

ДВНЗ УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

До захисту «ДОПУЩЕНО»
Завідувач кафедри
к.ф.-м.н., Тарас ЗАЯЦЬ

_____ 2022 р.

Кваліфікаційна бакалаврська робота
з галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації,
напряму підготовки 171 «Електроніка»

на тему «УНІВЕРСАЛЬНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ»

Виконав: студента ІV курсу, групи ЕС

Віктор СЕВЧ

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Керівник: к.ф.-м.н., доц.. Ігор ЮРКІН

(вчене звання, посада, ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань
Студент _____

ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

Спеціальність: Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
доц., Тарас ЗАЯЦЬ

_____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
студенту Віктору СЕВЧУ

Тема роботи **Універсальний блок живлення**

Затверджена на засіданні кафедри (протокол № __ від «__» _____ 2021 р.)

Термін закінчення роботи: 10 червня 2022 р.

Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів універсальних блоків живлення.
2. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження.
3. Забезпечити: вихідну напругу +12 В, +24 В, - 12 В, + 5 В; вихідну потужність близько 65 Вт.
4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкта проектування
2. Проектно-конструкторський розділ

Висновки

Перелік посилань

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

1. Структурна (функціональна) електрична схема.
2. Електрична принципова.
3. Перелік елементів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ініціали консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Доц.. Спесивих О.О.		

Дата видачі завдання " " 2021 року.

Керівник роботи _____ (доц. Ігор ЮРКІН)
(підпис)

Завдання прийняв на виконання _____ (Віктор СЕВЧ)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1	Пошук аналогів об'єкта проектування	до 20.12.2021	
2	Огляду та аналіз аналогів	до 20.02.2022	
3	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції	до 20.03.2022	
4	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок	до 20.04.2022	
5	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2022	
6	Оформлення бакалаврської кваліфікаційної роботи	до 10.06.2022	
7	Захист на державній екзаменаційній комісії	Згідно з графіком захисту	

Студент _____ Віктор СЕВЧ
(підпис)

Керівник роботи _____ Ігор ЮРКІН
(підпис)

УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну бакалаврську роботу
на тему:

УНІВЕРСАЛЬНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ

Студента групи ЕС: Віктора СЕВЧА ()

Керівник роботи: к.ф.-м.н., доц.. Ігор ЮРКІН ()

Ужгород – 2022

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ			
Розробив		Севч В.В.			Універсальний блок живлення Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Юркін І.М.				У	4	44
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, 4 курс бакалавр, спец. ЕС		
Н.Контр.		Спесивих О.О.						
Затвердив		Засць Т.М.						

Реферат

Кваліфікаційна бакалаврська робота: сторінок – 44, рисунків –15, таблиць – 2, джерел літератури – 11.

Об'єкт розробки –універсальний блок живлення.

Метод дослідження – аналіз прототипу та аналогів, синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми.

При виконанні даної кваліфікаційної бакалаврської роботи було проведено пошук та аналіз аналогів об'єкту проектування і загальні принципи побудови. На основі цих даних і вимог технічного завдання розроблено структурну та принципові схеми. Проектно конструкторський розділ містить синтез структурної та принципової схеми, опис дії пристрою і розрахунки.

ЖИВЛЕННЯ, БЛОК, НАПРУГА, СТРУМ, СТАБІЛІЗАЦІЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	7
2 ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	20
2.1 Розробка структурної схеми	20
2.2 Синтез принципової схеми	21
2.3 Розрахунки	24
ВИСНОВКИ	39
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	40
ДОДАТКИ.....	41

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

Джерело живлення - це електронний пристрій, який подає електричну енергію до електричного навантаження. Основною функцією джерела живлення є перетворення однієї форми електричної енергії в іншу, і, як наслідок, джерела живлення іноді називають перетворювачами електроенергії. Деякі джерела живлення є дискретними окремими пристроями, тоді як інші вбудовані в більші пристрої разом з їх навантаженнями. Приклади останнього включають джерела живлення, які можна знайти в настільних комп'ютерах і побутовій електроніці.

Проводячи аналогію між лінійними та імпульсними джерелами живлення можна відзначити, що лінійні джерела живлення мають багато позитивних властивостей, таких як: простота конструкції, низькі вихідні пульсації та шуми, високі значення стабільності по напрузі та струму і швидкий час відновлення. Головним недоліком є низький ККД.

Основною перевагою, імпульсних джерел живлення є ширший діапазон вхідних напруг. Діапазон вхідних напруг лінійних джерел живлення зазвичай не перевищує $\pm 10\%$ від номінального значення, що впливає на ККД. В імпульсних джерел живлення вплив діапазону вхідної напруги на ККД незначний або взагалі відсутній, і діапазон вхідних напруг $\pm 20\%$ і більше дає можливість працювати при сильних змінах напруги мережі.

Незважаючи на потребу в універсальних джерелах живлення, при їх проектуванні виникає кілька проблем. Це вимагає компромісу, оскільки дизайнери намагаються створити обладнання, сумісне з різною глобальною потужністю змінного струму з різною напругою та частотою.

Користувачі мобільних пристроїв, таких як мобільні телефони, планшети, ноутбуки та інші, можуть з комфортом переміщатися по всьому світу без турбот і необхідності носити з собою громіздкі та дорогі конвертери. Однак більш велике обладнання, таке як телевізори з великим екраном, може бути розроблено для певних ринків, оскільки їх не часто переміщують.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Блок живлення з автовимкненням

Блок живлення з автовимкненням, який вимкнеться сам, коли на виході немає навантаження. Вихідна напруга може варіюватися від 3,7 В до 8,7 В. Хоча в цій схемі використовується стабілізатор напруги LM7805, але її вихідна напруга регулюється завдяки потенціометру, встановленому між загальною клемою мікросхеми регулятора і землею (рис. 1.1). [1].

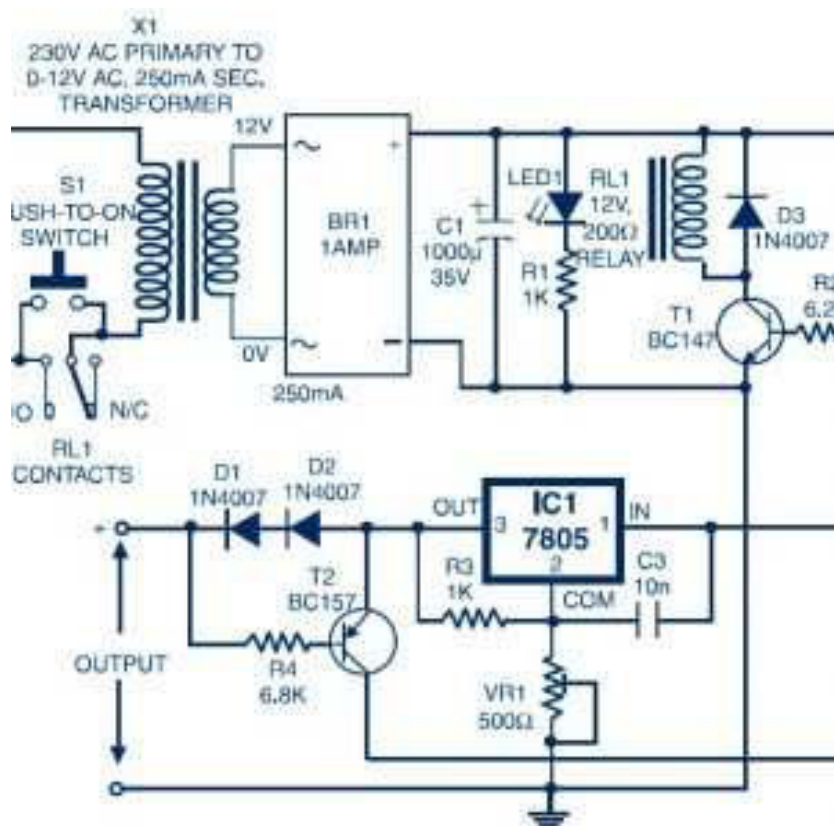


Рисунок 1.1 – Принципова схема блока живлення з автовимкненням [1]

З кожним збільшенням внутрішньосхемного значення опору потенціометра VR1 на 100 Ом вихідна напруга збільшується на 1 вольт. Таким чином, вихідна потужність змінюється від 3,7 В до 8,7 В (з урахуванням падіння напруги на діодах D1 і D2 1,3 В).

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Іншою важливою особливістю цього джерела живлення з автоматичним відключенням є те, що він сам вимикається, коли на його вихідних клеммах немає навантаження. Це досягається за допомогою транзисторів T1 і T2, діодів D1 і D2 і конденсатора C2. Коли на виході підключено навантаження, падіння потенціалу на діодах D1 і D2 (приблизно 1,3 В) достатньо для проведення транзисторів T2 і T1. В результаті реле отримує напругу і залишається в цьому стані, поки навантаження залишається підключеним. У той же час конденсатор C2 заряджається приблизно до потенціалу 7-8 вольт через транзистор T2. Але при відключенні навантаження транзистор T2 відключається. Однак конденсатор C2 все ще заряджений, і він починає розряджатися через базу транзистора T1. Через деякий час (який в основному визначається значенням C2) реле RL1 знеструмлюється, що вимикає мережевий вхід на первинну обмотку трансформатора X1. Щоб відновити живлення, слід на мить натиснути перемикач S1. Чим вище значення конденсатора C2, тим більше буде затримка вимкнення живлення при відключенні навантаження, і навпаки.

