

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: **УНІВЕРСАЛЬНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ
ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНИЙ ДІМ**

Студента 2 курсу ЕС групи

спеціальність: 171 – електроніка

Віктор СЕВЧ


(підпис)

Керівник Ігор ЮРКІН

доцент, к.ф.-м. наук

(посада, вч. звання, наук. ступінь)


(підпис)

Національна оцінка

Кількість балів:

Оцінка ECTS

Голова ЕК:

Симулик В.М. д.ф.-м.н. проф. ІЕФ НАНУ

(прізвище, ініціали, вчена ступінь, звання)


(підпис)

Заяць Т.М.-канд.фіз.-мат. Наук.доц. кафедри ЕС.

(прізвище, ініціали, вчена ступінь, звання)


(підпис)

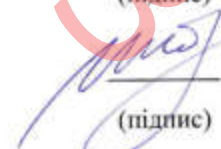
Рубіш В.М. – д.ф.-м.н. , проф. Кафедри ЕС.

(прізвище, ініціали, вчена ступінь, звання)


(підпис)

Юркін І.М.- канд. Фіз.- мат. Наук доц.кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчена ступінь, звання)


(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

СТУДЕНТ


(підпис)

Державний вищий навчальний заклад
Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну роботу магістра

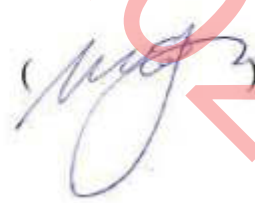
на тему:

УНІВЕРСАЛЬНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ
ДЛЯ СИСТЕМИ РОЗУМНИЙ ДІМ

Студента групи ЕС: Віктор СЕВЧ

Керівник проекту: доц. Ігор ЮРКІН

()

()

Ужгородський національний університет

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: електронних систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

доц. ЗЯ (ЗАЯЦЬ Т.М.)

" 15 " червня 2023 року.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА студенту Віктору СЕВЧУ (ім'я, прізвище)

1. Тема КРМ Універсальне джерело живлення для системи розумний дім
Керівник роботи Ігор ЮРКІН к.ф.-м.н.

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

затверджені наказом по університету від " 21 " жовтня 2023 року № 3.

2. Строк подання студентом роботи " 16 " 12 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи. Провести пошук аналогів. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження. Забезпечити: вихідну напругу +12 В, +24 В, - 12 В, + 5 В; вихідну потужність близько 65 Вт.

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

Вступ

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкта проектування

2. Проектно – конструкторський розділ

3. Конструкторсько – технологічний розділ

4. Техніко – економічний розділ

5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Висновки

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

1. Структурна схема

2. Електрична принципова схема

3. Друкована плата

4. Складальне креслення

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2			
3, 4			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання " " 2023 року.

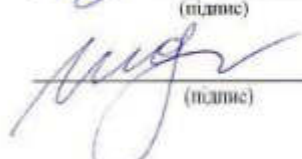
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання КБР	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Пошук аналогів об'єкта проектування	29.09.23	
2	Огляду та аналіз аналогів	13.10.23	
3	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції	27.10.23	
4	Синтез структурної та принципової схем, друкованої плати їх розрахунок	10.11.23	
5	Виготовлення конструкторської документації.	22.11.23	
6	Конструкторська–технологічна розробка плати	29.11.23	
7	Техніко-економічне обґрунтування	6.12.23	
8	Оформлення магістерської кваліфікаційної роботи	20.12.23	

Студент

Керівник КРМ


 (підпис)
 Віктор СЕВЧ


 (підпис)
 Ігор ЮРКІН

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить: сторінок — 70; рисунків — 18, таблиць — 12; джерел літератури — 15.

Об'єкт розробки — універсальний блок живлення.

Мета дослідження — розробити відповідну документацію та провести розрахунки згідно вимог до магістерських кваліфікаційних робіт. Розробити аналоговий частотомир.

Робота включає літературний огляд і аналіз пристроїв даного типу та загальні принципи їх побудови.

Проектно-конструкторський розділ містить розробку структурної та принципової електричної схеми, розрахунки основних функціональних блоків.

Конструкторсько — технологічний розділ містить розрахунок теплових режимів роботи пристрою, а також розрахунок імовірність безвідмовної роботи пристрою в зазначений термін.

Техніко — економічний розділ містить розрахунок ціни пристрою.

Розділ заходи з охорони праці і техніки безпеки містить основні норми і вимоги до охорони праці при виготовленні і експлуатації пристрою.

Ключові слова: ЖИВЛЕННЯ, НАПРУГА, БЛОК

ABSTRACT

Master's thesis contains: pages — 70; figures — 18, tables — 12; sources of literature - 15.

The object of development is an analog frequency meter.

The purpose of the research is to develop appropriate documentation and perform calculations in accordance with the requirements for master's qualification theses. Develop an analog frequency counter.

The work includes a literature review and analysis of devices of this type and the general principles of their construction.

The design and construction section contains the development of a structural and basic electrical circuit, calculations of the main functional units.

The design-technological section contains the calculation of the device's thermal modes of operation, as well as the calculation of the probability of the device's failure-free operation within the specified period.

The technical - economic section contains the calculation of the price of the device.

The section on occupational health and safety measures contains the basic norms and requirements for occupational health and safety during the manufacture and operation of the device.

Keywords: FREQUENCY, ANALOGUE, MEASUREMENT

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
3 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1. Проектування та розрахунок друкованої плати.....	38
3.2. Тепловий розрахунок пристрою	42
3.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою.....	44
4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	51
4.1 Розрахунок собівартості приладу	51
4.2 Розрахунок ціни спроектованого приладу	69
5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	60
ВИСНОВКИ	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	67
ДОДАТКИ... ..	68
КРМ.ЕС.10540070.01.000 Е1. Схема електрична структурна	
КРМ.ЕС.10540070.01.000 Е3. Схема електрична принципова	
КРМ.ЕС.10540070.01.001 Друкована плата	
КРМ.ЕС.10540070.01.001 СК Складальне креслення	
КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЕ. Перелік елементів	
КРМ.ЕС.10540070.01.000 Специфікація	

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Севч В.В.			Універсальне джерело живлення для системи розумний дім Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів		
Перевірів	Юркін І.М.				У	4	70		
			УжНУ, ІТФ, 2 курс магістр, спец. ЕС						
Н.Контр.									
Затвердив	Заєць Т.М.								

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.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

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].

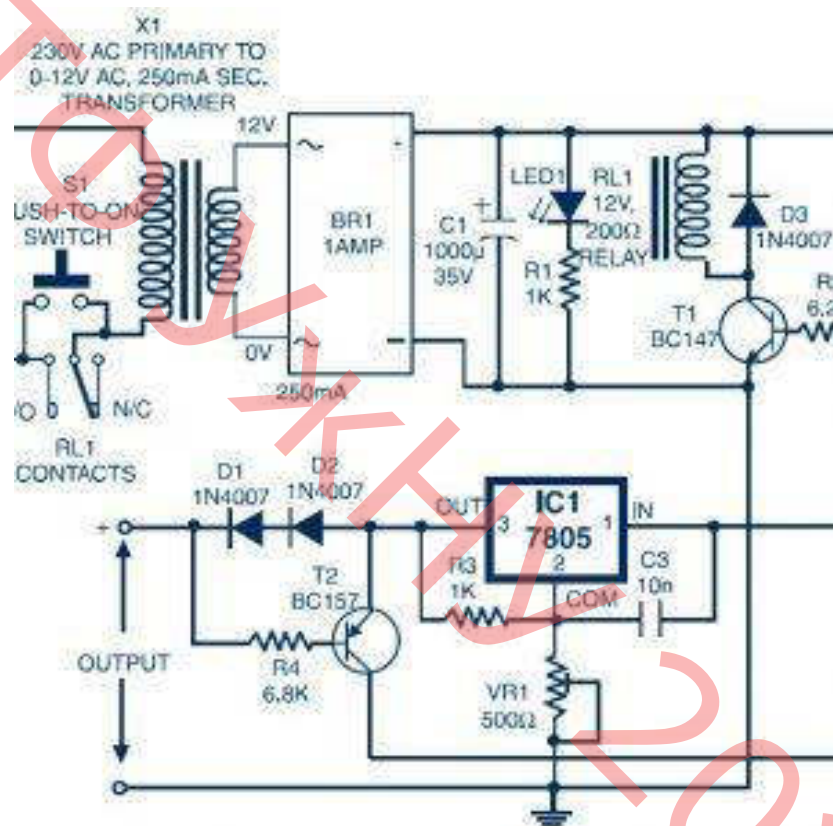


Рисунок 1.1 – Принципова схема блока живлення з автовимкненням [1]

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).

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

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.

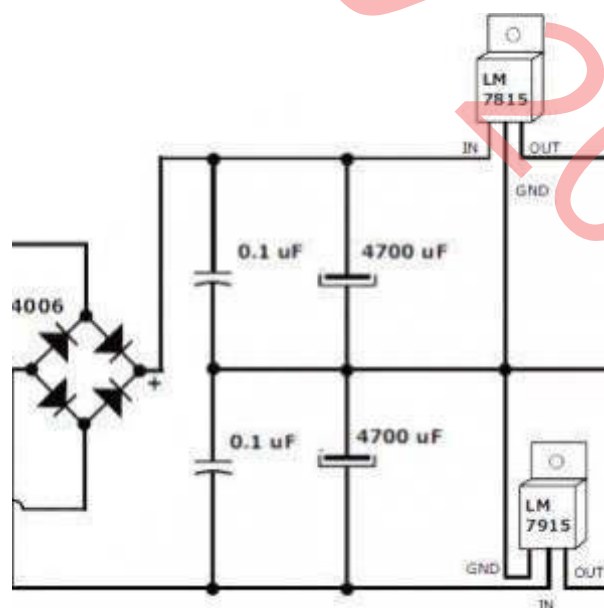


Рисунок 1.2 – Принципова схема блока живлення з автовимкненням [2]

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

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 IC 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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

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.

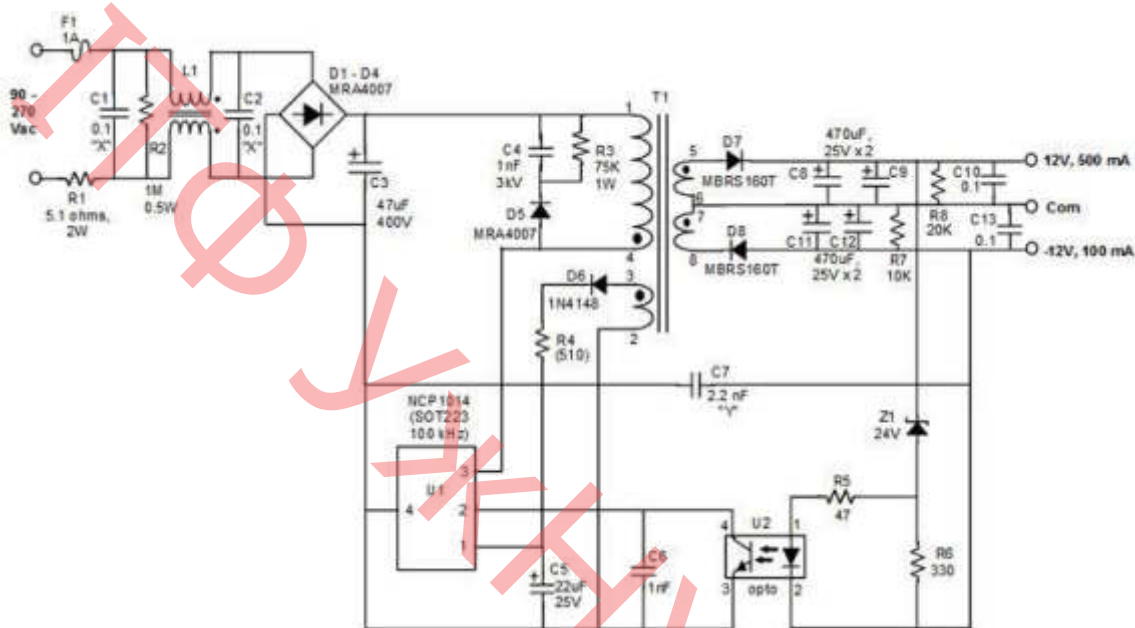


Рисунок 1.3 – Схема універсальний вхід [3]

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.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

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.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

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 зведеного регулятора з LM317 і LM337. Ідея полягає в тому, щоб мати регульовану вихідну напругу від попередньо визначеної опорної напруги. Позитивну вихідну напругу V3 на CON3 (у точках 1 і 2) регулюють за допомогою потенціометра VR1. Від'ємна вихідна напруга V4 на CON3 (у точках 2 і 3) регулюється за допомогою потенціометра VR2.

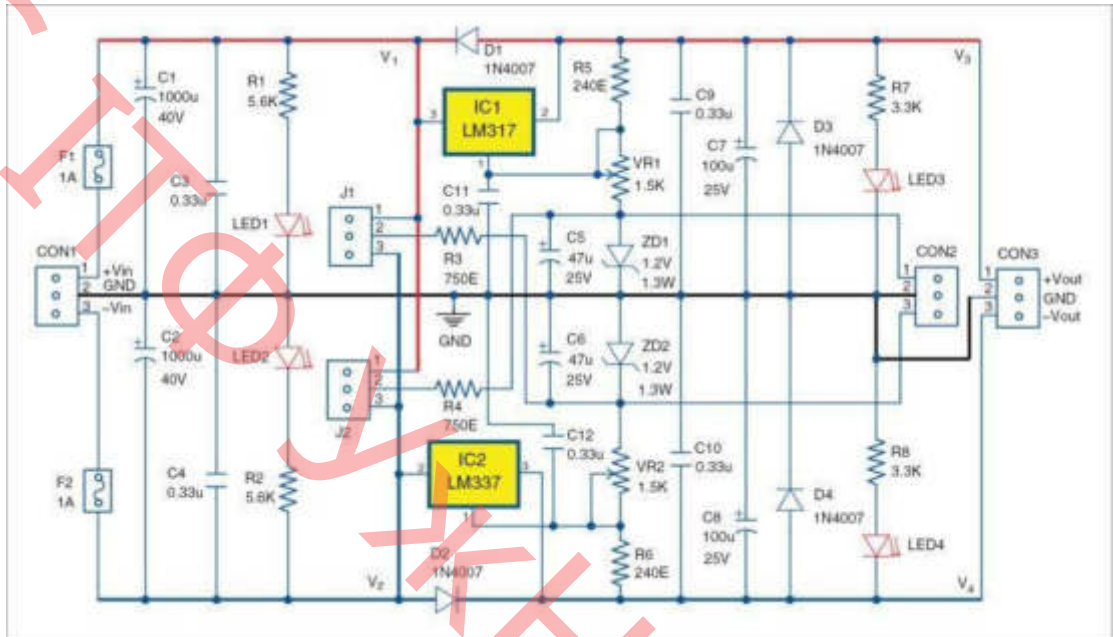


Рисунок 1.5 - Принципова схема універсального блоку живлення [5]

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 $R5 = 240 \text{ Ом}$, $VR1 = 1,5 \text{ кОм}$ і опорний діод ZD1 для 1,2 В. Отримаємо регулювання вихідної напруги V3 (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:

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

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

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.

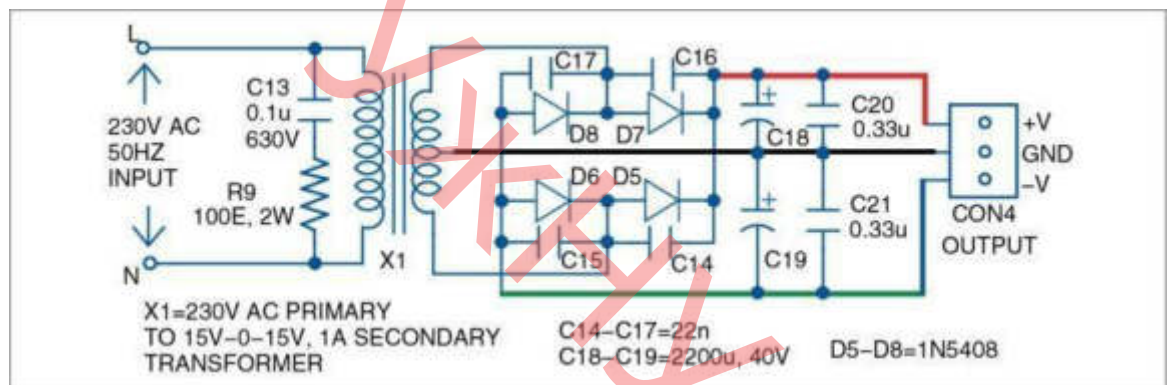


Рисунок 1.6 - Вхідне джерело живлення [5]

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

потреби. Використовуючи трансформатор 2*15 В. він генерує позитивну напругу живлення 24 В і 12 В і негативну напругу живлення 12 В. Маленька хитрість для створення виходу +24-В полягає у використанні IC1 для створення віртуального заземлення.

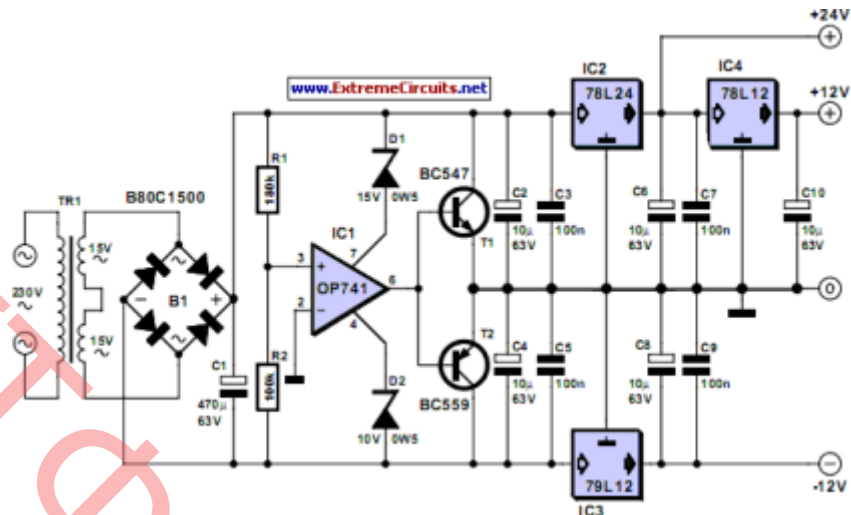


Рисунок 1.7 – Принципова схема потрійного джерела живлення [6]

Це засновано на добре відомій схемі з подільником напруги, утвореним двома рівними резисторами, які ділять напругу U_b на випрямлячі приблизно від 40 В до 20 В. Цей потенціал $U_b/2$ буферується операційним підсилювачем, який дозволяє цій віртуальній землі керувати навантаженням. У даній схемі використовується той же принцип, але замість того, щоб розділити на коефіцієнт 2, напруга на випрямлячі (приблизно 40 В) ділиться нерівно на R1 і R2. Результуючий потенціал, який буферизується операційним підсилювачем і наступним вихідним каскадом транзистора, лежить приблизно на 15 В вище нижнього потенціалу, і таким чином, приблизно на 25 В нижче верхнього потенціалу.

Схема потрійного джерела живлення. Три напруги стабілізуються за допомогою стандартних стабілізаторів напруги 100 мА, як показано на схемі. Напруга живлення для операційного підсилювача також асиметрична. Завдяки низькому споживанню струму цим можна керувати за допомогою двох стабілітронів. Слід мати на увазі, що вторинна напруга, створювана

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.

