

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850

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

спеціальності 172 Електронні комунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Коляса Я.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дедів І.Ю.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Паляниця Ю.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Дозорський В.Г.

(прізвище та ініціали)

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Колясі Ярославу Ярославовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850

Керівник роботи Дедів Ірина Юріївна, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-575

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Частота роботи перетворювача – 100 кГц.

Вихідна напруга блоку живлення – 13,5 В; Максимальний струм навантаження по кожному каналу – до 25 А; Максимальна споживана потужність, не більше – 350 Вт;

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
аналіз технічного завдання; аналіз схемних рішень виконання блоків живлення імпульсних;  
розроблення схеми структурної блоку живлення, схеми електричної принципової,  
розрахунок номіналів елементів схеми електричної принципової; конструювання блоку  
живлення, а саме: обґрунтування вибору елементної бази, трасування друкованої плати,  
розробка компоновки друкованого вузла.

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

1. Структурна схема;

2. Схема електрична принципова;

3. Друкована плата;

4. Друкований вузол;



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850». Кваліфікаційна робота бакалавра // ТНТУ імені Івана Пулюя, ФПТ, група РАзс-41. // Тернопіль, 2023р. //с.- 58, рис.- 43, бібліог.- 12, додат.- 2.

Ключові слова: БЛОК ЖИВЛЕННЯ, ТРАНСИВЕР, ПЕРЕТВОРЮВАЧ.

В роботі виконано розробку блока живлення для трансивера FT-850. Стандартний блок живлення, від якого може живитись цей трансивер, а саме Yaesu FR-800, є блоком живлення трансформаторного типу із значною вагою та розмірами. В роботі ж проведена розробка блока живлення імпульсного типу із кращими характеристиками. За основу проектування використано двотактні перетворювачі. Проведено розробку схеми електричної, її розрахунки та вибрано електрорадіокомпоненти. Розроблено друковану плату та вузол блока. Технічні вимоги до блока живлення:  $N_{\text{вих.кан.жив.}} = 1$ ;  $U_{\text{Вих.БЖ}} = 13,5 \text{ В}$ ;  $I_{\text{max}}$  навантаження до 25 А;  $P_{\text{спож. max}} \leq 350 \text{ Вт}$ ;  $f$  роботи перетворювача 100 кГц.

## SUMMARY

Theme of qualification work: " Pulse power supply unit for the FT-850 transceiver". Qualifying work of a bachelor // TNTU, FPT, group RAs-41. // Ternopil, 2023 //p.-58, fig.- 41 , bibliog.- 12, appendix- 2.

Key words: POWER UNIT, TRANSCEIVER, CONVERTER.

The work includes the development of a power supply unit for the FT-850 transceiver. The standard power supply from which this transceiver can be powered, namely the Yaesu FP-800, is a transformer-type power supply with considerable weight and dimensions. In the work, the development of a pulse-type power supply unit with better characteristics was carried out. Two-stroke converters were used as the basis of the design. The electrical scheme was developed, its calculations were carried out, and electro-radio components were selected. A printed circuit board and a block assembly have been developed. Technical requirements for the power supply unit:  $N_{\text{вих.кан.экив.}} = 1$ ;  
 $U_{\text{Вих.БЖ}} = 13,5 \text{ В}$ ;  $I_{\text{max}} = 25 \text{ А}$ ;  $P_{\text{спож. max}} \leq 350 \text{ W}$ ;  $f = 100 \text{ kHz}$ .

## Зміст

Вступ.....	6
1. Основна частина.....	7
1.1 Аналіз технічного завдання.....	7
1.2 Основні схеми імпульсних блоків живлення.....	11
1.3 Вибір структурної схеми блока живлення.....	27
1.4 Опис та розрахунки схеми електричної.....	28
1.5 Вибір електрорадіоелементів.....	33
1.6 Проектування друкованої плати та друкованого вузла.....	44
1.7 Висновки до розділу 1.....	50
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	51
2.1 Вплив ультразвуку на організм людини.....	51
2.2 Режим зони надзвичайної екологічної ситуації.....	53
2.3 Висновки до розділу.....	55
Висновки.....	56
Список використаних джерел.....	57
Додатки	

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850  Пояснювальна записка	<i>Літ</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		Коляса Я.Я.				у	6	58
<i>Перевір.</i>		Дедів І.Ю.				ТНТУ, РАс-41		
<i>Н. контр.</i>		Паляниця Ю.Б.						
<i>Зат. каф.</i>		Дунець В.Л.						
<i>Рецензент</i>		Дозорський В.Г						

## Вступ

*Актуальність роботи.* На сьогодні будь який радіоелектронний виріб не здатний працювати без блока живлення будь то первинного чи вторинного. Такий блок є своєрідним двигуном для електронних виробів та здійснює живлення окремих модулів та блоків радіоелектронної апаратури.

Блок електроживлення являє собою пристрій, який перетворює напругу одного виду (зазвичай змінну напругу електромережі) в інший, що більше підходить за своїми параметрами для постачання електроенергії якогось конкретного блоку або частини пристрою.

Бурхливий розвиток сучасних технологій призвів до розробки великої кількості джерел живлення. Існує два принципові підходи до проектування схем джерел живлення, відповідно до яких їх можна розділити на два основні класи: лінійні (безперервні) та імпульсні. Власне в роботі проводиться проектування блока живлення для трансивера FT-850, який являє собою унікальний радіотехнічний пристрій, що може живитись від зовнішнього блока живлення. Стандартний блок живлення, від якого може живитись цей трансивер, а саме Yaesu FP-800, є блоком живлення трансформаторного типу із значною вагою та розмірами. В роботі ж проводиться розробка блока живлення імпульсного типу із кращими характеристиками.