Регульований симетричний блок живлення 15В, 1А

Це простий 15 В, 1 А регульований симетричний блок живлення, здатний видавати стабілізовану напругу від +15 В постійного струму та -15 В постійного струму. Принципова схема приведена на рис.1.2.

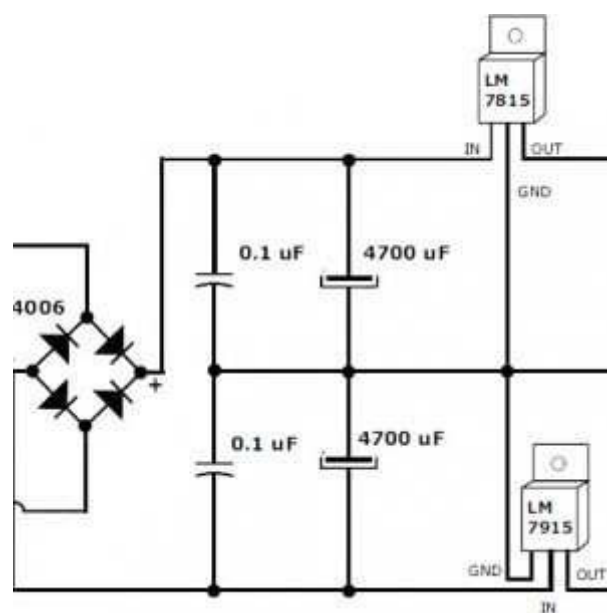


Рисунок 1.2 – Принципова схема блока живлення з автовимкненням [2]

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Максимальний вихідний струм становить приблизно 1 ампер до 1,5 ампер, дивіться в технічній таблиці. У схемі використовується мікросхемний стабілізатор LM7815 для позитивної напруги і LM7915 для негативної напруги. Щоб отримати різну вихідну напругу, просто замініть регулятор ІС LM78xx і LM79xx, код xx є значенням вихідної напруги постійного струму.

Універсальний вхід

Універсальний вхід означає, що вхідний діапазон джерела живлення знаходиться в межах 85 ~ 264 В змінного струму і може працювати на частотах 50 і 60 Гц. Ці блоки живлення можна використовувати в будь-якій точці світу, не налаштовуючи перемикач вхідної потужності [3].

Ці блоки живлення призначені для розміщення широкого спектру джерел змінного струму, забезпечуючи однакову вихідну потужність. Типові джерела живлення можуть приймати вхідну напругу від 85 до 264 вольт. Це дозволяє користувачам легко використовувати обладнання безпосередньо від мережі змінного струму, незалежно від того, в діапазоні 100 або 200 вольт.

Конструкція універсального вхідного джерела включає схеми з компонентами, які можуть витримувати широкий діапазон коливань напруги. Це дозволяє блоку живлення працювати з більш широким діапазоном вхідної напруги, отже, має можливість охопити весь спектр напруг живлення змінного струму в світі. Крім того, джерела живлення можуть також працювати на частоті 50 або 60 Гц.

Деякі старіші моделі були розроблені для роботи від 230 або 110 вольт. Вони мали ручний перемикач або перемичку для перемикання з одного режиму на інший. Підключення джерела живлення з неправильним налаштуванням часто пошкоджує джерело живлення, особливо якщо він живиться від 230 Вольт, а налаштування встановлено на 110 В.

Сучасне універсальне джерело живлення є автоматичним і не вимагає ручного перемикача. Відчуває вхідну напругу та регулює її автоматично. Універсальне постачання зручно для споживачів, яким не потрібно перетворювати наявну потужність у відповідність з продуктом, крім того, це

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

позбавляє виробника від необхідності проектувати та виготовляти різне обладнання для різних ринків.

Зростання світових ринків призвело до збільшення попиту на універсальні джерела живлення. Деякі програми, такі як обладнання польового зв'язку, призначені для роботи від різноманітних джерел живлення, включаючи універсальний змінний струм в межах 85–264 вольт, а також живлення від акумулятора рис. 1.3. Типовий вхід 90-270 АС, +12 і – 12 Вольт вихідної ланцюгової схеми – Image Credit.

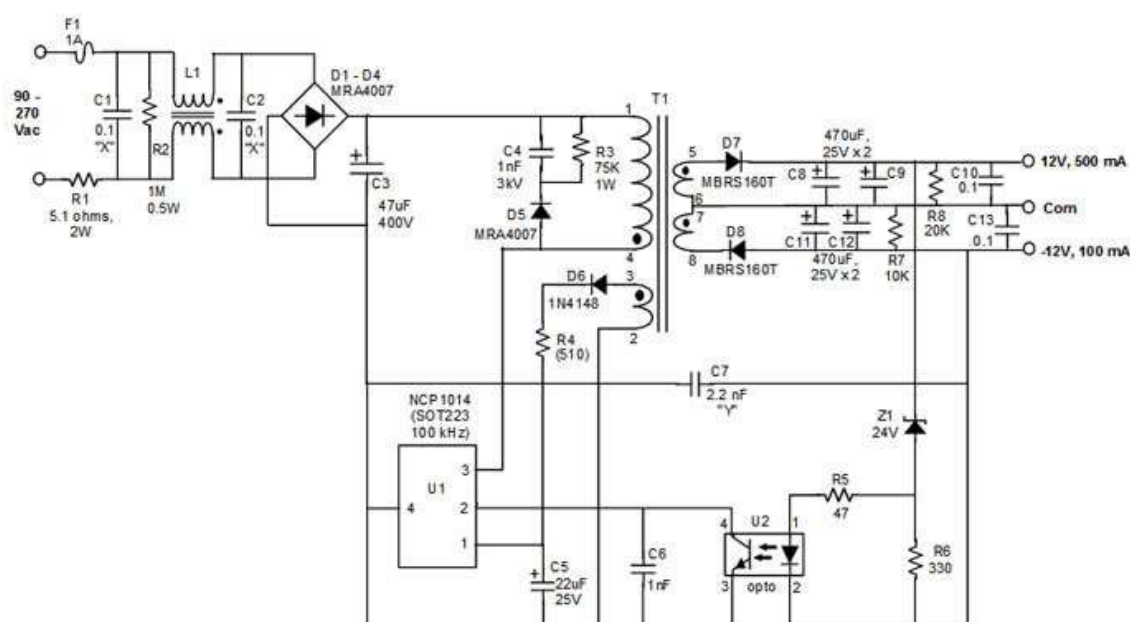


Рисунок 1.3 – Схема універсальний вхід [3]

Універсальна плата блоку живлення - AS3060KT

Універсальна плата блоку живлення для монтажу будь-якого 3-полюсного стабілізатора напруги серії 78xx на ваш вибір, щоб створити регульовану фіксовану напругу постійного струму з максимальною напругою 1 А (рис 1.4) [4].

Регулятори серії 78xx доступні з фіксованою вихідною напругою постійного струму від 5 до 24 В постійного струму, забезпечують струм навантаження до 1 А і мають вбудовану схему захисту, яка просто вимикає мікросхему у разі перегріву або надмірного струму.

						КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			10

L78xx voltage regulator supplied
with assembled version only



Рисунок 1.4 - Універсальна плата блоку живлення [4]

Вхідна напруга може бути нерегульованою напругою змінного (макс. 21 В) або постійного струму (макс. 30 В), яка повинна бути щонайменше на 2-3 В постійного струму вище необхідної вихідної напруги для належної роботи.

Набір містить радіатор, мостовий випрямляч на 1 А, згладжувальні конденсатори, світлодіодний індикатор живлення, перемикач увімкнення/вимкнення на друкованій платі, клемні колодки введення/виведення та вхідний роз'єм.

Універсальний блок живлення

Для забезпечення нестандартних напруг живлення, такі як ± 11 В, +9 В і -3 В можна використати схему універсального блоку живлення рис.1.5. Ця схема показує, як отримати регульовані або фіксовані подвійні джерела живлення за допомогою LM317, LM337, 78xx і 79xx. Виходи можна регулювати практично від будь-якого рівня до максимальної напруги встановлених регуляторів напруги. І немає необхідності використовувати симетричні регулятори.

Відповідно до застосування, основна відмінність між 78xx і 79xx і LM317 і LM337 полягає в їх струмі спокою (зміщення). Струм спокою для LM317 або LM337 становить близько 0,1 мА. Для фіксованих регуляторів 78xx або 79xx струм спокою може досягати 8 мА. Тому різниця може становити до 80 разів.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Цю схему можна побудувати з 78xx і 79xx або з LM317 і LM337, тому перед використанням необхідно розрахувати значення відповідних компонентів.

На рис. 1.5 показана схема універсального здвоєного регулятора з LM317 і LM337. Ідея полягає в тому, щоб мати регульовану вихідну напругу від попередньо визначеної опорної напруги. Позитивну вихідну напругу V_3 на CON3 (у точках 1 і 2) регулюють за допомогою потенціометра VR1. Від'ємна вихідна напруга V_4 на CON3 (у точках 2 і 3) регулюється за допомогою потенціометра VR2.

