотехнікою.

Силовий транзистор встановлюється на радіатор, площа якого залежить від струму в навантаженні і напруги $U_{ке}$. Для нормальної роботи стабілізатора ця напруга має бути не менше 3В.

Мікросхема операційного підсилювача DA1 може бути замінена імпор-тним аналогом рА747 або двома мікросхемами 140УД7; стабілізатори напру-ги: DA2 на 78L15, DA3 на 79L15.

Параметри мережевого трансформатора Т1 залежать від необхідної по-тужності, яка поступає в навантаження. У вторинній обмотці трансформатора після випрямлення на конденсаторі С6 повинна забезпечуватися напруга на 3...5В більше, ніж потрібно отримати на виході стабілізатора.

Якщо джерело живлення передбачається використовувати в широкому температурному діапазоні (-60...+100°C), то для здобуття хороших технічних характеристик необхідно застосовувати додаткові заходи. До їх числа відно-ситься підвищення стабільності опорної напруги. Це можна зробити за раху-нок вибору стабілітронів VD1, VD2 з мінімальним ТКН, а також стабілізації струму через них. Зазвичай стабілізацію струму через стабілітрон виконують за допомогою польового транзистора або вживанням додаткової мікросхеми, що працює в режимі стабілізації струму через стабілітрон (рис. 1.11). Крім того, стабілітрони забезпечують найкращу термостабільність напруги в пев-ній точці своєї характеристики. У паспорті на прецизійні стабілітрони це зна-чення струму вказується і саме його треба встановлювати резисторами при налаштуванні вузла джерела опорної напруги, для чого в коло стабілітрона тимчасово включається міліамперметр.

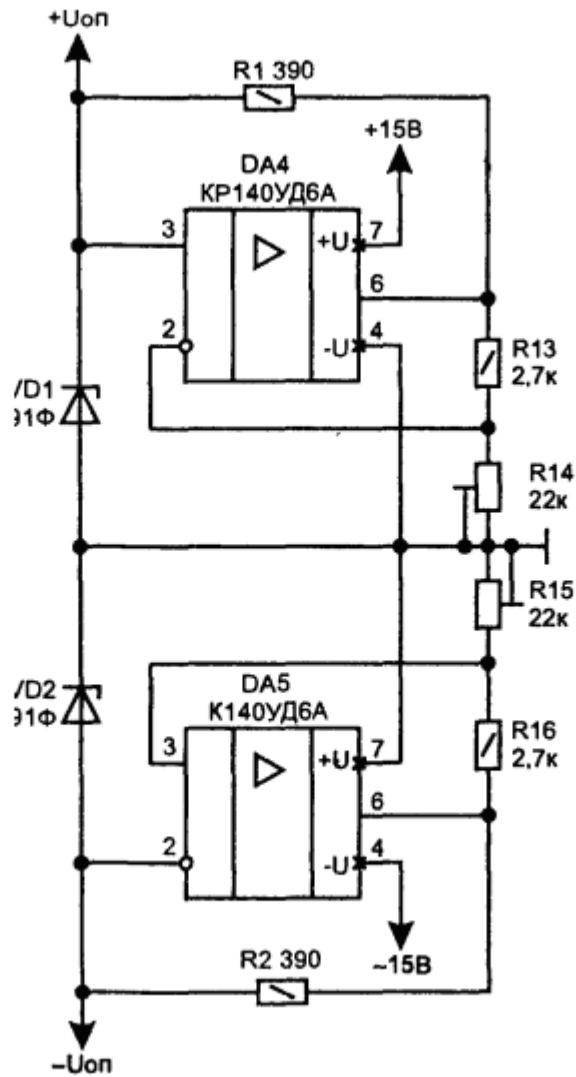


Рисунок 1.11 - Підвищення стабільності опорної напруги

1.5 Методика виготовлення печатних плат пристроїв

При конструюванні приладів на печатних платах використовують наступні методи. Моносхемний застосовують для нескладної радіоелектронної апаратури (РЕА). В цьому випадку вся електрична схема розташовується на одній печатній платі (ПП). Моносхемний метод має обмежене застосування, оскільки дуже складні ПП незручні при налаштуванні і ремонті РЕА.

Схемно-вузловий метод застосовують при виробництві масової і серійної РЕА. При цьому методі частина електричної схеми, що має чіткі вхідні і вихідні ланцюги (каскади УВЧ, УПЧ, блоки розгортки і т. п.), розташовується-

ся на окремій платі. Ремонтпридатність таких виробів більша. Недолік – складність системи сполучних дротів, що зв'язують окремі плати [4].

Функціонально-вузловий метод застосовують в РЕА з використанням мікроелектронних елементів. При цьому ПП містить провідники комутації функціональних модулів в єдину схему. На одній платі можна зібрати дуже складну схему. Недолік цього методу – різке збільшення складності ПП. У ряді випадків всі провідники не можуть бути розташовані на одній і навіть обох сторонах плати. При цьому використовують багатошарові печатні плати БПП, об'єднуючі в єдину конструкцію декілька шарів печатних провідників, розділених шарами діелектрика.

Традиційним методом є застосування прозорої плівки або кальки, на яку також може бути перенесений рисунок печатних елементів. Даний метод значно спрощує процес. Деякі ксерокси дозволяють безпосередньо копіювати рисунок на плівку або кальку. При використанні цього методу слід застосувати текстоліт, у якого мідь покрита спеціальним фоточутливим шаром – фоторезистом. Калька з кресленням плати прикладається до нього, і потім виробляється експонування в ультрафіолетовому світлі. Замість [освітлення](#) ультрафіолетовим джерелом світла можна провести півгодинну експозицію звичайної лампою розжарювання на 100 Вт, розташованої в 20 см від фоторезисту (рис. 1.12) [5].

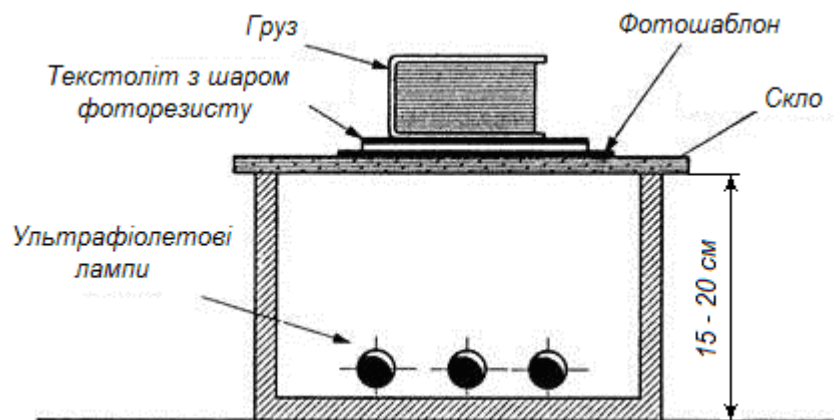


Рисунок 1.12 – Експозиція під ультрафіолетовими променями

Слідом за експонуванням здійснюється прояв у ванні з содою. Після промивки плата готова для хімічного травлення (рис. 1.13).

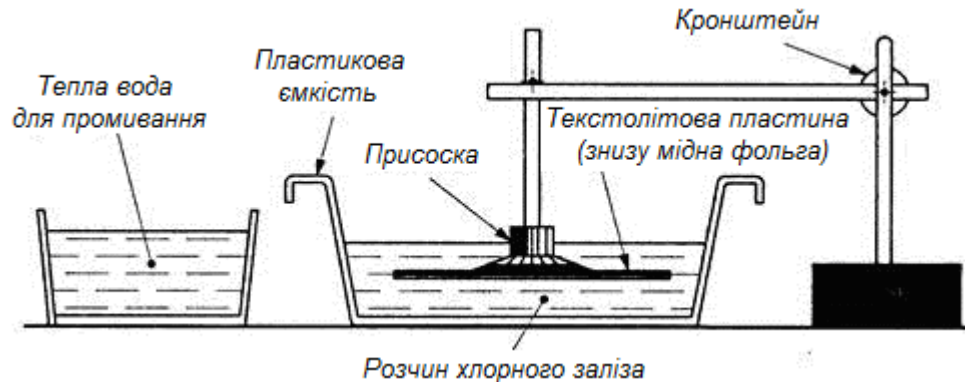


Рисунок 1.13 – Застосований спосіб травлення плати

Для цього плата занурюється у ванну з хлорним залізом. З метою активізації травлення доцільно переміщати плату в розчині. Процес може бути прискорений, якщо розчин трохи підігріти (методом «парової лазні»). Після травлення і промивання в теплій воді необхідно просвердлити отвори в платі для установки компонентів за допомогою свердла діаметром 0,8 мм. Деякі отвори повинні бути розширені до 1...1,3 мм для відповідності діаметру виводів компонентів.

1.6.1 Монтаж навісних компонентів на плату

Найбільш раціональний метод монтажу – установка компонентів у порядку зростання їх висоти. Починають з більш дрібних – резисторів, діодів, світлодіодів і далі таким же чином [5].

При монтажі необхідно ретельно дотримуватися орієнтації компонентів, що мають полярність – електролітичних конденсаторів, діодів, транзисторів і інтегральних схем. Будь-яка помилка на цьому етапі не тільки знижує ймовірність якісної роботи схеми, але і може привести до руйнування компонента і пошкодження інших деталей, функціонально пов'язаних з ним.

Інше важливе завдання полягає в тому, щоб виконати пайку не перегріваючи компоненти. Жало паяльника необхідно регулярно очищати. Якісна пайка визначається по характерному блиску. Сірувата і нерівна пайка є потенційною причиною поганої роботи схеми.

Інтегральні схеми більш чутливі до перегріву, ніж пасивні компоненти, тому їх краще встановлювати в спеціальних панелях. Це дозволяє уникнути їх нагрівання. Крім того, при виході з ладу їх можна буде замінити.

Метою роботи являється розробка пристрою стабілізації мережі живлення електричних приладів

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- розрахувати схему блока живлення стабілізатора напруги;
- розробити схему компаратора сигналів з блока живлення;
- розробити схему стабілізатора мережі живлення;
- розробити топологію печатної плати пристрою.

2 Розробка пристрою стабілізації мережі живлення електричних приладів

Для підключення приладів до стійкого живлення застосовують стабілізатор напруги. Напруга на його виході володіє стабільними властивостями. Є допуски на зміну напруги не більше 10% від номінального значення (220 В). Це відхилення має бути дотримане як у більшу сторону, так і в меншу.

Пристрій стабілізації не має підвищену чутливість до змін напруги, що подається по загальній лінії. Згладжування напруги виконується у тому випадку, якщо на вході напруга знаходиться у межах від 700 В.

Включені в мережу пристрої живляться напругою, що має величину від 20В до 20 В. Від такого пристрою можна живити електричні прилади, сумарна потужність яких до 0 кВт. Стабілізатор виконує перемикавання навантаження споживача за 100 мс.

Пристрій стабілізації мережі живлення за вказаною схемою має в своєму складі наступні частини (рис. 2.1).

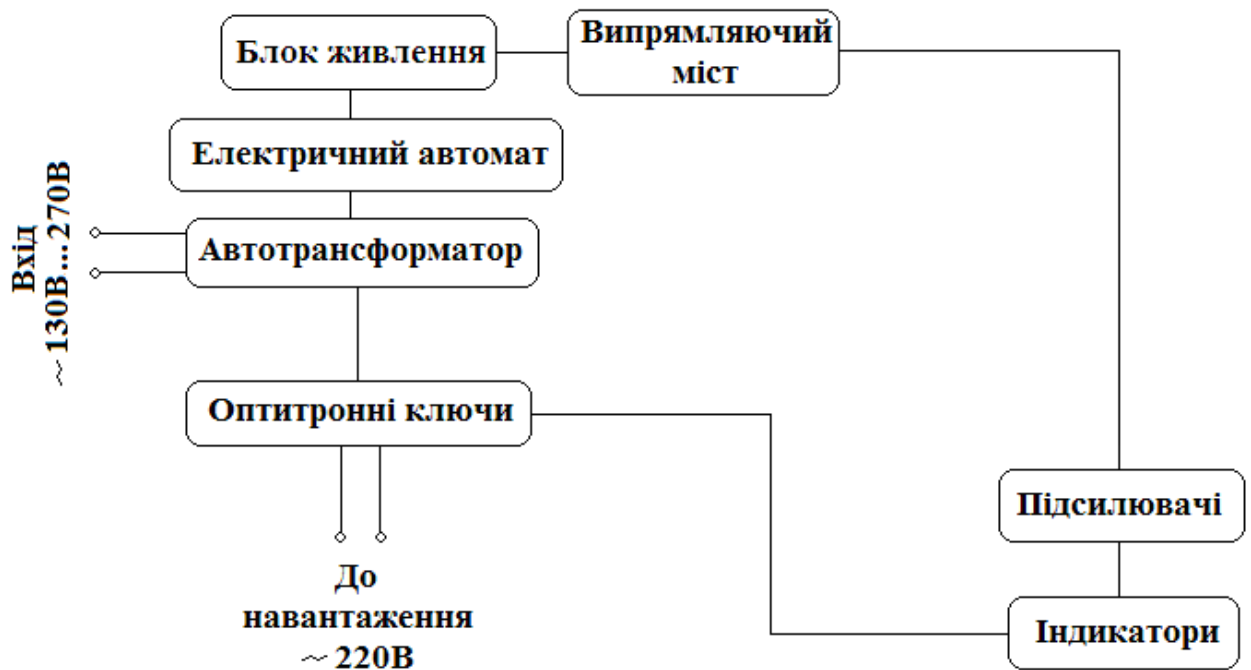


Рисунок 2.1 – Структурна схема пристрою стабілізації мережі живлення електричних приладів

2.1 Блок живлення схеми пристрою стабілізації

Первинне джерело живлення призначене для гальванічної розв'язки від мережі живлення та пониження напруги. Джерело вторинного електроживлення виконує функції перетворення вигляду струму (змінний - постійний), стабілізації і регулювання напруги або струму, фільтрації різних перешкод, що виникають при перемиканні, стабілізації і регулюванні напруги і т.д. Перетворення змінного струму в постійний забезпечується випрямлячами. Блок живлення схеми пристрою стабілізації має структуру, яка приведена на рисунку 2.1 [1].



Рисунок 2.1 – Структурна схема джерела електроживлення

Потужний трансформатор Т, як правило, знижує напругу, потім вона перетвориться випрямлячем В в постійну напругу, пульсації якої згладжуються фільтром Ф, і при необхідності рівень цієї напруги за допомогою стабілізатора Ст підтримується незмінним, не залежним від зміни напруги мережі, температури, струму навантаження Н і інших дестабілізуючих чинників.