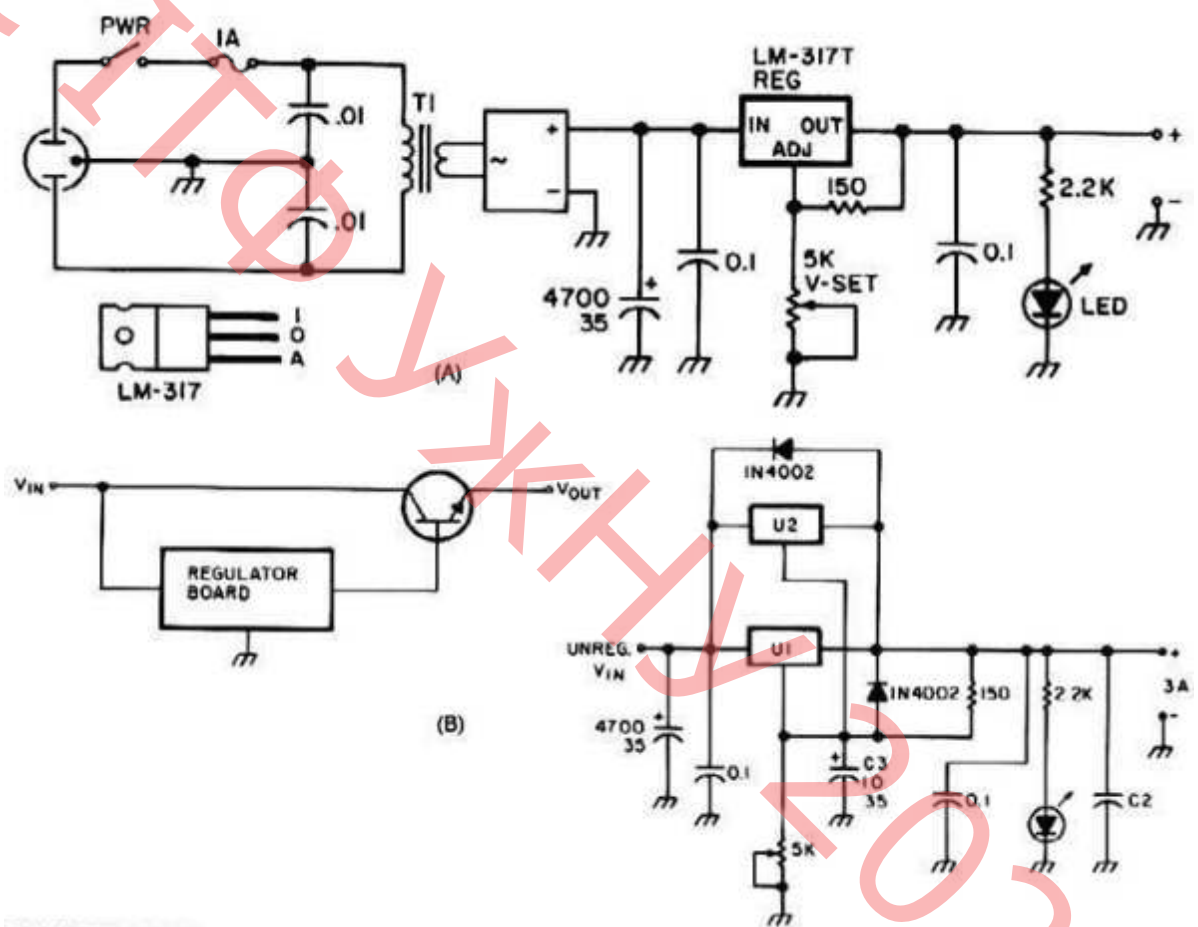


Рисунок 1.8 – Схема універсального модуля живлення 3 В-30 В [7]

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

електронну фільтрацію, включену в функцію регулювання. Вихідний рівень регулятора встановлюється трим-поточником R1. Для запобігання високочастотних коливань байпасний конденсатор додається на вхід і вихід U1. Вихідний струм трансформатора повинен бути не менше, ніж у 1,8 рази більше номінального безперервного джерела живлення. Це означає, що джерело живлення 1,5 А має застосовувати трансформатор 2,7 А. Для легких або переривчастих навантажень має бути достатньо меншого трансформатора на 2 А.

Підключення 2-го регульованого регулятора LM317, U2, паралельно з U1, може бути швидким і чистим методом для збільшення порога обмеження струму універсального джерела живлення до 3 А без необхідності жертвувати захистом від короткого замикання. Коли потрібно більше 3 А, модуль регулятора можна використовувати для керування базою одного або кількох прохідних транзисторів (рис. 1.8. В).

Універсальна схема живлення [8]

Цей універсальний блок живлення містить, крім мостового випрямляча, стабілізатор напруги (78xx) і силовий транзистор ррр. Ця комбінація дозволяє отримати струм навантаження до 5 А. Як відомо, стабілізатор напруги в корпусі ТО-220 може видавати до 1 А. Додатковий силовий транзистор приймає струм навантаження близько 200 мА. Схема універсального джерела живлення приведена на рис 1.9.

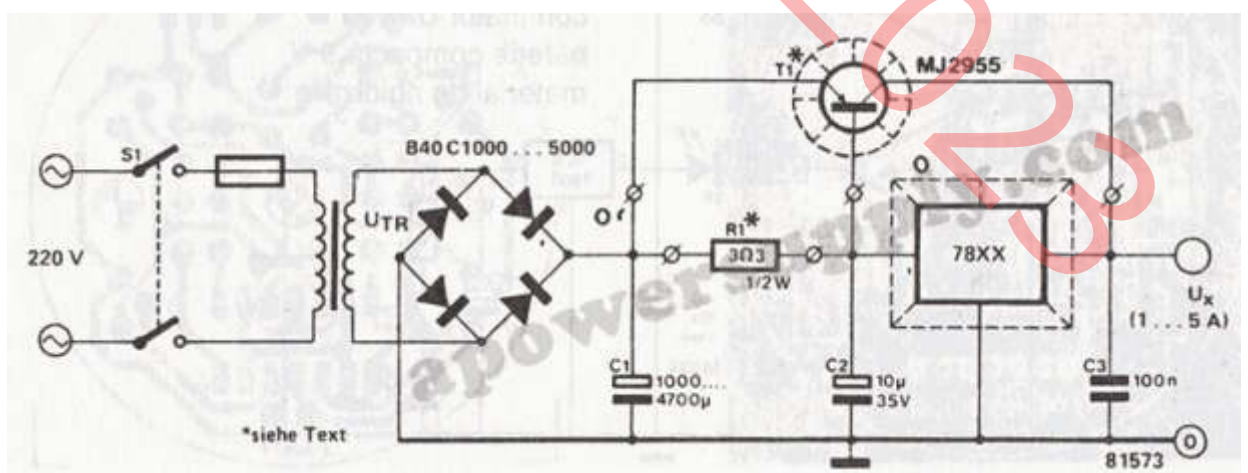


Рисунок 1.9 – Схема універсального джерела живлення [8]

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

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.

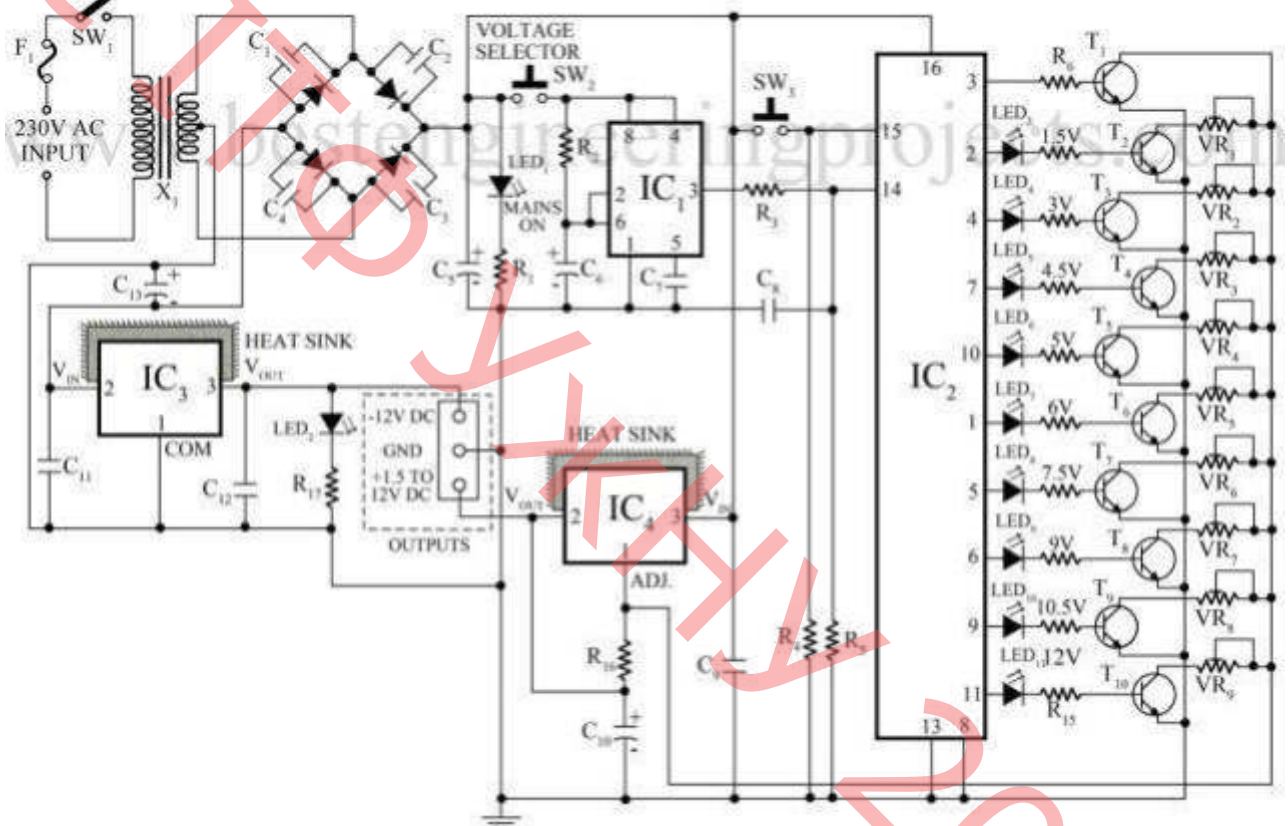


Рисунок 1.10 – Принципова схема змінного цифрового джерела живлення [9]

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 десятиліт 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 контакті 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.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

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.

ЕСІТФ
УЖНУ
2023

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

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.

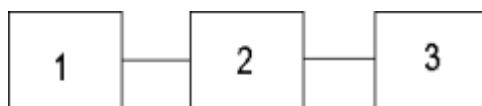


Рисунок 2.1 - Загальна структурна схема. 1-вхідне коло;
2- блок перетворення; 3-вихідне коло

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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.

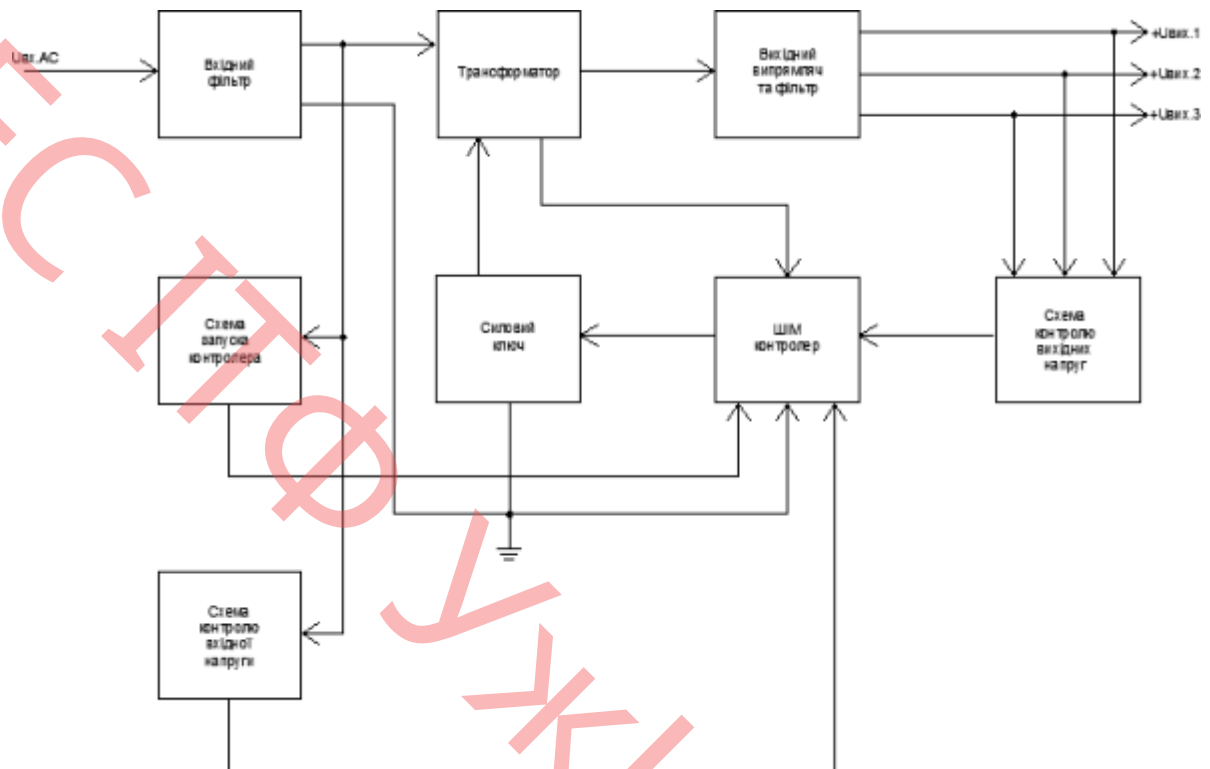


Рисунок 2.2 - Структурна схема універсального блока живлення

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 однотактного 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.

Конструкція універсального блока живлення базується на основі поширеної мікросхеми – контролера ШІМ UC3845В. фірми Unitrod. Функціональна схема ШІМ контролера приведена на (рис. 2.4).

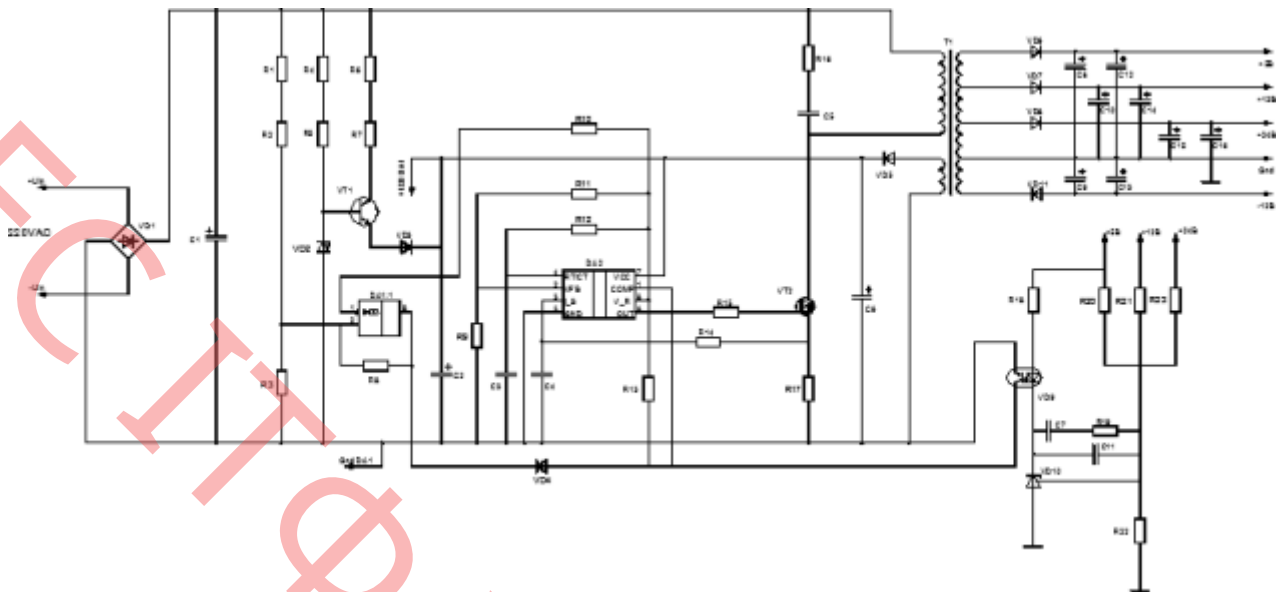


Рисунок 2.3 - Принципова схема універсального блока живлення

Принцип роботи є наступним: на вхід перетворювача подається постійна, не стабілізована напруга (127...340)В. Початковий запуск роботи ІМС DA2 відбувається через параметричний (12В) стабілізатор який зібраний на елементах (VD2, R4, R5, R6, R7, VT1, VD3). Далі при нормальному режимі роботи DA2 живиться від додаткової обмотки W3 трансформатора T1. Напруга знята з W3 випрямляється діодом VD2 та згладжується ємнісним фільтром на конденсаторах C2, C6. Величина напруги живлення ІМС складає 12 В.

Після подачі живлення на 8 виводі DA2 встановлюється опорна напруга 5В. На вхід тактового генератора, через інтегруючу ланку R12, C3 подається сигнал 5В.

На 6 виводі DA2 встановлюється високий потенціал (12 В), який через обмежуючий по струму резистор R15 поступає на затвор польового транзистора VT2. Транзистор VT2 відкривається, якщо потенціал між затвором і витоком складає більше 4 В. При включенні VT2 через обмотку W1, транзистор VT1, резистор R17 (датчик струму) починає протікати струм. Резистор R17 являється

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

вимірювальним резистором. З його вивода знімаємо сигнал про величину струму, що протікає через транзистор і первинну обмотку трансформатора Т1.

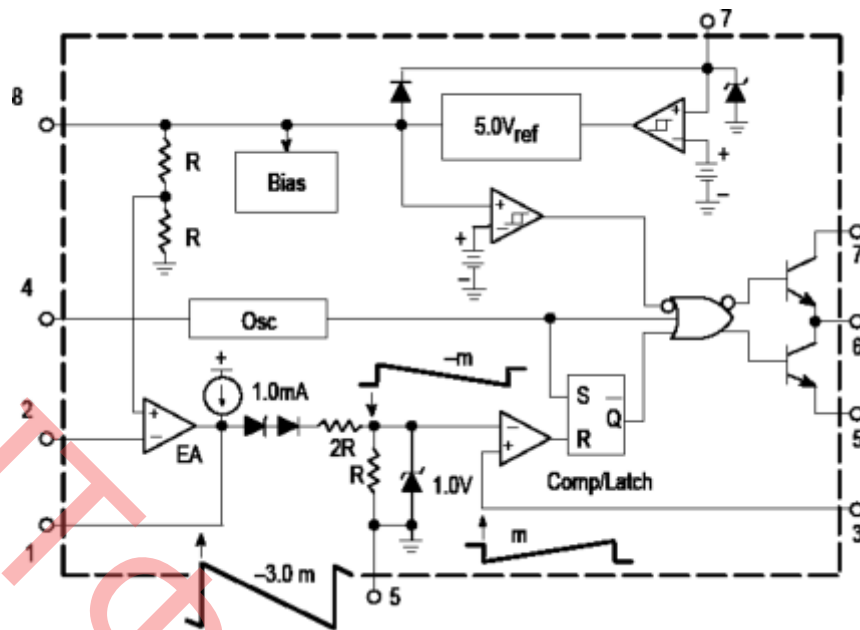


Рисунок 2.4 – Функціональна схема UC3845.