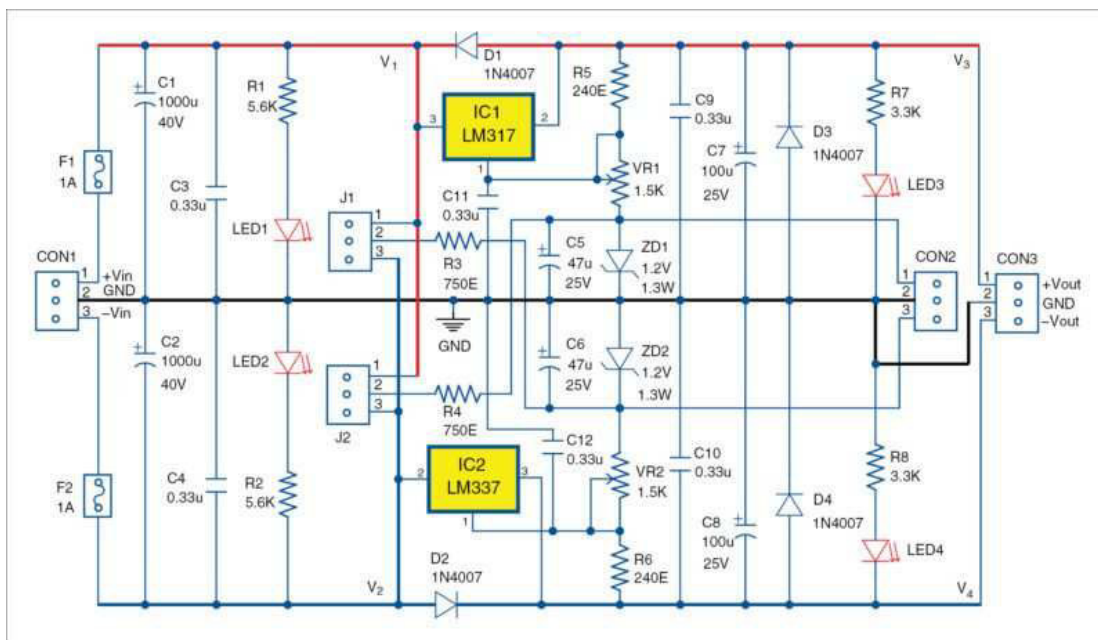


Рисунок 1.5 - Принципова схема універсального блоку живлення [5]

Регулятори IC1 і IC2 слід встановлювати на відповідних радіаторах, які мають термічний опір, бажано, нижче десяти градусів за Цельсієм на ват.

Приклад 1

Якщо використовується LM317 як IC1, можна вибрати $R_5 = 240 \text{ Ом}$, $VR_1 = 1,5 \text{ кОм}$ і опорний діод ZD1 для 1,2 В. Отримаємо регулювання вихідної напруги V_3 (у точці 1 CON3) від землі до приблизно 8 В.

Приклад 2

Якщо використовується 7805 як IC1, можна вибрати $R5 = 510 \text{ Ом}$, $VR1 = 510 \text{ Ом}$ і опорний діод ZD1 для 5,1 В (наприклад, 1N4733). Матимемо регулювання вихідної напруги V3 від рівня землі до вище 5 В. Отже, тепер буде:

$$V3 = V_{out(\text{позитивний})} = V(78xx) \times (1 + VR1/R5) + I_d \times VR1 + V_{ref1}$$

$$V4 = V_{out(\text{негативний})} = V(79xx) \times (1 + VR2/R6) + I_d \times VR2 + V_{ref2}$$

Тут $V(78xx)$ і $V(79xx)$ – вихідні напруги фіксованого стабілізатора (xx позначає номер серії, наприклад 7805 для регулятора 5 В). I_d — струм (спокій) від заземлення (струм зміщення) регулятора 78xx або 79xx.

Вхідне джерело живлення. На рис. 1.6 показана силова секція регулятора з трансформатором і випрямлячами. Для модульного підходу слід відокремити секцію вхідного джерела живлення від секції регулятора. Тоді можна змінити одну частину блоку живлення, а іншу зберегти в цілості. Це допомагає створювати різні комбінації з випрямлячою та регуляторною секціями.

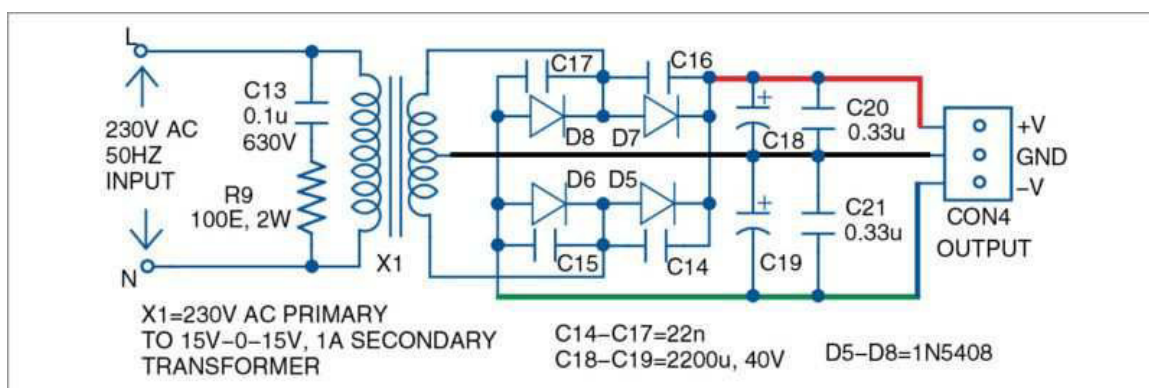


Рисунок 1.6 - Вхідне джерело живлення [5]

Потрійне джерело живлення

Недорогі мініатюрні трансформатори зазвичай забезпечують одну або дві вторинні напруги, яких достатньо для створення набору позитивних і негативних напруг живлення, які необхідні для схем операційного підсилювача. Але, якщо потрібна додаткова напруга, яка вища за будь-яку з напруг живлення (наприклад, напруга налаштування для приймача?). Схема на рис 1.7. показує просте рішення цієї проблеми, і її, безсумнівно, можна розширити, щоб задовольнити інші

ненавантаженим мініатюрним трансформатором, значно перевищує його номінальну вторинну напругу.

Універсальний модуль живлення 3В-30В [7]

Ця універсальна схема живлення забезпечує змінну напругу в діапазоні 3-30 В. Блок живлення забезпечує максимальний струм 1,5 А і за допомогою кількох модифікацій та доповнень до модулів може забезпечити більший струм. Схема універсального модуля живлення 3 В-30 В приведена на рис 1.8.

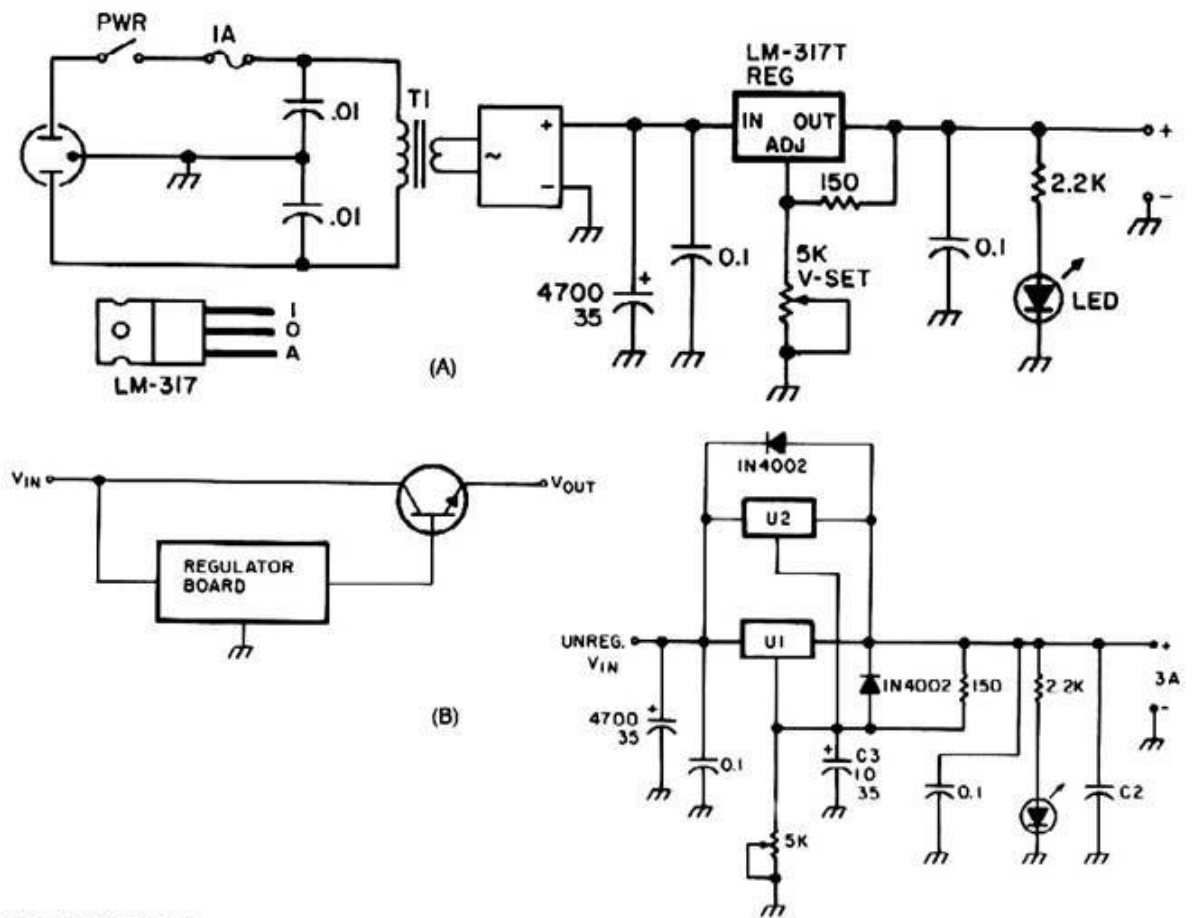


Рисунок 1.8 – Схема універсального модуля живлення 3 В-30 В [7]

Регульований регулятор LM317 (U1) забезпечує захист від короткого замикання та автоматичне обмеження струму на 1,5 А. Вхідна напруга на стабілізатор подається від DB1, повнохвильового мостового випрямляча 4 А 100 PIV. Конденсатор C1 забезпечує початкову фільтрацію. U1 забезпечує додаткову

Напруга трансформатора має бути більше 4 В, ніж стабілізована напруга постійного струму. С1 розрахований на 1А/1000uF, тому при 5А С1 повинен мати 4700uF. І транзистор, і стабілізатор напруги повинні бути встановлені на радіаторі.