*Практичне значення.* Спроектований блок живлення є значно меншим та легшим за стандартний блок живлення трансивера FT-850, а використані схемо-технічні рішення дадуть можливість проектування надійних та ефективних блоків для живлення трансиверів подібного типу.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						7
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

## 1. Основна частина

### 1.1 Аналіз технічного завдання

В роботі проводиться розробка блока живлення для трансивера FT-850. Проаналізуємо параметри та можливості цього трансивера для уточнення вимог до його блока живлення.

FT-850 високоякісний трансивер з вихідною потужністю до 100 Вт у режимах CW, SSB, та FM, і до 25 Вт у режимі AM на всіх радіоаматорських діапазонах. Приймач має безперервний діапазон прийому від 100 КГц до 30 МГц із кроком частоти 10Гц.

Трансивер спроектований за модульним принципом, виконаний на основі компонентів поверхневого монтажу, закріплених епоксидною смолою, що підвищує надійність роботи та простоту в обслуговуванні. Два синтезатори частоти (DDSs) і магнітний датчик валкодера забезпечують тихе, плавне налаштування, позбавлене локальних шумів і дуже швидке перемикання з передачі на прийом для забезпечення режиму QSK при роботі телеграфом. Точність і стабільність частоти забезпечується за рахунок управління DDSs з одного основного задаючого генератора, або встановлюваного додаткового кристалічного генератора TCXO-3 з температурною компенсацією  $\pm 2$ -ppm з діапазоном робочих температур від -10 до +50 °C.

Малошумний, високоякісний приймач, виконаний на паралельно з'єднаних FET діодах з постійним підсиленням, заземлений НЧ підсилювач. Змішувач виконаний за подвійною балансною схемою на FET діодах. НЧ підсилювач може бути виключений з їх схеми (кнопкою IPO). Також у схему може бути включений 12dB атенюатор для чистого прийому потужних сигналів.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						8
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		



Перетворення частоти виконується за схемою "вгору-вниз-вгору", що дозволяє робити зсув частоти фільтрів - IF Shift, і Notch Filtr для ослаблення тональних сигналів. Додатково встановлений фільтр YF-101 дозволить підвищити вибірковість прийому в режимах SSB і АМ.

Чотири мікропроцесори у FT-850 запрограмовані так, щоб забезпечити максимально просте керування для оператора. Два незалежних VFO (А і В) для кожного діапазону (20 всього), що запам'ятовують частоти і режими роботи, добре працює «розладка» і робота з рознесенням частот (репітерний зсув).

Тридцять дві комірки пам'яті, що запам'ятовують всі параметри обох VFO, що дають загалом 84 незалежні набори частот, з режимами роботи та іншими параметрами.

На будь-яку частоту з комірок пам'яті можна вільно налаштуватись або провести сканування, але у двох спеціальних комірках потрібно задати діапазон налаштування/сканування.

Інші можливості, реалізовані в трансивері - це ефективна система шумоподавлення (NB), "шумоподавлення" у всіх режимах, 4-х функціональний стрілочний індикатор, компресор для режимів SSB та АМ для налаштування під ваш голос.

Спеціальними можливостями під час роботи телеграфом є вбудований ямбічний телеграфний ключ, а також можливість встановлення додаткових вузькосмугових кристалічних фільтрів на 500 або 250 Гц.

Для роботи в контестах, можна використовувати DVS-2 - цифровий магнітофон, який використовується в FT-1000, може бути встановлений і в FT-850, для відтворення записів, що повторюються, для багаторазово повторюваних голосових повідомлень.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						9
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

FT-850 важить менше ніж 6 кг, і його радіатор зверху весь час залишається холодним. У передавач вбудований вентилятор, який автоматично вмикається, забезпечуючи нормальне охолодження.

Автоматичний антенний тюнер, вбудований у FT-850, має власний мікропроцесор, має 31 комірку пам'яті, які зберігають параметри налаштування на антену для майже миттєвого налаштування на антену при зміні частоти. Тюнер ATU-2 знаходиться всередині трансивера з правого боку, також можна використовувати зовнішній тюнер FC-800. Обидва тюнери управляються з передньої панелі трансивера.

Серед іншого обладнання є блок живлення FP-800 із вбудованим великим динаміком; SP-6 зовнішній динамік із вбудованими фільтрами та LL-5 – телефонний провід; ММВ-20 кріплення для мобільного встановлення; навушники УН-77ST; настільний MD-1C8 або ручний МН-1В8 мікрофони.

Технічні характеристики джерела постійного струму:

FT-850 призначений для роботи від 13,5 В постійного струму, мінус – корпус. При установці базової станції рекомендується відповідне джерело живлення YAESU FP-800AC. Однак можна використовувати інше джерело живлення, здатне забезпечити 20А і 13,5 В.

Блок живлення YAESU FP-800AC є блоком живлення трансформаторного типу, розміри якого: (ДШВ) 235 x 240 x 93 мм, а вага становить 6,9 кг. Для зменшення розмірів, ваги та собівартості пропонується спроектувати блок живлення імпульсного типу із запасом по потужності.

Технічні вимоги до блока живлення:

1.  $N_{\text{вих. кан. жив.}}$  ..... 1;
2.  $U_{\text{вих. БЖ}}$  ..... 13,5 В;
3.  $I_{\text{max}}$  навантаження ..... до 25 А;
4.  $P_{\text{спож. max}}$  , ≤ ..... 350 Вт;
5.  $f$  роботи перетворювача ..... 100 кГц.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		10

## 1.2 Основні схеми імпульсних блоків живлення

Для електронного обладнання потрібні джерела постійного струму низької напруги. Ці джерела постійного струму повинні точно регулюватися з низьким рівнем шуму та мати низький вихідний опір для підтримки змін навантаження. Вони також повинні забезпечувати захист як самого джерела живлення, так і кінцевого обладнання.

Джерела живлення змінного струму (ДЖЗС) та DC/DC перетворювачі розроблені для забезпечення цих бажаних характеристик, а також забезпечують ізоляцію від входу до виходу для безпеки, зменшення шуму та захисту від перехідних процесів, де це необхідно.