2.1.1 Розрахунок електричного стабілізатора напруги блоку живлення

Вихідні дані каналу стабілізації приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахункові параметри стабілізатора напруги

Розраховуємо мінімально вхідну напругу:

$$U_{\text{вх. min}} \geq U_{\text{н}} + \Delta U_{\text{н}}^+ + \Delta U_{\text{min}} + U_{\sim}$$

де:

$$U_{\sim} = \frac{U_{\text{пульс}}}{K_{\text{ц}}} = \frac{0.05}{0.05} = 1 \text{ В}$$

$$\Delta U_{\text{min}} = U_{\text{пд}} + U_{\text{бевт}} = 3 + 1 = 4 \text{ В}$$

$$U_{\text{вх min}} = 1 + 0.5 + 3 + 0.5 = 5 \text{ В}$$

Номинальна вхідна напруга:

$$U_{\text{вх ном}} = \frac{U_{\text{вх min}}}{1 - \alpha_{\text{min}}} = \frac{5}{1 - 0.15} = 4.3 \text{ В}$$

Максимальна вхідна напруга:

$$U_{\text{вх max}} = U_{\text{вх ном}} (1 + \alpha_{\text{max}}) = 4.3(1 + 0.1) = 5.5 \text{ В}$$

Визначимо максимально допустимий струм, мікросхеми стабілізатора з умови не перевищення допустимого $P_{\text{рас}}$ ІМС:

$$I_{\text{вых. max}} \leq \frac{P_{\text{рас. max}}}{U_{\text{вх. max}} - U_{\text{н. min}}} = \frac{6}{13.5 - 4.9} = 0.7 \text{ А}$$

Використаємо мікросхему стабілізатора напруги з фіксованою позитивною вихідною напругою 5 В (рис. 2.2).



Електричні параметри

Вихідна напруга	5 В ± 2%
Вихідна напруга (поріг спрацьовування захисту)	? 26 В
Падіння напруги між входом і виходом:	
- при $I_{\text{н}} = 0,1 \text{ А}$? 0,3 В
- при $I_{\text{н}} = 0,4 \text{ А}$? 0,6 В
Струм споживання:	
- при $I_{\text{н}} = 10 \text{ мА}$? 3 мА
- при $I_{\text{н}} = 400 \text{ мА}$? 80 мА
Нестабільність по напрузі при $U_{\text{вх}} = 6 \dots 26 \text{ В}$? 0,05 %/В
Нестабільність по струму при $I_{\text{н}} = 5 \dots 400 \text{ мА}$? 0,01 %/мА
Гранично допустимі режими експлуатації	
Вхідна напруга:	
- постійна	? 35 В
- імпульсна	? 60 В
Вихідний струм:	
КР1158ЕН5(А, Б)	0,5 А
Температура довкілля	-45...+85 °С

Рисунок 2.2 – Характеристики мікросхеми стабілізатора КР1158ЕН5А

Для схеми (рис. 2.3) струм навантаження має бути рівний:

$$I_{н.макс} \leq I_{вих} \cdot \frac{I_{MC}}{I_{макс}} \cdot h_{21min VT1} = 0.7 \cdot 2 = 1.4 \text{ A} > 1 \text{ A}$$

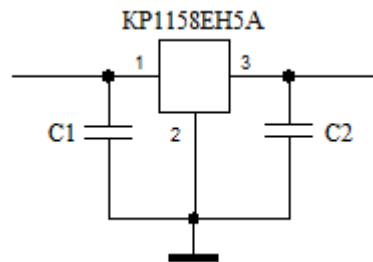


Рисунок 2.3 – Схема стабілізатора напруги

2.1.2 Розрахунок електричного випрямляча і фільтру

Випрямлячі служать для перетворення змінної (синусоїдальної) напруги в напругу постійного струму за допомогою напівпровідникових випрямляючих діодів.

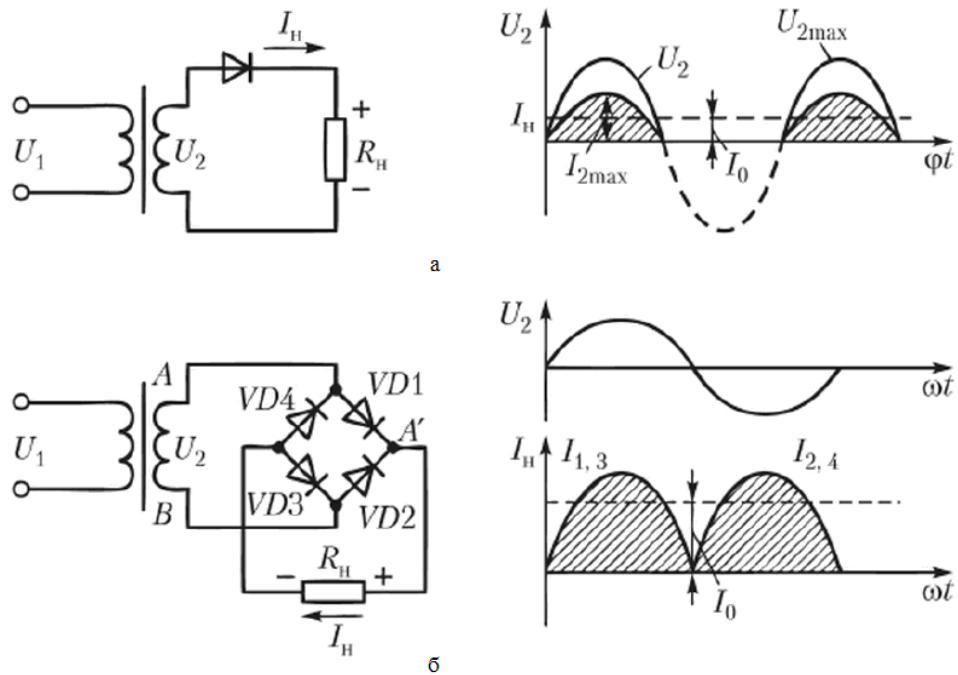
У схемі однонапівперіодного випрямляча (рис. 2.4, а) струм I_n через діод проходить в навантаження R_n лише в позитивні напівперіоди напруги U_2 , оскільки в негативні напівперіоди вона замикає діод. Струм в навантаженні (заштрихований) має переривистий характер, а його постійна складова I_0 середнє значення струму, що протікає за період, і створює на навантаженні постійну складову напруги, рівну (згідно розкладанню функції в ряд Фур'є) [1]:

$$U_0 = I_0 R_n = \frac{I_{2max}}{\pi} R_n; \quad \frac{I_{2max}}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,45 U_2, \quad (2.1)$$

де U_{2max} і U_2 – амплітудне і діюче значення синусоїдальної напруги вторинної обмотки трансформатора. По заданому U_0 можна знайти U_2 і визначити необхідний коефіцієнт трансформації U_1/U_2 при заданій напрузі живлячої мережі змінного струму.

У негативний напівперіод до замкнутого діода прикладена зворотна напруга

$$U_{\text{звор.}} = U_{2\text{max}} = \pi U_0, \quad (2.2)$$



а – однонапівперіодний випрямляч;

б – двонапівперіодний випрямляч

Рисунок 2.4 – Випрямні пристрої і графіки, що пояснюють їх роботу

тому діод вибирають так, щоб його допустима зворотна напруга задовольняла умові:

$$U_{\text{звор.доп.}} \geq \pi U_0, \quad (2.3)$$

а допустимий прямий струм через діод умові:

$$I_{\text{сер.доп.}} \geq I_0 \quad (2.4)$$

Схема двонапівперіодного випрямляча складається з чотирьох діодів, включених за так званою мостовою схемою (рис. 2.4, б).

Напруга U_2 в позитивний напівперіод відкриває діоди VD1 і VD3 і від точки А до точки В по колу «VD1 – R_n – VD3» протікає струм навантаження $I_n = I_{1,3}$. При цьому діоди VD2 і VD4 замкнуті.

У негативний напівперіод напруга U_2 відкриває діоди VD2 і VD4 і струм $I_n = I_{2,4}$ тече від точки В до точки А по колу «VD2 – R_n – VD4».

У цій схемі постійні складові струму I_0 і напруги U_0 в два рази вище, ніж в однонапівперідній схемі:

$$I_0 = \frac{2}{\pi} I_{2\max} \quad \text{і} \quad U_0 = \frac{2}{\pi} U_{2\max}, \quad \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 = 0,9U_2 \quad (2.5)$$

Оцінімо зворотну напругу, прикладену, наприклад, до діода VD2 в позитивний напівперіод напруги U_2 .

При відкритому діоді VD1 потенціал точки А' близький до позитивного потенціалу точки А обмотки трансформатора, а її негативний потенціал точки В прикладений до іншого виводу діода VD2. Значить, до діода VD2 прикладена зворотна напруга вторинної обмотки трансформатора $U_{звор.} = U_{2\max}$, тобто таке ж, як і в однонапівперіодній схемі.

Струм, що протікає через кожен з діодів, $I_{сер.} = I_0 / 2$, тобто в два рази менше, ніж в однонапівперіодному випрямлячі.

Виходячи з енергетичних міркувань і зменшення коефіцієнта пульсацій, а також масогабаритних показників вибираємо мостову схему випрямлення для джерела первинного електроживлення основні співвідношення якої приведені в таблиці 2.2 [4].

Таблиця 2.2 - Основні співвідношення для розрахунку випрямляча і фільтру

$\frac{U_0}{U_2}$	$\frac{I_{сер.}}{I_0}$	$\frac{S_{тр.}}{S_{дв.}}$	$\frac{D}{B}$	$\frac{I_{пр.сер.}}{I_0}$	$\frac{I_{пр.}}{I_0}$	$\frac{S_{тр.}}{S_{дв.}}$	$\frac{D}{B}$	$\frac{I_{пр.сер.}}{I_0}$	$\frac{I_{пр.}}{I_0}$	$\frac{S_{тр.}}{S_{дв.}}$	$\frac{D}{B}$	$\frac{I_{пр.сер.}}{I_0}$

Користуючись таблицею визначимо приблизні параметри $U_{звор.}$, $I_{прсер.}$, $I_{пр.}$, $S_{тр.}$ при цьому задамося D і B для мостової схеми $B \sim 1$, $D \sim 2,15$.

Тоді:

$$U_{звор.} = 1,41 \cdot B \cdot U_0 = 1,41 \cdot 1 \cdot 12,3 = 17,3 \text{ В}$$

$$I_{пр.сер.} = 0,5 \cdot I_0 = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ А}$$

$$I_{пр.} = D \cdot I_0 = 2,15 \cdot 10 = 21,5 \text{ А}$$

$$S_{тр.} = 0,707 \cdot D \cdot B \cdot P_0 = 0,707 \cdot 1 \cdot 2,15 \cdot 123 = 187 \text{ ВА,}$$

$$\text{де } P_0 = U_0 \cdot I_0 = 12,3 \cdot 10 = 123 \text{ Вт}$$

Амплітуду $U_{\text{звор.}}$ на вентилі визначаємо по максимальному значенню випрямленої напруги

$$U_{\text{звор.}} = 5,5 \text{ В}$$

Визначимо типи вентилів. При цьому необхідно виконати умову:

$$U_{\text{звор. макс}} > U_{\text{звор.}}$$

$$U_{\text{звор. макс}} = 50 \text{ В}$$

$$I_{\text{пр.сер макс}} > I_{\text{прсер}}$$

$$I_{\text{пр.сер макс}} = 10 \text{ А}$$

$$I_{\text{пр}} < 1,57 \times I_{\text{пр.сер макс}}$$

$$U_{\text{пр. сер}} = 1 \text{ В}$$

Знаходимо опір вентилів в прямому напрямі:

$$r_{\text{пр}} = U_{\text{пр}} / I_{\text{пр.сер макс}} = 1 / 10 = 0,1 \text{ Ом}$$

Активний опір обмоток трансформатора:

$$r_{\text{тр}} = \frac{k_r \cdot U_0}{I_0 \cdot f_c \cdot B_m} \cdot \sqrt[4]{\frac{S \cdot f_c \cdot B_m}{U_0 \cdot I_0}}$$

де $K_r = 3,5$ – для мостового випрямляча із С - фільтром.

$S = 1$ – кількість стержнів трансформатора (для броньового).

$B_T = 1,5$ – магнітна індукція в магнітопроводі при $f = 50$ Гц.

тоді:

$$r_{\text{тр}} = \frac{3,5 \cdot 14,8}{10 \cdot 50 \cdot 1,5} \cdot \sqrt[4]{\frac{1 \cdot 50 \cdot 1,5}{14,8 \cdot 10}} = 0,06 \text{ Ом}$$

де U_0 приймаємо рівним $U_{0x} = 1,2 \cdot U_0 = 14,8 \text{ В}$.

Знаходимо індуктивність розсіяння обмоток трансформатора:

$$L_s = \frac{K_L \cdot S \cdot U_0}{(p-1)^2 \cdot I_0 \cdot f_c \cdot B_m} \cdot \sqrt[4]{\frac{S \cdot f_c \cdot B_m}{U_0 \cdot I_0}} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 12,3}{(2-1)^2 \cdot 10 \cdot 50 \cdot 1,5} \cdot \sqrt[4]{\frac{1 \cdot 50 \cdot 1,5}{12,3 \cdot 10}} = 73,5 \text{ мкГн}$$

де $K_L = 5 \cdot 10^{-3}$ – коефіцієнт для мостової схеми.

Активний опір випрямляча

$$r = 2r_{\text{пр}} + r'_{\text{тр}} = 0,1 \cdot 2 + 0,06 = 0,26 \text{ Ом}$$

Визначимо кут φ , що характеризує співвідношення між активним і індуктивним опором фази випрямляча

$$\varphi = \arctg\left(\frac{2\pi \cdot f_c \cdot L_s}{r}\right) = \arctg\left(\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 73 \cdot 10^{-6}}{0,26}\right) = 5^\circ$$

Основний розрахунковий коефіцієнт

$$A_0 = \frac{I_0 \cdot r \cdot \pi}{m \cdot U_0} = \frac{10 \cdot 0,26 \cdot 3,14}{2 \cdot 12,3} = 0,33$$

По графіках [5] визначаємо допоміжні коефіцієнти.

$$B = 0,95; \quad D = 2,15; \quad F = 6,5; \quad H = 210.$$

Знаходимо параметри трансформатора і вентиля.

$$U_2 = BU_0 = 0,95 \cdot 12,3 = 11,7 \text{ В}$$

$$I_2 = 0,707DI_0 = 0,707 \cdot 2,3 \cdot 10 = 16,3 \text{ А}$$

$$I_{\text{пр. сер}} = DI_0 = 2,3 \cdot 10 = 23 \text{ А}$$

$$U_{\text{звор.}} = 1,41 \cdot B \cdot U_0 = 1,41 \cdot 0,95 \cdot 12,3 = 16,5 \text{ В}$$

$$I_{\text{пр т}} = 0,5FI_0 = 0,5 \cdot 6,5 \cdot 10 = 32,5 \text{ А}$$

$$S = S_{\text{тр}} = 0,707BDP_0 = 0,707 \cdot 0,95 \cdot 2,15 \cdot 123 = 187 \text{ ВА}$$

Розрахуємо ємкість згладжуючого конденсатора

$$C = \frac{H \cdot 100}{r \cdot f \cdot k_n} = \frac{210 \cdot 100}{0,26 \cdot 50 \cdot 0,1} = 1615 \text{ мкФ},$$

де k_n – коефіцієнт пульсації випрямленої напруги.

Найбільша випрямлена напруга визначається на виході випрямляча при

$U_{\text{мережі макс.}}$

$$U_{0\text{хх макс}} = U_{0\text{хх}}(1 + \alpha_{\text{макс}}) = 17,3 \cdot (1 + 0,1) = 19 \text{ В}$$

де $U_{0\text{хх}} = U_2 \cdot \sqrt{2} = 12,3 \cdot 1,41 = 17,3 \text{ В}$ – напруга холостого ходу.