Універсальна схема живлення з можливістю цифрового керування [9]

Універсальний цифровий блок живлення забезпечує змінний вихід без коливань і регульований вихід. Схема універсального цифрового джерела живлення приведена на рис 1.10.

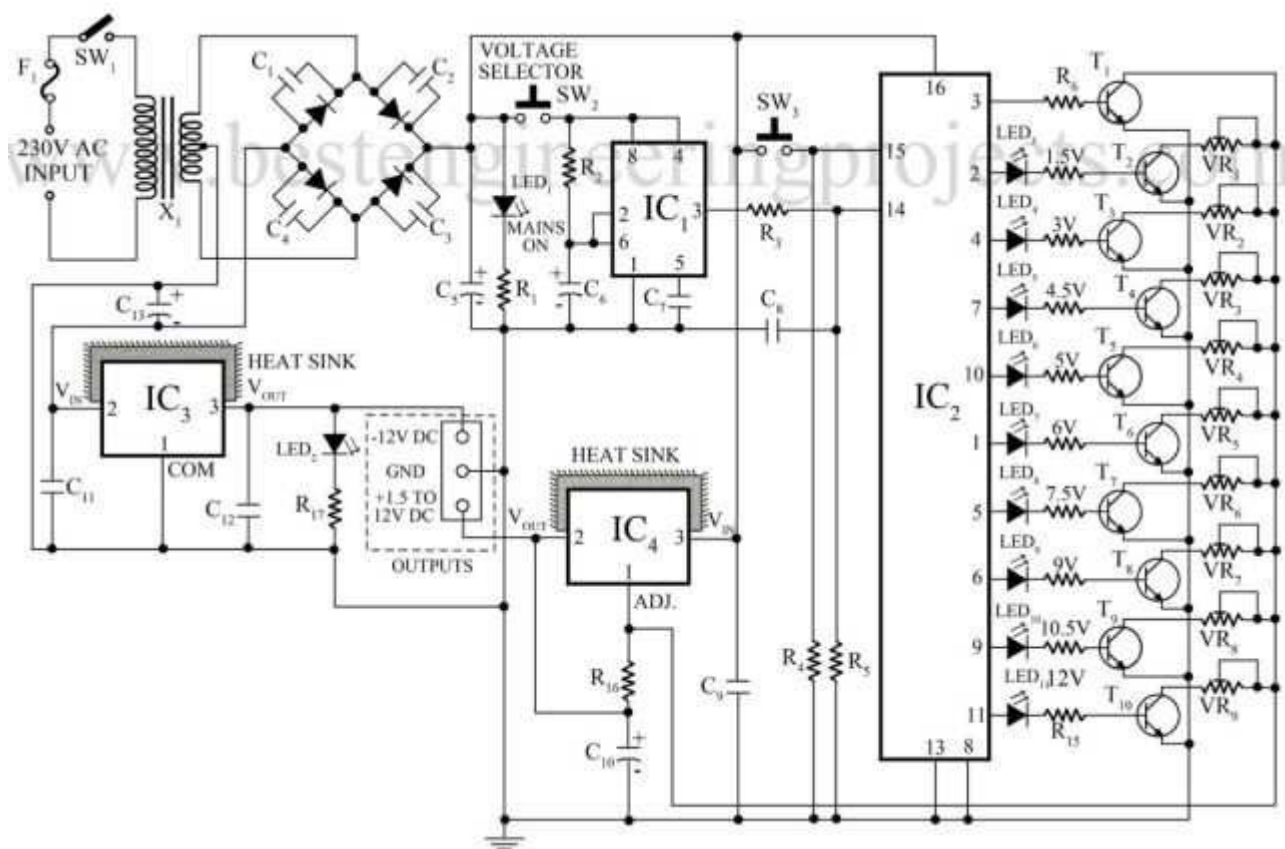


Рисунок 1.10 – Принципова схема змінного цифрового джерела живлення [9]

Схема універсального цифрового джерела живлення містить регульований 3-полюсний стабілізатор позитивної напруги IC (Lm317), лічильник декодування IC (CD4017), таймер IC (NE555) і стабілізатор фіксованої негативної напруги (Lm7912). Вхідна напруга змінного струму 220 В зменшується за допомогою трансформатора 12 В-0-12 В, вторинний 1 А. Знижуюча напруга випрямляється за допомогою мостового випрямляча, побудованого з використанням діодів D1 - D4,

паралельно з'єднаних конденсаторів $C_1 - C_4$, призначених для обходу небажаних стрибків і забезпечення плавної та безфункціональної живлення.

Для додаткового фільтра та для усунення пульсацій використовуються конденсатори C_5 і C_{13} . Тут використовується як позитивне, так і негативне джерело живлення, і виходить вихід без коливань. Таймер IC NE555 (IC1) підключений як нестабільний мультивібратор і генерує тактовий імпульс, коли натискається перемикач SW_2 , перемикач SW_2 також використовується як перемикач напруги. Вихід IC1 з висновку 3 подається на тактовий контакт 14 IC2 через мережу RC, побудовану резистором R_3 і конденсатором C_8 . IC2 - це лічильник лічильників десятиліть і використовує всі вихідні перемикачі SW_3 підключається до контакту скидання 15 і натискається для скидання IC2 .

Вихід IC2 підключений до бази транзистора $T_1 - T_{10}$ через резистор $R_6 - R_{11}$ відповідно попередньо встановлених $VR_1 - VR_9$ підключений до колектора транзистора $T_2 - T_{10}$ відповідно для регулювання напруги світлодіода 3 до світлодіод 11 використовується для індикації 1,5 В, 3 В, 4,5 В, 5 В, 6 В, 7,5 В, 9 В, 10,5 В, 12 В постійного струму відповідно. Негативне 12 вольт (-12 В) постійного струму отримується на виході IC3 і відображається світлодіодом 2. IC3 є фіксованим 3-полюсним регулятором негативної напруги і виробляє регульований -12 В постійного струму.

IC4 є регульованим регулятором напруги, і отримана вихідна напруга залежить від опорної напруги між його виходом і регульованою клемою. IC4 створює нормальну опорну напругу 1,25 В і з'являється на R 16 . Вихід на контакт 4 IC4 розраховується за формулою $V_{out} = 1,25 (1 + VR_{set}/R_{16})$.

Де VR_{set} попередньо встановлено від VR_1 до VR_9 . Налаштуйте попередні налаштування від VR_1 до VR_9 , щоб отримати бажаний вихід. Колектор транзистора T_5 безпосередньо підключений до клеми ADJ (контакт 1) IC4, тому вихідна напруга IC4 буде напругою на фіксованому резисторі R_{16} , що дорівнює 1,25 В. Використовуючи належним чином відкалібрований цифровий мультиметр, ви можете легко налаштувати попередні налаштування, щоб отримати від 1,5 В до 12 В. Якщо IC2 скидається за допомогою перемикача SW_3 , вихідна напруга на виводі 4 IC4 становить 1,2 В, і всі світлодіоди індикації напруги вимкнені.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Світиться світлодіод 1 використовується для включення мережі. Використовуйте відповідний радіатор для ІС регулятора напруги (ІС₃ і ІС₄). Оскільки конфігурація контактів ці ІС відрізняються, тому ніколи не фіксуйте один радіатор для обох мікросхем.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Фактори, які враховуються при проектуванні універсального вхідного джерела живлення

Деякі з міркувань, які слід враховувати при розробці універсального джерела живлення:

Вартість

Розмір

Регіональні нормативні вимоги

Корекція коефіцієнта потужності (PFC)

Електромагнітні перешкоди

Блоки живлення з універсальним вхідним діапазоном складніші і дорогі для виробника. Крім того, вони мають більші розміри і менший ККД в порівнянні з джерелами, призначеними для роботи на одній напрузі. Відповідати всім нормативним вимогам для кожного регіону, де воно буде використовуватися, коштує дорожче. Інша проблема полягає в тому, що деякі регіони мають особливі вимоги, такі як корекція коефіцієнта потужності, а інші — ні, отже, додавати PFC до джерела, який буде використовуватися в регіоні, який не потребує цієї функції, стає дорогим.

2.1 Розробка структурної схеми

Виходячи з поставлених технічних умов розробимо структурну схему пристрою, на підставі якої можна буде вести послідуєче проектування пристрою.

Загальна структурна схема приведена на рис. 2.1.

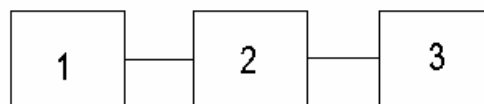


Рисунок 2.1 - Загальна структурна схема. 1-вхідне коло;

2- блок перетворення; 3-вихідне коло

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Як основні невід’ємні складові пристрою, блоки 1 і 3 є незмінними. Але переглянувши аналоги приходимо до висновку, що блок 2 має різноманітну будову, тому при побудові структурної схеми беремо це до уваги. Тоді наша структурна схема буде мати більш складну будову. Структурна схема пристрою приведена на рис.2.2.