Кінцеві пристрої споживання можуть вимагати комбінації перетворювачів змінного/постійного струму та постійного/постійного струму або неізольованих точок навантаження для підтримки різноманітних джерел живлення, систем живлення, таких як електроніка керування, зарядка акумулятора.

Стандартні ДЖЗС, як правило, розроблені для підтримки глобальних ринків, пропонуючи широкі можливості вхідного діапазону, а стандартні перетворювачі постійного/постійного струму зазвичай пропонують діапазони вхідного сигналу 2:1 або 4:1 для забезпечення кількох номінальних напруг акумулятора. Ці широкі або універсальні діапазони розширюють потенційні ринки для окремих стандартних продуктів, збільшуючи обсяги та знижуючи вартість. Стандартні конструкції кінцевих виробів також включають функції, які охоплюють численні програми та мають схвалення кількох агентств для підтримки вимог у всьому світі.

Для великого об'єму обладнання може бути вигідно розглянути спеціальне або спеціальне рішення для живлення, де початкові витрати та ризику на проектування можуть бути переважені зниженою вартістю одиниці,

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		11

гарантуючи, що джерело живлення має лише точні електричні та механічні властивості. Однак постійно зростаючий і широкий асортимент стандартних джерел живлення часто перешкоджає цьому підходу.

ДЖЗС та перетворювачі постійного/постійного струму випускаються в різних механічних форматах або упаковках, щоб відповідати широкому спектру кінцевих пристроїв споживання і діапазонів потужності. Вони можуть бути інтегровані в кінцеве обладнання у відкритому корпусі, кріпленні на друкованій платі, кріпленні на шасі, охолоджуваній базовій плиті або закритому форматі, зберігатися поза обладнанням у форматах, що монтуються на розетці, на столі чи в стійці, або можуть бути розроблені відповідно до конкретних застосувань, наприклад як обладнання для DIN-рейки.

Продуктивність імпульсного джерела живлення та DC/DC перетворювача продовжує розвиватися. Розробки в таких областях, як ZVS (перемикання нульової напруги) і ZCS (перемикання нульового струму), резонансні топології та методи синхронного випрямлення забезпечують більш високу ефективність перетворення та зменшене розсіювання тепла. Ці досягнення дозволяють підвищити частоту перемикання, а разом із передовими технологіями означають постійне покращення щільності потужності, зменшуючи загальний об'єм і відпрацьоване тепло. Ефективність вище 90% є звичайним явищем для ДЖЗС, причому виріб може досягати 95%.

Загальні топології. Ізольований зворотний конвертер.

Ізольовані зворотні перетворювачі зазвичай використовуються в перетворювачах потужністю до 150 Вт. Топологія використовує лише один основний магнітний компонент, який є сполученим індуктором, що забезпечує накопичення енергії та ізоляцію. Коли вимикається комутаційний елемент відбувається передача енергії на вторинну обмотку.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		12





У трансформаторі немає енергії; енергія накопичується у вихідному каскаді перетворювача в індукторі та конденсаторі. Вихідний індуктор зменшує пульсації струмів у вихідному конденсаторі, а розмір трансформатора залежить від частоти комутації та розсіюваної потужності.

#### Двотранзисторний прямий перетворювач

На вищому рівні спектру потужності можна використовувати два транзисторних прямих перетворювача. Два комутаційних елемента працюють одночасно, вдвічі зменшуючи напругу на кожному комутаційному елементі та дозволяючи використовувати пристрій з більшим номінальним струмом.