Цей сигнал поступає через R14 та інтегруючий конденсатор C4 на вивід 3 DA2. Даний вхід являється прямим входом внутрішнього компаратора по струму. На вхід 1 DA2 подається сигнал зворотного зв'язку по напрузі, а також з компаратора на операційному підсилювачі (DA1), який блокує роботу перетворювача всякий раз коли напруга в мережі стає нижче (90В). Цей сигнал подається на інвертуючий вхід від компаратора струму. При досягненні порогового рівня на вході компаратора виробляється сигнал який блокує роботу контролера.

Струм через первинну обмотку Т1 наростає лінійно, але при включенні і виключенні транзистора виникають викиди струму. Ці викиди можуть призводити до самовільного включення і виключення ІМС, а також до високовольтного пробоя транзистора. Для запобігання цьому явищу ставиться RC фільтр. (R16,C5)

Рис. 2.5.

Компаратор струму постійно слідкує за напругою на резисторі (датчику струма) і порівнює її з опорною напругою (1 В) на іншому вході компаратора.

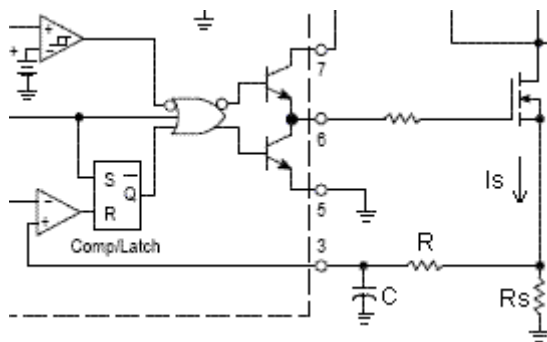


Рисунок 2.5 – Схема компаратора струму з RC-фільтром.

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

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

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:

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

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

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:

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

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

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

Перед проектне рішення

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

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:

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

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

Вибираємо діодний міст - (KBP107G); $U_{пр} = 1000V$, $I_{пр} = 1A$.

Розрахуємо характеристики вхідного конденсатора.

Знайдемо параметри вхідного конденсатора C1

$$V_{Ripple} = V_{DCminPK} - V_{DCmin} = 340V - 127V = 213V,$$

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%:

$$T_D = 5ms \times \left(1 + \frac{\arcsin\left(\frac{V_{DCmin}}{V_{DCminPK}}\right)}{90}\right) = 5ms \times \left(1 + \frac{\arcsin\left(\frac{127V}{340V}\right)}{90}\right) = 13,5ms;$$

Розрахуємо потужність, що відбирається з конденсатора за час розряду:

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

$$W_{in} = \frac{1}{2} C_1 (V_{DCminPK}^2 - V_{DCmin}^2);$$

Знайдемо мінімальне значення ємності C1:

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$C_{inmin} = \frac{2 \times W_{in}}{V_{DCminPK}^2 - V_{DCmin}^2} = \frac{2 \times 1,1Bm}{(340B)^2 - (127B)^2} = 22\mu F;$$

Вибираємо найближчий номінал ємності $C1=22\mu F$. Відповідно тип електролітичного низькочастотного конденсатора: (ECR 22 μF ×450V).

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:

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

$$P_{in(core)} = 0.5 \cdot 452\mu H \cdot (2,8A)^2 \cdot 50kHz = 88,6W$$

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 – 3C8).

Номера для елементів осердя:

- осердя– F-3818-EC,
- каркас трансформатора PC-B3515-TI.

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

Мінімальна індуктивність первинної обмотки:

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

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. Оцінімо величину повітряного проміжка (між половинками осердя):

$$l = \frac{(0,4\pi L_{pri} I_{pk}) 10^8}{A_c B_{max}^2} = \frac{0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,000451 \cdot 2,8 \cdot 10^8}{0,904cm^2 (2000\Gamma\zeta)^2} = 0,044cm$$

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 $A_L=100m\Gamma\zeta$ 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:

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

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 $\pm 12B$ 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:

$\pm 12B$ - 11,94В задовольняє;

+24В - 24,76 задовольняє.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

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 $d_{AUX}=0,06\text{мм}$.

					KPM.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Проектування секції вихідного фільтра.

Вихідний випрямляч.

Вихід +5В:

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

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

$I_{FWD} - I_F > I_{AV} = 1A$, 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:

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

(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} :

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

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

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

Вибираємо транзистор IRF740A (TO220).

Вибір мікросхеми контролера.

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

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 UC3845B.

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 TCRT1000. Для мінімізації ефекта дрейфа оптрона бажано мати на вторинній стороні підсилювач відхилення. Для цього підходить широко використовуваний підсилювач LM311N.

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:

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

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

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

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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

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

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 $\pm 2B$. таким чином визначимо співвідношення считуємих струмів: +5В – 70%; $\pm 12B$ – 20%; +24В – 10%.

Визначимо опір резисторів зчитування вихідної напруги:

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

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

Тип: MF-25-3,9 kOm $\pm 5\%$

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

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

Тип: MF-25-5,1 kOm $\pm 5\%$

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

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

Тип: MF-25-240 kOm $\pm 5\%$

Компенсаційні елементи розглянемо нижче.

Розрахунок демпферної ланки: C5, R16.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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 приймемо 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 застосування - $Y5V-1\text{кВ}-3,7\text{нФ} \pm 10\%$

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

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:

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

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

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

Відповідно вибираємо тип резистора R17: MF-200-0,22 Ом $\pm 5\%$

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:

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

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.

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

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.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

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

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

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]

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

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

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

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 пробоя резисторів (для 0,25Вт резистора становить 250В), аналогічно (R1, R2), (R6, R7).

Розрахуємо опір баластного резистора (R4, R5).

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

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

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

Стум 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):

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

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

Оцінімо розсіювану потужність $P = \frac{\Delta U^2}{R} = (340B - 0,6B)^2 / 22,6кОм \approx 5Вт$

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

Оцінімо параметри транзистора VT1:

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

$U_{кe} = 250B$; $U_{eб} = 0.6B$;

$I_б = 2мА$; $I_k = 100мА$;

$h_{21e} \sim 400$;

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.

$$f = \frac{1.8}{R_i \cdot C_i}$$

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

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

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

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

Розрахуємо номінали інтегруючої ділянки кола R14, C4.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

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 кОм $\pm 5\%$; C4 - X7R-50B-470nФ $\pm 10\%$

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

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 $R9 = 5,1kOm$.

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

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок та визначення геометричних розмірів плати проведемо у такій послідовності.

Знайдемо сумарну установочну площу компонентів S_{mg} , S_{cg} , S_{kg} відповідно для малогабаритних, середньо габаритних і крупно габаритних електронних компонентів. Кожен із цих типів компонентів має попадати, відповідно, у такі діапазони індивідуальних площ встановлення: $< 100 \text{ мм}^2$; від 100 мм^2 до 200 мм^2 ; $> 200 \text{ мм}^2$.

Під установочними площами ЕРЕ розуміють площі прямокутників, в які вписані ЕРЕ разом із выводами і контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

Необхідні дані для конструювання друкованої плати аналогового частотоміра взяті з довідкової літератури та зведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Вихідні дані та результати розрахунку установочних площ
(у габаритних розмірах враховано і розміри контактних площадок)

Позна-чення	Тип, параметри	Діам. вив., мм	Діам. конт.пло-щадки, мм	Габаритні розміри, мм	Кіль-кість, шт.	$S_{уст}, \text{мм}^2$	$V_{уст}, \text{мм}^2$
C1	ECR-450B-22мкФ	0,8	1	13*13*21	1	169	3549
C2, C6	ECR-25B-10мкФ	0,8	1	5*5*11	2	50	550
C3	MTX-50B-4,7нФ	1,2	1,5	7*4*4	1	28	112
C4	X7R-50B-470пФ	1,1	1,5	2*1,25*1,3	1	2,5	3,25
C5	Y5V-1кВ-3,7нФ	1,1	1,5	3,2*1,6*1,25	1	5,12	6,4
C7	X7R-50B-56нФ	1,1	1,5	2*1,25*1,3	1	2,5	3,25
C8, C12	ECR-10B-150мкФ	0,8	1	5*5*11	2	50	550
C9, C13, C10, C14	ECR-25B-100мкФ	0,8	1	5*5*11	4	100	1100
C11	X7R-50B-32пФ	1,1	1,5	10*5*5,5	1	50	275
C15, C16	ECR-50B-47мкФ	0,8	1	5*5*14	2	50	700

Позна-чення	Тип, параметри	Діам. вив., мм	Діам. конт.пло-щадки, мм	Габаритні розміри, мм	Кіль-кість, шт.	S _{уст} , мм ²	V _{уст} , мм ²
DA1	LM311N	0,5	0,8	8,8*6,4*3,65	1	56,32	205,57
DA2	UC3845N	0,5	0,8	8,8*6,4*3,65	1	56,32	205,57
R1,R2	MF-50-68 кОм	0,52	0,8	9*3,7*3,7	2	66,6	246,42
R3	MF-50-5,6 кОм	0,52	0,8	9*3,7*3,7	1	33,3	123,21
R4, R5	MF-100-30 кОм	0,65	0,8	11*3,7*3,7	2	81,4	301,18
R6, R7	MF-300-11 кОм	0,72	1	17*6*6	2	204	1224
R8, R18	MF-25-1 мОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	2	38,4	122,88
R9, R11	MF-25-5,1 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	2	38,4	122,88
R10	MF-25-10 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R12	MF-25-7,6 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R13	MF-25-4,7 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R14	MF-25-47 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R15	MF-25-22 Ом	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R16	MF-500-15 кОм	1,0	1,5	20*4*6	1	80	480
R17	MF-200-0,22 Ом	0,7	1	12*5*5	1	60	300
R19, R23	MF-25-240 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	2	38,4	122,88
R20	MF-25-3,9 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R21	MF-25-51 кОм	0,45	0,8	36*3,2*3,2	1	19,2	61,44
R22	MF-25-2,7 кОм	0,45	0,8	6*3,2*3,2	1	19,2	61,44
VD1	KBP107G	0,8	1	17,5*3,9*9,5	1	68,25	648,38
VD2	1N5760	0,5	0,8	5,4*2,7*2,7	1	14,58	39,37
VD3-VD5	1N4148P	0,6	0,8	3,9*1,7*1,7	4	26,52	45,08
VD6, VD7, VD11	MBR340	1,2	2,5	7,3*5,3*5,3	3	116,07	615,17
VD8	MUR420	1,2	2,5	9,4*4,8*4,83	1	45,12	217,93
VD9	TCRT1000	0,5	0,8	7*2,5*6,1	1	17,5	106,75
VD10	TL431	0,45	0,8	5*4*8	1	20	160
VT1	BC548	0,5	0,8	5*3,85*6	1	19,25	115,5
VT2	IRF740	0,9	1,5	10,2*4,5*19	1	45,9	872,1
T1	POL-15020	1,5	2,5	29*25,5*24,2	1	739,5	17896
X1	KLS1-AS-301	1,5	2,5	50*22*19	1	1100	20900
X2- X5	DG55H-A-02P	1,5	2,5	40*12*19	4	1920	36480

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ		Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

Тепер розрахуємо площу монтажної зони S_M для середньої щільності монтажу компонентів за формулою:

$$S_M = 4S_{MГ} + 3S_{СГ} + 1,5S_{КГ} . \quad (3.1)$$

Підставляючи необхідні дані, отримаємо

$$S_M = 4S_{MГ} + 3S_{СГ} + 1,5S_{КГ} = 4 \cdot 1414,05 + 3 \cdot 373 + 1,5 \cdot 3759,5 = 10732 + 5205 = 12414 [\text{мм}^2].$$

Зкоректуємо і знайдемо розміри монтажної зони у відповідності із можливостями встановлення в корпус пристрою з врахуванням стандартних лінійних розмірів друкованих плат. Для цього вибираємо згідно ГОСТ 10317-79 «Плати друковані» основні розміри для друкованої плати нашого УБЖ розмір $100 \cdot 120$ [мм]. Найвищий компонент у УБЖ має висоту 24,2 мм (трансформатор Т1).

Проведемо визначення діаметрів отворів, площ контактних площадок, товщини друкованої плати і ширин друкованих провідників на них. При цьому врахуємо, що процес конструювання друкованої плати в загальному випадку передбачає виконання ряду взаємозв'язаних операцій: вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількість шарів, розробка друкованого монтажу.

При розміщенні електронних компонент виходять частіше всього із критерію двох мінімумів: мінімум перехідних отворів між шарами плати і мінімум довжини зв'язків між компонентами на платі. Перша умова означає мінімум перехідних отворів, що забезпечує технологічність по мінімальному числу шарів; друга умова означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Можливе також застосування і інших критеріїв: мінімуму числа з'єднань, довжина яких більша заданої; максимум числа схем простої конфігурації; мінімуму сумарної зваженої довжини з'єднань.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розміщення електронних компонентів на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної.

Крок координатної сітки для нашого УБЖ візьмемо 2,5 мм.

Центри монтажних отворів і контактних площадок під виводи навісних електронних компонентів мають бути розташовані у вузлах координатної сітки. Якщо крок розташування виводів багатовивідного елемента не співпадає з кроком координатної сітки, то у вузлах розміщується по крайній мірі один з отворів, який вважається за основний, а решта розташовується у відповідності з конструкцією елемента (по можливості на лініях координатної сітки).

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр металізованого монтажного отвору для виводів діаметром:

$0,4 \div 0,6$ мм становить $0,8 \pm 0,1$ мм,

$0,6 \div 0,8$ мм становить $1,0 \pm 0,1$ мм.,

$0,8 \div 1,3$ мм становить 1,5 мм,

$1,3 \div 1,7$ мм становить 2 мм,

$1,7 \div 2,2$ мм становить 2,5 мм.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо отвору навколо отвору робиться контактна площадка. Контактні площадки отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця. Діаметр зовнішнього кільця контактної площадки вибирається з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Рекомендовані зовнішні діаметри контактних площадок

Мінімальний діаметр	отворів, мм	0,6	0,8	1	1,5
	контактних площадок, мм	0,8	1	1,5	2,5

Для друкованої плати вибираємо гетинакс з товщина провідної фольги, а відповідно і провідних шарів на ньому $d = 50$ мкм.

Ширину провідних шарів друкованої плати розраховуємо, виходячи із необхідності виконання умови відсутності їх перегріву. Для цього густина струму через провідник на має перевищувати величину 25 A/мм^2 . Оскільки максимальний струм у УБЖ протікає від джерела живлення, то слід розрахувати максимальну силу струму, яка може споживатися від нього компонентами пристрою. Відповідно з принциповою схемою та проведеними розрахунками сумарний постійний струм від джерела не перевищуватиме $2,8 \text{ A}$. Відповідно, мінімальна можлива ширина провідного шару друкованої плати від джерела живлення складає $(2,8 \text{ A}) / [(25 \text{ A/мм}^2) \cdot d] = 0,2 \text{ мм}$.

За результатами розрахунків за ГОСТ-ом вибирається також клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників становить $t_{\min} = 0,25 \text{ мм}$ і відстань між провідниками теж $0,25 \text{ мм}$.

3.2. Тепловий розрахунок пристрою

Тепловий режим електронної апаратури характеризується залежністю температури нагріву компонентів пристрою від температури навколишнього середовища. Ця залежність визначається розсіюваною потужністю всіх електронних та електричних компонент, розміщених в об'ємі пристрою.

Отже, однією з умов експлуатації електронного пристрою є температура навколишнього середовища, яка може вплинути на надійність його роботи. Такий вплив пояснюється існуванням максимально допустимих температур, при яких тривалий час можуть працювати електронні компоненти в необхідному режимі. Розрахунок проведемо для максимальної температури навколишнього середовища $+30^{\circ} \text{ C}$, заданої технічним завданням проекту.

При аналізі теплових режимів враховують щільність розміщення компонентів в об'ємі пристрою, його геометричну форму та вид корпусу [12].

Задамося необхідними вихідними даними за результатами проектування в підрозділі 3.1. До визначеного раніше розміру друкованої плати додаємо по 10 мм , для забезпечення її механічного кріплення у встановленому місті експлуатації. Встановимо також розмір корпусу з врахуванням розмірів друкованої плати, максимальної висоти компонентів, розмічачів та додаткових

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

допусків для зручного розміщення всіх складових пристрою в одному корпусі. Відповідно, візьмемо корпус у формі прямокутного паралелепіпеда з такими параметрами: довжина $L_1=110$ мм; ширина $L_2=130$ мм; висота $L_3=35$ мм.

Площу всієї поверхні корпусу обчислюємо за формулою:

$$S = 2*(L_1*L_2+L_2*L_3+L_1*L_3) = 45400 \text{ мм}^2. \quad (3.1)$$

Розрахунок теплових режимів проводять наступним чином:

- 1) Знаходять об'єм корпусу за формулою:

$$V=A*B*N. \quad (3.3)$$

- 2) Знаходять коефіцієнт форми:

$$K_\phi = H / \sqrt[3]{V}. \quad (3.4)$$

- 3) Визначають коефіцієнт заповнення:

$$K^u= V_{\text{дп}}/V_{\text{кож}}. \quad (3.5)$$

- 4) Роблять припущення, що плата розподіляє тепло рівномірно. Кожний елемент має свою потужність розсіювання, а сумарна потужність визначається як:

$$P(\text{роз}) = \sum_{i=1}^n P^e(\text{роз}). \quad (3.6)$$

- 5) Знаходять питому потужність на одиницю площі:

$$Q=P(\text{роз})/S. \quad (3.7)$$

В значення S входить як фізична площа самих РЕА, так і площа доріжок.

- 6) Використовують номограми Глушицького і за розрахованими даними V , S , K_ϕ і $K^u_{\text{зап}}$ наближено знаходять температуру повітря в середині корпусу.

- 7) З одержаних даних уточнюють вид корпусу, тип конвекції і при необхідності тип вентилятора.

За наведеним алгоритмом проведемо конкретні розрахунки теплового режиму пристрою:

1. Об'єм кожуха згідно формули (3.3):

$$V = 110*130*35 = 500500 \text{ (мм}^3\text{)}. \quad (3.8)$$

2. Коефіцієнт форми згідно формули (3.4):

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$K_{\phi} = \frac{35}{\sqrt[3]{500500}} = \frac{35}{79} = 0,4 \quad (3.9)$$

3. Коефіцієнт заповнення буде рівним:

$$K^v = V_{\text{дп}} / V_{\text{кож}} = 300000 / 500500 = 0,6.$$

4. Сумарну потужність визначаємо як суму розсіювальної теплової некорисної потужності всіх елементів на друкованій платі. Беручи до уваги, максимальну розсіювану потужність всього пристрою в межах 10 Вт, що впливає із ККД БЖ. ККД 84-90% візьмемо по нижньому значенню, тобто для 100% не вистачає 15%, тому візьмемо від розрахованої потужності 65 Вт ці проценти. Отримане нами значення рівне 10 Вт.

5. Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q = P(\text{роз}) / S = 10 / 454 = 0,02 \text{ Вт/см}^2.$$

Умова теплоненавантаженості пристрою відповідає величині $Q > 0,05 \text{ Вт/см}^2$. Як бачимо, з отриманих розрахунків впливає, що наш блок теплоненавантажений і не потребує додаткового тепловідводу або охолодження. Більше того, перегрів повітря в корпусі пристрою буде дуже незначним і не перевищуватиме кількох градусів. Тому при розрахунку імовірності безвідмовної роботи пристрою поправочні коефіцієнт будемо брати для максимальної температури 35°C.

3.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності електронних пристроїв є функція надійності $P(t)$, або просто надійність, яка по визначенню рівна імовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов у системі не виникає, тобто $P(t) = W\{T > t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – імовірність події A , у даному випадку подія A полягає в тому, що $T > t$.

Непередбачувані експлуатаційні відмови представляють собою непередбачувані відмови повнонадійної РЕА, які виникають у період нормальної експлуатації, коли проробка пристрою вже закінчилася, а зношування і природне

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

старіння ще не настали. Ці відмови обумовлені лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою технологічного контролю; рівно імовірні, і тому не передбачені схемою та конструкцією технологічні дефекти; відхилення режимів роботи; співставлення параметрів концентрації зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки операторів у період експлуатації. У зв'язку з перерахованими причинами поява таких відмов принципово не виключена і рівно імовірна в часі: $\lambda_0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності зробимо за методикою [13].

Приблизний розрахунок отримують по формулі:

$$P(t) = \exp\left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j\right), \quad (3.10)$$

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

$$T_{cp.c} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j, \quad (3.11)$$

При уточненому розрахунку надійності враховують зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Тоді розрахунок проводять за формулою:

$$P(t) = \exp\left(-k_\lambda t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j\right), \quad (3.12)$$

де $\lambda_j = \alpha_j \lambda_{0j} k_n$;

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

$P(t)$ — імовірність безвідмовної роботи;

λ_j — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи при заданих експлуатаційних даних;

λ_{0j} — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи в номінальному режимі;

α_j — поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ої групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження елемента;

k_n — коефіцієнта навантаження елемента;

k_λ — враховує умови експлуатації радіоелектронної апаратури;

$k_{\lambda 1}$ — вплив механічних факторів (вібрація, ударні навантаження);

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

$k_{\lambda 3}$ — умови роботи при пониженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури та інші коефіцієнти навантаження k_n знаходять в довідниках.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n розуміють відношення робочого навантаження, встановленого за заданим параметром, який діє на елемент, до його номінального навантаження, яке встановлене нормативно-технічною документацією.

Згідно ТЗ умови експлуатації приладу стаціонарні. Для стаціонарних умов характерно:

$t = +15 \dots +40 \text{ } ^\circ\text{C}$;

вологість 45...75%;

атмосферний тиск 86...104 кПа.

По відповідних таблицях [13] знаходять коефіцієнти:

$K_M=1$; $k_B=1$; $k_{a.t.}=1$,

та $k_e = 1*1*1=1$.

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, враховуючи відмічений вище більш ширший діапазон температур (+10...+45 °С) і рекомендовані значення k_n .

Далі складається таблиця згідно електричного розрахунку принципової схеми і вибраної елементної бази. Довідникові дані про λ_{oj} знаходять з відомих джерел. Кінцеві параметри: розрахунку надійності наведено в таблицях 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3

Карта робочих режимів компонентів пристрою

Позн	Типономінал	Напруга, В			Струм, мА		$P_{роз},$ мВт	k_i	k_u	k_p
		пост.	зм	макс	пост.	зм.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C1	ECR-450B-22мкФ			$\frac{127}{450}$					0,28	
C2	ECR-25B-10мкФ			$\frac{12}{25}$					0,5	

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ					Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						46

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
C3	MTX-50B-4,7нФ			$\frac{12}{50}$					0,24	
C4	X7R-50B-470пФ			$\frac{12}{50}$					0,24	
C5	Y5V-1кВ-3,7нФ			$\frac{180}{1000}$					0,18	
C6	ECR-25B-10мкФ			$\frac{12}{25}$					0,24	
C7	X7R-50B-56нФ			$\frac{5}{50}$					0,1	
C8	ECR-10B-150мкФ			$\frac{5}{10}$					0,5	
C9	ECR-25B-100мкФ			$\frac{12}{25}$					0,48	
C10	ECR-25B-100мкФ			$\frac{12}{25}$					0,48	
C11	X7R-50B-32пФ			$\frac{12}{50}$					0,24	
C12	ECR-10B-150мкФ			$\frac{5}{10}$					0,5	
C13	ECR-25B-100мкФ			$\frac{12}{25}$					0,48	
C14	ECR-25B-100мкФ			$\frac{12}{25}$					0,48	
C15	ECR-50B-47мкФ			$\frac{24}{50}$					0,48	
C16	ECR-50B-47мкФ			$\frac{24}{50}$					0,48	
DA1	LM311N			$\frac{12}{50}$	0,01		$\frac{0,14}{625}$			0,01
DA2	UC3845N			$\frac{12}{50}$	0,01		$\frac{0,14}{625}$			0,01
R1	MF-50-68 кОм						$\frac{2}{50}$			0,04
R2	MF-50-68 кОм						$\frac{2}{50}$			0,04
R3	MF-50-5,6 кОм						$\frac{0,14}{50}$			0,01
R4	MF-100-30 кОм						$\frac{200}{1000}$			0,2
R5	MF-100-30 кОм						$\frac{200}{1000}$			0,2
R6	MF-300-11 кОм						$\frac{500}{3000}$			0,2
R7	MF-300-11 кОм						$\frac{500}{3000}$			0,2
R8	MF-25-1 мОм						$\frac{0,14}{25}$			0,01

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R9	MF-25-5,1 кОм						$\frac{0,01}{25}$			0,01
R10	MF-25-10 кОм						$\frac{0,14}{25}$			0,01
R11	MF-25-5,1 кОм						$\frac{0,01}{25}$			0,01
R12	MF-25-7,6 кОм						$\frac{0,1}{25}$			0,01
R13	MF-25-4,7 кОм						$\frac{0,14}{25}$			0,01
R14	MF-25-47 кОм						$\frac{0,1}{25}$			0,01
R15	MF-25-22 Ом						$\frac{0,14}{25}$			0,01
R16	MF-500-15 кОм						$\frac{5000}{5000}$			1
R17	MF-200-0,22 Ом						$\frac{2000}{2000}$			1
R18	MF-25-1 мОм						$\frac{0,16}{0,25}$			0,6
R19	MF-25-240 кОм						$\frac{0,01}{25}$			0,01
R20	MF-25-3,9 кОм						$\frac{0,6}{25}$			0,02
R21	MF-25-51 кОм						$\frac{0,1}{25}$			0,01
R22	MF-25-2,7 кОм						$\frac{0,9}{25}$			0,04
R23	MF-25-240 кОм						$\frac{0,01}{25}$			0,01
VD1	KBP107G			$\frac{240}{1000}$	0,33				0,2	
VD2	1N5760			$\frac{12}{38}$					0,3	
VD3	1N4148P			$\frac{12}{100}$					0,12	
VD4	1N4148P			$\frac{12}{100}$					0,12	
VD5	1N4148P			$\frac{12}{100}$					0,12	
VD6	MBR340			$\frac{5}{40}$					0,13	
VD7	MBR340			$\frac{12}{40}$					0,3	
VD8	MUR420			$\frac{24}{600}$					0,04	
VD9	TCRT1000			$\frac{5}{100}$					0,05	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VD10	TL431				$\frac{0,1}{100}$			0,0 1		
VD11	MBR340			$\frac{12}{40}$					0,3	
VT1	BC548				$\frac{250}{500}$				0,5	
VT2	IRF740						$\frac{5000}{125000}$			0,04
T1	POL-15020						$\frac{5000}{30000}$			0,16
X1	KLS1-AS-301			$\frac{220}{500}$					0,4	
X2	DG55H-A-02P			$\frac{5}{300}$					0,02	
X3	DG55H-A-02P			$\frac{12}{300}$					0,04	
X4	DG55H-A-02P			$\frac{24}{300}$					0,08	
X5	DG55H-A-02P			$\frac{12}{300}$					0,04	

Таблиця 3.4

Інтенсивності відмов елементів (за довідником [13])

Назва	Наймен. типономінали елементів	н, шт.	$\lambda_0, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹	ke	t°C	кн	ктн	$\lambda, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7	8	9
C1	ECR-450B-22мкФ	1	0,35	1	50	0,28	1,4	0,49
C2	ECR-25B-10мкФ	1	0,35	1	50	0,5	1,47	0,5145
C3	MTX-50B-4,7нФ	1	6	1	50	0,24	0,2	1,2
C4	X7R-50B-470пФ	1	1,5	1	50	0,01	0,2	0,3
C5	Y5V-1кВ-3,7нФ	1	1,5	1	50	0,01	0,2	0,3
C6	ECR-25B-10мкФ	1	0,35	1	50	0,01	1,4	0,49
C7	X7R-50B-56нФ	1	1,5	1	50	0,01	0,2	0,3
C8	ECR-10B-150мкФ	1	0,35	1	50	0,01	1,4	0,49
C9	ECR-25B-100мкФ	1	0,35	1	50	0,01	1,4	0,49
C10	ECR-25B-100мкФ	1	0,35	1	50	0,5	1,47	0,5145
C11	X7R-50B-32пФ	1	1,5	1	50	0,24	0,2	0,3
C12	ECR-10B-150мкФ	1	0,35	1	50	0,6	1,5	0,525
C13	ECR-25B-100мкФ	1	0,35	1	50	0,01	1,4	0,49
C14	ECR-25B-100мкФ	1	0,35	1	50	0,02	1,4	0,49
C15	ECR-50B-47мкФ	1	0,35	1	50	0,01	1,4	0,49
C16	ECR-50B-47мкФ	1	0,35	1	50	0,04	1,4	0,49
DA1	LM311N	1	0,2	1	50	0,01	1	0,2
DA2	UC3845N	1	0,2	1	50	0,01	1	0,2
R1	MF-50-68 кОм	1	2,6	1	50	0,04	0,4	1,04
R2	MF-50-68 кОм	1	2,6	1	50	0,04	0,4	1,04
R3	MF-50-5,6 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04

КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ

Арк.

49

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
R4	MF-100-30 кОм	1	2,6	1	50	0,2	0,4	1,04
R5	MF-100-30 кОм	1	2,6	1	50	0,2	0,4	1,04
R6	MF-300-11 кОм	1	2,6	1	50	0,2	0,4	1,04
R7	MF-300-11 кОм	1	2,6	1	50	0,2	0,4	1,04
R8	MF-25-1 мОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R9	MF-25-5,1 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R10	MF-25-10 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R11	MF-25-5,1 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R12	MF-25-7,6 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R13	MF-25-4,7 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R14	MF-25-47 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R15	MF-25-22 Ом	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R16	MF-500-15 кОм	1	2,6	1	50	1	2,22	5,772
R17	MF-200-0,22 Ом	1	2,6	1	50	1	2,22	5,772
R18	MF-25-1 мОм	1	2,6	1	50	0,6	0,92	2,392
R19	MF-25-240 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R20	MF-25-3,9 кОм	1	2,6	1	50	0,02	0,4	1,04
R21	MF-25-51 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
R22	MF-25-2,7 кОм	1	2,6	1	50	0,04	0,4	1,04
R23	MF-25-240 кОм	1	2,6	1	50	0,01	0,4	1,04
VD1	KBP107G	1	2	1	50	0,2	0,98	1,96
VD2	1N5760	1	2	1	50	0,3	1	2
VD5	1N4148P	1	2	1	50	0,12	0,98	1,96
VD4	1N4148P	1	2	1	50	0,12	0,98	1,96
VD5	1N4148P	1	2	1	50	0,12	0,98	1,96
VD6	MBR340	1	2	1	50	0,13	0,98	1,96
VD7	MBR340	1	2	1	50	0,3	1	2
VD8	MUR420	1	2	1	50	0,04	1	2
VD9	TCRT1000	1	2	1	50	0,05	0,98	1,96
VD10	TL431	1	2	1	50	0,01	0,98	1,96
VD11	MBR340	1	2	1	50	0,3	1	2
VT1	BC548	1	5	1	50	0,5	0,84	4,2
VT2	IRF740	1	5	1	50	0,04	0,42	2,1
T1	POL-15020	1	1,7	1	50	0,16	0,2	0,34
X1	KLS1-AS-301	1	1,5/к	1	50	0,4	1	3
X2	DG55H-A-02P	1	1,5/к	1	50	0,02	1	3
X3	DG55H-A-02P	1	1,5/к	1	50	0,04	1	3
X4	DG55H-A-02P	1	1,5/к	1	50	0,08	1	3
X5	DG55H-A-02P	1	1,5/к	1	50	0,04	1	3
	Пайка	1(150)	1	1	50	1	1	150
Всього, $\Sigma\lambda, 10^{-8}$ 1/год.								236,37

За табличними даними отримуємо напрацювання на відмову

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{236.37 \cdot 10^{-8}} = 423065 \text{ годин.}$$

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P(2000) = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} \cdot t \approx 0.99.$$

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ			Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				50

4 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок собівартості приладу

Собівартість продукції - це витрати на її виробництво і реалізацію, що включають в себе вартість витрачених сировини і матеріалів, заробітну плату працівників, витрати по утриманню і експлуатації устаткування та інші поточні витрати.

Проведемо розрахунок собівартості виготовлення спроектованого приладу у вигляді калькуляції. Для цього скористаємось методом побільшеного розрахунку собівартості - методом питомої ваги, що забезпечує прийнятну (~5%) похибку прогнозування собівартості.

Цей метод полягає у пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну заробітну плату виробничих робітників та витрат на утримання та експлуатацію устаткування. [14]

Таблиця 4.1

Калькуляція собівартості спроектованого приладу

№п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	143,48
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	631,69
3	Основна заробітна плата виробничих робітників	12,66
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	1,27
5	Відрахування на соціальне страхування	13,93
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	11,14
7	Цехові витрати	12,54
8	Загальнозаводські витрати	20,06
9	Інші виробничі витрати	3,39
Разом: виробнича собівартість $C_{\text{вир}}$		850,16
10	Позавиробничі витрати	34,01
Разом: повна собівартість $C_{\text{повн}}$		884,17

Розрахунок кількості і вартості матеріалів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Розрахунок кількості і вартості матеріалів представлений у вигляді табл. 4.2.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяння 1 ніжка = $7 \cdot 10^{-5}$ кг, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу. Кількість ніжок – 150. Тоді:

$$\text{Кількість(припою)} = 150 \cdot 7 \cdot 10^{-5} \text{ кг} = 0,0105 \text{ кг}$$

Ціна необхідного припою визначається:

$$X = 3550 \cdot 0,0105 / 1 = 37,28 \text{ грн}$$

де 3550 – ціна за 1 кілограм припою ПОС61 1.0 мм з флюсом

Для визначення кількості витраченого лаку, з врахуванням затрати на площу $1 \text{ см}^2 = 0,008 \text{ кг}$, розрахуємо масу лаку необхідну для нашого виробу. Площа друкованої плати рівна $10 \text{ см} \cdot 12 \text{ см} = 120 \text{ см}^2$. Тоді:

$$\text{Кількість(лаку)} = 120 \cdot 0,008 \text{ кг} = 0,96 \text{ кг}$$

Ціна необхідного лаку визначається:

$$X = 88 \cdot 0,96 / 1 = 84,48 \text{ грн}$$

де 88 – ціна за 1 кілограм лаку НЦ-134

Емаль ЄП-572 використовується для нанесення написів на плату. Для нашого випадку достатньо 25г.

Ціна за кг емалі ЄП-572 300 грн.

$$X = 300 \cdot 0,025 / 1 = 7,5 \text{ грн}$$

Таблиця 4.2

Кількість і вартість матеріалів

№ п/п	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ	Одиниця вимірю- вання	К-сть	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	Припій ПОС61	ГОСТ 21930-76	кг	0,0105	3550,00	37,28
2	Лак НЦ-134	ТУ6-101291-77	кг	0,96	88	84,48
3	Емаль ЄП-572	ГОСТ9980-75	кг	0,025	300,00	7,5
Разом:						129,26
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)						1,29
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)						12,93
Разом:						143,48

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

**Розрахунок вартості покупних комплектуючих виробів, що
витрачаються на виготовлення спроектованого приладу**

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів представлений у вигляді табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Кількість і вартість покупних комплектуючих виробів [14]

№ п/п	Позначення	Найменування покупних комплектуючих виробів і напів-фабрикатів	Одиниця вимірювання	К-сть	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1		Плата друкована 100×110	шт.	1	30	30
2		Гвинт М3×10.34	шт.	4	5,8	23,2
3	C1	ECR-450B-22мкФ± 10%	шт.	1	10,5	10,5
4	C2,C6	ECR-25B-10мкФ± 10%	шт.	2	10	20
5	C3	MTX-50B-4,7нФ± 5%	шт.	1	0,8	0,8
6	C4	X7R-50B-470пФ± 10%	шт.	1	1,67	1,67
7	C5	Y5V-1кВ-3,7нФ± 10%	шт.	1	1,6	1,6
8	C7	X7R-50B-56нФ± 10%	шт.	1	1,67	1,67
9	C8,C12	ECR-10B-150мкФ± 10%	шт.	2	12	24
10	C9, C13, C10, C14	ECR-25B-100мкФ± 10%	шт.	4	6,55	26,2
11	C11	X7R-50B-32пФ± 10%	шт.	1	1,44	1,44
12	C15, C16	ECR-50B-47мкФ± 10%	шт.	2	20	40
13	DA1	LM311N	шт.	1	23,7	23,7
14	DA2	UC3845N	шт.	1	17,9	17,9
15	R1,R2	MF-50-68 кОм ± 5%	шт.	2	0,36	0,72
16	R3	MF-50-5,6 кОм ± 5%	шт.	1	0,36	0,36
17	R4, R5	MF-100-30 кОм ± 5%	шт.	2	1,6	3,2
18	R6, R7	MF-300-11 кОм ± 5%	шт.	2	2,08	4,16
19	R8	MF-25-1 МОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
20	R9, R11	MF-25-5,1 кОм ± 5%	шт.	2	0,22	0,44
21	R10	MF-25-10 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
22	R14	MF-25-47 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
23	R12	MF-25-7,6 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
24	R13	MF-25-4,7 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
25	R15	MF-25-22 Ом ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
26	R16	MF-500-15 кОм ± 5%	шт.	1	3	3
27	R17	MF-200-0,22 Ом	шт.	1	1,8	1,8
28	R18	MF-25-1 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
29	R19, R23	MF-25-240 кОм ± 5%	шт.	2	0,22	0,44
30	R20	MF-25-3,9 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
31	R21	MF-25-51 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22

1	2	3	4	5	6	7
32	R22	MF-25-2,7 кОм ± 5%	шт.	1	0,22	0,22
33	VD1	KBP107G	шт.	1	8,4	8,4
34	VD2	1N576	шт.	1	3,2	3,2
35	VD3 - VD5	1N4148P	шт.	4	1,06	4,24
36	VD6, VD7, VD11	MBR340	шт.	3	9,6	28,8
37	VD8	MUR420	шт.	1	15,22	15,22
38	VD9	TCRT1000	шт.	1	27,5	27,5
39	VD10	TL431	шт.	1	5	5
40	VT1	BC548	шт.	1	3,2	3,2
41	VT2	IRF740	шт.	1	55	55
42	T1	POL-15020	шт.	1	98,7	98,7
43	X1	KLS1-AS-301 AC	шт.	1	14	14
44	X2-X5	DG55H-A-02P	шт.	4	18	72
Разом:						574,26
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напів-фабрикатів)						57,43
Разом:						631,69

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

До основної заробітної плати виробничих робітників, що включається до собівартості, входить оплата робітникам відрядникам і погодингнникам, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектованого приладу.