Знаходимо внутрішній опір випрямляча:

$$r_0 = (U_{0\text{хх}} - U_0) / I_0 = (17,3 - 12,3) / 10 = 0,5 \text{ Ом}$$

Струм короткого замикання

$$I_{0\text{кз}} = m\sqrt{2}U_2 / r = 2\sqrt{2} \cdot 12,3 / 0,26 = 133,4 \text{ А}$$

ККД випрямляча

$$\eta = \frac{P_0}{P_0 + P_{\text{тр}} + P_{\text{в}}}$$

де $P_{тр}$ – втрати в трансформаторі

$$P_{тр} = S_{тр} / (1 - \eta_{тр}) = 187 / (1 - 0,85) = 28 \text{ Вт}$$

$\eta_{тр}$ – ККД трансформатора, визначається з графіка [4].

$P_{в}$ – втрати потужності на вентилях

$$P_{в} = I_{пр\text{ ср}} \cdot U_{пр} \cdot N = 23 \cdot 1 \cdot 4 = 92 \text{ Вт}$$

$N = 4$ – загальне число вентилів у випрямлячі.

Тоді:

$$\eta = \frac{123}{123 + 28 + 92} = 0,51$$

Схема розрахованого первинного джерела живлення представлена на рисунку 2.5.

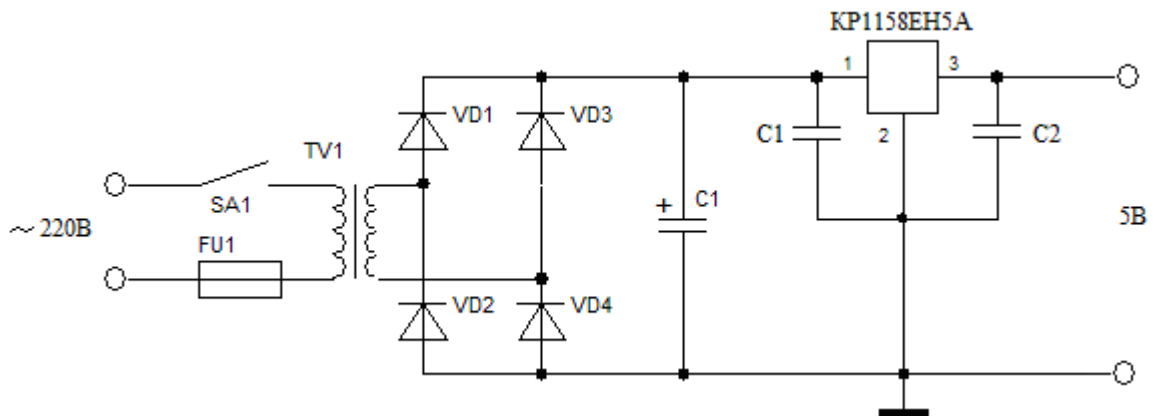


Рисунок 2.5 – Первинне джерело живлення

Згідно з міркувань функціонування схеми пристрою стабілізації мережі живлення використаємо мостовий випрямляч DF005M (рис. 2.6).



Корпус	DIP4
Конфігурація з'єднання діодів	4Мост
Максимальна зворотня напруга діоду..	50 В
Пряме падіння напруги	1,1 В
Прямий струм діоду (середній)	1 А
Робоча температура	-65 °С ... +150 °С

Рисунок 2.6 - Мостовий випрямляч DF005M

Напруга с блоку живлення контролюється компаратором для подальшого управління схемою стабілізатора мережі живлення.

2.1.3 Компаратор напруги

Компаратор – пристрій, який порівнює між собою два електричні сигнали і виводить цифровий сигнал, який указує на збільшення одного вхідного сигналу над іншим. Вони мають два входи. Один з входів призначений для подачі досліджуваного сигналу U_x , а інший для подачі опорної напруги $U_{оп}$ [6]. У момент часу, коли досліджуваний сигнал U_x порівнюється з пороговою напругою $U_{пор}$, який залежить від величини опорної напруги $U_{оп} = F(U_{пор})$, компаратор змінює свій стан. Стан компаратора визначається величиною вихідної напруги, яка може приймати два значення: $U_{вих} = U_{вих}^0$ або $U_{вих} = U_{вих}^1$.

Роботу компаратора зазвичай характеризують аналітично, у вигляді нерівностей або амплітудною характеристикою. Компаратор з такою характеристикою називається інвертуючим (рис. 2.7).

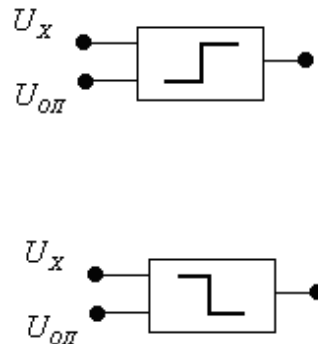


Рисунок 2.7 – Інвертуючий компаратор

У якості компаратора зазвичай використовують операційний підсилювач (ОП). Вхідна ($U_{вх+}$, $U_{вх-}$) и вихідна ($U_{вих}$) напруги ОП зв'язані співвідношенням

$$U_{вих} = K_{оп} (U_{вх+} - U_{вх-}), \quad (2.1)$$

де $K_{оп}$ – коефіцієнт підсилення операційного підсилювача.

У зв'язку з тим що $K_{оп}$ великий ($10^5 \dots 10^6$) лінійний режим має місце лише при малих вхідних сигналах, коли їх діапазон не перевищує долів або одиниць мілівольта.

За відсутності негативного зворотного зв'язку або при введенні позитивного зворотного зв'язку схеми на ОП володіють нелінійними властивостями і виконують функції компараторів, генераторів сигналів і т. п.

При чималих значеннях вхідної диференціальної напруги має місце режим обмеження вихідної напруги:

$$\begin{aligned} U_{вих} &= U_{вих}^1 \approx E_{ж}^+ \text{sign } U_{вх+}, \text{ при } U_{вх+} > U_{вх-}, \\ U_{вих}^0 &\approx E_{ж}^- \text{sign } U_{вх+}, \text{ при } U_{вх+} < U_{вх-}, \end{aligned} \quad (2.2)$$

Завдяки великому коефіцієнту посилення ОП мають амплітудну характеристику аналогічну характеристиці компаратора.

Недоліком ОП при використанні їх у якості компараторів являється висока швидкодія перемикавання (складність схеми та велике число активних компонентів). У тих випадках коли необхідна висока швидкодія використовують спеціальні схеми компараторів. По структурі вони аналогічні ОП, але мають більш просту схему з меншим числом активних компонентів.

Основні параметри компаратора аналогічні параметрам ОП, але є і специфічні: зона невизначеності $2\Delta E = E_{ж} / K_{оп}$ – це така зміна досліджуваної напруги поблизу порогу спрацьовування, при якому компаратор не приймає жодного зі своїх стаціонарних станів.

Параметри, що характеризують якість компараторів, можна розділити на три групи: точнісні, динамічні і експлуатаційні.

Компаратор характеризується тими ж точнісними параметрами, що і ОП [7].

Основним динамічним параметром компаратора являється час перемикавання t_n . Це проміжок часу від початку порівняння до моменту, коли вихідна напруга компаратора досягає протилежного логічного рівня.

Час перемикавання заміряється при постійній опорній напрузі, що подається на один з входів компаратора і скачку вхідної напруги $U_{вх}$, що подається

ся на інший вхід. Цей час залежить від величини перевищення $U_{вх}$ над опорною напругою.

Вихідні каскади компараторів зазвичай володіють більшою гнучкістю, чим вихідні каскади операційних підсилювачів.

Вихідні транзистори деяких типів компараторів, наприклад 1101СА2 або LM339 мають відкриті, тобто невідключені колектор і емітер. Дві основні схеми включення компараторів такого типа приведено на рисунку 2.8 [8].

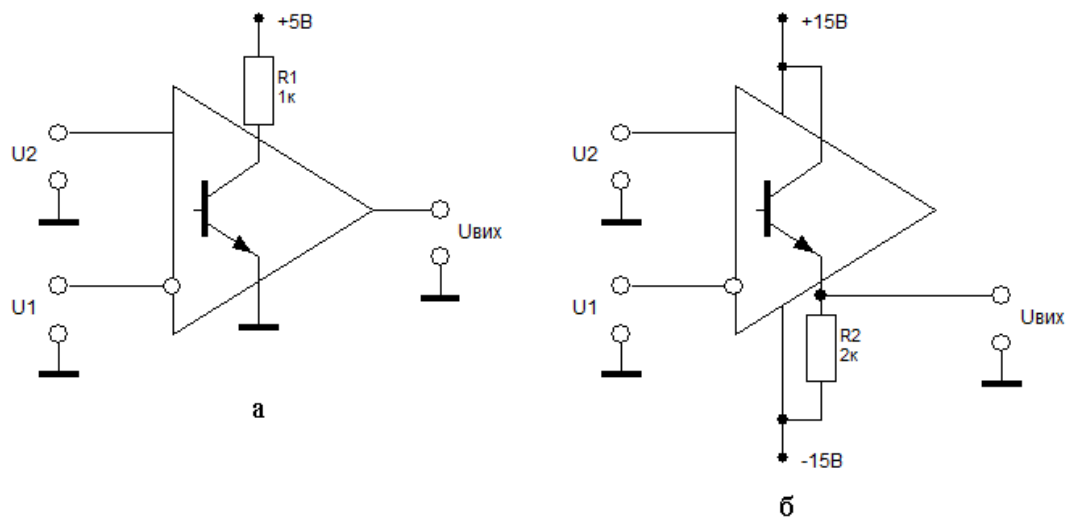


Рисунок 2.8 – Схеми включення вихідного каскаду компаратора 1101СА2

На рисунку 2.8 а вихідний транзистор компаратора включений за схемою із загальним емітером. При потенціалі на верхньому виведенні резистора рівному +5 В до виходу можна підключати входи ТТЛ, nМОН і КМОН-логіку з живленням від джерела 5 В. Для управління КМОН-логікою з більшою напругою живлення слід верхній вивід резистора підключити до джерела живлення даної цифрової мікросхеми.

Якщо необхідна зміна вихідної напруги компаратора у межах від $U_{ж}^+$ до $U_{ж}^-$, вихідний каскад вмикається по схемі емітерного повторювача (рис. 2.8 б). При цьому помітно знижується швидкодія компаратора.

Вихідний сигнал компаратора майже завжди діє на входи логічних кіл і тому узгоджується по рівню і потужності з їх входами. Таким чином, компа-

ратор - це елемент переходу від аналогових до цифрових сигналів, тому його інколи називають однобітовим аналого-цифровим перетворювачем.

Різновиди компараторів [9].

1. Компаратори без позитивного зворотного зв'язку:

- двохвходові (для порівняння однополярних вхідних сигналів)
- одновходові (для порівняння різнополярних вхідних сигналів)

2. Компаратори з позитивним зворотним зв'язком

Схема двохвходового інвертуючого компаратора приведена на рисунку 2.9.

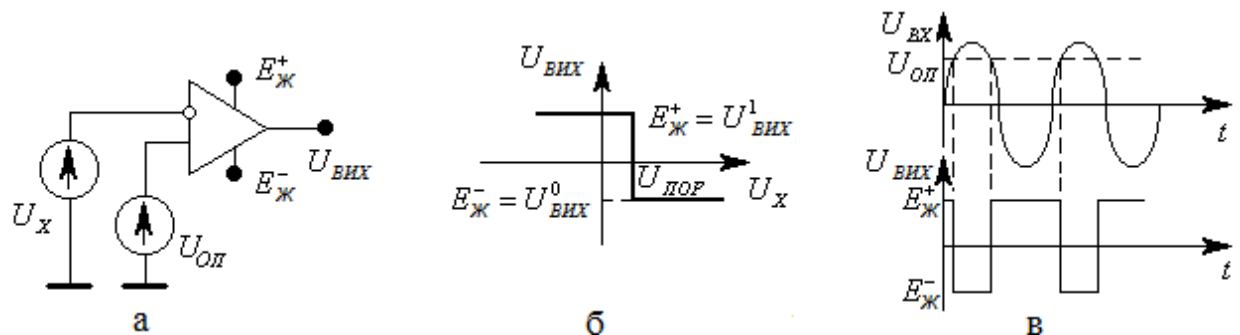


Рисунок 2.9 - Схема двохвходового інвертуючого компаратора

Визначимо величину порогової напруги компаратора $U_{\text{пор}}$.

$$U_x = U_{\text{вх-}} = U_{\text{вх+}} = U_{\text{оп}}$$

Звідси витікає, що $U_{\text{пор}} = U_{\text{оп}}$. На рисунку 2.9 б приведена амплітудна характеристика, а на рисунку 2.9 в часові діаграми роботи схеми, коли вхідний сигнал гармонійний.

Схема двохвходового неінвертуючого компаратора приведена на рисунку 2.10.

Визначимо величину порогової напруги компаратора $U_{\text{пор}}$.

$$U_x = U_{\text{вх+}} = U_{\text{вх-}} = U_{\text{оп}}$$

Звідси витікає, що $U_{\text{пор}} = U_{\text{оп}}$. На рисунку 2.10 б приведена амплітудна характеристика, а на рисунку 2.10 в часові діаграми роботи схеми, коли вхідний сигнал гармонійний.

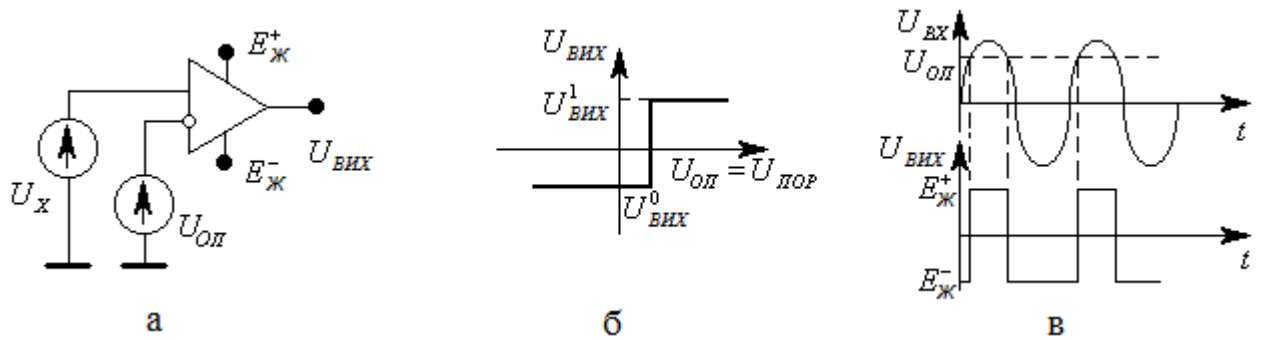


Рисунок 2.10 - Схема двохвходового неінвертуючого компаратора

Завдяки позитивному зворотному зв'язку підвищується швидкодія компараторів.

Швидкодія перемикання компараторів залежить від швидкості наростання вхідних сигналів, тобто від часу перебування вхідного сигналу в зоні невизначеності, а тому перемикання компаратора відбувається із затримкою. У компараторі з позитивним зворотним зв'язком сигнал, що перемикається складається з двох складових:

- вхідного (досліджуємого) сигналу;
- сигналу, що поступає з виходу по колу ПЗЗ.

Сигнал на виході компаратора посилений в $K_{оп}$ разів, в стільки ж раз збільшується його швидкість зміни. За рахунок цього перемикання компаратора з ПЗЗ відбувається значно швидше, ніж без неї.

Моделювання схеми двохвходового інвертуючого компаратора виконано в програмному застосуванні Electronics Workbench (рис. 2.11).

Схема компаратора контролю рівня напруги побудована на двох операційних підсилювачах, дільнику напруги та регуляторів рівня сигналів, що порівнюються (рис. 2.12) [6]. Результати аналізу показують правильність спрацювання компаратора при появі різниці напруги на входах.