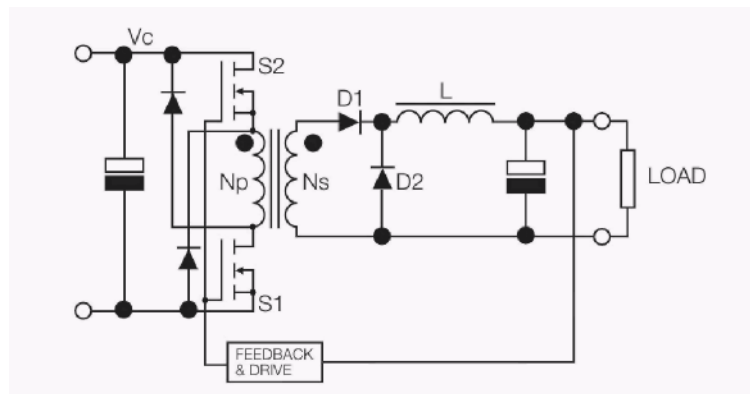


Рис. 1.5. Двотранзисторний прямий перетворювач





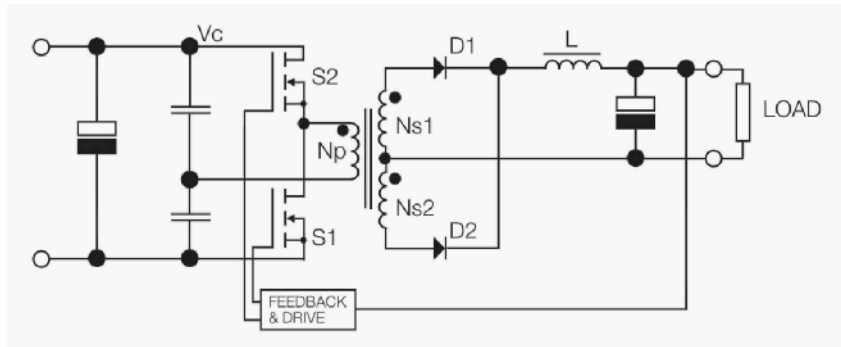


Рис. 1.7. Напівмостовий перетворювач

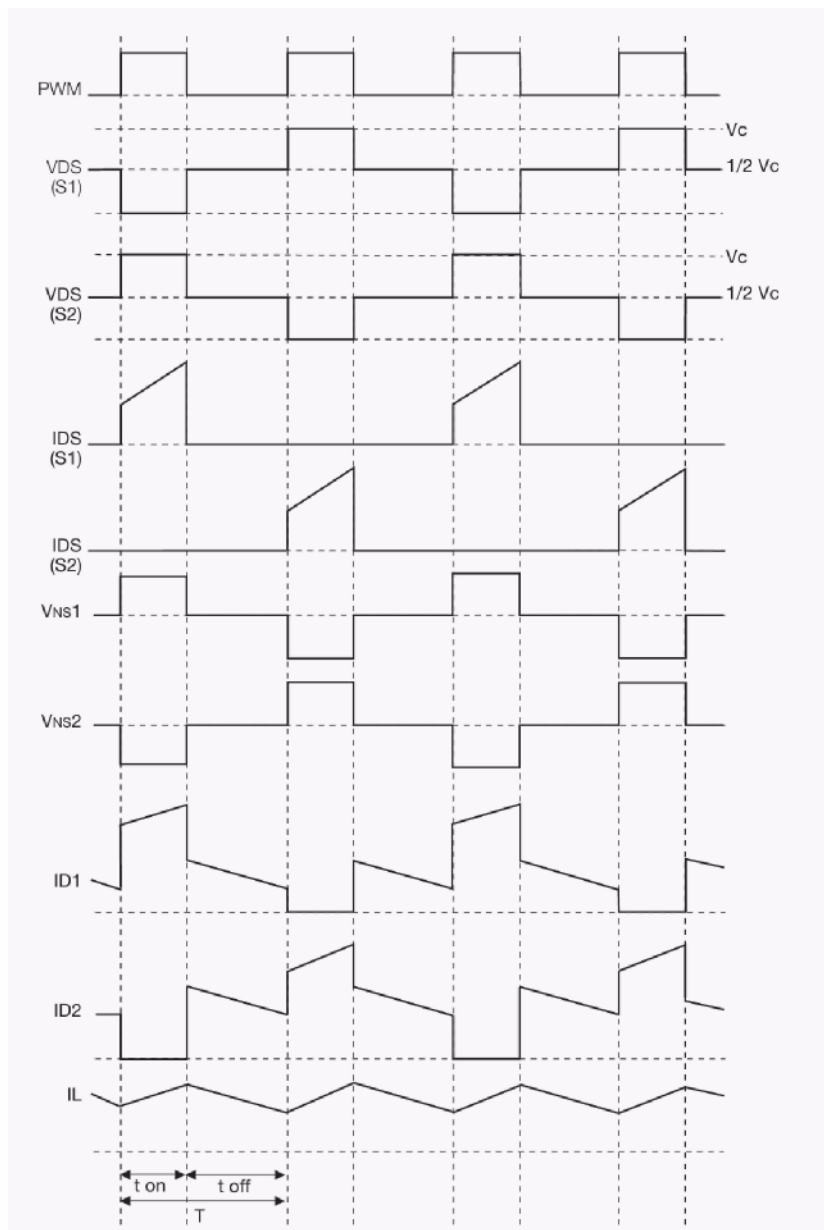


Рис.1.8. Режимы работы напівмостового перетворювача

Енергія передається до вторинної обмотки та навантаження під час кожного вмикаючого елемента за допомогою розділеної вторинної обмотки. Це має додаткову перевагу подвоєння частоти перемикання. У рішеннях з більшою потужністю можна використовувати повний мостовий перетворювач.

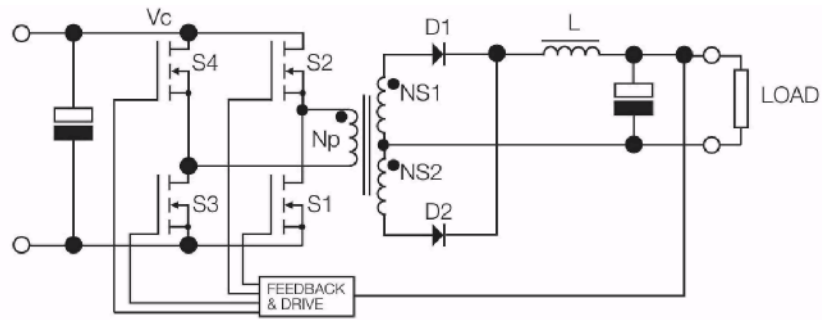


Рис. 1.9. Повний мостовий конвертер

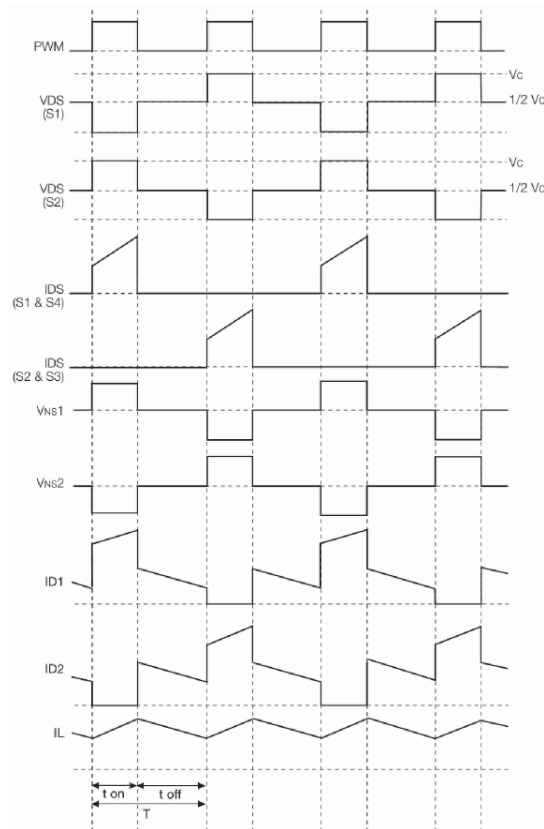


Рис. 1.10. Режими роботи повного мостового конвертера

Ця топологія забезпечить подвійну вихідну потужність для того самого первинного комутаційного струму, але збільшує складність схем керування комутаційними елементами порівняно з напівмостом. Напівмостові та повномостові перетворювачі використовуються в джерелах живлення змінного струму. Існує також тенденція використовувати цю топологію в перетворювачах шини низької напруги.