Основну заробітну плату визначають шляхом множення трудомісткості виготовлення спроектованого приладу на годинну тарифну ставку відповідно розряду робіт.

Трудомісткість виготовлення спроектованого приладу на стадіях ескізного і технічного проектів визначають на підставі отриманих трудомісткостей виготовлення аналога та його складових частин.

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу представлений у вигляді табл. 4.4.

Погодинна оплата праці яка діє з 01.01.2023 - 01.10.2023 становить 40,46 (гривень на годину). З врахуванням коефіцієнта підвищення окладу розрахуємо для кожного розряду:

$$3 \text{ розряд} = 40,46 * 1,18 = 47,74 \text{ грн*год};$$

$$4 \text{ розряд} = 39,26 * 1,27 = 51,38 \text{ грн*год};$$

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$5 \text{ розряд} = 39,26 * 1,36 = 55,03 \text{ грн*год.}$$

Трудовістість операції – встановлення і пайка залежить від кількості елементів і їх складності. Тому з врахування затрати часу на одну пайку 0,0005 год і встановлення 0,0002 год визначимо час для пайки і встановлення всіх елементів:

$$\text{Трудовістість (пайка)} = 150 * 0,0005 = 0,075;$$

$$\text{Трудовістість (встановлення)} = 58 * 0,0002 = 0,012;$$

$$\text{Загальна трудовістість} = 0,075 + 0,012 = 0,087 \approx 0,1.$$

Таблиця 4.4.

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу

№ п/п	Зміст операції	Фах	Розряд роботи	Годинна тарифна ставка, грн.	Трудовістість робіт, нормо-год.	Сума зарплати за тарифом, грн.
1	Встановлення і пайка	17474	4	51,38 грн.	0,1	5,14
2	Контроль	60188	5	55,03 грн.	0,05	2,75
3	Лакування і збирання	18352	3	47,7432 грн.	0,1	4,77
Разом:						12,66

Розрахунок додаткової заробітної плати виробничих робітників

До додаткової заробітної плати відносять оплату відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років, вихідну допомогу.

Величина додаткової заробітної плати визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників (10%) і складає:

$$ЗП(\text{додаткова}) = 12,66 * 10 / 100 \approx 1,27 \text{ грн.}$$

Розрахунок відрахувань на соціальне страхування

Величина відрахувань на соціальне страхування визначається процентом від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників, а саме $12,66 + 1,27 \approx 13,93$ грн.

Процентна ставка 37,5% і складає 5,22 грн в т.ч. відрахування:

Пенсійний фонд – 33,2% і складає 4,62 грн;

Фонд соціального страхування – 1,4% і складає 0,2 грн;

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Фонд зайнятості - 1,5% і складає 0,21 грн;

Фонд страхування від нещасних випадків – 1,4% і складає 0,2 грн.

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону на 1.01.2023 р., єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників.

Процентна ставка 22% і складає $13,93 \cdot 22 / 100 = 3,7$ грн.

Плюс військовий збір 1,5% і складає $13,93 \cdot 1,5 / 100 = 0,21$ грн.

Разом відрахування ЄСВ складає 3,91 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйомно-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів із складу основних виробничих фондів на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників. В таблиці 1.5 приведені середні значення відсотків витрат на утримання та експлуатацію устаткування для різних груп приладів.

Таблиця 4.5

Середні значення відсотків витрат на утримання та експлуатацію
устаткування

Групи приладів	Середнє значення процента, %
1. Оптико-механічні	100
2. Оптико-фізичні	90
3. Оптико-електронні	85
4. Радіотехнічні	80
5. Точної механіки	95

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від суми основної заробітної плати виробничих робітників 13,93, а саме 11,14 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехам відсотком від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. В таблиці 1.6 приведені середні значення відсотків цехових витрат для різних груп приладів.

Таблиця 4.6

Середні значення відсотків цехових витрат

Групи приладів	Середнє значення процента, %
1. Оптико-механічні	80
2. Оптико-фізичні	70
3. Оптико-електронні	50
4. Радіотехнічні	50
5. Точної механіки	75

Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому цехові витрати будуть складати 50% від $13,93 + 11,14 = 25,07$ грн, а саме 12,54 грн.

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. В таблиці 2.7 приведені середні значення відсотків загальнозаводських витрат для різних груп приладів.

Таблиця 4.7

Середні значення відсотків загальнозаводських витрат

Групи приладів	Середнє значення процента, %
1. Оптико-механічні	90
2. Оптико-фізичні	80
3. Оптико-електронні	80
4. Радіотехнічні	80
5. Точної механіки	85

Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $13,93+11,14=25,07$ грн, а саме 20,06 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0,2 - 0,4%). Треба знайти 0,4% від 846,77 грн. І це буде складати 3,39 грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 - 4%). Треба знайти 4% від 850,16 грн. і це буде складати 34,01 грн.

4.2 Розрахунок ціни спроектованого приладу

Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{повн} + П, \quad (4.1)$$

де $C_{повн}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а $П$ - запланований прибуток.

Прибутковість підприємства характеризується таким показником як рентабельність. Величину рентабельності можна визначити за формулою:

$$P = П / C_{повн}, \quad (4.2)$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$П = P * C_{повн} = 0,3 * C_{повн}, \quad (4.3)$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{повн} + 0,3 * C_{повн} = 1,3 * C_{повн}, \quad (4.4)$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ 20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде слідующею:

$$Ц_{вих} = 1,2 * Ц, \quad (4.5)$$

Розрахунок:

Згідно формули (4.4) ціна спроектованого приладу буде:

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$Ц = 1,3 * C_{повн} = 1,3 * 884,17 = 1449,42 \text{ грн}$$

Із врахуванням ПДВ згідно формули (4.5) вихідна ціна:

$$Ц_{вих} = 1,2 * Ц = 1,2 * 1449,42 = 1739,3 \text{ грн}$$

ЕСІТФ
УЖНУ
2023

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому.

Важкість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), які забезпечують його діяльність. [15].

Напруженість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника.

Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва.

Шкідливий виробничий фактор – небажане явище, що супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо-зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Небезпечний виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

Виробнича травма – пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

Нещасний випадок на виробництві – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Законодавство України в сфері охорони праці

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Стаття 2 Закону України «Про охорону праці» встановлює, що дія його поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

До основних законодавчих актів, що мають безпосереднє відношення до охорони праці слід також віднести:

Основи законодавства України про охорону здоров'я.

Кодекс законів про працю України (КЗпПУ).

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Закон України «Про пожежну безпеку».

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» тощо.

					KPM.ES.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться і в багатьох інших законодавчих актах України. Це стосується таких законодавчих актів, як «Цивільний кодекс», «Кримінальний кодекс», Закон України «Про колективні договори і угоди», технічні Регламенти з безпеки промислового обладнання та продукції, що розроблені згідно існуючих вимог Директив ЄС у цій сфері і мають статус Законів, тощо.

Крім вищезазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють інші національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку, підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. Всі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні.

Служба охорони праці підприємства

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11. 2004 р. №255, зареєстрованому в Міністерстві Юстиції України 01.12. 2004 р. за №1526/10125. Відповідно до цього нормативного документу на підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку [15].

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Вимоги електробезпеки

Вимоги по експлуатації (електробезпеці) повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.002-80; ДСТУ 12.1.019-79.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Влаштування заземлення і його конструкції повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75.

Монтаж електрообладнання повинен виконуватися з відповідністю з “Правилами устро́йства электроустановок”.

Корпуса електродвигунів і рам повинні бути заземленими на загальний контур. Опір між проводом, який заземлюється і рамою не більше 0,1 Ом.

Двері щитів і пультів повинні бути закриті замками і обладнані контактами електроблокування.

Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78, ДСТУ 12.3.016-87. Освітленість зони повинна бути не менше 150 люкс згідно СН 357-77.

Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м³ по ДСТУ 12.1.005-88.

Для безпеки і зручності роботи необхідно:

Силову і освітлювальну проводку заключити в ізоляційні труби. Не завантажувати робочу зону обслуговування навколо автоматів, забезпечити вільний доступ до обладнання зі всіх сторін, дотримуватися чистоти на робочому місці.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, а також при прибиранні автоматів на шафовому щиті необхідно повісити табличку “Не включати! Працюють люди” [15].

Категорично забороняється:

1. Проводити розборку чи ремонт автомата без відключення від електромережі.
2. Ремонтувати двигуни, електроапаратуру чи зачищати запобіжники особам, які не мають відповідного доступу.
3. Працювати з несправними блокуючими вимикачами.
4. Працювати з зламаним огородженням.
5. Чистити і змащувати обладнання під час роботи.
6. Залишати обладнання без нагляду.
7. Поправляти садку на вагонетці під час знаходження на ній візка з захватами.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки і пожежегасіння, в разі виникнення пожежі, при розробці проекту передбачається під'їзди для пожежних машин до будівель і споруд. На території підприємства передбачено розміщення градирні ємністю 200 м³, як засобу зовнішнього пожежегасіння.

Також передбачається влаштування зручного під'їзду до градирні з площадкою для розвороту пожежних машин.

Розрахункова витрата води для зовнішнього пожежегасіння при розрахунковій кількості пожеж - згідно з БНіП 2.04.02-81, приймається 10л/сек. Встановлюються світло вказівники для інформації в засобах пожежегасіння, пожежна і димова сигналізація, згідно з БНіП II-2-80.

У виробничих будівлях забезпечуються вільні проїзди у відповідності до норм ГОСТ 12.1.004-76.

Біля виробничих приміщень обладнуються щити, Які зафарбовуються в червоний колір, з вогнегасником на 100 м² приміщення, а також багор, лопата. Біля щита встановлюється ящик з піском.

Згідно з БНіП 3.03.01-87, дерев'яні елементи, що знаходяться у безпосередній близькості до джерел вогню і тепла, просочуються антипіренами.

При посадці зелених насаджень витримуються відстань до листяних порід дерев від будівлі не менше 5 м, від хвойних порід - не менше меж протипожежних відстаней (БНіП II-60-75).

Двері на шляхах евакуації - відкриваються в сторону виходів, в сходишкових маршах виконані самозакриваючимися з ущільненими притворами.

В запроектованому неопалювальному складі готової продукції - передбачається сухо провідна сітка протипожежного водопроводу, яка заповнюється водою відкриттям засувки з електроприводом від кнопок біля пожежних кранів.

Засувка з електроприводом встановлюється в опалювальному приміщенні - побутових кімнатах підприємства.

В проекті передбачається встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС - 3 в приміщенні проходної. ППС - 3 дозволяє включати в себе лінії

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

пожежної і охоронної сигналізації, які контролюють приміщення, що відповідають категоріям пожежонебезпеки [15].

Проектування даного підрозділу виконано у відповідності із БНіП 2.04.09-84 на основі “Инструкции по проектированию установок пожарной сигнализации” ВПСН-61-78 та інших нормативних документів.

Сітка автомобільних доріг з твердим покриттям, пожежні щити і ящики з піском рівномірно розподіляються по всій території заводу згідно нормативів і забезпечують повну і надійну безпеку даного підприємства.

У відповідності з “Указаниями по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений” СН 355-77 забезпечується захист від прямих ударів блискавки і заносу високих потенціалів. Димові труби захищаються індивідуальними блискавко - приймачами.

Захист від заносу високих потенціалів і статичної електрики здійснюється шляхом приєднання всіх підземних і надземних комунікацій на вводах в будівлю до заземлюючих пристроїв (див.п.6.3.1.).

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачено систему захисного занурення. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для електроустановок високої і низької напруги (СН 305-77).

В якості дійсного заземлювача використовуються трубопроводи і металеві конструкції будівель і споруд(включаючи арматуру фундаментів), що мають надійне з'єднання з землею.

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИСНОВОКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи "Універсальне джерело живлення для системи розумний дім" 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;

Спроектовано друковану плату пристрою та виконано креслення розміщення електронних компонентів на ній. Розміри друкованої плати 100 мм на 120 мм.

Розраховано теплове навантаження плати. Його аналіз показує, що УБЖ може надійно працювати в умовах природної конвекції.

Виконано розрахунки надійності спроектованого приладу та визначено час його безвідмовної роботи. Імовірність безвідмовної роботи на протязі 2000 год $P(2000)=0,98$.

Проведено розрахунки собівартості пристрою яка складає 884,17 грн. Одержані результати досить наближені через наближеність цін на основні витрати.

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

					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

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 B. Kelman. "Project PWM power supply",
11. Браун М. Источники питания. Расчет и конструирование.: Пер. с англ.. - К.: «МК-Пресс», 2005. – 288с., ил.
12. Гершунський Б.С. Справочник по расчету электронных схем. К: Вища школа. – 1983, 240 с.
13. Бутурлакін О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В. Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури. – УжНУ, 2001.-56 ст.
14. Кузьміна Е.А. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічного розділу дипломного проекту: метод. Розробка для студентів інженерних спеціальностей / Е.А. Кузьміна. – Ужгород: УЖДУ, 2000. — 26 с.
15. С.С. Козлов. Методичні вказівки до виконання розділу — “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах для підготовки студентів факультету електроніки за освітньо-кваліфікаційним рівнем — “Спеціаліст” та “Магістр” <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/9.ДП-РЕА.pdf>

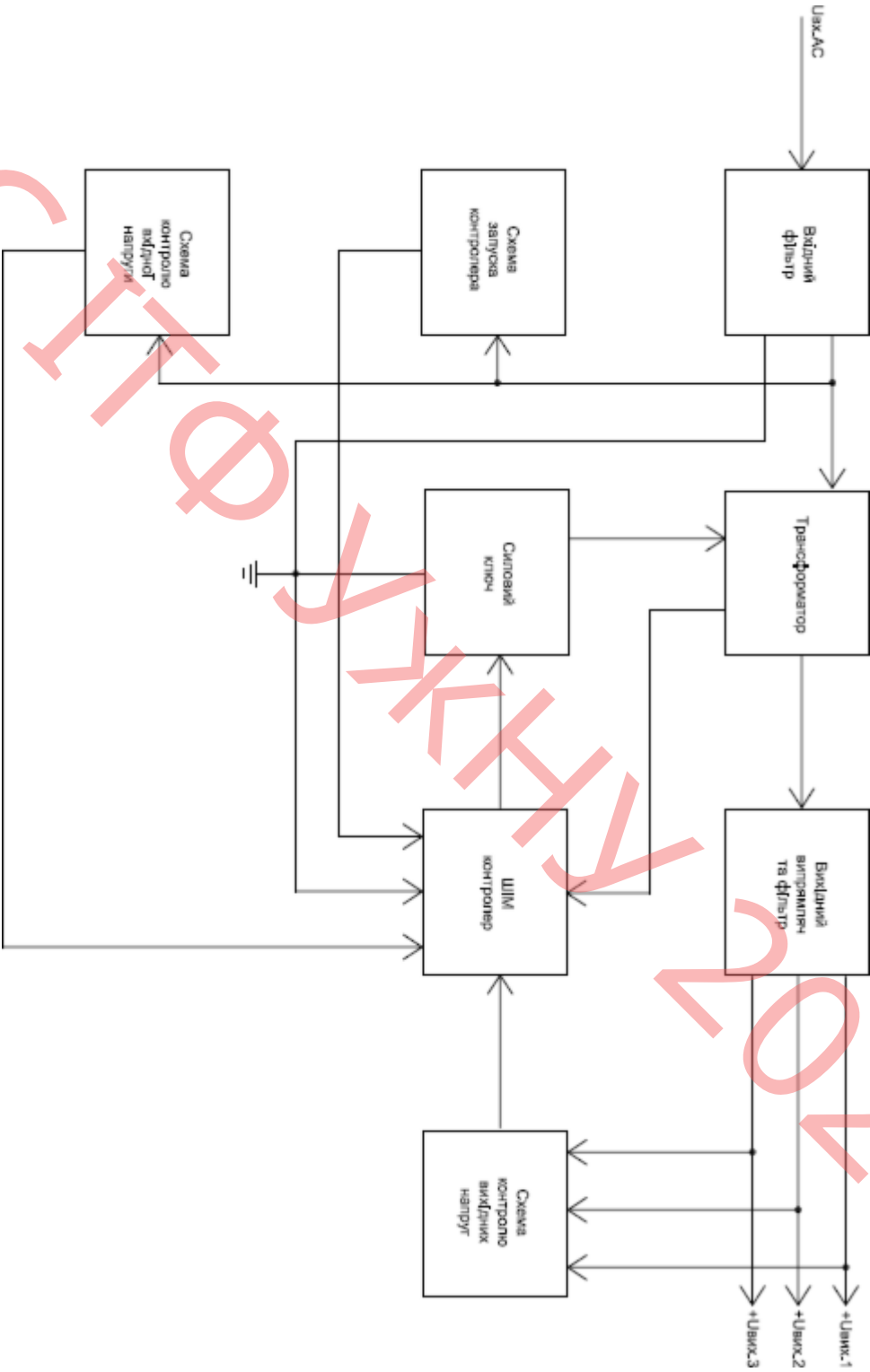
					KPM.EC.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

ЕСІТФ
УЖНУ
2023

					КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Схема електрична структурна
КП.ЕС.180500003.01.000 Е1.