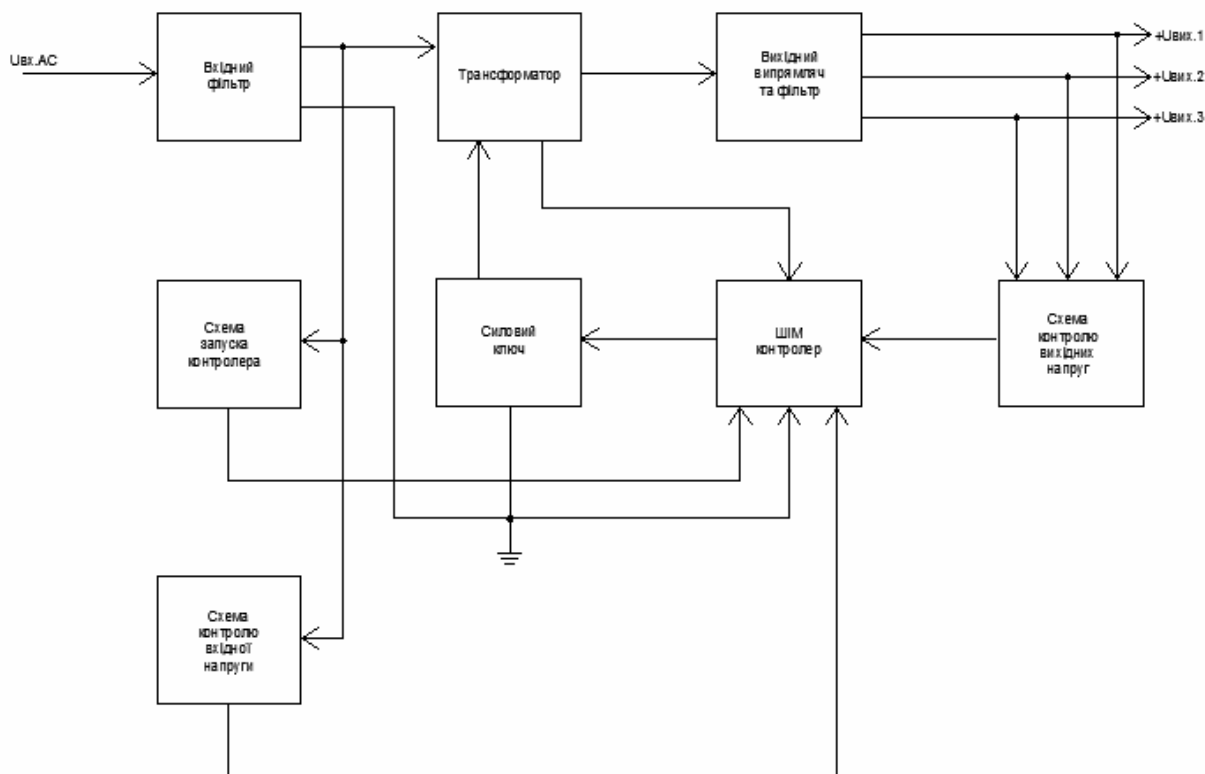


Рисунок 2.2 - Структурна схема універсального блока живлення

2.2 Синтез принципової схеми

Принципова схема універсального блока живлення приведена на рис. 2.3. За основу для даної розробки, на основі оброблених аналогів було взято топологію одноктного зворотньоходового перетворювача.

Вибір даної топології обумовлений заданою вихідною потужністю, та діапазоном вхідної напруги, що вимагає застосування гальванічної розв'язки між первинними та вторинними ділянками кола.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

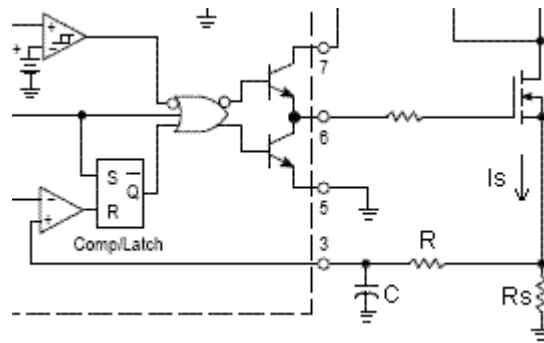


Рисунок 2.5 – Схема компаратора струму з RC-фільтром.

Після включення транзистора, починається етап передачі енергії накопиченої в трансформаторі в навантаження.

Схема перехрестної стабілізації вихідних напруг на основі управляючого стабілітрона VD10-TL431.

Резистори R20-R23, R22 утворюють резисторний дільник, величиною опорів якого, в загальному, виставляється значення вихідних напруг перетворювача.

Резистор R18 є струмообмежуючим резистором для стабілітрона VD10 та оптрона VD9,

Елементи C7, R19- компенсація зворотного зв'язку по напрузі (випередження по фазі).

Тактовий генератор UC3845 розрахований на роботу в частотному діапазоні від 10кГц до 1МГц. В нашому випадку він працюватиме на частоті 50 кГц, так як це оптимальна частота для роботи всього УБЖ. [10].

2.3 Розрахунки

Базова схема для даного універсального блока живлення є однотактний зворотно ходовий перетворювач напруги.

Вибір схемотехнічного рішення обумовлений вихідною потужністю, та величиною вхідної напруги. Перетворювач має вихідну потужність $P_{\text{вих.}}=65\text{Вт}$, та ряд стабілізованих напруг: +5В, +/-12В, +24В. Скористаємося методикою розрахунку представленою в [11].

Даний УБЖ може використовуватися для живлення електронних пристроїв, який може підключатися до мережі змінного струму від (85 – 240) В.

Проектна специфікація

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Діапазон вхідної змінної напруги: (90 – 240) В, 50/60Гц.

Стабілізовані виходи:

+5В номінальний струм 1А;

±12В номінальний струм 1А;

+24В номінальний струм 1,5А;

Напруга пульсацій на виході:

+5В, ±12В – 100 мВ (максимум);

+24В – 250мВ подвійної амплітуди;

Таблиця 2.1.

Вихідні дані для розрахунків

Параметри	Позначення	Значення
Мінімальна вхідна змінна напруга	V_{min}	85В
Пікова вхідна змінна напруга	V_{pik}	240В
Частота перетворювача	f_{sw}	50кГц
Максимальна вих. потужність	$P_{out max}$	65 Вт
Мінімальна вих. потужність	$P_{out min}$	1Вт
Вихідна постійна напруга	V_{out}	+5В, ±12В, +24В
Пульсації вихідної напруги	$V_{outRipple}$	0,05В
Прогнозований ККД	η	0,84
Пульсації вхідної напруги	V_{Ripple}	50В
Напруга живлення DA2	V_{AUX}	12В

Вихідна стабілізація:

+5 В, ±12 В – ±5% (максимум);

+24 В – ±10% (максимум);

Захист системи та додаткові властивості:

Блокування роботи при низькому рівні вхідної напруги – 85 В ±5%;

Передпроектна оцінка параметрів імпульсного перетворювача:

Загальна вихідна потужність $P_0 = 5В \cdot 1А + 2 \cdot 12В \cdot 1А + 24В \cdot 1,5А = 65Вт$

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$\text{Загальна вхідна потужність } P_{in} = \frac{P_0}{\text{ККД}} = \frac{65 \text{ Вт}}{0,8} = 81,25 \text{ Вт}$$

Вхідна постійна напруга:

При живленні від лінії 110В змінного струму

$$V_{in(L)} = 90 \text{ В} \cdot 1,41 = 127 \text{ В} - \text{нижня межа}$$

$$V_{in(H)} = 130 \text{ В} \cdot 1,41 = 184 \text{ В} - \text{верхня межа}$$

При живленні від лінії 220В змінного струму

$$V_{in(L)} = 185 \text{ В} \cdot 1,41 = 262 \text{ В} - \text{нижня межа}$$

$$V_{in(H)} = 240 \text{ В} \cdot 1,41 = 340 \text{ В} - \text{верхня межа}$$

Середні вхідні струми:

$$\text{Максимальне середнє значення: } I_{in} = \frac{P_{in}}{V_{in(\min)}} = \frac{81,25 \text{ Вт}}{127 \text{ В}} = 0,64 \text{ А}$$

$$\text{Мінімальне середнє значення: } I_{in} = \frac{P_{in}}{V_{in(\min)}} = \frac{81,25 \text{ Вт}}{340 \text{ В}} = 0,24 \text{ А}$$

Оцінимо піковий струм для даної схемотехніки перетворювача:

$$I_{pk} = \frac{5,5 \cdot P_{out}}{V_{in(\min)}} = \frac{5,5 \cdot 65 \text{ Вт}}{127 \text{ В}} = 2,8 \text{ А}$$

Оцінка втрат.

Оціночні підрахунки для зворотньоходових перетворювачів на основі польових транзисторів: 35% - втрати на МОН транзисторах, 60% - на випрямлячах.

Оцінка втрат – 16,5 Вт (при 80% ККД).

$$\text{Польові МОН транзистори: } P_D = 16,25 \text{ Вт} \cdot 0,35 = 5,7 \text{ Вт}$$

Випрямлячі:

$$P_{D(+5V)} = (5 / 65) \cdot 16,25 \text{ Вт} \cdot 0,6 = 0,75 \text{ Вт}$$

$$P_{D(\pm 12V)} = (12 / 65) \cdot 16,25 \text{ Вт} \cdot 0,6 = 1,8 \text{ Вт}$$

$$P_{D(+24V)} = (24 / 65) \cdot 16,25 \text{ Вт} \cdot 0,6 = 3,6 \text{ Вт}$$

Перед проектне рішення

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Топологією даного проекту є ізолюваний зворотньоходовий перетворювач з декількома виходами, який повинен задовольняти вимогам безпеки. Ці вимоги впливають на конструкцію корпусу, трансформатора та контура зворотнього зв'язку по напрузі.