У перетворювачах DC/DC використовується топологія, подібна до напівмостової, яка називається двотактним перетворювачем. Оскільки напруга, що подається на перемикаючий елемент, зазвичай низька, це включення призначене для зменшення первинного перемикаючого струму в кожному перемикаючому елементі вдвічі, інакше робота подібна до напівмосту.

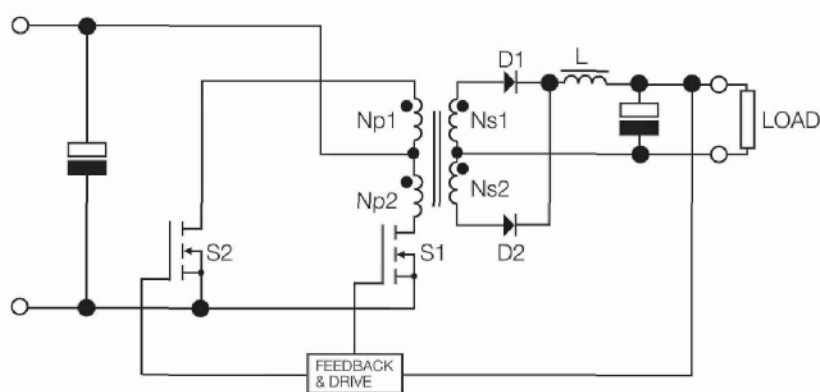


Рис. 1.11. Push-Pull Двотактний перетворювач

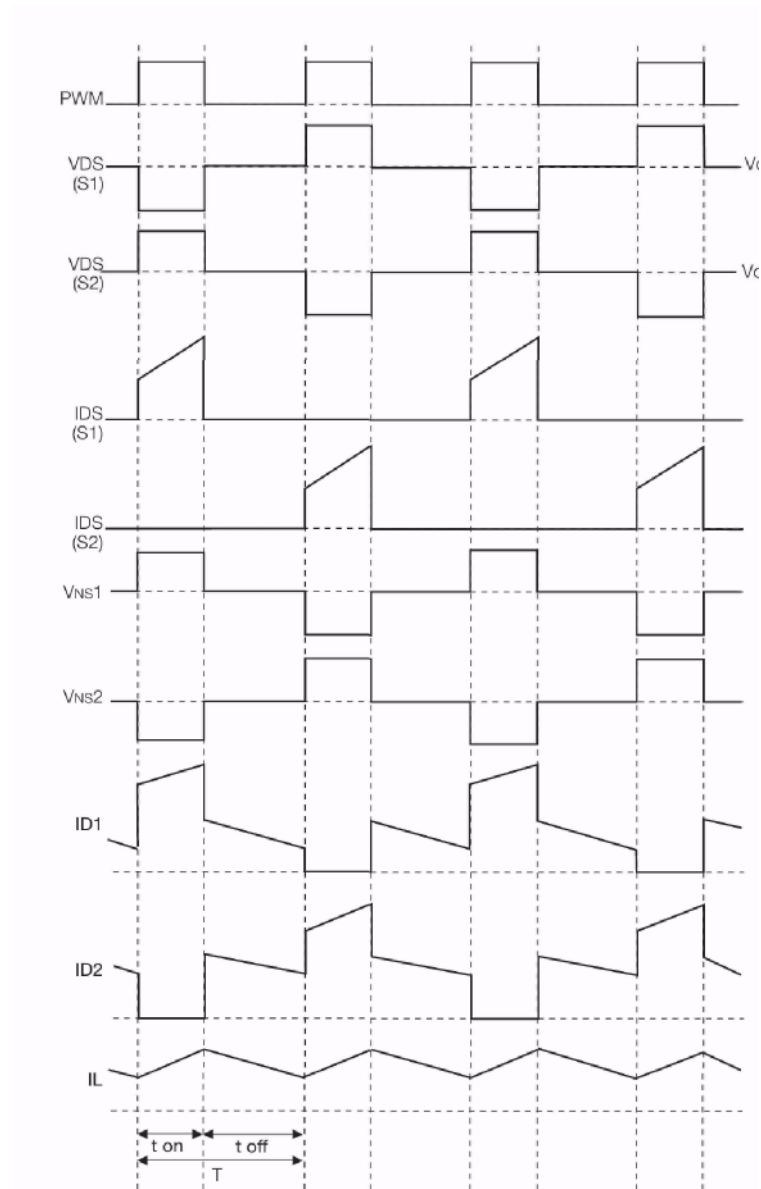


Рис. 1.12. Режими роботи Push-Pull двотактного перетворювача

### LLC Напівмостовий перетворювач.

Напівмостові перетворювачі LLC популярні в діапазонах потужностей від 100 Вт до 500 Вт. Ця резонансна топологія використовує перемикання нульової напруги (ZVS) для мінімізації втрат при перемиканні та максимального підвищення ефективності. Для регулювання вихідного сигналу в діапазоні навантаження використовується частотна модуляція. Потужність, що передається на вторинну обмотку, і навантаження зростає, коли частота перемикання наближається до частоти резонансної мережі, і зменшується,