Поз. позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
	Конденсатори		
C1	ECR-450B-22мкФ± 10%	1	Hitano
C2,C6	ECR-25B-10мкФ± 10%	2	Hitano
C3	MTX-50B-4,7нФ± 5%	1	Murata
C4	X7R-50B-470пФ± 10%	1	Hitano
C5	Y5V-1кВ-3,7нФ± 10%	1	Murata
C7	X7R-50B-56нФ± 10%	1	Hitano
C8,C12	ECR-10B-150мкФ± 10%	2	Hitano
C9, C13, C10, C14	ECR-25B-100мкФ± 10%	4	Hitano
C11	X7R-50B-32пФ± 10%	1	Murata
C15, C16	ECR-50B-47мкФ± 10% (паралельне вкл по 2 шт.)	4	Hitano
	Мікросхеми		
DA1	LM311N	1	Unitrode
DA2	UC3845N	1	ST elektronics
	Резистори		
R1,R2	MF-50-68 кОм ± 5%	2	Phycomp
R3	MF-50-5,6 кОм ± 5%	1	Phycomp
R4, R5	MF-100-30 кОм ± 5%	2	Phycomp
R6, R7	MF-300-11 кОм ± 5%	2	Phycomp
R8	MF-25-1 мОм ± 5%	1	Phycomp
R9, R11	MF-25-5,1 кОм ± 5%	2	Phycomp
R10	MF-25-10 кОм ± 5%	1	Phycomp
R12	MF-25-7,6 кОм ± 5%	2	Phycomp

Поз. Позначення		Найменування	Кіл.	Примітки
R13	MF-25-4,7 кОм ± 5%		1	Phycomp
R14	MF-25-47 кОм ± 5%		1	Phycomp
R15	MF-25-22 Ом ± 5%		1	Phycomp
R16	MF-500-15 кОм ± 5%		1	Phycomp
R17	MF-200-0,22 Ом ± 5%		1	Phycomp
R18	MF-25-1 кОм ± 5%		1	Phycomp
R19, R23	MF-25-240 кОм ± 5%		2	Phycomp
R20	MF-25-3,9 кОм ± 5%		1	Phycomp
R21	MF-25-51 кОм ± 5%		1	Phycomp
R22	MF-25-2,7 кОм ± 5%		1	Phycomp
Діоди				
VD1	KBP107G		1	STM
VD2	1N576		1	Philips
VD3 - VD5	1N4148P		3	Philips
VD6, VD7, VD11	MBR340		3	Philips
VD8	MUR420		1	Philips
VD9	TCRT1000		1	Philips
VD10	TL431		1	Philips
Транзистори				
VT1	BC548		1	STM
VT2	IRF740		1	IRF
Трансформатори				
T1	POL-15020		1	Magnetic Inc.
Роз'єми				
X1	KLS1-AS-301 AC		1	KLS
X2-X5	DG55H-A-02P		4	Degson
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
КРМ.ЕС.10540070.01.000 ПЗ				
Арк.				
2				

[illegible]

ормаг	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
		10	C11	X7R-50В-32пФ± 10%	1	Hitano
		11	C15, C16	ECR-50В-47мкФ± 10%	2	Hitano
				<u>Мікросхеми</u>		
		12	DA1	LM311N	1	Unitrode
		13	DA2	UC3845N	1	ST elektronics
				<u>Резистори</u>		
		14	R1, R2	MF-50-68 кОм ± 5%	2	Phycomp
		15	R3	MF-50-5,6 кОм ± 5%	1	Phycomp
		16	R4, R5	MF-100-30 кОм ± 5%	2	Phycomp
		17	R6, R7	MF-300-11 кОм ± 5%	2	Phycomp
		18	R8	MF-25-1 МОм ± 5%	1	Phycomp
		19	R9, R11	MF-25-5,1 кОм ± 5%	2	Phycomp
		20	R10	MF-25-10 кОм ± 5%	1	Phycomp
		21	R12	MF-25- 7,6 кОм ± 5%	2	Phycomp
		22	R13	MF-25-4,7 кОм ± 5%	1	Phycomp
		23	R14	MF-25-47кОм ± 5%	1	Phycomp
		24	R15	MF-25-22 Ом ± 5%	1	Phycomp
		25	R16	MF-500-15 кОм ± 5%	1	Phycomp
		26	R17	MF-200-0,22 Ом ± 5%	1	Phycomp
		27	R18	MF-25-1 кОм ± 5%	1	Phycomp
		28	R19, R23	MF-25-240 кОм ± 5%	2	Phycomp
		29	R20	MF-25-3,9 кОм ± 5%	1	Phycomp
		30	R21	MF-25-51 кОм ± 5%	1	Phycomp
		31	R22	MF-25-2,7 кОм ± 5%	1	Phycomp
		32	T1	<u>Трансформатор</u> POL-15020	1	Magnetic Inc.

					KPM.EC.10540070.01.000	Арк.
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

[illegible]



104512

СЕРТИФІКАТ

підтверджує, що

Віктор Вікторович Севч

Пройшов(ла) курс «Академічна доброчесність в університеті» в

обсязі 03 години 00 хвилин, що становить 0.1 кредитів ЄКТС

Викладач:

Сергій Квіт, директор Центру забезпечення якості освіти Національного університету «Києво-Могилянська академія», доктор філологічних наук, PhD, професор НаУКМА

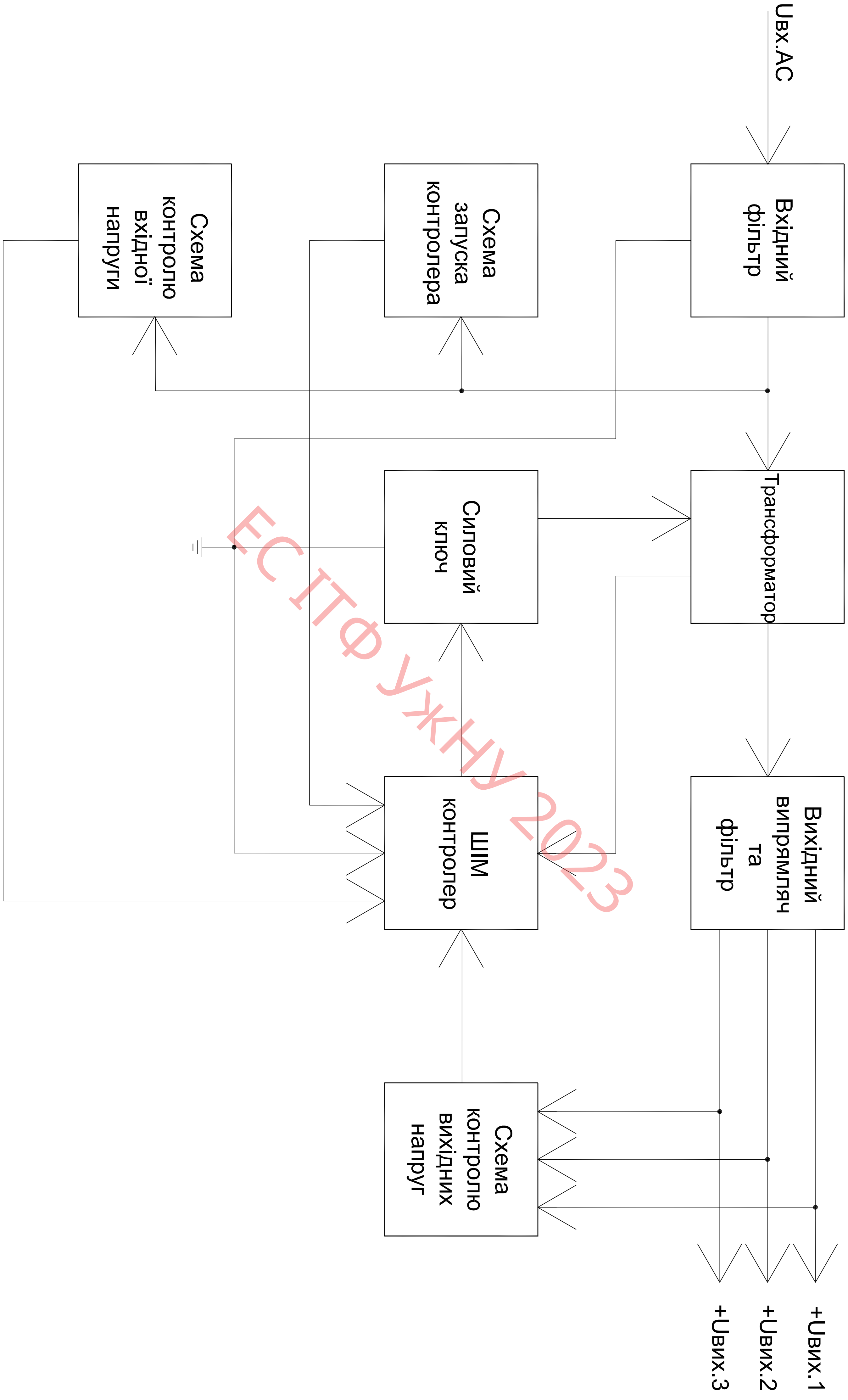


ELIBUKR

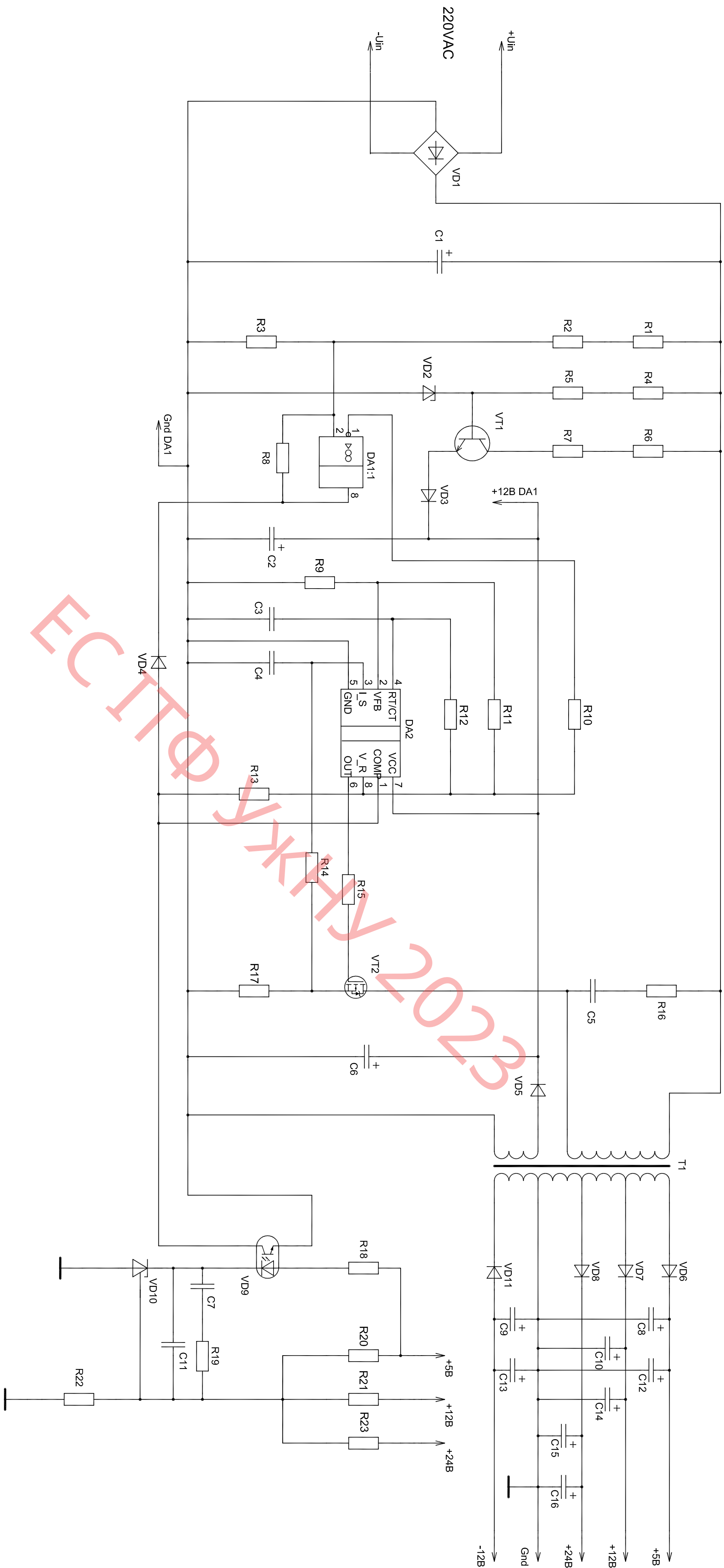


МІЖНАРОДНИЙ
ФОНД
ВІДРОДЖЕННЯ

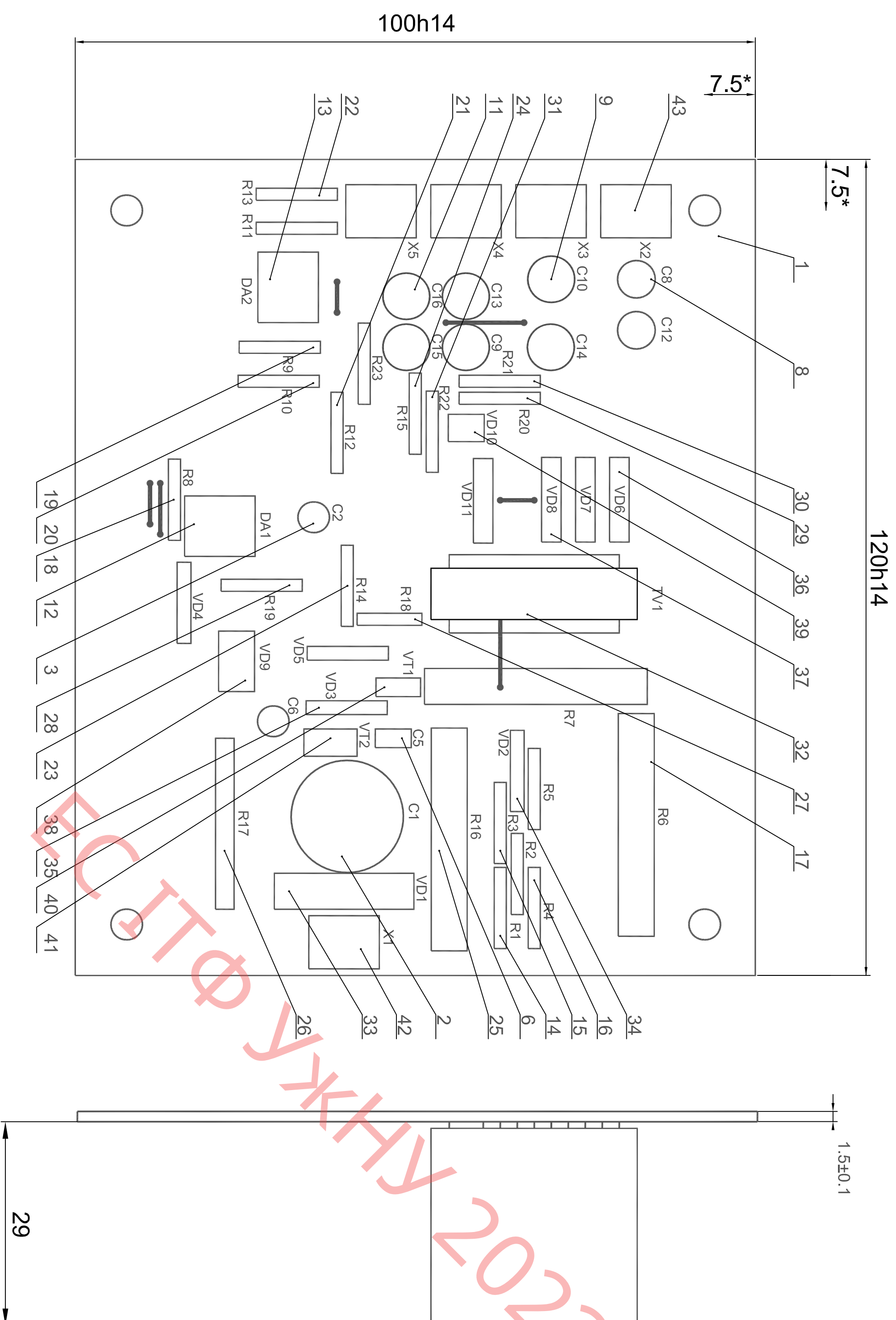
16 Грудня 2023



КРМ.ЕС.10540070.01.000.Е1									
Буд. дач.	Не розумію.	Пити.	Дати.	Універсальне джерело живлення для систем розумних дат					
Виробник	Сенс В.Б.								
Корист.	Юрій І.М.								
Т.Контр.									
Н.Контр.	Спеціальні О.О.			Держав. 1	УЖНУ ІТФ група ЕС 2-го р.к. Матері				
Затверд.	Затв. Т.М.								



KPM.EC.10540070.01.000.E3									
Ввод	Автом.	Не размыкаться.	Питание.	Датум.	Универсальное устройство защиты для систем регуляции для				
Входной	Сист. Б.Б.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	1:1				
Т.Контр.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	1:1				
И.Контр.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	Юпитер. Д.М.	1:1				
Земля	Земля	Земля	Земля	Земля	Земля				



1. Електромонтаж виконувати згідно КРМ.ЕС.10540070.01.000.ЕЗ.
 2. П'яти припоєм ПОС-61 ГОСТ 1499-70.
 3. *Розміри для довідок.
 4. Друковані провідники умовно не показані.
Плату після зборки покрити емаллю ЕП 572, білий ТУ6-10-1539-76.
 5. Позначення елементів маркувати краскою ЧМ, чорний, БМ, білий, ТУ 029-02 029 -02-859-78. Шрифт 2.5 згідно НО. 010.007.
- Місця розміщення маркування показані умовно.

KPM.EC.10540070.01.000.CK									
Удостоверение в приеме задания для исполнения				Итого	Место	Наименов.			
Билл. Акт.	№ документа.	Титул.	Дата.						
Воспользов.	Стор. в.б.			✓					
Копиями	Копии ЛА.					2-1			
Т.Комп.									
				Архив 1	Архив 1				
Акконт.	Счетная О.О.			УНДП / ПФ					
Зачисл. Т.А.				ипс 2, манпр.					
Зачисл. ЕС				группа ЕС					

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Завідувач кафедри Михайлюк

Студента (-ки) 2 курсу
спеціальності Електронні системи
СВВ
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, СВВ Віктор Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) ІТФ ЕС 2 курсу магістратури
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю; моя письмова робота на тему: Змістовний блок
живлення для системи розподілу для

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.

16.12.2023
Дата

СВВ
Підпис

Додаток 2.

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

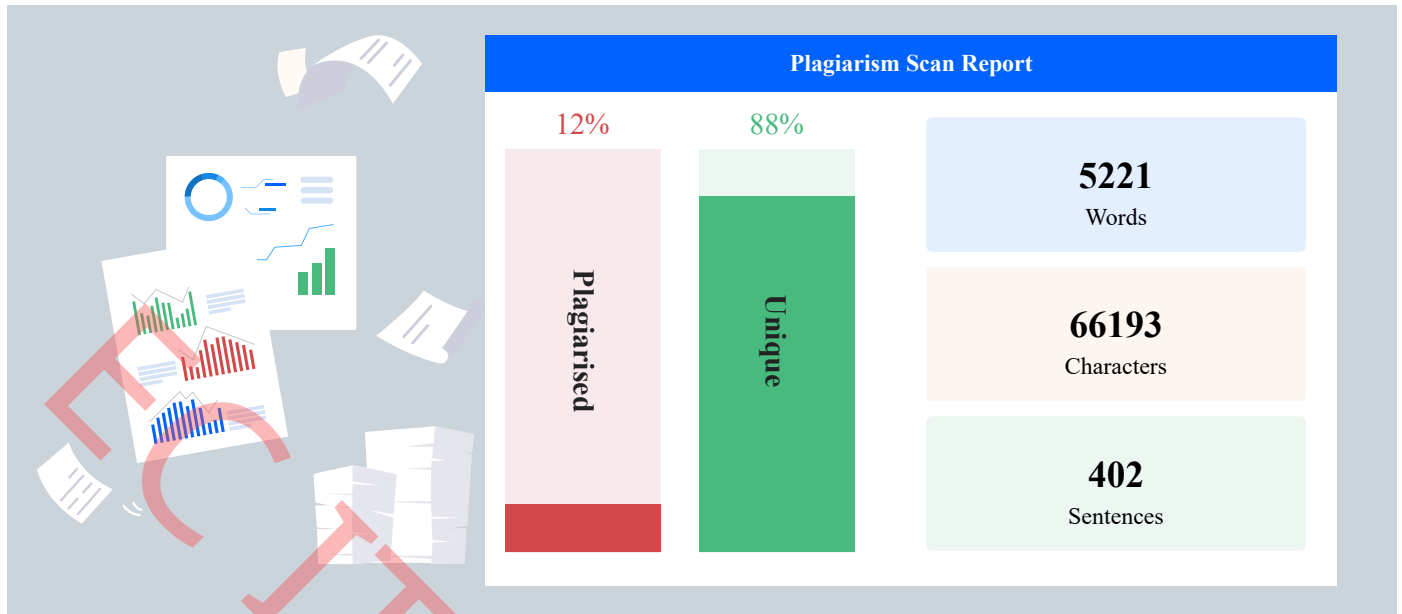
Автор роботи	Сев Віктор Вікторович
Назва роботи	Універсальний механізм для системи розподілу даних
Спеціальність	Електронні системи - 171
Курс	3
Факультет	ІТФ
Кафедра	ЕС
Керівник роботи	Горієв Ігор Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	
Ідентифікаційний номер роботи	
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНУЗ УжНУ	88
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	88

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

16.12.2023
Дата

Горієв І. М.
(прізвище, ініціали)

Підпис



Given Content

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Блок живлення з автовимкненням, який вимкнеться сам, коли на виході немає навантажень. Вихідна напруга може варіюватися від 3,7 В до 8,7 В. Хоча в цій схемі використовується стабілізатор напруги LM7805, але вона вихідна напруга регулюється за допомогою потенціометра, встановленого між загальною клемою мікросхеми регулятора і землею. 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 використовуються стабілізатор напруги LM7805, але її вихідна напруга регулюється завдяки потенціометру, встановленому між загальною клемою мікросхеми регулятора і землею. 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) достатній для проведення транзисторів T2 і T1. В результаті реле отримує напругу і залишається в цій 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 дуже розряджиться через базу транзистора T1. Через деякий час (який в основному значенням C2) реле RL1 знеструмується, що вимикає мережевий вхід на первинну обмотку трансформатора X1. Щоб відновити живлення, слід натиснути перемикач S1. Чим вище значення конденсатора C2, тим більше буде підтримуватися 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 наведена на рис.1.2. Максимальний вихідний струм становить приблизно 1 ампер до 1,5 ампер, ділитися в технічні таблиці. У схемі використовується мікросхемний стабілізатор LM7815 для позитивної напруги і LM7915 для негативної напруги. Щоб отримати різну вихідну напругу, просто замініть регулятор IC LM78xx і LM79xx, код xx є значенням вихідної напруги постійного струму.