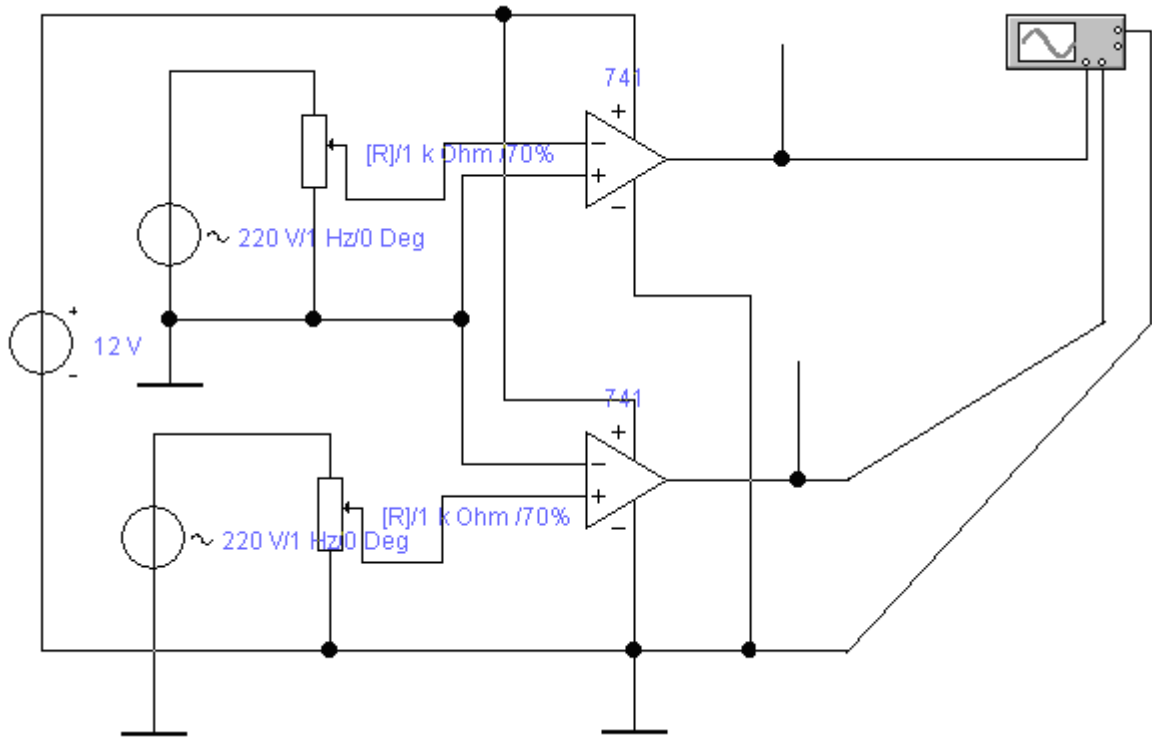


Рисунок 2.11 – Моделювання компаратора в EWB

Схема компаратора контролю рівня напруги побудована на двох операційних підсилювачах, ділнику напруги та регуляторів рівня сигналів, що порівнюються (рис. 2.12) [7].

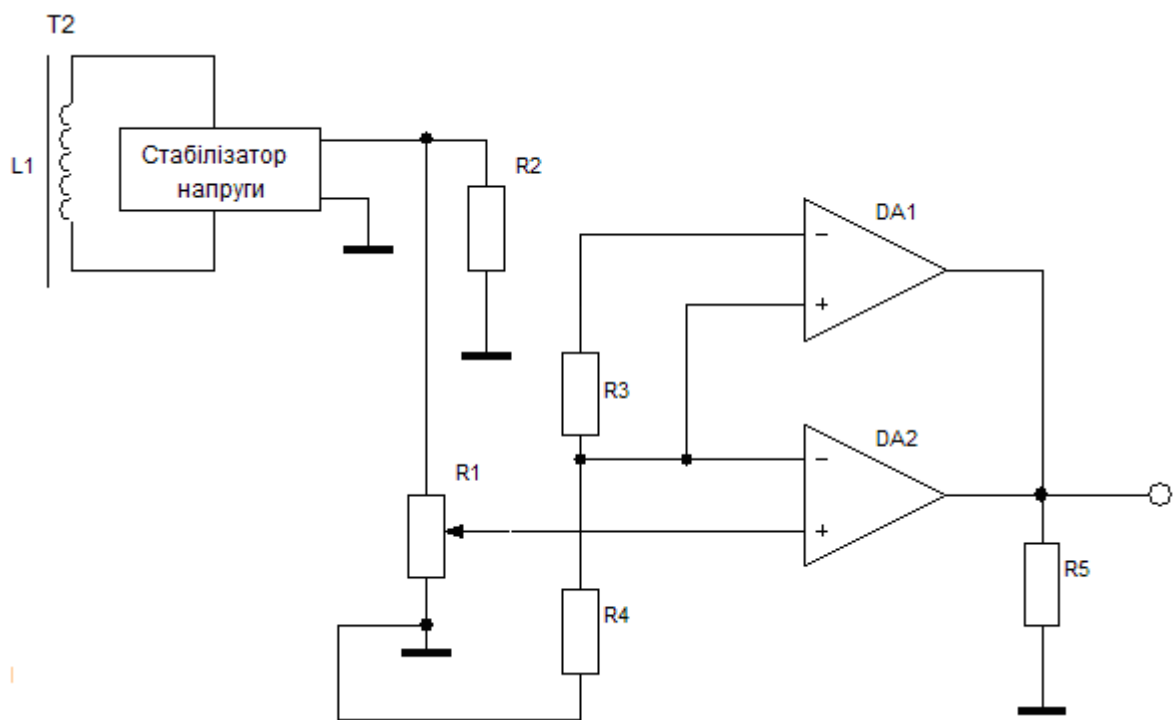


Рисунок 2.12 - Схема компаратора контролю рівня напруги

Змінна напруга, що знімається з другої обмотки L2 трансформатора T2, використовується для контролю рівня напруги. Вона перетворюється в постійну випрямлячем і через дільник R3-R4 подається на входи компараторів DA1, DA2. Їх пороги спрацьовування встановлюються: на перевищення допустимої напруги резистором R1, а на зниження – підстроюванням резистора R2.

У компараторах використовуються емітерні виходи внутрішніх транзисторів, що забезпечує їх спільну роботу на одне навантаження R5. На резисторі R5 з'являтимуться імпульси або позитивна напруга у момент знаходження мережевої напруги на рівні порогу або за його межами [9].

У блок живлення входять ємкості C1...C4, компаратор LM339M, трансформатор, теплоелектричний діод (рис. 2.13). Випрямляч складається з ємкості, діодного моста, стабілітрона і декількох дільників.

Напруга, що виходить з третьої обмотки VT1, вирівнюється діодним мостом VD3 і ємкістю C2. Далі струм поступає на дільник з опорами R1, R2. З опору R2, напруга, величина якої прямо залежить від величини напруги на обмотці, включена в кожен неінвертуючий компараторний вхід.

На інвертуючий вхід компараторів, поступає постійний струм, який подається за допомогою дільників R3, R4.

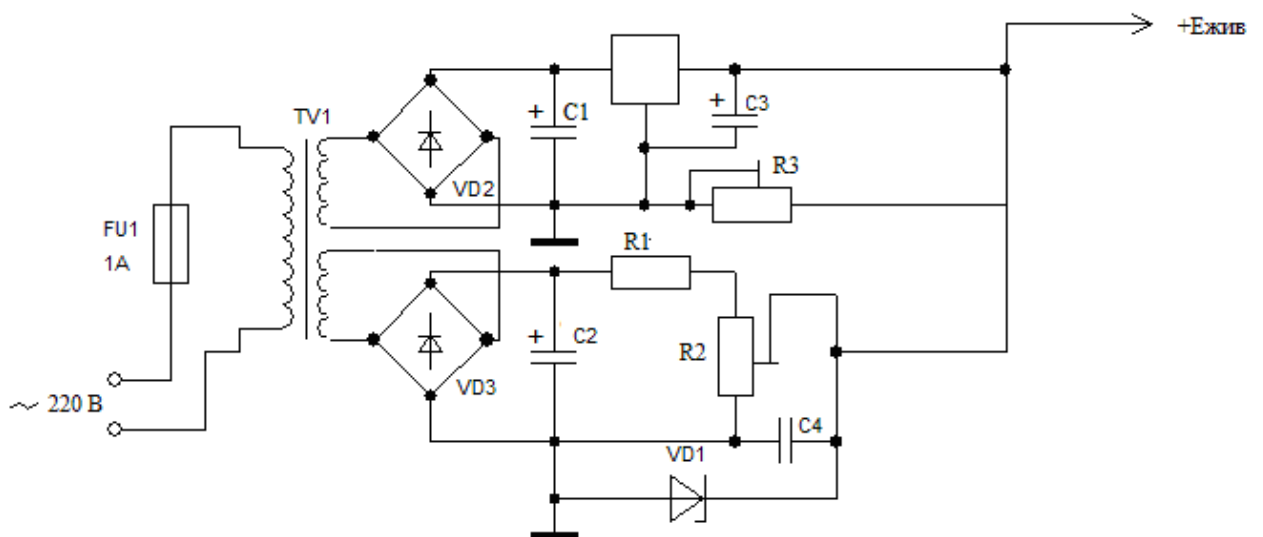


Рисунок 2.13 - Блок живлення схеми пристрою стабілізації

У схемі пристрою стабілізації мережі живлення застосовано вісім компараторів.

2.2 Вузол затримки підключення споживачів

Генератор низької частоти генерує напругу синусоїдальної форми фіксованих частот 30; 50; 70; 100 і 150 Гц. У модуляторі напруга частотою 5000 Гц модулюється напругою низької частоти. Модульована напруга поступає на підсилювач з двотактним виходом, а потім в ланцюг пацієнта. За допомогою електронного комутатора виробляється перемикання відповідних ланцюгів для здобуття необхідного роду роботи, які забезпечуються у випрямленому режимі з позитивною або негативною полярністю. Тривалість серій і пауз встановлюється в співвідношеннях 1:1,5; 2:3 і 4:6.

Генератор високої частоти складається з схеми LC з автотрансформаторним зворотним зв'язком і заземленим колектором (рис. 2.14). Схема генератора з фазоінверсним підсилювачем зібрана на двох транзисторах VT2 і VT5. Для зменшення впливу розкиду динамічних параметрів транзисторів застосований резистор R7, який є опором зворотному зв'язку по змінному струму, що покращує форму напруги, що генерується, підвищує стабільність частоти і робить схему генератора малочутливою до розкиду параметрів транзисторів.

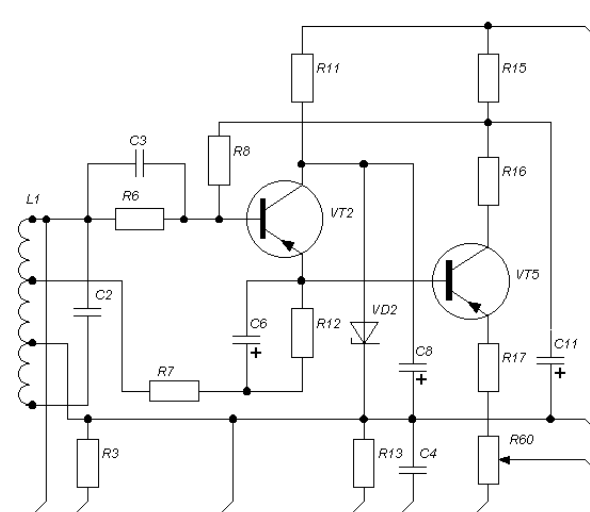


Рисунок 2.14 - Схема генератора високої частоти

Резистор R12 в ланцюги емітера і резистор R6 нижнього плеча дільника зсуву підключені до відведень індуктивності контура L1. Ці резистори по змінному струму зашунтовані конденсаторами C3 і C6. Режим серій і пауз здійснюється шляхом почергового замикання і розмикання частини витків (відведення 1 і 2) котушки індуктивності генератора. Замикання викликає зрив генерації. Стабілізація колекторної напруги транзистора VT2 здійснюється за допомогою кремнієвого стабілітрона VD2.

Вихідний сигнал генератора поступає на модулятор з дільника напруги, включеної в ланцюг емітера транзистора VT5. Амплітуда встановлюється за допомогою потенціометра R60.

Генератор низької частоти (рис. 2.4) зібраний по RC-схемі і містить фазуючий ланцюг, підсилювач і ланцюг зворотного зв'язку. Як фазуючий ланцюг вибраний Г-подібний чотириполюсник, включений в ланцюг позитивного зворотного зв'язку. Зміна частоти здійснюється одночасним перемиканням опорів в послідовній і паралельній гілці фазуючого ланцюга (резистори R75...R84). За допомогою перемикача B5 фазуючий ланцюг і ланцюг зворотного зв'язку утворюють міст Віна, в одну з діагоналей якого включений вхід, а в іншу - вихід підсилювача. Підсилювач виконаний на трьох транзисторах VT1, VT3 і VT4. Перший і третій каскади підсилювача виконані за схемою із загальним емітером і працюють як підсилювачі напруги. Другий каскад (що погоджує) виконаний за схемою із загальним колектором. Зв'язок між каскадами безпосередній. Зворотний зв'язок з останнього каскаду на перший, утворена резисторами R1, R2 і R58, визначає напруга зсуву всього підсилювача.

2.3 Логічний контролер на мікросхемах виключаюче АБО

Контролер, здійснює прийом вхідного сигналу кожного компаратора.

Логічний елемент виключаюче АБО застосовується як суматор по модулю 2 [6]. На рисунку 2.16 приведений символ елемента без інверсії і його таблиця стану. Вихідний сигнал елемента відповідає логічному рівнянню:

$$F = A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$$

Тут “ \oplus ” – символ складання по модулю 2. Нижній і верхній рядки таблиці відображають еквівалентність входних рівнів, тобто $A = B = 0$ (у верхньому рядку) і $A = B = 1$ (у нижньому). У випадку $A = B = 0$ вихідний сигнал $F = 0$ (це природний) тривіальний нуль. Коли $A = B = 1$ вихідний сигнал F також дорівнює нулю, хоча на двох входах A і B присутні одиниці.

Вхід		Вихід	Вихід
A	B	F	\bar{F}
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

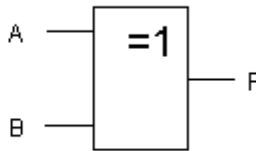


Рисунок 2.16 – Елемент виключаюче АБО і його таблиця функціонування

Проведемо аналітичний розрахунок схеми логічного контролера на елементах виключаюче АБО.