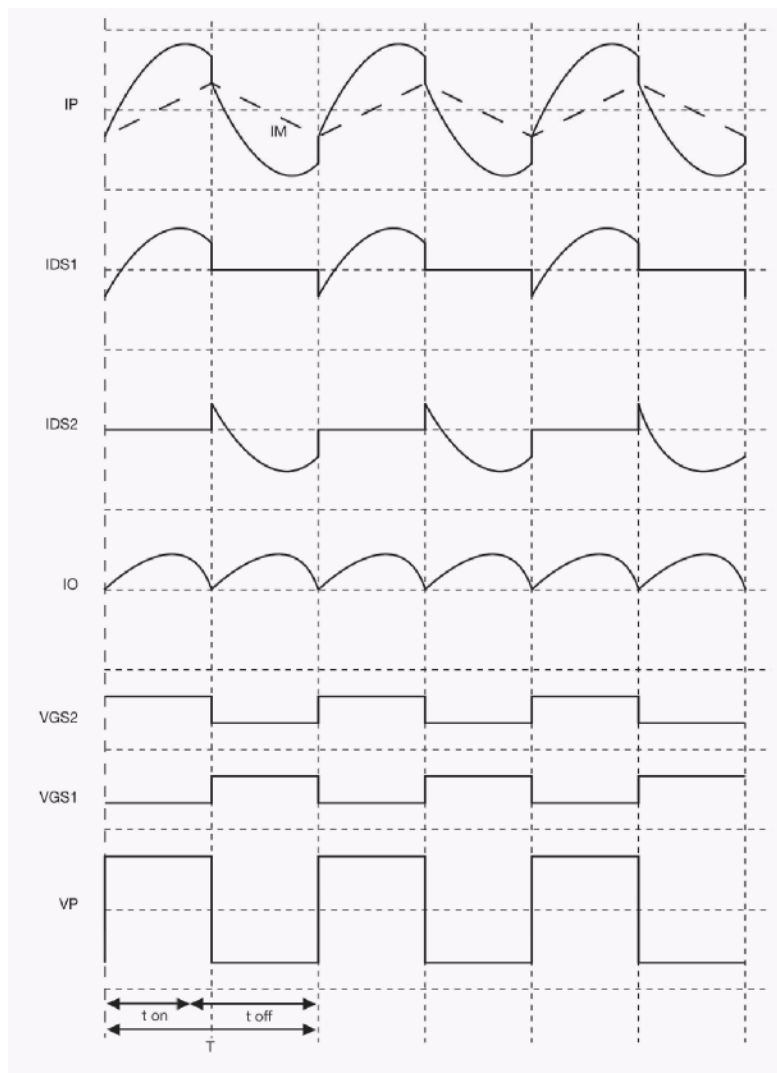


Рис. 1.14. Режимы работы LLC напівмостового перетворювача

Таблиця 1.1 – Порівняльні діапазони потужностей перетворювачів з трансформаторною розв'язкою

Схема	Діапазон потужностей	Відносна складність
Зворотньоходова	1 Вт ... 100 Вт	Низька
Прямоходова	1 Вт ... 200 Вт	Середня
Двохтактна	200 Вт ... 500 Вт	Середня
Напівмостова	200 Вт ... 500 Вт	Висока
Мостова	500 Вт ... 2000 Вт	Дуже висока







обмоткою трансформатора. Первинний струм, що протікає через цю паразитну котушку індуктивності, при розмиканні ключа повинен відповідно до рівняння (1) продовжувати текти. Коли ключ розмикається, струм і первинної і вторинної обмотки припиняється.

Обмежувальна обмотка (на схемі зліва) включена протифазно первинній та вторинній обмоткам, тому, коли струм у них перестає текти і магнітний потік у сердечнику трансформатора зменшується, починає текти струм в обмежувальній обмотці. Цей струм розмагнічує сердечник до залишкового значення магнітної індукції та забезпечує його готовність до відпрацювання наступного імпульсу. Обмежувальна обмотка грає таку саму роль, як і вторинна обмотка в зворотно ходовому перетворювачі: вона віддає енергію паразитної індуктивності назад у первинне джерело живлення.

На рисунку 1.17 зображено напівмостовий перетворювач.

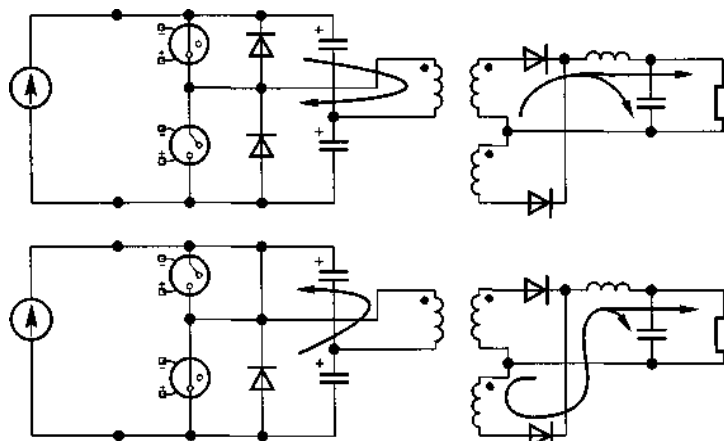


Рис. 1.17 Ідеалізована модель напівмостового перетворювача

Ця схема є високовольтним аналогом двотактного каскаду транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ). Ключі замикаються по черзі, завдяки чому на первинній обмотці трансформатора формується двополярна напруга. Це обумовлює необхідність використання на виході двонапівперіодного випрямляча. Обмежувальна обмотка трансформатора не потрібна, оскільки перебіг струму вторинної обмотки забезпечується