В якості схеми управління використаємо мікросхему контролер UC3845, яка працює в струмовому режимі на частоті 50кГц.

Розрахуємо параметри вхідного випрямляча VD1.

В якості випрямляча використаємо монолітний діодний міст.

При виборі керуємося наступними параметрами:

$$I_{in} = \frac{P_{in}}{U_{in(max)}} = \frac{81,25Vm}{240BAC} = 0.33A$$

$$U_{out(max)}=340B;$$

Вибираємо діодний міст - (MIC150); $U_{пр}=1000B$, $I_{пр}=1A$.

Розрахуємо характеристики вхідного конденсатора.

Знайдемо параметри вхідного конденсатора C1

$$V_{Ripple} = V_{DC\ min\ PK} - V_{DC\ min} = 340B - 127B = 213B,$$

де: $V_{DCminPK}$ мінімальне амплітудне значення вхідної напруги, V_{DCmin} мінімальне значення вхідної напруги з урахуванням пульсацій.

Знайдемо час розряду конденсатора C1 за половину періоду прийнявши частоту пульсацій у вхідному колі 100Гц (після двохпівперіодного випрямляча), та коефіцієнтом заповнення 90%:

$$T_D = 5mc \times \left(1 + \frac{\arcsin\left(\frac{V_{DC\ min}}{V_{DC\ min\ PK}}\right)}{90}\right) = 5mc \times \left(1 + \frac{\arcsin\left(\frac{127B}{340B}\right)}{90}\right) = 13,5mc ;$$

Розрахуємо потужність, що відбирається з конденсатора за час розряду:

$$W_{in} = \frac{P_{out}}{ККД} T_D = \frac{65Vm}{0,8} \times 13,5mc = 1,1Vm ;$$

$$W_{in} = \frac{1}{2} C_1 (V^2_{DC\ min\ PK} - V^2_{DC\ min}) ;$$

Знайдемо мінімальне значення ємності C1:

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$C_{in\ min} = \frac{2 \times W_{in}}{V_{DC\ min\ PK}^2 - V_{DC\ min}^2} = \frac{2 \times 1,1\text{Вт}}{(340\text{В})^2 - (127\text{В})^2} = 22\text{мкФ};$$

Вибираємо найближчий номінал ємності $C1=22\text{мкФ}$. Відповідно тип електролітичного низькочастотного конденсатора:(ECR 22мкФ×450В).

Проектування зворотноходового трансформатора.

Виберемо тип осердя трансформатора. В даному застосуванні в якості типа осердя вибираємо Ш-Ш. Для того щоб упевнитися в тому, що здатність трансформатора підтримувати максимальну неперервну вихідну потужність зможе задовільнити вимогам по максимальній потужності навантаження обчислимо:

$$P_{in(core)} = 0.5L_p(I_{PK})^2 f_{sw} > P_{out}$$

$$P_{in(core)} = 0.5 \cdot 452\text{мкГн}(2,8\text{А})^2 50\text{кГц} = 88,6\text{Вт}$$

Наш вибір в межах точності виготовлення, задовольняє вище приведеній нерівності.

Виберемо осердя для даного рівня потужності. Підходящим розміром буде квадрат зі стороною 28 мм, матеріал «F» (тип – 3С8).

Номера для елементів осердя:

- осердя– F-3818-ЕС,
- каркас трансформатора РС-В3515-ТІ.

Таблиця 2.2.

Параметри осердя

Параметр	Позначення	Значення
Індуктивність одного витка	A_L	100мГн/1000вит.
Площа вікна	A_N	110мм ²
Ширина осердя	S	13мм
Площа перерізу осердя	A_c	90,4мм ²
Довжина середньої лінії	I_N	61мм
Ваговий коефіцієнт потужності (при 100кГц)	P_V	210мВт/г
Індукція насичення осердя	B_{max}	0,2Т...0,4Т
Маса	m	55г

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Мінімальна індуктивність первинної обмотки:

$$L_{pri} = \frac{V_{in(min)} \cdot \partial_{max}}{I_{pk}} = \frac{127B \cdot 0,5}{2,8 \cdot 50kГц} = 452mkГн$$

де ∂_{max} - максимальний робочий цикл при високій вхідній напрузі та малому навантаженні.

Для запобігання входженню осердя трансформатора в насичення необхідно ввести повітряний проміжок між осердями. Оцінимо величину повітряного проміжка (між половинками осердя):

$$l = \frac{(0,4\pi L_{pri} I_{pk})10^8}{A_C B^2_{max}} = \frac{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,000451 \cdot 2,8 \cdot 10^8}{0,904cm^2 (2000Гц)^2} = 0,044cm$$

де A_C - ефективна площа перерізу осердя;

B_{max} – максимальна робоча магнітна індукція осердя.

Найближчий стандартний повітряний проміжок для даного типу осердя 1,5мм при $A_L=100mГн$ на 1000 витків. Кінцевий варіант для осердя приймаємо наступний номер: з проміжком F-3818-EC-02, без проміжка F-3818-EC-00.

Максимальна кількість витків для первинної обмотки:

$$N_{pri} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{L_{pri}}{A_L}} = 1000 \cdot \sqrt{\frac{0,45mГн}{100mГн}} = 67,2вит. (округлимо до 67 вит.)$$

Кількість витків необхідна для вторинної обмотки +5В становить:

$$N_{sec} = \frac{N_{pri} \cdot (V_0 + V_D) \cdot (1 - \partial_{max})}{V_{in(min)} \cdot \partial_{max}} = \frac{67вит. (5B + 0,5B)(1 - 0,5)}{127B \cdot 0,5} = 2,9вит. (округлимо до 3$$

вит.).

Визначимо кількість витків для інших обмоток:

Кількість витків необхідна для вторинної обмотки вихода $\pm 12В$ становить:

$$N_{\pm 12B} = \frac{(V_{+12B} + V_{D7})N_{+5B}}{V_{+5B} + \Delta V_{D7}} = \frac{(12B + 0,9B) \cdot 3}{5B + 0,5B} = 7,03вит. (округлимо до 7 вит.)$$

Кількість витків необхідна для вторинної обмотки вихода +24В становить:

$$N_{+24B} = \frac{(V_{+24B} + V_{D6})N_{+5B}}{V_{+5B} + \Delta V_{D6}} = \frac{(24B + 0,9B) \cdot 3}{5B + 0,5B} = 13,6вит. (округлимо до 14 вит.)$$

Провіримо відхилення відповідних вихідних напруг:

$\pm 12В$ – 11,94В задовольняє;

+24В – 24,76 задовольняє.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Конструкція трансформатора.

З даних на осердя F-3818-ЕС: $BW_{max}=23\text{мм}$ – максимальне значення ширини обмотки з осердям ; $M=3\text{мм}$ мінімальне рекомендоване значення ширини обмотки з осердям.

Визначимо ефективне значення ширини обмотки з осердям:

$$BW_e = BW_{max} - 2 \times M = 23\text{мм} - 2 \times 3\text{мм} = 17\text{мм},$$

Вибираємо коефіцієнт заповнення вікна трансформатора обмотками :

Первинна – 0,5

Вторинна – 0,45

Допоміжна – 0,05

Коефіцієнт заповнення міді з таблиці даних осердя : $f_{Cu}=0,2...0,4$.

Виберемо $f_{Cu}=0,3$:

Розрахуємо площу перерізу провідника первинної обмотки $T1$:

$$A_p = \frac{0,5 \times A_N \times f_{Cu} \times BW_e}{N_p \times BW} = \frac{0,5 \times 110\text{мм}^2 \times 0,3 \times 17\text{мм}}{67\text{вит.} \times 23\text{мм}} = 0,24\text{мм}^2;$$

Вирахуємо діаметр проводу для первинної обмотки $d_p=0,55\text{мм}$.

Аналогічно розраховуємо площу перерізу вторинних обмоток $T1$:

$$A_{+5B} = \frac{0,45 \times A_N \times f_{Cu} \times BW_e}{N_s \times BW} = 4,06\text{мм}^2.$$

Приймаємо діаметр провідника (обмотка +5В) $d_s=2,27\text{мм}=4 \times 0,56\text{мм}$.

$$A_{+/-12B} = \frac{0,45 \times A_N \times f_{Cu} \times BW_e}{N_s \times BW} = 1,56\text{мм}^2.$$

Приймаємо діаметр провідника (обмотка +/-12В) $d_s=1,4\text{мм}=4 \times 0,35\text{мм}$.

$$A_{+24B} = \frac{0,45 \times A_N \times f_{Cu} \times BW_e}{N_s \times BW} = 0,78\text{мм}^2.$$

Приймаємо діаметр провідника (обмотка +24В) $d_s=1\text{мм}=4 \times 0,25\text{мм}$.

Розрахуємо площу перерізу провідника додаткової обмотки:

$$A_{AUX} = \frac{0,05 \times A_N \times f_{Cu} \times BW_e}{N_{AUX} \times BW} = 0,003\text{мм}^2$$

Приймаємо діаметр провідника $d_{AUX}=0,06\text{мм}$.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Проектування секції вихідного фільтра.

Вихідний випрямляч.