У разі критично низької напруги (< 130 В) у мережі живлення:

$$\begin{aligned}
 A &= \overline{[(D1 + \bar{D}0) \cdot \bar{C} + (D1 + \bar{D}0) \cdot C] \cdot \bar{B} + [(D1 + \bar{D}0) \cdot \bar{C} + (D1 + \bar{D}0) \cdot C] \cdot B} \cdot \bar{X}1 + \\
 &+ \overline{[(D1 + \bar{D}0) \cdot \bar{C} + (D1 + \bar{D}0) \cdot C] \cdot \bar{B} + [(D1 + \bar{D}0) \cdot \bar{C} + (D1 + \bar{D}0) \cdot C] \cdot B} \cdot X1 = \\
 &= \overline{[(D + 0) \cdot \bar{C} + (D + 0) \cdot C] \cdot \bar{B} + [(D + 0) \cdot \bar{C} + (D + 0) \cdot C] \cdot B} \cdot \bar{X}1 + \\
 &+ \overline{[(D + 0) \cdot \bar{C} + (D + 0) \cdot C] \cdot \bar{B} + [(D + 0) \cdot \bar{C} + (D + 0) \cdot C] \cdot B} \cdot X1 = \\
 &= \overline{[(\bar{C}D + C\bar{D}) \cdot \bar{B}] + [(\bar{C}D + C\bar{D}) \cdot B]} \cdot \bar{X}1 + \overline{[(\bar{C}D + C\bar{D}) \cdot \bar{B}] + [(\bar{C}D + C\bar{D}) \cdot B]} \cdot X1 = \\
 &= \overline{[(C \oplus D) \cdot \bar{B}] + [(C \oplus D) \cdot B]} \cdot \bar{X}1 + \overline{[(C \oplus D) \cdot \bar{B}] + [(C \oplus D) \cdot B]} \cdot X1 = \\
 &= [(C \oplus D) \oplus B] \cdot \bar{X}1 + [(C \oplus D) \oplus B] \cdot X1 = \\
 &= [(C \oplus D) \oplus B] \oplus X1.
 \end{aligned}$$

Режим контролю стабілізації напруги:

$$B = X2 \oplus [(D \oplus 0) \oplus C];$$

$$C = X3 \oplus (X4 \oplus D);$$

У разі критично високої напруги (> 270 В) у мережі живлення:

$$D = X4 \oplus 0.$$

Згідно з розрахунком на схемі (рис. 2.17), коли напруга входу стає менше 130 В, на виходах компараторів з'являється логічний рівень низького рівня. У цей момент транзистор в колі виходу А знаходиться у відкритому стані і перший світлодіод блимає. Ця індикація повідомляє про наявність низької напруги, що означає неможливість виконання керуємим стабілізатором своїх функцій.

Коли напруга входу стає більше 270 В, на виходах компараторів з'являється логічний рівень високого рівня. У цей момент транзистор в колі виходу D знаходиться у відкритому стані і четвертий світлодіод блимає. Ця індикація повідомляє про наявність високої напруги, що теж означає неможливість виконання керуємим стабілізатором своїх функцій.

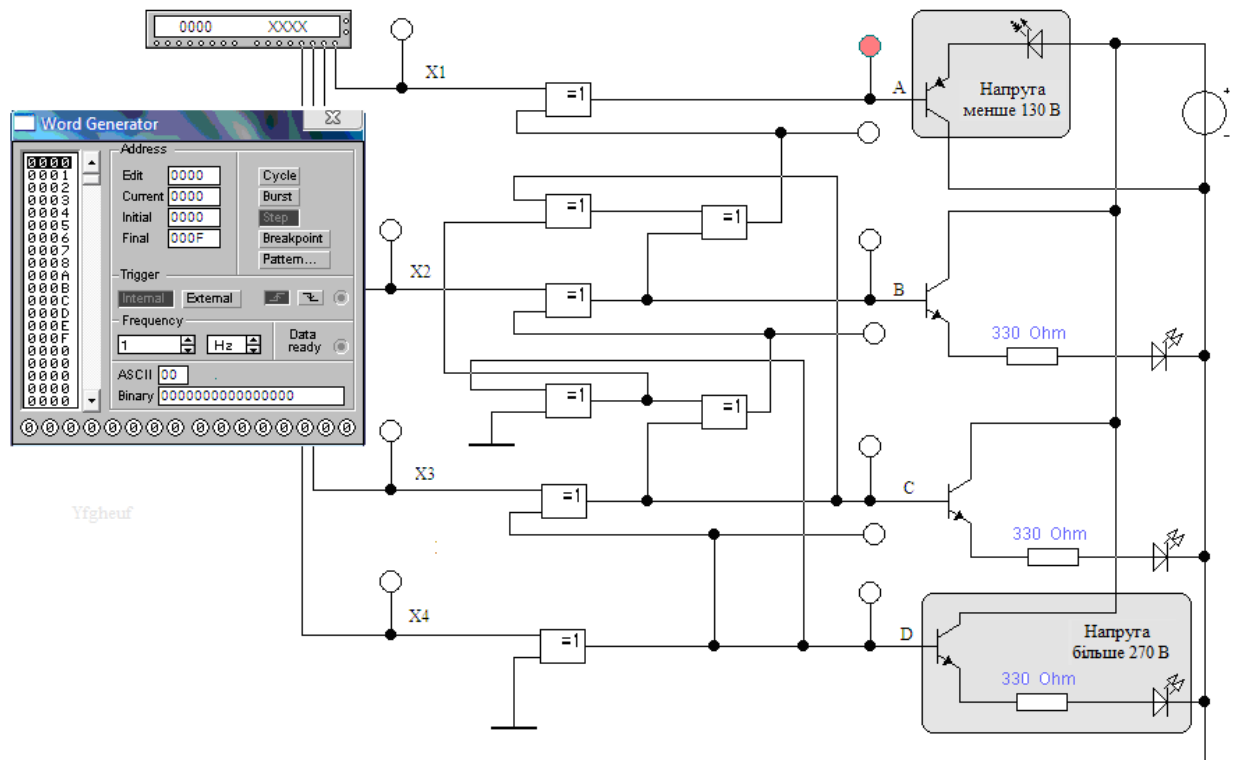
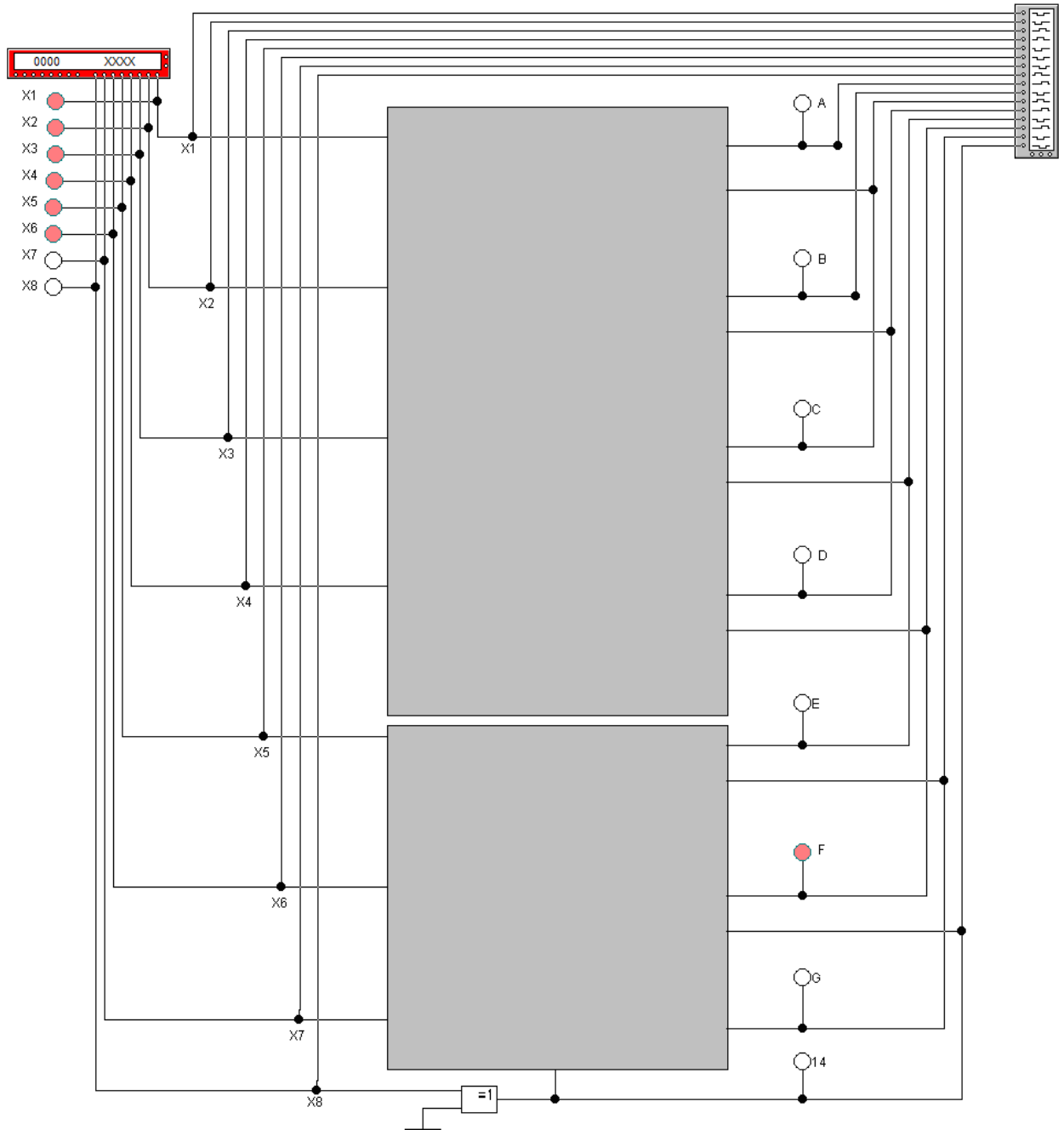


Рисунок 2.17 – Моделювання випадку зменшення напруги у мережі живлення менше 130 В або збільшення напруги більше 270В

Вісім компараторів забезпечують вхідні контрольні сигнали логічного контролера, який має вісім виходів управління індикаторами і силовою частиною пристрою стабілізації мережі живлення. Проведемо розрахунок схеми виходів логічного контролера (рис. 2.18).



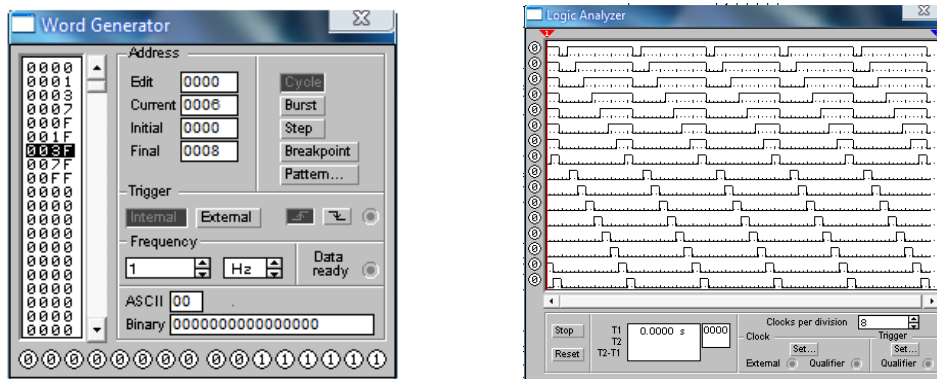
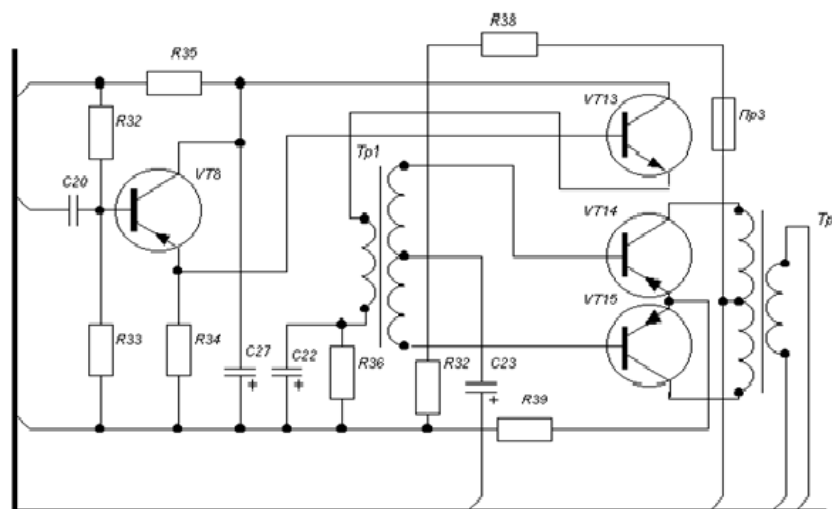


Рисунок 2.18 - Логічний контролер на мікросхемах

Для виходу індикації максимального навантаження використаємо математичне перетворення для використання у схемі елемента виключаюче АБО:

$$X_{14} = X_8 = X_8 \cdot 1 + \overline{X_8} \cdot 0 = (X_8 \oplus 0).$$

Алгоритм розрахунку базується на підключенні усіх наступних рівнянь до попереднього через складання по модулю 2.



2.4 Схема пристрою стабілізації мережі живлення

Сбілізатор напруги (рис. 2.19) має в своєму складі наступні частини.

Блок живлення, у який входять випрямні мости, ємкості C2, C5, компаратори, трансформатор, теплоелектричний діод. Компаратори виконані на мікросхемах DA2 і DA3. З опору R6, напруга включена в кожен неінвертуючий компараторний вхід. Контролер DD1...DD5 здійснює прийом вхідного сигналу кожного компаратора. На інвертуючий вхід компараторів, поступає постійний струм, який подається за допомогою дільників R5, R10...R17.

Вузол, який затримує підключення навантаження споживачів і складається з опорів R1, R2, R6...R9, транзисторів VT1...VT3, ємності C1.

Підсилювачі на транзисторах VT4...VT12, резисторах R34...R42, які обмежують струм світлодіодних індикаторів.

Оптронні ключі U1...U7 виконані на симісторах VS1...VS7, резисторах R3, R49...R54 та оптосимісторах .

Автотрансформатор VT2.