Універсальний вхід

Універсальний вхід означає, що вхідний розділ джерела живлення

Знаходиться в межах 85 ~ 264 В змінному струмі і може працювати на частотах 50 і 60 Гц. Ці блоки живлення можна використовувати в будь-якій точці світу, не находячи перемикач вхідної потужності [3]. Ці блоки живлення призначені для розміщення широкого спектру джерела змінного струму, забезпечуючи однакову вихідну потужність. Типові джерела живлення можуть використовувати вхідну напругу від 85 до 264 вольт. Це дозволяє користувачам легко використовувати обладнання з мережі змінного струму, незалежно від того, в межах 100 або 200

вольт. Конструкція універсального вхідного джерела включає схеми з компонентами, які можуть виробляти широку частину коливань напруги.

Це дозволяє блоку живлення працювати з більш широкою частиною входу напруги, отже, має можливість охопити весь спектр напруги живлення змінного струму в світі. Крім того, джерела живлення також можуть працювати на частоті 50 або 60 Гц. Деякі старші моделі розроблені для роботи від 230 або 110 вольт. Вони мали ручний перемикач або перемичку для перемикання з одного режиму на інший. Підключення джерела живлення 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 позбавляє виробника від необхідності проектувати та виробляти 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 з різноманітних джерел живлення, в т.ч 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.

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, забезпечується струм навантаження до 1 А і мають вбудовану схему захисту, яка просто вимикає мікросхему у разі перегріву або сильного струму. 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, таких як ± 11 В, $+9$ В і -3 В. Можна використовувати 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 від практично будь-якого рівня до максимальної напруги встановлених регуляторів напруги. І немає необхідності використовувати симетричні регулятори. переважно до застосування, основна відмінність між 78xx і 79xx і LM317 і LM337 відбувається 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. Цю схему можна будувати з 78xx і 79xx або з LM317 і LM337, тому перед використанням необхідно розраховувати значення

відповідних компонентів На рис. 1.5 показана схема універсального зведеного регулятора з LM317 і LM337. Ідея виникає в тому, щоб мати регульовану вихідну напругу від попередньої визначеної опорної напруги. Позитивну вихідну напругу V3 на CON3 (у точках 1 і 2) регулюють за допомогою потенціометр VR1. Від'ємна вихідна напруга V4 на CON3 (у точках 2 і 3) регулюється за допомогою потенціометра VR2. Регулятори IC1 і IC2 слід встановлювати на відповідних радіаторах, які мають термічний опір, бажано, нижче десяти градусів за Цельсієм на ват Якщо використовується LM317 як IC1, можна вибрати $R5 = 240 \text{ Ом}$, $VR1 = 1,5 \text{ кОм}$ і опорний діод ZD1 для 1,2 В. Отримуємо регулювання вихідної напруги V3 (у точці 1 CON3) від землі до приблизно 8 У разі використання 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:

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

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

Тут $V(78xx)$ і $V(79xx)$ – вихідні напруги фіксованого стабілізатора (xx призначає 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 додатково створювати різні комбінації з випрямлячою та регуляторною секцією.

Потрійне джерело живлення

Недорогі мініатюрні трансформатори залишаються одним або дві вторинні напруги, яких достатньо для створення набору позитивних і негативних напруг живлення, які недостатні для схеми операційного підсилювача. Але, якщо потрібна додаткова напруга, яка вища за будь-яку з напруг живлення (наприклад, напруга налаштування для прийому?). Схема на рис 1.7. показує просто рішення цієї проблеми, і її, безсумнівно, можна розширити, щоб задовольнити інші потреби. Використовуючи трансформатор 2*15 В. він генерує позитивну напругу живлення 24 В і 12 В і негативну напругу живлення 12 В. Маленька швидкість для створення виходу +24-В існує у використанні IC1 для створення віртуального заземлення. Це засновано на добре відомій схемі з подільником напруги, утвореним двома рівними резисторами, які ділять напругу U_b на випрямлячі приблизно від 40 В до 20 В. Цей потенціал $U_b/2$ буферизується операційним підсилювачем, який дозволяє цій віртуальній землі керувати навантаженням. У даній схемі використовується той же принцип, але замість того, щоб розділити на коефіцієнт 2, напруга на випрямлячі (приблизно 40 В) ділиться нерівно на $R1$ і $R2$. Результативний потенціал, який буферизується операційним підсилювачем і наступним вихідним каскадом транзистора, лежить приблизно на 15 В вище нижнього потенціалу, і таким чином, приблизно на 25 В нижньому верхньому потенціалу. Схема потрібного джерела живлення. Три напруги стабілізуються за допомогою стандартних стабілізаторів напруги 100 мА, як показано на схемі. Напруга живлення для операційного підсилювача також асиметрична. Завдяки низькому споживанню струму цим можна керувати за допомогою двох стабілітронів. Слідкуйте мати на увазі, що вторинна напруга, створювана ненавантаженим мініатюрним трансформатором, значно перевищує його номінальну вторинну напругу.

Універсальний модуль живлення 3В-30В [7]

Ця універсальна схема живлення забезпечує зміну напруги в розділі 3-30 В. Блок живлення забезпечує максимальний струм 1,5 А і за допомогою кілька модифікацій та доповнень до модулів може забезпечити більший струм. Схема універсального модуля живлення 3 В-30 В наведена на рис 1.8. Регульований регулятор LM317 (U1) забезпечує захист від короткого замкнення та автоматичне обмеження струму на 1,5 А. Вхідна напруга на

стабілізатор подається від DB1, повнохвильового мостового випрямляча 4 А 100 ПІВ. Конденсатор C1 забезпечує початкову фільтрацію. U1 забезпечує додаткову електронну фільтрацію, включену в функцію регулювання. Вихідний рівень регулятора встановлюється трим-поточником R1. Для запобігання високочастотних коливань байпасний конденсатор додається на вхід і вихід U1. Вихідний струм трансформатора повинен бути не менше, ніж у 1,8 рази більше номінального безперервного джерела живлення. Це означає, що джерело живлення 1,5 А має використання трансформатора 2,7 А. Для легких або переривчастих навантажень має бути достатньо меншого трансформатора на 2 А. Підключення 2-го регульованого регулятора LM317, U2, паралельно з U1, може бути швидким і чистим методом для збільшення порога обмеження струму універсального джерела живлення до 3 А без необхідності жертвувати захистом від короткого замикання. Коли потрібно більше 3 А, модуль регулятора можна використовувати для керування базою одного або кількох прохідних транзисторів (рис. 1.8. Б).

Універсальна схема живлення [8]

Цей універсальний блок живлення містить, крім мостового випрямляча, стабілізатор напруги (78xx) і силовий транзистор pnp. Ця комбінація дозволяє отримати струм навантаження до 5 А. Як відомо, стабілізатор напруги в корпусі TO-220 можна видавати до 1 А. Додатковий силовий транзистор інший струм навантаження близько 200 мА. Схема універсального джерела живлення приведена на рис 1.9. Напруга трансформатора має бути більше 4 В, ніж стабілізована напруга постійного струму. C1 розрахований на 1A/1000uF, тому при 5A C1 повинен мати 4700uF. І транзистор, і стабілізатор напруги повинні бути встановлені на радіаторі.

Універсальна схема живлення з можливістю цифрового керування

Універсальний цифровий блок живлення забезпечує змінний вихід без колювання і регульований вихід. Схема універсального цифрового джерела живлення приведена на рис 1.10. 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 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 C1 - C4, призначених для обходу небажаних стрибків і забезпечення плавної та безфункціональної живлення. Для додаткового фільтра та для усунення пульсацій використовують конденсатори C5 і C13. Тут використовується як позитивне, так і негативне джерело живлення, і виходить без коливань. Таймер IC NESS (IC1) підключений як нестабільний мультивібратор і генерує тактовий імпульс, коли натискається перемикач SW2, перемикач SW2 також використовується як перемикач напруги. Вихід IC1 з висновком 3 подається на тактовий контакт 14 IC2 через мережу RC, побудовану резистором R3 і конденсатором C8. IC2 - це лічильник лічильників десятиліт і використовує всі вихідні перемикачі SW3 підключається до контакту скидання 15 і натискається для скидання IC2 Вихід IC2 підключений до бази транзистора T1 - T10 через резистор R6 - R11 відповідно попередньо встановлених VR1 - VR9 підключений до колектора транзистора T2 - T10 відповідно до регулювання напруги світлодіода 3 до світлодіода 11 використання для індикації 1,5 В, 3 В, 4,5 В, 5 В, 6 В, 7,5 В, 9 В, 10,5 В, 12 В постійному струмі 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 контакті 4 IC4 розраховується за формулою $V_{out} = 1,25 (1 + VR_{set}/R16)$. Де VRset попередньо встановлено від VR1 до VR9.

Налаштуйте попередні налаштування від VR1 до VR9, щоб отримати бажаний вихід. Колектор транзистора T5 випадково підключений до клеми ADJ (контакт 1) IC4, тому вихідна напруга IC4 буде напруженою на фіксованому резистор R16, що дорівнює 1,25 В. Використовуючи належний спосіб відкалібрований цифровий мультиметр, ви легко налаштуєте попередні налаштування, щоб отримати від 1,5 В до 12 В. Якщо IC2 скидається за допомогою перемикача SW3, вихідна напруга на виводі 4 IC4 становить 1,2 В, і всі світлодіоди індикації напруги вимкнені. Світлитися світлодіод 1 використання для підключення до мережі. Використовуйте відповідний радіатор для IC регулятора напруги (IC3 і IC4). Відповідно конфігурація контакти ці ICS відрізняються, тому ніколи не фіксуйте один радіатор для обох мікросхем.

Блоки живлення з універсальним вхідним місцем складніші і дороги 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 виникає в тому, що деякі регіони мають особливі вимоги, такі як корекція коефіцієнта потужності, а інші — ні, отже, додавати PFC до джерела, яке буде використовуватися в регіони, які не потребують цієї функції, стають дорогими.

2.1 Розробка структурної схеми

Як основні невід'ємні складові пристрої, блоки 1 і 3 є незмінними. Але переглянувши аналоги приходимо до висновку, що блок 2 має різноманітність будівництво, тому при побудові структурної схеми беремо це до уваги. Тоді наша структурна схема буде мати більш складну побудову. Структурна схема пристрій наведено на рис.2.2.

2.2 Синтез принципової схеми

Принципова схема універсального блоку живлення наведена на рис.

2.3. За основу для даної розробки, на основі оброблених аналогів було взято топологію одноканального зворотного перетворювача. Вибір даної топології обумовлений заданою вихідною потужністю, та частиною вхідної напруги, що вимагає застосування гальванічної розв'язки між первинними та вторинними ділянками кола. Конструкція універсального блоку живлення базується на основі розширеної мікросхеми – контролера ШІМ UC3845B. фірми Unitrod. Функціональна схема ШІМ контролера наведена на (рис. 2.4). Принцип роботи є наступним: на вході перетворювач дається постійно, не стабілізована напруга (127...340)В. Початковий запуск роботи IMS DA2 встановлений через параметричний (12В) стабілізатор, який зібраний на елементах (VD2, R4, R5, R6, R7, VT1, VD3). Далі при нормальному режимі роботи DA2 живиться від додаткової обмотки W3 трансформатора T1. Напруга знята з W3 випрямляється діодом VD2 та згладжується ємним фільтром на конденсаторах C2, C6. Величина напруги живлення IMS складається 12 В. Після подачі живлення на 8 виводах DA2 встановлюється опорна напруга 5В. На вхід тактового генератора, через інтегруючу ланку R12, C3 подається сигнал 5В. На 6 виводі DA2 встановлено високий потенціал (12 В), який через обмежуючий по струму резистор R15 проходить на затвор польового транзистора VT2. Транзистор VT2 відкривається, якщо потенціал між затвором і витоком складає більше 4 В. При включенні VT2 через обмотку W1, транзистор VT1, резистор R17 (датчик струму) починає протічати струм. Резистор R17 виявляється вимірювальним резистором. З його виводу знімаємо сигнал про величину струму, що протікає через транзистор і первинну обмотку трансформатора T1. Цей сигнал подається через R14 та інтегруючий конденсатор C4 на вивід 3 DA2. Даний вхід являється прямим входом внутрішнього компаратора по струму. На вхід 1 DA2 подається сигнал зворотного зв'язку по напрузі, а також з компаратора на операційному підсилювачі (DA1), який блокує роботу перетворювача кожного разу напруга в мережі стає нижче (90В). Цей сигнал подається на інвертуючий вхід від компаратора струму. При досягненні порогового рівня на вході

компаратора виробляється сигнал, який блокує роботу контролера. Струм через первинну обмотку Т1 наростає лінійно, але при включенні і виключенні транзистора створює викиди струму. Ці викиди можуть привести до самовільного включення і виключення ІМС, а також до високовольтного пробою транзистора. Для запобігання цьому явищу поставити RC фільтр. (R16,C5) Рис. 2.5. Компаратор струму постійно слідкує за напругою на резисторі (датчику струму) і порівнює її з опорною напругою (1 В) на іншу вході компаратора. Після включення транзистора починається етап передачі накопиченої енергії в трансформаторі в навантаженні Схема перехрестної стабілізації вихідних напруг на основі керуючого стабілітрона VD10-TL431. Резистор R20-R23, R22 електричний резисторний дільник, величиною опор якого, в загальному, виставляється вихідне значення 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 У випадках він працює на нашій частоті 50 кГц, так як це оптимально частота для всієї роботи УБЖ. [10].

2.3 Розрахунки

Базова схема для даного універсального блоку живлення є однотактною зворотно ходовий перетворювач напруги. Вибір схемотехнічного рішення обумовлений вихідною потужністю, та великою вхідною напругою. Перетворювач має вихідну потужність $P_{вих.}=65Вт$, та стабілізованих напруга: +5В, +/-12В, +24В. Скористасмося методикою розрахунку представленою в [11]. Даний УБЖ може використовуватися для живлення електронних пристроїв, які можуть підключатися до мережі змінного струму від (85 – 240) В. 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 пульсації на виході: +5В, ±12В – 100 мВ (максимум); +24В – 250мВ подвійної амплітуди; Вихідна стабілізація: +5 В, ±12 В – ±5% (максимум); +24 В – ±10% (максимум); Захист системи та додаткові властивості: Блокування роботи на низькому рівні вхідної напруги – 85 В ±5%; Загальна вихідна потужність

$P_{тАВ} + P_{тВР} + P_{т150} = P_{т} + P_{т} = \text{Загальна вхідна потужність}$

ВтВт

ККД

$P_{Pin} 25,818,0$

650 === Вхідна постійна напруга: При живленні від лінії

110В змінного струму $BBV_{Lin} 12741,190$ (= - нижня межа $BBV_{Hin} 18441,1130$) (= =

- верхня межа. При живленні від лінії 220В змінного струму

$BBV_{Lin} 26241,1185$) (= - нижня межа $BBV_{Hin} 34041,1240$) (= - верхня межа

Середні вхідні струми: Максимальне середнє значення:

АВ

Вт

В

ПІ

в

в

в 64,0127

25,81

(хв)

=== Мінімальне середнє значення:

АВ

Вт

В

ПІ

в

в

в 24,0340

25,81

(хв)

=== Оцінімо піковий струм для даної схемотехніки

перетворювача: АВ

вт

В

ПІ

в

поза

пк 8,2127

655,55,5

(хв)

= = = 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). Польові МОН транзистори: $P_{TDP} = 7,535,025,16 =$

Випрямлячі: $P_{D} = 75,06,025,16 \cdot 65/5()5(= =+$

$P_{D} = 8,16,025,16 \cdot 65/12()12(= = P_{D} = 6,36,025,16 \cdot 65/24()24(= =+$

Топологією даного проекту є ізольований зворотньоходовий перетворювач з декількома виходами, які повинні задовольняти вимогам безпеки. Ці вимоги

впливають на конструкцію корпусу, трансформатора та контуру зворотного

зв'язку по напрузі. В якості схеми управління використовується мікросхема

контролер UC3845, який працює в струмовому режимі на частоті 50кГц.

Розраховуємо параметри вхідного випрямляча VD1. В якості випрямляча

використовуємо монолітний діодний міст. При виборі керуємося наступними

параметрами: АВАС

вт

U

ПІ

в

в

в 33,0240

25,81

(макс.)

=== $U_{out(max)} = 340V$; Вибираємо діодний

міст - (KBP107G); $U_{pr} = 1000V$, $I_{pr} = 1A$. Знайдемо параметри вхідного

конденсатора C1 $BBBVVV DCPKDCRipple 213127340minmin =$, 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 пульсації у вхідному колі 100Гц

(після двох півперіодного випрямляча), та коефіцієнтом заповнення 90%:

мсВ

В

мсV

В

мсT PKDC

DC

D 5,13)90

)340

$127 \arcsin($

$1(5)90$

$) \arcsin($

$1(5 \text{ хв}$

хв

$=+ =+ =;$

Розраховуємо потужність, яка відбирається з конденсатора за час розряду:

$P_{Tm} = P_{T} \cdot K_{КД}$

PW D

поза

в 1,15,138,0

65 = == ;)(2

1

хв

2

хв

2

1 DCPKDCin VVCW == ;Знайдемо

мінімальне значення ємності C1

мкФ

ВВ

вт

ВВ

туалет

DCPKDC

в

в 22

)127()340(

1,122

222

хв

2

хв

хв =

—

=

—

= ;

Вибираємо наступну номінальну ємність C1=22мкФ, відповідно тип електролітичного низькочастотного конденсатора:(ЕСР 22мкФ×450В).