Вихід +5В:

$$V_R > V_{out} + \frac{N_{sec}}{N_{pri}} V_{in(max)}$$

$$V_R > 5В + (3/67) \cdot (340В) > 20,3В$$

$I_{FWD} - I_F > I_{AV} = 1А$, вибираємо випрямляч на діодах Шотки MBR340;

±12В – використаємо той же підхід, вибираємо діоди MBR340;

+24В – вибираємо MUR420;

Визначимо максимальну ємність конденсатора вихідного фільтра:

Вихід +5В:

$$C_{out(min)} = \frac{I_{out(max)} T_{off(max)}}{V_{ripple}} = \frac{1,5А \cdot 18мкс}{100мВ} = 270мкФ;$$

(використаємо 2х(ECR 150мкФх10В))

Аналогічно розраховуються:

Вихід ±12В - $C_{out}=180мкФ$; (використаємо 2х(ECR 100мкФх25В))

Вихід +24В - $C_{out}=180мкФ$; (використаємо 4х(ECR 47мкФх35В))

Проектування секції контролера - драйвера

Вибір потужних напівпровідників.

Розрахуємо параметри польового МОН – транзистора:

V_{DSS} :

$$V_{DSS} > V_{fbk} = V_{in(max)} + \frac{N_{pri}}{N_{sec}} (V_{out} + V_d);$$

$$V_{DSS} > 340В + \frac{67}{3} (5В + 0,5В) > 462В$$

Оцінимо I_D – порядку I_{pk} , приймаємо $I_D=3А$.

Вибираємо транзистор IRF740А (ТО220).

Вибір мікросхеми контролера.

Важливим фактором для даного премінення який впливає на вибір мікросхеми– контролера імпульсного перетворювача, являється необхідність у

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

преміненні драйвера на МОН транзисторах (двохтактний драйвер), одноктактний вихід, при цьому забезпечується 50% робочий цикл і необхідне керування в струмовому режимі. Найбільш популярна промислова мікросхема, що задовільняє всім вимогам є UC3845В.

Проектування контура зворотнього зв'язку по напрузі.

Контур зворотнього зв'язку по напрузі повинен бути ізольований від лінії вхідної напруги і і схеми управління. Для цього слід використовувати оптрон. Для мінімізації ефекта дрейфа оптрона бажано мати на вторинній стороні підсилювач відхилення. Для цього підходить широко використовуваний підсилювач TL431СР.

Для зменшення впливу перекресної стабілізації виходів використовується контроль виходів. Контрольне зчитування струму з кожного виходу додатної напруги значно покращує поведінку кожного виходу при зміні навантаження кожного з виходів.

Проектування цієї секції починається з мікросхеми керування. У мікросхемі UC3845 реалізуємо обхід (шунтування) підсилювача відхилення. Це означає, що оптрон повинен управляти тим же колом, що і підсилювач відхилення.

Для підсилювача відхилення використовуємо навантажувальне джерело струму силою струму 1 мА. На керований стабілітрон (VD10) для забезпечення роботи в номінальному режимі, через світлодіод оптрона повинен протікати струм 1мА, до якого повинен добавлятися струм керування. Якщо ми приймемо величину 1мА/В, то опір R18 буде:

$$R18 = \frac{5B}{5mA} = 1kOm;$$

$$\text{Розсіювана потужність } P = \Delta U \times I = (5B - 1,8B) \times 5mA = 0,016Wm$$

На основі розрахованих параметрів виберемо тип - MF-25-1 кОм ± 5%

Приймемо струм опитування рівними приблизно 1 мА, тоді опір резистора R22:

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$R22 = \frac{2,5B}{1mA} = 2,5kOm; \text{ (прийmemo 2,7kOm).}$$

$$\text{Розсіювана потужність } P = U^2/R = 2,5B/2,7kOm = 0,9mBm$$

На основі розрахованих параметрів виберемо тип - MF-25-2,7 kOm \pm 5%

Тепер фактичний зчитуємий струм становить:

$$I_{sens} = \frac{2,5B}{2,7kOm} = 0,926mA;$$

Назначимо степiнь зчитування для кожного виходу додатної напруги в залежності від вимог на прилад. На виході +5В повинно забезпечуватися стабільність в межах 0,25В так як дана напруга призначена для живлення цифрової електроніки. Двох полярний вихід 12В призначений для живлення аналогових схем, відносно нечутливих до коливань напруги. Вихід +24В потребує стабілізації в межах \pm 2В. таким чином визначимо співвідношення зчитуємих струмів: +5В – 70%; \pm 12В – 20%; +24В – 10%.

Визначимо опір резисторів зчитування вихідної напруги:

$$R20_{(+5B)} = \frac{5B - 2,5B}{0,7 \cdot (0,926mA)} = 3856Om; \text{ (прийmemo 3,9 kOm);}$$

$$\text{Розсіювана потужність } P = \Delta U^2/R = 5B - 2,5B/3,9kOm = 0,6mBm$$

Тип: MF-25-3,9 kOm \pm 5%

$$R21_{(+12B)} = \frac{12B - 2,5B}{0,2 \cdot (0,926mA)} = 51295Om; \text{ (прийmemo 51 kOm);}$$

$$\text{Розсіювана потужність } P = \Delta U^2/R = 12B - 2,5B/51kOm = 0,1mBm$$

Тип: MF-25-5,1 kOm \pm 5%

$$R23_{(+24B)} = \frac{24B - 2,5B}{0,1 \cdot (0,926mA)} = 232kOm; \text{ (прийmemo 240 kOm);}$$

$$\text{Розсіювана потужність } P = \Delta U^2/R = 24B - 2,5B/240kOm = 0,01mBm$$

Тип: MF-25-240 kOm \pm 5%

Компенсаційні елементи розглянемо нижче.

Розрахунок демпферної ланки: C5, R16.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Знайдемо напругу на демпферній ланці:

$$V_{Snub} = V_{(BR)DSS} - V_{DC\max} - V_R = 600B - 340B - 100B = 160B,$$

де $V_{(BR)DSS}$ – максимально допустима напруга втік-витік транзистора.

Для розрахунку демпферної ланки необхідно знати індуктивність розсіювання (L_{LK}) первинної обмотки, яка залежить від конструкції трансформатора. Тому прийmemo значення індуктивності розсіювання на рівні 5% від первинної обмотки.

$$L_{LK} = L_p \times 0,05 = 452\text{мкГн} \times 0,05 = 22,6\text{мкГн}.$$

Знайдемо ємність конденсатора $C5$ демпферної ланки:

$$C_{Snub} = \frac{I_{LPK}^2 \times L_{LK}}{(V_R + V_{Snub}) \times V_{Snub}} = \frac{(2,8A)^2 \times 22,6\text{мкГн}}{(100B + 180B) \times 180B} = 3,5\text{нФ}.$$

Приймаємо $C5=3,7\text{нФ}$. Тип для даного премінення - $Y5V-1\text{кВ}-3,7\text{нФ} \pm 10\%$

Знайдемо опір резистора демпферної ланки $R16$:

$$R_{Snub} = \frac{(V_{Snub} + V_R)^2 - V_R^2}{0,5 \times L_{LK} \times I_{LPK}^2 \times f} = \frac{(180B + 100B)^2 - (100B)^2}{0,5 \times 22,6\text{мкГн} \times (2,8A)^2 \times 50\text{кГц}} = 15,4\text{кОм}.$$

Приймаємо $R16=15\text{кОм}$.

Оцінимо розсіювану потужність $P = \frac{U^2}{R} = (180B + 100B)^2 / 15\text{кОм} = 5\text{Вт}$

Відповідно вибираємо тип резистора: $MF-500-15\text{кОм} \pm 5\%$

Резистор зчитування струму $R17$.

Опір резистора зчитування струму який протікає через польовий МОН – транзистора та первинну обмотку трансформатора, буде рівний:

$$R17 = \frac{V_{sc(\max)}}{I_{pk}} = \frac{0,7B}{2,8A} = 0,249\text{Ом};$$

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Використаємо для цих цілей резистор з стандартного ряду (0,22Ом).

Оцінимо розсіювану потужність $P = \frac{\Delta U^2}{R} = (0,7B)^2 / 0,22Om \approx 2Bm$

Відповідно вибираємо тип резистора R17: MF-200-0,22 Ом ± 5%

Проектування контуру компенсації зворотного зв'язку.

Наш перетворювач має характеристику однополюсного вихідного фільтра, з характеристикою для імпульсних перетворювачів, що працюють в струмовому режимі.

Для характеристик (ділянки схеми схема «керування – вихід») найнижчим полюсом фільтрації для виходу +5В (при мінімальному навантаженні) буде частота:

$$f = \frac{1}{2\pi(5B / 0,75A)(300_{мкФ})} = 79,6Гц;$$

Оскільки вихід +5В контролюється з найбільшою точністю, де цій напрузі відповідає потужність тільки 5Вт із загальної потужності 65Вт, розрахуємо самий верхній полюс фільтра вихідної потужності і використаємо його з метою компенсації. Так як полюс фільтра буде мати значно меншу частоту, і зміщення її в бік низької частоти буде тільки збільшувати фазу закритого контуру.

$$f = \frac{1}{2\pi(24B / 0,25A)(141_{мкФ})} = 11,8Гц;$$

Підсилення по постійному струмі системи становить:

$$A_{DC(max)} = \frac{(340B - 5B)^2 \cdot 3}{340B \cdot 1B \cdot 67} = 14,77$$

Підсилення виражене в дБ:

$$G_{DC(max)} = 20\log(14,77) = 23,4дБ;$$

Назначимо положення нуля, обумовленого ESR конденсатором вихідного фільтра, при частоті 20 кГц.