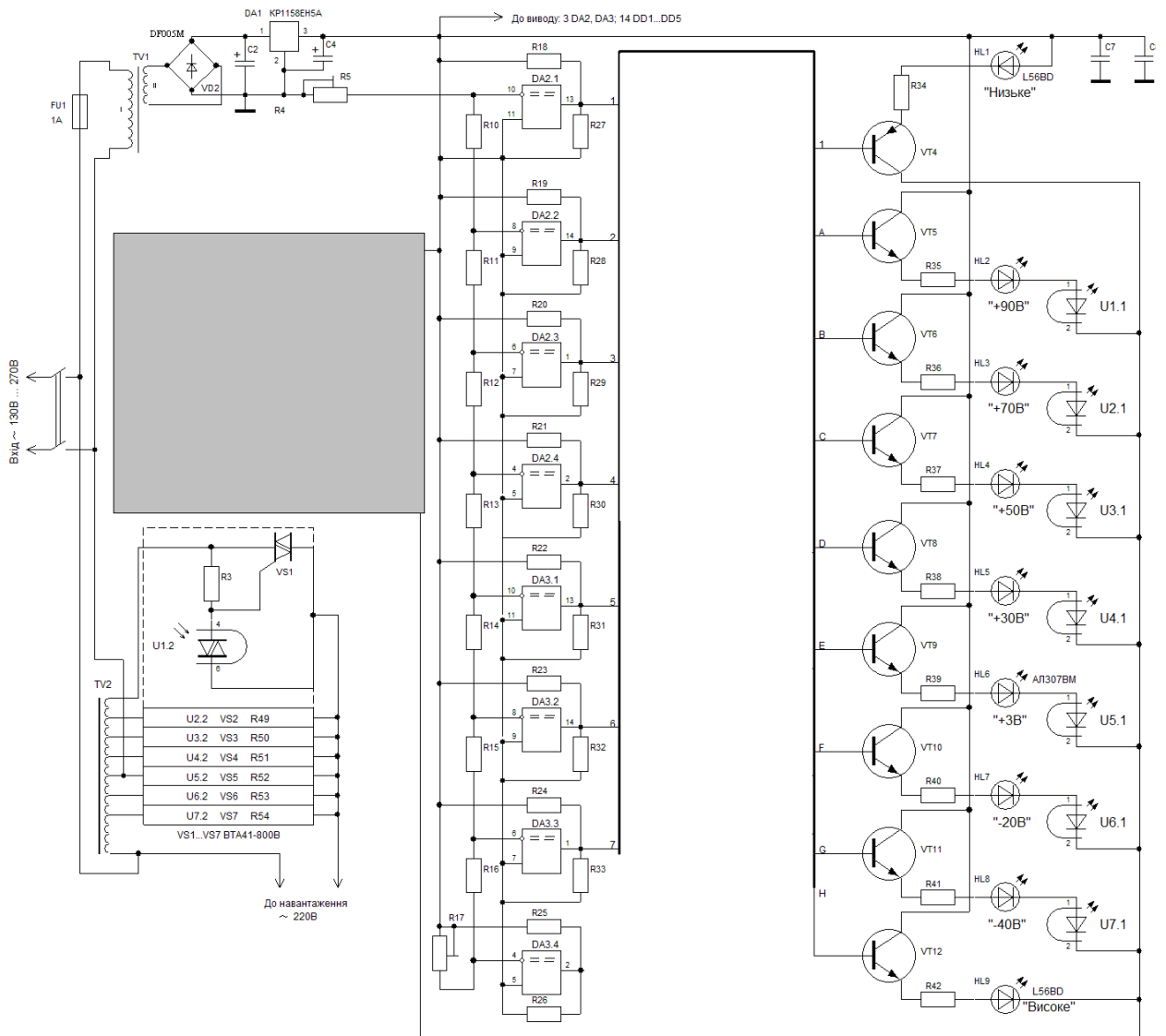


Рисунок 2.19 - Стабілізатор мережі живлення електричних приладів

Коли напруга входу стає менше 130 В, то на виходах компараторів з'являється логічний рівень низького рівня. У цей момент транзистор VT4 знаходиться у відкритому стані і світлодіод HL1 спалахує. Ця індикація пові-

домляє про наявність низької напруги, що означає неможливість виконання регульованим стабілізатором своїх функцій. Усі симістори закритті і навантаження відключене.

Коли напруга знаходиться в межах 130...150 В, то сигнали Х2 і В мають високий логічний рівень. Транзистор VT5 відкривається, і починає сигналізувати світлодіод HL2. Оптосимістор U1.2 відкривається, так само, як і симістор VS1. Струм навантаження протікатиме через симістор і далі через верхнє виведення котушки автотрансформатора TV2.

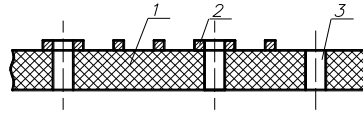
Якщо напруга входу 150...170 В, то сигнали Х2, Х1 і В мають високий логічний рівень. Інші сигнали мають низький логічний рівень. При такій напрузі входу транзистор VT6 відкривається, світлодіод HL3 спалахує. У цей момент симістор VS2 відкривається і струм поступає на друге зверху виведення котушки TV2.

Стабілізатор напруги на 220 В сполучатиме обмотки автотрансформатора TV2, якщо рівень напруги входу досягне відповідно: 190 В, 210 В, 230 В, 250 В.

2.5 Моделювання печатної плати стабілізатора мережі живлення електричних приладів

Конструктивно всі елементи схеми стабілізатора розташовані на печатній платі з однобічного склотекстоліту завтовшки 1...3 мм [10]. Однобічні печатні плати (рис. 2.20) характеризуються:

- низькою вартістю;
- підвищеною точністю виконання провідного рисунка;
- відсутністю металізованих отворів;
- установкою виробів електронної техніки на поверхню печатної плати з сторони, протилежної до сторони паяння, без додаткового ізоляційного покриття.



- 1 – матеріал підстави;
- 2 – провідний рисунок;
- 3 – крізний отвір

Рисунок 2.20 – Однобічна печатна плата

Печатна плата з габаритними розмірами 115×90 мм представлена на рисунку 2.21.

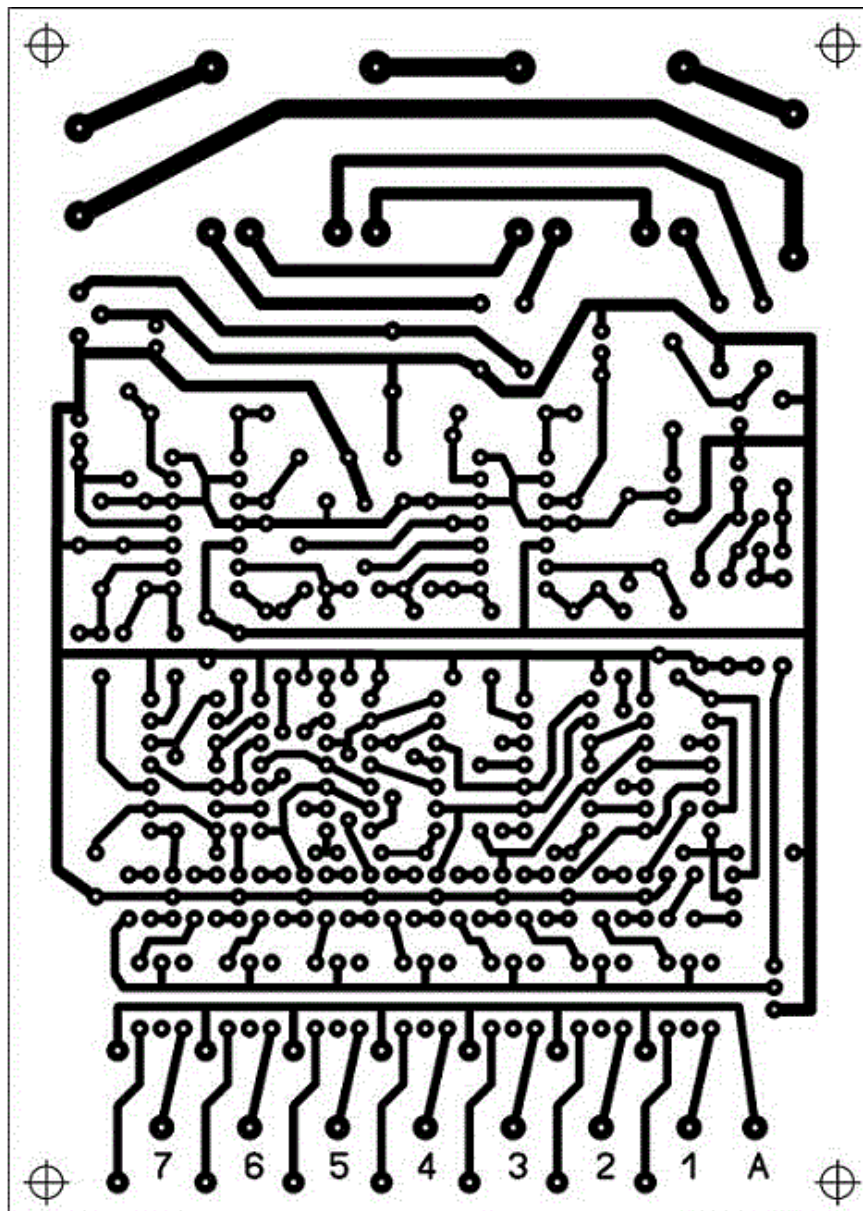


Рисунок 2.21 - Печатна плата стабілізатора

Вигляд печатного вузла з елементами монтажу представлений на рисунку 2.22.

Для трансформатора TV1, потужність якого 3 кВт, застосовано магнітопровід з поперечним перетином $1,87 \text{ см}^2$, і 3 дроти ПЕВ – 2. Перший дріт діаметром $0,064 \text{ мм}$. Їм намотана перша котушка, з кількістю витків 8669.

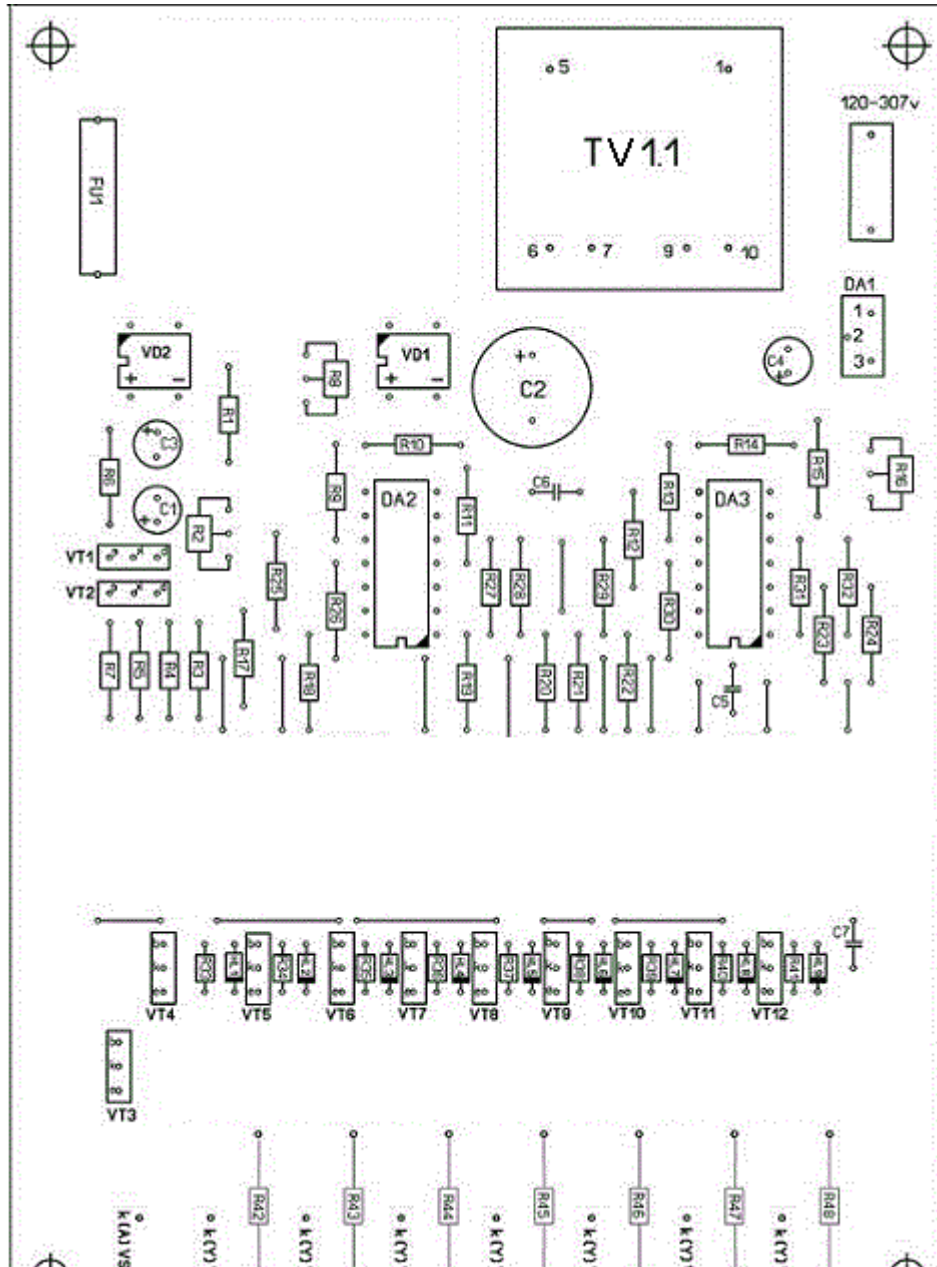


Рисунок 2.22 – Монтаж навісних елементів

Інші 2 дроти застосовані для утворення останніх обмоток. Дроти на них одного діаметру $0,185 \text{ мм}$, з числом витків 522. Можна застосувати варіанти ТПК – 2 – $2 \times 12 \text{ В}$, сполучені послідовно (рис. 2.23).

У трансформаторі TV2 на 6 кВт застосовують магнітопровід тороїдальної форми. Обмотка намотана дротом ПЕВ-2 з числом витків 455. На трансформаторі виведено 7 відведень. Перші 3 з них намотані дротом 3 мм. Останні 4 відведення намотані шинами перетином 18 мм^2 . З таким перетином дроту трансформатор не нагріється [11-13].

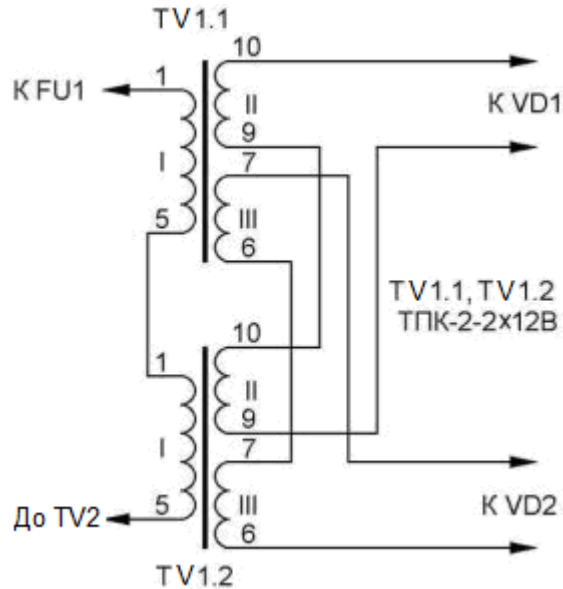


Рисунок 2.23 – Застосування у схемі трансформаторів ТПК-2-2×12В

Відведення виконані на витках: 203, 232, 266, 305, 348 і 398. Витки рахуються з нижнього відведення. В цьому випадку електричний струм мережі повинен поступати по відведенню 266 витка.

Перевагою розробленого пристрою стабілізації мережі живлення електричних приладів перед існуючими аналогами являється більш ефективна і проста ремонтоздатність.

3 Техніко-економічне обґрунтування розробки пристрою стабілізації мережі живлення

3.1 Обґрунтування вибору технології виготовлення схеми стабілізатора мережі живлення

Топологічний аналіз показує, що пристрій може бути реалізований у вигляді малогабаритного мікромодуля і виконаний за сучасною маловитратною технологією тонко плівкових гібридних мікрозборок, або за технологією печатних плат на фольгованому текстоліті. Обидві технології передбачають, що всі елементи будуть навісними, а напиленням на підкладці, або травленням поверхні виконується лише струмопровідний шар.

Для вибору технології виготовлення схеми стабілізатора мережі живлення проаналізуємо ієрархії чотирьох варіантів (табл. 3.1), враховуючи шкалу відносної важливості (табл. 3.2) [14].

Таблиця 3.1 - Можливі варіанти технологій виробництва схеми стабілізатора мережі живлення

Технологія		Короткий опис
A	Тонкоплівкових гібридних мікрозборок	Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано травленням фольгованого текстоліту.
B	Толстоплівкових гібридних інтегральних схем	Всі елементи та між елементні з'єднання виконані у вигляді тонких плівок провідних та резистивних матеріалів.
C	Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем	Всі елементи та між елементні з'єднання виконані у вигляді товстих композитних плівок.
D	Технологія печатних плат на фольгованому текстоліті	Активні та пасивні елементи схеми навісні, а струмопровідний шар виконано у вигляді тонких плівок.