Проектування зворотного трансформатора.Виберемо тип осередку трансформатора. В даному продукті в якості типу осердя вибираємо Ш-Ш. Для того, щоб упевнитися в тому, що здатність трансформатора підтримувати максимальну неперервну вихідну потужність може задовольнити вимогам по максимальній потужності навантаження обчислимо: $outswPKpcorein PfILP = 2$

)((5.0 ВткГцАмкГнР corein 6,8850)8,2(4525.0 2

)(= =

Наш вибір в межах точності виготовлення, забезпечує вище наведений нерівності.Виберемо осередку для даного рівня потужності. Підходячим розміром буде квадрат зі стороною 28 мм, матеріал «F» (тип – 3С8).

Номера для елементів осердя:осердя– F-3818-ЕС,каркас трансформатора РС-В3515-ТІ. Мінімальна індуктивність первинної обмотки:

мкГнкГц

В

я

ВЛ

шт

в

при 452508,2

5,0127max(min) =

= = де max - максимальний робочий цикл при

високий вхідний напруження та малому навантаженні.Для запобігання входженню осердя трансформатора в насичення необхідно ввести повітряний проміжок між осердями. Оцінімо величину повітряного проміжку (між половинками осердя): см

ГссмВА
 ILI
 C
 ркрі 044,0
)2000(904,0
 108,2000451,014,34,010)4,0(
 22
 8
 макс
 2
 8

= де AC- ефективна
 площа перерізу осердя; B_{max} – максимальна робоча магнітна індукція осердя.
 Найближчий стандартний повітряний проміжок для даного типу осердя 1,5мм
 при $AL=100$ мГн на 1000 витків. Кінцевий варіант для осердя втратимо
 наступний номер: з проміжком F-3818-EC-02, без проміжки F-3818-EC-00.

Максимальна кількість Вітків для первинної обмотки:

.2,67100
 45,010001000 витмГн
 мГн

A
 LN
 Л
 при
 ргі = = = (округлимо до 67 віт.) Кількість

Вітків необхідна для вторинної обмотки +5В становить:

.9,25,0127
)5,01)(5,05.(67)1()
 макс.(мін.)

max0
 сек вітВ
 ВВвит
 В

ВВНН
 в

Dpri =
 —+=

— + = (округлимо до 3

віт.). Визначимо кількість вітків для інших обмоток: Кількість вітків
 необхідна для вторинної обмотки виходу ± 12 В становить:

.03,75,05
 3)9 012()(
 75

5712
 12 вітВВ

ВВ
 ВВ
 НВВН

ДВ
 ВДВ

В =+
 += +
 +=
 +
 ++

(округлимо до 7 віт.)

Кількість вітків необхідна для вторинної обмотки виходу +24В становить:

.6,135,05

3)9 024()((

65

5624

24 витВ

ВВ

ВВ

НВВН

ДВ

ВДВ

В =+

+

+

+=

+

++

+(округлимо до 14 вит.)

Провіримо відхилення відповідних вихідних напруг: $\pm 12\text{В} - 11,94\text{В}$

задовольняє; $+24\text{В} - 24,76$ задовольняє. Конструкція трансформатора.

З даних на осередку F-3818-EC: $BW_{\max}=23\text{мм}$ – максимальне значення ширини

обмотки з осердям; $M=3\text{мм}$ мінімальне рекомендоване значення ширини

обмотки з осердям. Визначимо ефективне значення ширини обмотки з

осердям: $m_{\text{BWBWe}} 1732232_{\max} = - = -$,

Вибираємо коефіцієнти заповнення вікна трансформатора обмотками :

Первинна – 0,5 Вторинна – 0,45 Допоміжна – 0,05

Коефіцієнт заповнення міді з таблиці даних осередку : $f_{\text{Cu}}=0,2 \dots 0,4$. Виберемо

$f_{\text{Cu}}=0,3$: Розраховуємо площу перерізу провідника первинної обмотки T1:

2

2

24 023,67

173,01105,05,0 ммммвит

мммм

BWN

BWfAA

П

eCuN

p =

=

= ; Вирахуємо діаметр

проводу для первинної обмотки $dP=0,55\text{мм}$. Аналогічно розраховуємо площу

перерізу вторинних обмоток T1: 2

5 06,445,0 ммBWN

BWfAA

C

eCuN

B =

=+ . Приймаємо

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

2

12/ 56,145,0 ммBWN

BWfAA

C

eCuN

B =

=+ . Приймаємо діаметр провідника (обмотка

+/-12В) $dS=1,4\text{мм}=4 \times 0,35\text{ мм}$. 2

24 78,045,0 ммBWN

BWfAA

C

eCuN

B =

=+ .Приймаємо

діаметр провідника (обмотка +24В) $dS=1\text{мм}=4\times 0,25\text{ мм}$. Розраховуємо площу перерізу провідника додаткової обмотки: 2003,005,0 мм²ВН

BWfAA

ДОП

eCuN

AUX =

=

Приймаємо діаметр провідника $dAUX=0,06\text{мм}$. Проектування секції вихідного фільтра. Вихідний випрямляч. Вихід +5В: (макс.)

сек

в

при

outR VN

HBV +

BVBVR 3,20)340(067/3(5 + АП AVFFWD 1= - , вибираємо випрямляч на діодах Шотки MBR340; ±12В – використовуємо той же підхід, вибираємо діоди MBR340; +24В – вибираємо MUR420; Визначимо максимальну ємність конденсатора вихідного фільтра: Вихід +5В

мкФмВ

мксА

В

ТПЦ

хвилі

вимкнено

з 270100

185,1(макс.)(макс.)

(min) = == ;(використаємо 2х(ECR

150мкФх10В))Аналогічно розраховуються: Вихід ±12В - Cout=180мкФ;

(використаємо 2х(ECR 100мкФх25В))Вихід +24В - Cout=180мкФ;

(використаємо 4х(ECR 47мкФх35В))Проектування секції контролера -

драйвераВибір потужних напівпровідників.Розраховуємо параметри польового

МОН – транзистора: VDSS:)(

сек

(макс.) доут

при

inflbkDSS BBH

HBVB ++=

BVBVBДСС 462)5,05(3

67340 ++ Оцінимо ID – порядку Ipk, додатково

ID=3А.Вибираємо транзистор IRF740А (ТО220).Вибір мікросхеми

контролера.Важливим фактором для даного переміщення, який впливає на

вибір мікросхеми – контролера імпульсного перетворювача, явища

наявність у приміщеннях драйвера на МОН транзисторах (двохтактний

драйвер), однотактний вихід, при цьому забезпечується 50% робочого циклу

необхідне керування в струмовому режимі. Найбільш популярна промисловість

мікросхема, що відповідає 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 схеми управління. Для

слід використовувати оптрон TCRT1000. Для мінімізації ефекту дрейфа

оптрона бажано мати на вторинній стороні підсилювач відхилення. Для цього

підходить ширококований підсилювач LM311N. Для зменшення

вплив перекрещеної стабілізації виходів використання контролю виходів.

Контрольне читування струму з кожного виходу додаткової напруги значно

покращує поведінку кожного виходу при зміні навантаження кожного з

виходів. Проектування цієї секції починається з мікросхеми керування. У

мікросхеми UC3845 реалізуємо обхід (шунтування) підсилювача відхилення. Це означає, що оптрон повинен керувати 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 необхідно додати струм управління. Якщо ми приймемо величину 1мА/В, то опір R18 буде:

кОммА

ВР 15

518 == ; Розсіювана потужність ВтмАВВІUP 016,05)8,15(= -- =

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

Приймаємо струм опитування рівними приблизно 1 мА, тоді опір резистора

R22: кОммА

ВР 5,21

5222 == ; (приймаємо 2,7кОм). Розсіювана потужність

мВткОмВРUP 9,07,2/5,22 == На основі розрахованих параметрів виберемо

тип - MF-25-2,7 кОм ± 5%Тепер фактичний зчитуючий струм становить:

мАкОм

ВІ sens 926,07,2

5,2 == ;Назначимо степінь зчитування для кожного виходу

додаткової напруги в залежності від вимог на прилад. На виході +5В повинні

забезпечення стабільності 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 коливання напруги.

Вихід +24В потребує стабілізації в межах ±2В. таким чином визначаємо

наявність зчитуючих струмів: +5В – 70%; ±12В – 20%; +24В – 10%.

Визначимо опір резисторів зчитування вихідної напруги:

ОммА

ВВР Б 3856)926,0(7,0

5,2520)5(=

--+ ; (прийmemo 3,9 кОм); Розсіювана потужність

мВткОмВВРУП 6,09,3/5,252 == = Тип: MF-25-3,9 кОм ± 5%

ОммА

ВВР Б 51295)926,0(2,0

5,21221)12(=

--+ ; (прийmemo 51 кОм); Розсіювана потужність

мВткОмВВРУП 1,051/5,2122 == = Тип: MF-25-5,1 кОм ± 5%

кОммА

ВВР Б 232)926,0(1,0

5,22423)24(=

--+ ; (прийmemo 240 кОм); Розсіювана потужність

мВткОмВВРУП 01,0240/5,2242 == = Тип: MF-25-240 кОм ± 5%

Компенсаційні елементи розглянемо нижче.Розрахунок демпферної ланки:

C5, R16. Знайдемо напругу на демпферній ланці

ВВВВВВВ RDCDSSBRSnub 160100340600max)(==--== ,де V(BR)DSS – максимум

допустима напруга втік-вітік транзистора.Для розрахунку демпферної ланки

необхідно знати індуктивність розсіювання (LLK) первинної обмотки, яка

залежить від конструкції трансформатора. Тому приймаємо значення

індуктивності розсіювання на рівні 5% від первинної обмотки.

мкГнмкГнLL ПЛК 6,2205,045205,0 = = .Знайдемо ємність конденсатора C5

демпферної ланки:

нФВВВ

мкГнА

ВВВ

ЛІС

SnubSnubR

ЛКЛПК

Сниб 5,3180)180100(

6,22)8,2(

)(

22

= +

= +

= .

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

Знайдемо опір резистора демпферної ланки R16:

кОм

кГцАмкГн

ВВВ

нЛ

ВВВР

ЛПКЛК

RRSnub

Зневага 4,15

50)8,2(6,225,0

)100()100180(

5,0

)(

2

22

2

22

=

—+=

—+= . Приймаємо

$R16=15\text{кОм}$. Оцінімо розсіювану потужність

$\text{ВткОмВВРУП } 515/100180(22=+=$ також вибираємо тип резистора: MF-

500-15 кОм $\pm 5\%$ Резистор зчитування струму R17.Опір резистора зчитування

струму, який протікає через польовий МОН – транзистор та первинну обмотку

трансформатора, буде рівний: Ома

В

я

VR

шт

sc 249,08,2

7,017 (max) === ;Використаємо для

цих цілей резистор зі стандартного ряду (0,22Ом).Оцінімо розсіювання

потужність $\text{ВтОмВВРУП } 222,0/7,0(22 = =$ Слідом вибираємо тип

резистора R17: MF-200-0,22 Ом $\pm 5\%$ Проектування контуру компенсації

зворотного зв'язку.Наш перетворювач має характеристику однополюсного

вихідного фільтра, з характеристикою для імпульсних перетворювачів, що

працювати в струмовому режимі. Для характеристики (схема схеми ділянки

«керування – вихід») найнижчим полюсом фільтрації для виходу +5В (при

мінімальному навантаженні) буде частота: $\text{ГцмкФАВf } 6,79)300(75,0/5(2)$

1 ==

;Оскільки вихід +5В контролюється з найбільшою точністю, де ця напруга

відповідає потужності тільки 5Вт із загальної потужності 65Вт, розраховуємо

самий верхній полюс фільтра вихідної потужності і використовуємо його з

призначення компенсації. Так як полюс фільтра буде мати значно меншу частоту, і

зміщення її в бік низької частоти буде тільки збільшувати фазу закритого

контуру. $\text{ГцмкФАВf } 8,11)141(25,0/24(2)$

1 == ;Підсилення по постійному струму

системи становить: 77,14671340

3)5340(2

(макс.) =

== BB

BBADC Підсилення виражене в дБ:

дБGDC 4,23)77,14log(20(max) == ;Назначимо положення нуля, обумовленого ШОЕ

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.

)(loadlightfpez ff = ;)(ESRZffep = ;Ширина смуги частотної системи із закритим

контуром повинна бути рівна або менше 10 кГц. Величина підсилення, яке

необхідно збільшити з допомогою підсилювача відхилення для досягнення

необхідної ширини полоси частоти, складає:

дБдБГцкГцGxo 6,364,23)11/10log(20 == ;

Або в вигляді абсолютного підсилення – 63.Розрахунок компенсуючих

елементів, використовуючи наступну систему нумерації. [8]

пФкГцкОмC 32)20639,3(2

111 = = ; тип - X7R-50B-32пФ± 10%

кОмкОмR 240639,319 = = ; тип - MF-25-240 кОм ± 5%

мкФкОмC 056,0)2408,11(2

17 = =

тип X7R-50B-56нФ± 10% Розраховуємо

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) стабілітрон складається з двох сторін з'єднаних резисторів або

уникнути пробою резисторів (для 0,25Вт резистор становить 250В),

аналогічно (R1, R2), (R6, R7). Розраховуємо опір баластного резистора (R4, R5).

кОмМА

В

я

UR

маквих

вх 8,6151.1

340

1,1)5,4(

.

макс. = = = ;Оцінімо розсіювану потужність

ВткОмBBRUP 28,61/)12340(22 == = слідом вибираємо два гормони

включеннях, на кожному з яких розсіюється половина потужності, тип

резистора (R4, R5): MF-100-30 кОм ± 5% Стум живлення мікросхеми в

момент запуску складає 15мА, тому є необхідність у підсилювачі струму

(VT1). З цими міркуваннями в коло колектора (VT1) необхідно включити

струмообмежувальний резистор (R6, R7): кОмМА

ВВ

я

UUR(6,7)

k

еб 6,2215

6,0340max ====

Оцінімо розсіювану потужність ВткОмBBRUP 56,22/)6,0340(22 == =

наступний тип резисторів (R6, R7): MF-300-11 кОм ± 5%Оцінімо параметри

транзистора VT1:В підсилювачі використовується малопотужний біполярний

транзистор – BC548, з параметрами:Uкe=250В; Uеб=0,6В;Iб=2мА; Iк=100мА;

h21e 400;Після запуску схеми запуску перетворювача блокується через діод

VD3, за рахунок вищої напруги живлення з додатковою обмоткою

трансформатора.Схема контролю рівня вхідної напруги використовуємо готову

відповідно до варіанту, та номіналів елементів рекомендованого виробником

мікросхеми – контролера.Розраховуємо частотозадаючі елементи R12, C3:

Розрахунок часто задається на рахунок кола відповідно до графіка

рекомендованого виробником мікросхеми.

$t_{CRF} = 8,1 \text{ кОмCfR } 6,72$

$8,112 = ;$

Так як струми в частозадаючій ділянці кола ~мкА, то використовуємо тип резистора - СЧ-25-7,6 кОм $\pm 5\%$; де: $f=50\text{кГц}$ - задана робоча частота. СЗ=4,7нФ-рекомендоване значення ємності, вибирається відповідно до рекомендацій виробника мікросхеми. Тип (СЗ) термостабільний конденсатор - МТХ-50В-4,7нФ $\pm 5\%$. Розраховуємо номінали інтегруючої ділянки кола R14, C4. Дана ділянка

схеми використання для контролю миттєвого значення струму в первинній обмотці трансформатора Т1. Сигнал знятий з датчика стовпа R17, подається на вивід 3 DA1 ШІМ контролера. Якщо робоча частота вибрана 50 кГц то необхідно аби інтегруюча ділянка кола обмежувала викиди струму вище 50 кГц, для забезпечення стійкої схеми роботи. Приймаючи номінали із стандартного ряду рекомендованих виробником, оцінимо сталу час.

$m_{\text{кОмCfR}} 2247470414 = = =$ таким чином до розрахованого номіналу виберемо тип резистора та конденсатора: R14 - MF-25-47 кОм $\pm 5\%$; C4 - X7R-50В-470пФ $\pm 10\%$ $\text{кГцf } 451 = =$

- даний вибір номіналів інтегруючого кола R14, C4 задовольняє умові. Розраховуємо параметри елементів (R9, R11) контуру заднього зв'язку по напрузі ШІМ контролера. Вивід (2) контролера DA2 через резистор R11 з'єднаний з колом оптрона VD9, через який реалізується контроль рівня вихідних напруг. Оскільки внутрішньої структури 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) вимірювальний подільник на 2, де резистор R11 одним кінцем з'єднаний з джерелом напруги +5В (вивід 8 DA2), з діючим значенням струму 100мкА. Приймаючи R9 = 5,1кОм. Розраховуємо R11: $\text{кОмRBBPP } 1,59)5,2/5(911 = =$ Тип резисторів: (R9, R11) - МЧ-25-5,1 кОм $\pm 5\%$

ВИСНОВКИ

У виконанні процесу кваліфікації роботи "Універсальний блок живлення" виходячи із поставлених у технічному завданні вимоги і виходячи із огляду існуючих аналогів, розроблено структурну і принципову електричну схему. Проведені базові розрахунки режимів роботи електронних компонентів схеми. Згідно технічного завдання універсальний блок живлення забезпечує вихідну потужність (65 Вт) та наступні параметри: Діапазон вхідної напруги – (85–240) У змінному струмі, частотою (50–60Гц); Вихідні стабілізовані напруги: +5В номінальний струм 1А; $\pm 12\text{В}$ номінальний струм 1А; +24В номінальний струм 1,5А; Спроектовано друковану плату пристрою та виконано креслення розміщення електронних компонентів на ній. Розміри друкованої плати 100 мм на 120 мм. Розраховано теплове навантаження плати. Його аналіз показує, що УБЖ може надійно працювати в умовах природної конвекції. Виконано розрахунки надійності спроектованого приладу та визначено його час безвідмовної роботи. Імовірність безвідмовної роботи на протязі 2000 року $R(2000)=0,98$. Проведено розрахунки собівартості пристрою, яка становить 884,17 грн. Отримані результати досить наближені через наближеність ціна на основні витрати. Даний пристрій може використовуватися для живлення різноманітної портативної техніки де грає роль масо-габаритні параметри, та коливання напруги в мережі живлення.

8.96%

Блок живлення з автовимкненням, який вимкнеться сам, коли на виході немає навантаження. Вихідна напруга може варіюватися від 3,7 В до 8,7 В.

Блок живлення з автовимкненням, який вимкнеться сам, коли на виході немає навантаження. Вихідна напруга може варіюватися від 3,7 В до 8,7 В.

<https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/63455>

1.49%

навантаження залишається підключеним. У той же час конденсатор С2 заряджається приблизно до потенціалу 7-8 вольт через транзистор Т2. Але при

навантаження залишається підключеним. У той же час конденсатор С2 заряджається приблизно до потенціалу 7-8 вольт через транзистор Т2. Але при

<https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/63455>

0.50% - [ИРТ Одесса]

- [ИРТ Одесса]

<https://irt.od.ua/showfile/927,3.html>

0.25% ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

<http://moodle2.snu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=51336>

0.25% Источник бесперебойного питания мощностью 600 Вт - Реферат ...

Источник бесперебойного питания мощностью 600 Вт - Реферат ...

<http://www.litsoch.ru/referats/read/164532>

0.25% Дипломная работа ... - БОЛЬШАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

Дипломная работа ... - БОЛЬШАЯ НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

https://rf-u.ru/referaty_po_fizike/diplomnaya_rabota_istochnik.php