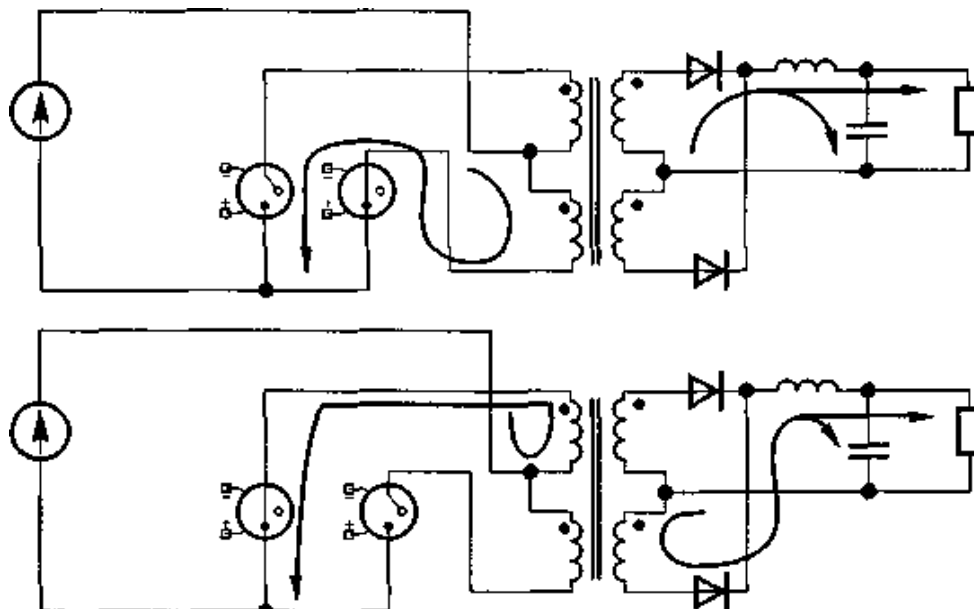


Рис.1.19. Ідеалізована модель двотактного перетворювача

Ключі розмикаються і замикаються зі зсувом по фазі 180 градусів. Двотактні перетворювачі рідко використовуються в автономних мережевих джерелах живлення, оскільки в них необхідно застосовувати високовольтні транзистори і дуже важко контролювати потік магнітної індукції трансформатора. Сучасні ШІМ - перетворювачі (контролери) з управлінням по струму проєктуються так, що двотактні каскади використовуються в основному в низьковольтних колах.

### 1.3 Вибір структурної схеми блока живлення

Проаналізувавши все вищесказане та врахувавши потужність проєктованого блока живлення використано структуру двотактного півмостового перетворювача з певними модифікаціями (рис. 1.20).

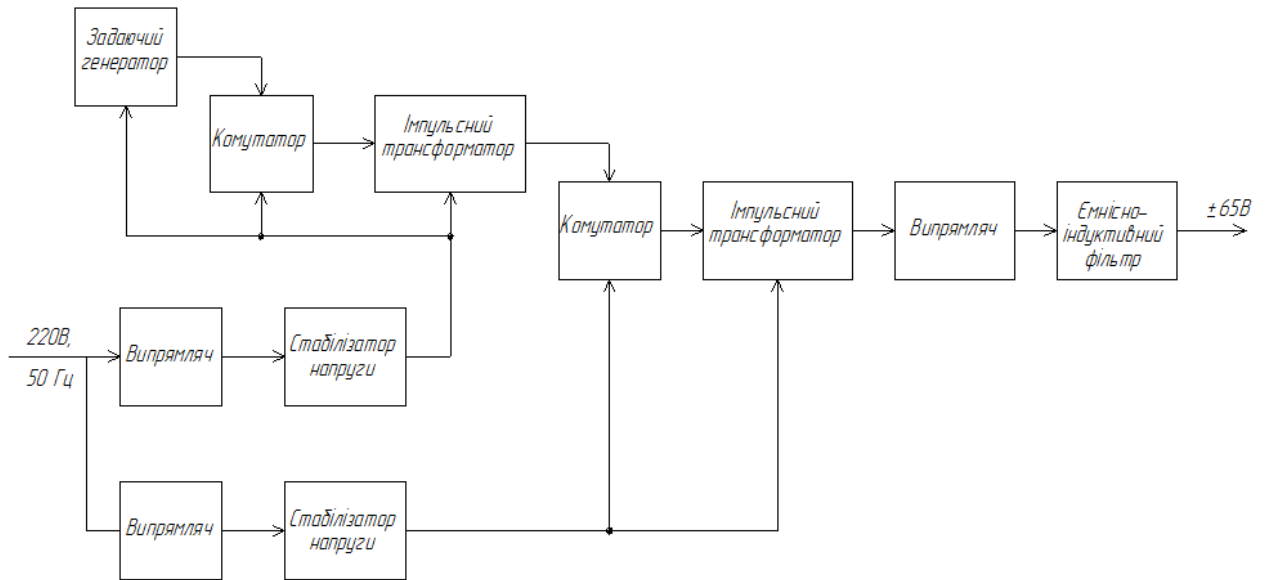


Рис. 1.20. Структурна схема

Основні блоки структурної схеми є підписані на схемі структурній.

#### 1.4 Опис та розрахунки схеми електричної

Схема електрична принципова проєктованого перетворювача наведена в додатках та рис. 1.21.