Таблиця 3.2 - Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	рівна важливість
3	помірна перевага
5	сильна перевага
7	значна перевага
9	дуже сильна перевага
2,4,6,8	проміжні судження

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблиці 3.3.

Встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв (табл. 3.3) [14].

У матриці прийняті наступні позначення: i – номер критерію; при порівнянні 6-ох критеріїв (табл. 3.3) $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; X_i - локальний пріоритет, тобто відносна вага i -го критерію в глобальному критерії:

Таблиця 3.3 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	6	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}$	X_i
1. Швидкодія	1	1/3	3	1/7	1/5	3	0,664	0,073
2. Завадостійкість	3	1	3	1/3	1/7	3	1,042	0,116
3. Споживання	1/3	1/3	1	1/5	1/7	3	0,460	0,051
4. Площа	7	3	5	1	1/5	7	2,297	0,254
5. Сумісність	5	7	7	5	1	5	4,277	0,473
6. Вартість	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1	0,293	0,033
	Σ						9,033	1,00

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (табл. 3.4 - 3.9). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію, то $i = 1, 2, 3, 4$.

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}{\sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}},$$

де \sum - сума по стовпці $\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$.

Таблиця 3.4 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «швидкодія»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	3	1/5	1	3	1,16	0,19
B	5	1	7	7	3,96	0,65
C	1/3	1/7	1	1/2	0,39	0,07
D	1/3	1/7	2	1	0,56	0,09
	Σ				6,07	1,00

Таблиця 3.5 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «завадостійкість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	1	1/3	1,14	0,21
B	1/5	1	1/5	1/7	0,48	0,09
C	1	5	1	1/3	1,56	0,29
D	3	7	3	1	2,20	0,41
	Σ				5,37	1,00

Таблиця 3.6 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «споживання»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	1/5	1/7	0,61	0,09
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/3	1,85	0,29
D	7	9	3	1	3,71	0,58
	Σ				6,41	1,00

Таблиця 3.7 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «площа»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	3	5	0,99	0,21
B	1/5	1	1/3	1/2	0,24	0,05
C	1/3	3	1	3	2,03	0,43
D	1/5	2	1/3	1	1,47	0,31
Σ					4,73	1,00

Таблиця 3.8 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «сумісність»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	1/3	1/5	0,76	0,13
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/2	2,41	0,41
D	3	9	2	1	2,47	0,42
Σ					5,88	1,00

Таблиця 3.9 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	3	5	6	3,08	0,56
B	1/3	1	3	4	1,41	0,26
C	1/5	1/3	1	2	0,60	0,11
D	1/6	1/4	1/2	1	0,38	0,07
Σ					5,47	1,00

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутоків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт (табл. 3.10) [14].

З порівняння глобальних пріоритетів різних технологій видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта реалізації схеми кардіостимулятора з використанням технології печатних плат на фольгованому текстоліті.

Таблиця 3.10 - Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Глобальний
Вага	0,073	0,116	0,051	0,254	0,473	0,033	
Печатних плат на фольгованому текстоліті	0,07	0,29	0,29	0,43	0,41	0,11	0,360
Толстоплівкових гібридних інтегральних схем	0,65	0,09	0,04	0,05	0,04	0,26	0,100
Тонкоплівкових гібридних інтегральних схем	0,19	0,21	0,09	0,21	0,13	0,56	0,176
Тонкоплівкових гібридних мікрозборок	0,09	0,41	0,58	0,31	0,42	0,07	0,364

За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох типів технологій реалізації схеми індикатора напруги за наступними критеріями: 1) швидкодія; 2) завадостійкість; 3) споживана потужність; 4) площа, займана на кристалі; 5) сумісність; 6) вартість. Найбільший локальний пріоритет у критерію «сумісність» (табл. 3.3). За даними таблиці 3.9 локальний пріоритет за критерієм «вартість» є найвищим для технології печатних плат на фольгованому текстоліті. Проте найбільший глобальний пріоритет мають технологія тонкоплівкових гібридних мікрозборок та печатних плат на фольгованому текстоліті. Саме технологія печатних плат на фольгованому текстоліті й буде використовуватися для виготовлення схеми плазмотрону.

3.2 Розрахунок витрат на виробництво схеми стабілізатора мережі живлення

Витрати на матеріали і напівфабрикати вказані в таблицях 3.11, 3.12.

Витрати на матеріали і напівфабрикати склали 301,02 грн.

Таблиця 3.11 – Розрахунок вартості матеріалів на виробництво схеми стабілізатора мережі живлення

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат, грн.
Симістори (отптрони) МОС 3041	шт.	7	7,90	55,30
Симістори ВТА 41 – 800 В	шт.	7	12,50	87,50
Мікросхема КР1158ЕН6А	шт.	1	3,80	3,80
Мікросхема LN339N	шт.	2	5,20	10,40
Мікросхема К155ЛП5	шт.	5	5,20	26,00
Трансформатор ТПК-2-2×12В	шт	2	4,50	9,00
Індикатор АЛ307	шт.	9	2,00	19,00
Конденсатор пост.	шт.	4	0,10	2,00
Конденсатор електроліт.	шт.	4	5,60	22,40
Транзистор КТ315А	шт	12	2,50	30,00
Резистори МЛТ, СП	шт.	47	0,16	7,52
Стабілітрон КС136А	шт.	1	3,20	3,20
Разом				276,12

Таблиця 3.12 – Розрахунок вартості напівфабрикатів

Матеріали	Одиниця виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Усього витрат, грн.
Фольгований текстоліт 115 × 90	шт.	1	8,00	8,00
Травильник	уп.	1	4,90	4,90
Графарет	шт.	2	6	12,00
Разом				24,90

Площа приміщення складає $50,15 \text{ м}^2$; об'єм $188,06 \text{ м}^3$; довжина приміщення $8,5 \text{ м}$; ширина приміщення $5,9 \text{ м}$; висота приміщення $3,5 \text{ м}$; число вікон 1; число робочих місць 2; освітлення: природне (через бічне вікно) і загальне штучне. Параметри приміщення задовольняють нормативним значенням: площа 6 м^2 , об'єм 20 м^3 на одного працюючого.

Проте вживання електроустаткування може нести в собі ряд шкідливих і небезпечних для життя і здоров'я людей чинників, що працюють з ним. Основну небезпеку дослідницької лабораторії представляють використання електроприладів, які працюють при напрузі тих, що є небезпечними для життя [15].

Дія електричного струму на живу тканину носить своєрідний характер. Проходячи через організм, електричний струм виробляє термічну, електролітичну і біологічну дію [16].

Міра небезпечної і шкідливої дії на людину електричного струму і електричної дуги залежить від роду і величини напруги струму, частоти струму, дороги струму через тіло організму, тривалість дії електричного струму, умов зовнішнього середовища.

У дослідницькій лабораторії існує можливість виникнення безпеки при роботі з шкідливими речовинами в процесі моделювання плати пристрою. При монтажі електронних плат застосовують ацетон, спирт для знежирення і очищення від пилу мікросхеми, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати.

Спирт, ацетон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нирко-психічні захворювання. Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних доріг і на шкіру, що наводить до дерматитів.

При недостатній освітленості на робочому місці може виникнути зорова втома.

4.2 Виробнича санітарія

При дослідженні пристрою стабілізації мережі живлення електричних приладів якість багато в чому залежить від освітлення, тому в лабораторії має бути передбачене штучне освітлення. Незадовільне освітлення може спотворити інформацію, крім того, викликає стомлення організму в цілому. Неправильне освітлення може з'явитися причиною травматизму [16].

Зорова робота характеризується найвищою точністю, що відповідає першому розряду. Для загального штучного освітлення норма освітленості складе 400 лк; при природному бічному освітленні $KE_{Oen} = 3,5$. Оскільки виробництво не є пожежо- вибухонебезпечним в лабораторії застосовують люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В, а також індивідуальне освітлення на робочому столі. Це дає можливість рівномірно освітити всю лабораторію.

При монтажі компонентів на плату і формуванні топологічного рисунка струмопровідного шару виникає потенційна небезпека небажаної дії на організм речовин, що обертаються в технологічному процесі, і матеріалів. Всі речовини, що забруднюють повітря, надають шкідливу дію, якщо вони потрапляють в організм в кількостях, що перевищують деяку порогову величину (ГДК). У виробництві плат застосовують певні речовини, які шкідливі для організму. Клас небезпеки шкідливих речовин встановлюється залежно від гранично допустимої концентрації речовин в повітрі робочої зони. Це та концентрація яка переноситься без яких або відхилень від нормального полягання в перебігу робочого дня при щоденному диханні. Згідно ДСП 173-96 [16] встановлюють чотири класи шкідливих речовин: 1-й клас – речовини надзвичайно небезпечні; 2-й клас – речовини високо небезпечні; 3-й клас – речовини помірно небезпечні; 4-й клас – речовини мало небезпечні. Дія токсичних речовин виявляється в гострих і хронічних отруєннях.

При монтажі електронних плат застосовують ацетон, спирт для знежирення і очищення від пилу мікросхеми, а також олово і каніфоль для припаювання ніжок напівпровідникового приладу до плати.

У таблиці 4.1 [16] приведені гранично допустимі концентрації небезпечних речовин, вживаних у печатній платі.

Спирт, ацетон викликає сухість шкіри. При систематичному вдиханні з підвищеним ГДК можливі захворювання сітківки ока. Також можливі нерво-во-психічні захворювання.

Каніфоль дратівливо діє на слизисті оболонки дихальних доріг і на шкіру, що призводить до дерматитів.

Таблиця 4.1 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Речовини	Речовині ПДК, мг/м ³
Олов'яний припій ПОС-60	90
Спирт етиловий ректифікований ДОСТ 4221-2003	1000
Ацетон технічний	30
Каніфоль соснова	150

Основні засоби техніки безпеки – герметизація апаратури і устаткування, наявність припливно-витяжної вентиляції в приміщенні проведення робіт і витяжна шафа. Робоче місце для виготовлення печатних плат і монтажу компонентів паянням обладнано витяжною шафою, рекомендованою і використаною для цих цілей на заводі «Перетворювач», яка має параметри представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Параметри витяжної шафи

Розміри, мм	850×850×650
Освітлення (лампа), Вт	60
Вентиляція, м ³ /г,	250
Вага, кг	110

Шафа обладнана:

- димопоглинальним активізованим вуглецевим фільтром;

- кислотостійкою керамічною плиткою;
- столиком, що обертається, для паяння з азбестовим верхом;
- тримачем для паяльника.

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є допоміжною, температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочих місцях повинні відповідати діючим санітарним нормам мікроклімату виробничих приміщень [16].

У виробничих приміщеннях, в яких робота на відео терміналах і персональних комп'ютерах є основною, повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 3.3.

Таблиця 4.3 - Оптимальні норми мікроклімату для приміщень з відео-терміналами і персональними комп'ютерами

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С (не більше)	Відносна вологість повітря %	Швидкість руху повітря м/с
Холодний	Легка – 1б	21-23	40-60	0.1
Теплий	Легка – 1б	22-24	40-60	0.2

До категорії 1б відносяться роботи, які виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходьбою і такі, що супроводжуються деякою фізичною напругою, при яких витрата енергії складає від 120 до 150 ккал/г.

У приміщенні проведення експерименту підтримується мікроклімат відповідний нормативам, для категорії робіт «Легка – 1б».

4.3 Електробезпека

Оскільки на ділянці проведення роботи в лабораторії застосовується електроустаткування до 1000 В, той опір заземлення має бути не вище 4 Ом [17]. Приміщення відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки.

Основні роботи при виконанні дипломної роботи виконувалися з використанням обчислювальної техніки. Оскільки персональний комп'ютер є електроустановкою, то при його експлуатації застосовують такі ж вимоги як і до звичайного електроустановкою.

Дія електричного струму на організм людини може бути теплове, хімічне і біологічне. При дії електричного струму на організм людини можуть бути два види ураження: електричні удари і електричні травми.

Захистом від дотику до струмоведучих частин електроустановок є ізоляція дротів, обгороджування, блокування і захисні засоби. Захистом від напруги, що з'явилася на корпусах електроустановок в результаті порушення ізоляції, є захисне заземлення, занулення і захисне відключення.

Захисне заземлення влаштовується в мережах з ізолюваною нейтраллю. Воно є навмисним з'єднанням із землею не струмоведучих металевих частин електроустановок.

Захисне заземлення необхідне для зниження напруги відносно землі до безпечної величини на металевих корпусах електроустановок, що нормально не знаходяться під напругою, але що виявилися під таким в результаті пошкодження ізоляції. При зниженні напруги на корпусах відносно землі струм, що проходить через людину, що торкається корпусу, знижується до безпечної величини (10 мА).

На ділянці проведення моделювання печатних плат застосовується електроустановкою до 220 В. Електроживлення здійснюється від розподільних щитів за допомогою комутуючих автоматів, що виробляють захист того або іншого об'єкту.

4.4 Протипожежна та техногенна безпека

Виробництво печатних плат, згідно вимогам ДБН В.1.1-7-2002, відноситься до категорії Б, оскільки це виробництво зв'язане із застосуванням легкозаймистих речовин зокрема спирту та ацетону.

Пожежна безпека в лабораторії забезпечується за рахунок строгого дотримання безпечного режиму процесу, в приміщенні підтримується зразковий порядок і чистота, строго дотримується режим роботи установок. Особлива увага приділяється контролю і перевірці справності всього обладнання.

Основні будівельні конструкції будівлі, в якій знаходиться ділянка, виконані з матеріалів, що не згорають і важко згорають, цегельних і виштукатурених. Вогнестійкість будівлі має 2 рівень. Для евакуації людей на випадок пожежі, згідно вимогам ДБН В.1.1-7-2002, в лабораторії є два евакуаційні виходи, розташованих в протилежних кінцях приміщення ділянки. Ширина дверей і сходів рівна 6 м, що відповідає нормі.

По вимогах ПВЕ будівля, в якій знаходиться ділянка по заходах захисту від блискавки, відноситься до категорії III і захищається від прямих ударів блискавок, і від замету високих потенціалів через землю, тобто підземні металеві комунікації, їх приєднують при введенні в об'єкт, що захищається, до заземлювача електроустановки. Захист від блискавки заснований на стержневих громовідводах [17].

Для попередження пожеж на ділянці створений строгий протипожежний режим. Створена загально об'єктова і лабораторна інструкція по ПБ, проводиться первинний протипожежний інструктаж на робочому місці; створений план протипожежних заходів і евакуації людей на випадок пожежі.

Для гасіння вогнищ усередині будівлі на майданчиках сходових кліток, в коридорах і отворі встановлені пожежні крани, які розміщені в шафках, де знаходиться і рукав з протипожежним стволом. Для гасіння пожеж електроустановок використовується вуглекислотний вогнегасник ОУ-5, в кількості трьох вогнегасників в даному приміщенні, оскільки вуглекислота не електропровідна. Існують пожежна електрична сигналізація, яка забезпечує прямий зв'язок пожежної охорони з охоронним об'єктом. У даній будівлі застосовують звукову систему сигналізації. В приміщенні є план евакуації згідно якого люди повинні залишити приміщення у разі виникнення пожежі.

Для евакуації людей на випадок пожежі на поверсі є два евакуаційні виходи, розташованих в протилежних кінцях будівлі. При появі сигналу сповіщення про пожежу співробітники лабораторії № 216 організовано без паніки покидають лабораторію і, залежно від місця спалаху, слідують або вліво через лабораторний корпус для виходу на вулицю Добролюбова, або управо для виходу на вулицю Незалежної України (рис. 43.2). Ширина дверей і сходів рівна 1,6 м, що відповідає нормі. Відстань від найбільш видаленого робочого місця до найближчого виходу – 15 м. Швидкість просування людей при евакуації – 16 м/хв.