Призначимо положення полюса і нуля компенсації підсилювача відхилення. Для компенсації полюса фільтра виходу з малим навантаженням в нульовій точці.

$$f_{ez} = f_{fp(light_load)};$$

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$f_{ep} = f_{Z(ESR)};$$

Ширина полоси частот системи з закритим контуром повинна бути рівна або менше 10 кГц. Величина підсилення, яке необхідно збільшити з допомогою підсилювача відхилення для досягнення необхідної ширини полоси частот, складає:

$$G_{xo} = 20 \log(10 \text{кГц} / 11 \text{Гц}) - 23,4 \text{дБ} = 36,6 \text{дБ};$$

Або в вигляді абсолютного підсилення – 63.

Розрахунок компенсуючих елементів, використовуючи наступну систему нумерації. [8]

$$C11 = \frac{1}{2\pi(3,9 \text{кОм} \cdot 63 \cdot 20 \text{кГц})} = 32 \text{нФ}; \text{ тип - X7R-50B-32нФ} \pm 10\%$$

$$R19 = 3,9 \text{кОм} \cdot 63 = 240 \text{кОм}; \text{ тип - MF-25-240 кОм} \pm 5\%$$

$$C7 = \frac{1}{2\pi(11,8 \text{кОм} \cdot 240)} = 0,056 \text{мкФ} \text{ тип X7R-50B-56нФ} \pm 10\%$$

Розрахуємо параметри елементів схеми запуску ШІМ контролера.

Схема представляє собою параметричний стабілізатор на стабілітроні VD2 (12В) та транзисторі VT1, який виконує функцію підсилювача по струму. Баластний резистор (R4, R5) стабілітрона складається з двох послідовно з'єднаних резисторів аби уникнути пробою резисторів (для 0,25Вт резистора становить 250В), аналогічно (R1, R2), (R6, R7).

Розрахуємо опір баластного резистора (R4, R5).

$$R(4,5) = \frac{U_{\text{вх.мак}}}{1,1 \cdot I_{\text{вих.мак}}} = \frac{340 \text{В}}{1,1 \cdot 5 \text{мА}} = 61,8 \text{кОм};$$

$$\text{Оцінимо розсіювану потужність } P = \frac{\Delta U^2}{R} = (340 \text{В} - 12 \text{В})^2 / 61,8 \text{кОм} \approx 2 \text{Вт}$$

Відповідно вибираємо два послідовно включених, на кожному з яких розсіюється половина потужності, тип резистора (R4, R5): MF-100-30 кОм ± 5%

Струм живлення мікросхеми в момент запуску складає 15мА, тому є необхідність у підсилювачі струму (VT1). З цих міркувань в коло колектора (VT1) необхідно включити струмообмежуючий резистор (R6, R7):

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$R(6,7) = \frac{U_{\max} - U_{eб}}{I_k} = \frac{340B - 0.6B}{15mA} = 22,6kOm.$$

Оцінимо розсіювану потужність $P = \Delta U^2 / R = (340B - 0,6B)^2 / 22,6kOm \approx 5Вт$

Відповідно тип резисторів (R6, R7): *MF-300-11 kOm ± 5%*

Оцінимо параметри транзистора VT1:

В підсилювача використаємо малопотужний біполярний транзистор – BC548, з параметрами:

$$U_{ке}=250В; U_{eб}=0.6В;$$

$$I_{б}=2mA; I_{к}=100mA;$$

$$h_{21e} \sim 400;$$

Після запуску перетворювача схема запуску блокується через діод VD3, за рахунок вищої напруги живлення з додаткової обмотки трансформатора.

Схему контролю рівня вхідної напруги використаємо готову згідно варіанту, та номіналів елементів рекомендованого виробником мікросхеми – контролера.

Розрахуємо частото задаючі елементи R12, C3:

Розрахунок частото задаючого кола проводиться згідно графіка рекомендованого виробником мікросхеми.

$$f = \frac{1.8}{R_t \cdot C_t}$$

$$R12 = \frac{1.8}{f \cdot C2} = 7,6kOm;$$

Так як струми в частото задаючій ділянці кола ~мкА, то використаємо тип резистора - *MF-25-7,6 kOm ± 5%*

де: $f=50kГц$ - задана робоча частота.

$C3=4,7нФ$ - рекомендоване значення ємності, вибирається згідно рекомендацій виробника мікросхеми. Тип (C3) термостабільний конденсатор - *МТХ-50В-4,7нФ ± 5%*.

Розрахуємо номінали інтегруючої ділянки кола R14, C4.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Дана ділянка схеми використовується для контролю миттєвого значення струму в первинній обмотці трансформатора Т1. Сигнал знятий з датчика струму R17, подається на вивід 3 DA1 ШІМ контролера. Оскільки робоча частота вибрана 50 кГц то необхідно аби інтегруюча ділянка кола обмежувала викиди струму вище 50 кГц, для забезпечення стійкої роботи схеми.

Прийнявши номінали із стандартного ряду рекомендованих виробником, оцінимо сталу часу.

$$\tau = R14 \cdot C4 = 470n\Phi \cdot 47kOm = 22mкс$$

Відповідно до розрахованого номіналу виберемо тип резистора та конденсатора: R14 - MF-25-47 kOm $\pm 5\%$; C4 - X7R-50B-470n $\Phi \pm 10\%$

$$f = \frac{1}{\tau} = 45kГц - \text{даний вибір номіналів інтегруючого кола R14, C4}$$

задовольняє умові.

Розрахуємо параметри елементів (R9, R11) контуру зворотнього зв'язку по напрузі ШІМ контролера.

Вивід (2) контролера DA2 через резистор R11 з'єднано з колом оптрона VD9, через який реалізується контроль рівня вихідних напруг.

Оскільки внутрішня структура контролера (а саме обв'язка вивода 2) представляє собою компаратор, на неінвертуючий вивід якого подається напруга з внутрішнього подільника 2,5В.

Відповідно, для спрацювання компаратора необхідно подати на інвертуючий вивід (2) напругу 2,5В.

Коло резисторів (R9, R11) утворюють подільник на 2, де резистор R11 одним кінцем з'єднаний з джерелом напруги +5В (вивід 8 DA2), з діючим значенням струму 100мкА.

Прийнявши R9 = 5,1кОм.

Розрахуємо R11: $R11 = R9 \times (5B / 2,5B) - R9 = 5,1kOm$

Тип резисторів: (R9, R11) - MF-25-5,1 kOm $\pm 5\%$

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ВИСНОВОКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи "Універсальний блок живлення" виходячи із поставлених у технічному завданні вимог і виходячи із огляду існуючих аналогів, розроблено структурну і принципову електричну схему. Проведені базові розрахунки режимів роботи компонентів електронної схеми.

Згідно технічного завдання універсальний блок живлення забезпечує вихідну потужність (65 Вт) та наступні параметри:

Діапазон вхідної напруги – (85–240) В змінного струму, частотою (50-60Гц);

Вихідні стабілізовані напруги:

+5В номінальний струм 1А;

±12В номінальний струм 1А;

+24В номінальний струм 1,5А;

Даний пристрій може застосовуватися для живлення різноманітної портативної техніки де грає роль масо- габаритні параметри, та коливання напруги в мережі живлення.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://powersupply33.com/auto-switch-off-power-supply-variable-output-3-7v-to-8-7v.html>
2. <https://powersupply33.com/15v-1a-regulated-symmetrical-power-supply.html>
3. <https://www.sunpower-uk.com/glossary/what-is-universal-input/>
4. <https://quasarelectronics.co.uk/Item/3060-universal-power-supply-board-for-78xx-regulators>
5. <https://www.electronicsforu.com/electronics-projects/universal-power-supply>
6. <http://elecfreecircuit.blogspot.com/2013/03/triple-power-supply.html>
7. <https://powersupply33.com/universal-power-supply-module-3-30-v.html>
8. <https://www.electroschematics.com/universal-power-supply-circuit/>
9. <https://bestengineeringprojects.com/universal-digital-power-supply-circuit/>
10. www.power.com В. Kelman. "Project PWM power supply",
11. Браун М. Источники питания. Расчет и конструирование.: Пер. с англ..- К.: «МК-Пресс», 2005. – 288с., ил.

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

ДОДАТКИ

					КБР.ЕС.180500003.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Тарасу Зайцю

Студента (-ки) _____ курсу
спеціальності ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ

(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Віктор СЕВЧ
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) 4 курс, ІТФ, ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Універсальний блок живлення

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

20.06.2022
Дата


Підпис

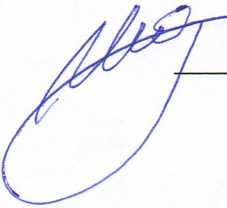
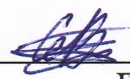
Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Віктор СЕВЧ
Назва роботи	Універсальний блок живлення
Спеціальність	ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ
Курс	4 курс
Факультет	ІТФ
Кафедра	ЕЛЕКТРОННІХ СИСТЕМ
Керівник роботи	Угор ЮРКІН
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	
Ідентифікаційний номер роботи	КБР-сева 2022 ПЗ(2)
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	95,7%
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	95,7%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

20.06.2022
Дата


Юркін І.М.
(прізвище, ініціали)

Підпис

КБР Севч 2022 ПЗ(2)

Завантажено: 06/21/2022 | Перевірено: 06/21/2022

● Схожість ● Цитата ● Використані джерела ● Заміна символів

11	www.refsrु.com https://www.refsrु.com/referat-423-6.html	0.69%
----	--	-------

12	www.refsrु.com https://www.refsrु.com/referat-423-7.html	0.36%
----	--	-------

Omitted внутрішня бібліотека

2

1	КБР для перевірки library	2.81%
---	-------------------------------------	-------

2	Стремчук Олег КБР library	2.81%
---	-------------------------------------	-------