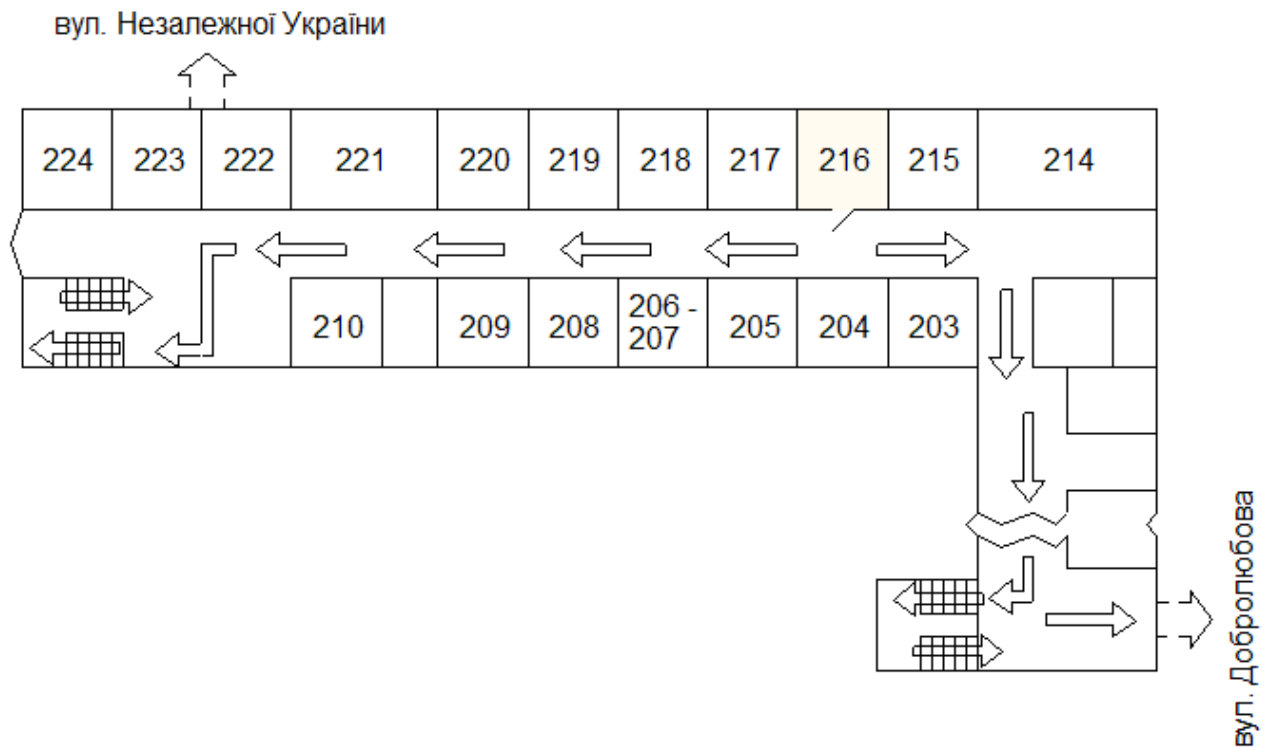


Рисунок 4.2 – План евакуації при пожежі із аудиторії № 216

4.5 Розрахунок середнього рівня шуму на робочому місці оператора

Як було вище зазначено, в приміщенні знаходиться чотири робочих місця операторів ЕОМ, кожне з яких устатковане монітором, вінчестером в системному блоці, трьома вентиляторами системи охолодження ПК та клавіатурою. Крім того поряд працює периферійна техніка.

Допустимий еквівалентний рівень шуму для робочого місця оператора складає 65 дБА [17].

Орієнтовні еквівалентні рівні звукового тиску джерел шуму, що діють на оператора ЕОМ на його робочому місці, представлені в табл. 4.4.

Розрахуємо середній рівень шуму на робочому місці оператора при роботі всієї вказаної техніки

Таблиця 4.4 - Рівні звукового тиску від різних джерел.

Джерело шуму	Рівень шуму, дБА
Жорсткий диск	45
Вентилятор	45
Принтер	55
Сканер	50

Рівень шуму, що виникає від декількох некогерентних джерел, що працюють одночасно, підраховується на підставі принципу енергетичного підсумовування рівня інтенсивності окремих джерел:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum 10^{0,1L_i}, \quad (4.1)$$

де L_i - рівень звукового тиску i -го джерела шуму; n - кількість джерел шуму.

Підставивши значення рівня звукового тиску для кожного виду устаткування у формулу, отримаємо:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg(104,5 + 104,5 + 105,5 + 105) = 44,2 \text{ дБ}$$

За наявності декількох джерел шуму з однаковим рівнем інтенсивності L_i загальний рівень шуму визначають за формулою:

$$L = L_i + 10 \lg n, \quad (4.2)$$

У нашому випадку таких джерел сім, отже загальний рівень шуму буде визначатися так:

$$L=44,2+ 10\lg 5 = 51,19 \text{ дБ.}$$

Розраховане значення середнього рівня шуму не перевищує гранично допустимого рівня шуму для робочого місця оператора, тобто спеціальні заходи по зниженню рівня шуму не потребуються.

Висновки та рекомендації

1. Розрахований блок живлення стабілізатора напруги ефективно використовується в схемі контролю та управління мережевою напругою.
2. Результати аналізу показують правильність спрацювання компаратора при появі різниці напруги на входах.
3. Логічний контролер сполучає відповідні кола управління обмоткою автотрансформатора, якщо рівень напруги входу досягне відповідно: 190 В, 210 В, 230 В, 250 В.
4. На печатній платі компактно розміщена елементна база схеми контролю та управління мережевою напругою.

Рекомендовано подальша модернізація схеми.

Перелік посилань

1. Интегральные микросхемы: Микросхемы для линейных источников питания и их применение. М. : ДОДЭКА, 1996. 268 с.
2. Миловзоров О.В., Панков И.Г. Электроника: учебник для бакалавров. М. : Издательство Юрайт, 2015. 407 с.
3. Мартынов А.А. Проектирование вторичных источников питания. Проектирование ВИП с выходом на постоянном токе: учеб. пособие. СПбГУАП. СПб., 2000. 108 с.
4. Орлова И.Н. Электротехнический справочник. Использование электрической энергии. Т. 3. Кн. 2. М. : Энергоатомиздат, 1988. 616 с.
5. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. М. : Энергия, 1979. 292 с.
6. Верьовкін Л.Л., Світанько М.В., Кісельов Є.М., Хрипко С.Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.
7. Зеленин А.Н. Полуавтомат защиты радиоаппаратуры от «перепадов» напряжения в сети. Радио. №10, 1998. С. 73 - 76.
8. Флавицкий А.А. Электронный предохранитель. Радио. №7, 1994. С. 7 – 9.
9. Фомин А.В., Боченков Ю.И., Сорокопуд В.А. Технология, надежность и автоматизация производства БГИС и МСБ. М. : Радио и связь, 1981. - 472 с.
10. Фігьєра Б., Кноєрр Р., Введення в електроніку: Пер. з фр. М. : ДМК Пресс, 2001. – 208 с
11. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В. Я. Основы схемотехніки електронних систем: підручник. К. : Вища шк., 2004. 527 с
12. Знаменский А.Е., Теплюк И.Н. Активные RC-фильтры. М. : «Связь», 1970. С. 87 – 98.

13. Шило В.Л. Линейные интегральные схемы в радиоэлектронной аппаратуре. М. : Сов. радио, 1989. 368с.
14. Белуха М.Т. Основи наукових досліджень. К. : Вища шк., 1997. 271с.
15. Кожемякін Г.Б. Рижков В.Г., Белоконь К.В. Охорона праці та техногенна безпека: методичні вказівки до виконання розділу магістерських робіт для студентів ЗДІА всіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 48 с.
16. Ткачук К.Н. Охрана труда и окружающей среды в радиоэлектронной промышленности. К. : Вища шк., 1988. 240 с.
17. Горобец А.И. Степаненко А.И. Охрана труда в радиоэлектронной промышленности. К. : Техника, 1987. 345 с.

МАТЕРІАЛИ
XXIV НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, МАГІСТРАНТІВ,
АСПІРАНТІВ І ВИКЛАДАЧІВ
ІНЖЕНЕРНОГО ІНСТИТУТУ
ЗНУ

**Секція мікроелектронних
інформаційних систем**

29 листопада 2019 р.

Овчаренко Віталій ст. гр. МН-18-мз
Коломоєць Г.Г., доцент, к.ф.-м.н. – науковий керівник

МІКРОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РОБОТИ АПАРАТУРИ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖ

Інженерний інститут Запорізького національного університету, кафедра МЕІС

Не дивлячись на широке поширення у телевізорах, комп'ютерах і іншій радіоапаратурі імпульсних джерел живлення, вони не можуть витіснити лінійні компенсаційні стабілізатори. Імпульсні джерела, як правило, використовуються спільно з лінійними стабілізаторами. Пояснюється це тим, що лінійні стабілізатори забезпечують менший рівень пульсацій на виході, а також допускають зміну струму навантаження в ширшому діапазоні (імпульсні джерела погано працюють у режимі холостого ходу).

Стабілізатор напруги (Voltage regulator) – електромеханічний або електричний (електронний) пристрій, що має вхід і вихід по напрузі, призначений для підтримки вихідної напруги у вузьких межах, при істотній зміні вхідної напруги і вихідного струму навантаження. За типом вихідної напруги стабілізатори діляться на стабілізатори постійної напруги і змінної напруги. Як правило, вигляд напруги на вході стабілізатора і на його виході збігаються (постійна або змінна), але в деяких типах стабілізаторів їх види різні.

Мікросхеми з серії “LOW DROP” можуть працювати при зниженій напрузі між входом і виходом (до 1... 1,3 В) і забезпечують на виході стабілізовану напругу в діапазоні 1,25...30 В при струмі у навантаженні 7,5/5/3 А відповідно (рис. 1). Найближчий за параметрами вітчизняний аналог типу КР142ЕН22 має максимальний струм стабілізації 5 А.

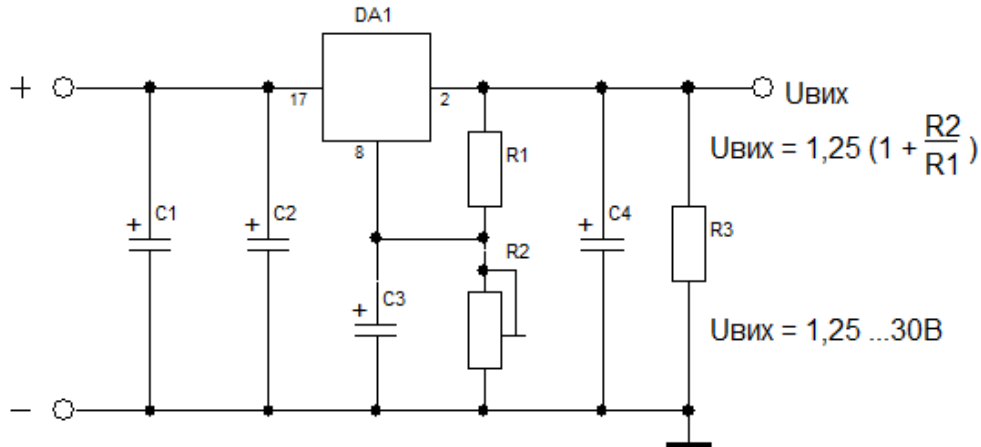


Рисунок 1 - Схема включення стабілізаторів з серії “LOW DROP”

Для роботи деякими радіотехнічними пристроями потрібне джерело живлення з підвищеними вимогами до рівня мінімальних вихідних пульсацій і стабільності напруги. Аби їх забезпечити, блок живлення доводиться виконувати на дискретних елементах.

Література

1. Бойко В.І. Гуржій А.М., Жуйков В. Я. Основи схемотехніки електронних систем: Підручник. К. : Вища шк., 2004. 527 с
2. Фігьера Б., Кноерр Р. Введення в електроніку: Пер. з фр. - К. : ДМК Пресс, 2001. 208 с.
3. Интегральные микросхемы: Микросхемы для линейных источников питания и их применение. М. : ДОДЭКА, 1996. 268 с.

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Науково-дослідна частина ЗНУ
Наукове товариство студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених ЗНУ

15-17 квітня 2019 року

*XII університетська науково-практична конференція
студентів, аспірантів і молодих вчених*

«МОЛОДА НАУКА-2019»



Запоріжжя, 2019

Овчаренко Віталій Вікторович
 магістрант 2 курсу фак-ту ЕЕІТ
 Наук. кер.: к.ф.-м.н., доц. Коломоєць

Г.Г.

МІКРОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РОБОТИ АПАРАТУРИ ЖИВЛЕННЯ МЕРЕЖ

Не дивлячись на широке поширення у телевізорах, комп'ютерах і іншій радіоапаратурі імпульсних джерел живлення, вони не можуть витіснити лінійні компенсаційні стабілізатори. Імпульсні джерела, як правило, використовуються спільно з лінійними стабілізаторами. Пояснюється це тим, що лінійні стабілізатори забезпечують менший рівень пульсацій на виході, а також допускають зміну струму навантаження в ширшому діапазоні (імпульсні джерела погано працюють у режимі холостого ходу).

Стабілізатор напруги (Voltage regulator) – електромеханічний або електричний (електронний) пристрій, що має вхід і вихід по напрузі, призначений для підтримки вихідної напруги у вузьких межах, при істотній зміні вхідної напруги і вихідного струму навантаження. За типом вихідної напруги стабілізатори діляться на стабілізатори постійної напруги і змінної напруги. Як правило, вигляд напруги на вході стабілізатора і на його виході збігаються (постійна або змінна), але в деяких типах стабілізаторів їх види різні.

Мікросхеми з серії “LOW DROP” можуть працювати при зниженій напрузі між входом і виходом (до 1... 1,3 В) і забезпечують на виході стабілізовану напругу в діапазоні 1,25...30 В при струмі у навантаженні 7,5/5/3 А відповідно (рис. 1). Найближчий за параметрами вітчизняний аналог типу КР142ЕН22 має максимальний струм стабілізації 5 А.

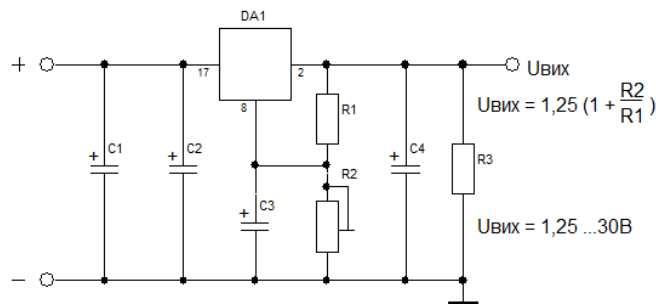


Рисунок 1 - Схема включення стабілізаторів з серії “LOW DROP”

Для живлення деяких радіотехнічних пристроїв потрібне джерело живлення з підвищеними вимогами до рівня мінімальних вихідних пульсацій і стабільності напруги. Аби їх забезпечити, блок живлення доводиться виконувати на дискретних елементах.

Література

1. Фігьєра Б., Кноерр Р. Введення в електроніку: Пер. з фр. - К.: ДМК Пресс, 2001. 208 с