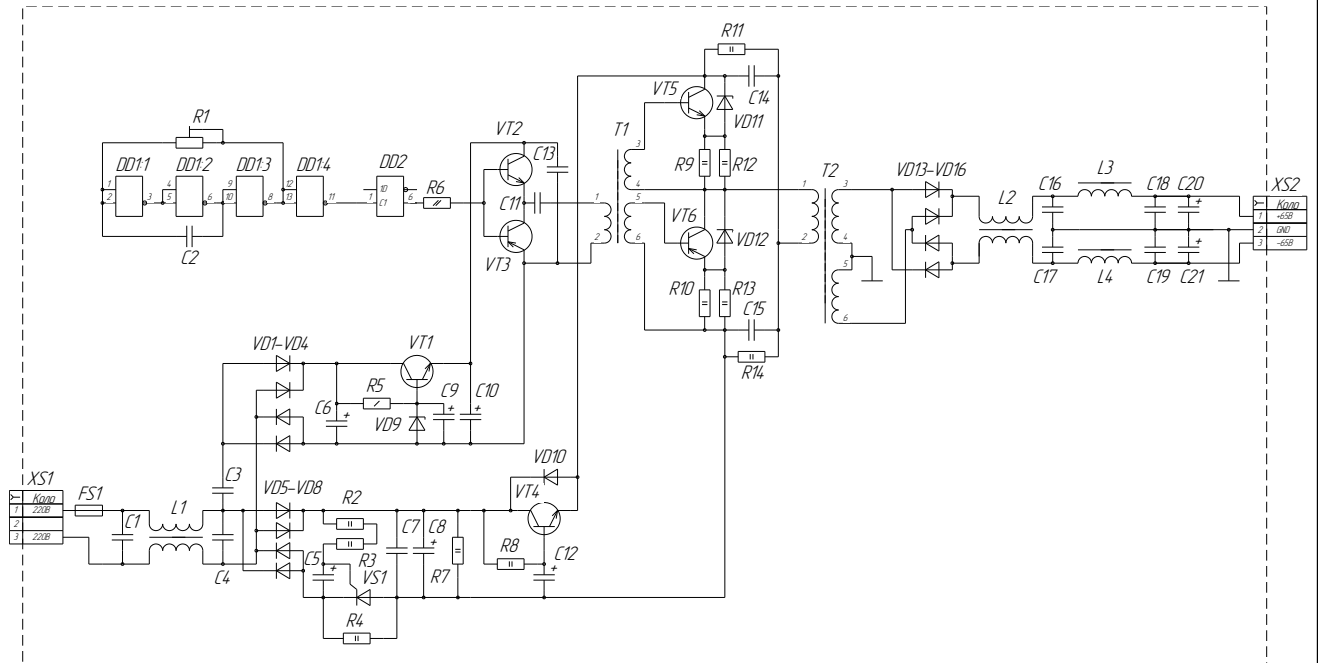


Рис. 1.21. Схема електрична принципова імпульсного перетворювача

Власне задаючий генератор або генератор прямокутних імпульсів відповідно до електричної схеми реалізований на елементах DD1 Після якого стоїть мікросхема DD2, яка працює як подільник частоти, вихідне значення якої вдвічі менше за вхідне. Резистор R6 обмежує величину струму керування ключовими елементами VT2, VT3, робота яких полягає в комутації первинної обмотки T1 до виводів її живлення. Цей трансформатор включає в себе дві вихідні обмотки для утворення сигналів протифазних прямокутних імпульсів управління транзисторами VT5 і VT6, які керують процесом підключення первинної обмотки T2. На елементах вторинної обмотки виконано відповідно випрямляч та індуктивний і ємнісно-індуктивний фільтр.

Конденсатори C1 та C4 а також дросель L1 формують мережевий фільтр. Діоди VD1-VD4, VD9, біполярний транзистор VT3 а також конденсатори C6,C9,C10,R5 утворюють окремий канал стабілізованого живлення описаного вище генератора прямокутних імпульсів та елементів VT2, VT3.

Напівпровідникові діоди VD5-VD8,VD10, біполярний транзистор VT4, конденсатори C5,C7,C8,C12, резистори R2-R4,R7,R8 та тиристор VS1 утворюють окремий канал стабілізованого живлення силових ключів та відповідного трансформатора.

Зворотна напруга кожного діода з групи діодів VD5-VD8 повинна бути більшою за 200 В. Виберемо діоди типу HER508, для яких  $U_{зб.мак} = 700В$ ,

$$I_{пряме} = 5A, I_{імп.прям.мак} = 200A \text{ (при } \tau_m < 10мс \text{)}.$$

Реактивний опір фільтра L1 в момент включення становить наближено 2 Ом, тоді  $I_{імп.мак}$  через діоди в момент включення становитиме:

$$i = \frac{315}{2} = 157A \quad (1.1)$$

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						29
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

Отже діоди вибрано правильно і вони будуть працювати в нормальному режимі.

Ємність конденсатора С8:

$$C = \frac{P_n}{200 \cdot K_n \cdot U_{жс}^2} \quad (1.2)$$

Тут  $P_n$  - 700 Вт,

$K_n$  - 10%,

$U_{жс}$  - 248 В,

$$C = \frac{700}{200 \cdot 0,1 \cdot 248^2} \approx 569 \text{ мкФ} \quad (1.3)$$

Приймаєм С8=550 мкФ.

Проведемо розрахунок параметричного стабілізатора напруги живлення блоку автопідстроювання. Його схема зображена на рис. 1.22.

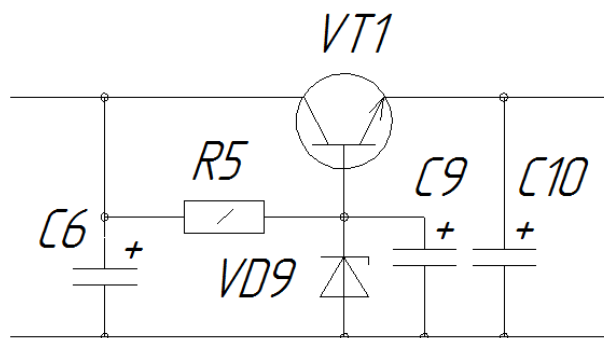


Рис. 1.22. Схема параметричного стабілізатора напруги

Параметричний стабілізатор виконано на резисторі R5 та стабілітроні VD9. Цей стабілізатор призначений для підтримки на базі транзистора VT1, який називається регулюючим, стабільну напругу, рівну напрузі стабілізації стабілітрона. Резистор R5 задає струм стабілізації.

Нехай весь стабілізатор повинен забезпечувати напругу на виході – 15 В. Напруга живлення стабілізатора – 25 В. Вибираємо стабілітрон типу 1N4744А, для якого напруга стабілізації рівна 15 В, струм стабілізації – 10 мА.

При струмові в 10 мА на резисторі R5 по винна падати напруга 10 В. Тоді опір резистора знаходиться з виразу:

$$R5 = \frac{U_{жс} - U_{ст}}{I_{ст}} = \frac{25 - 15}{10 \cdot 10^{-3}} = 1 \cdot 10^3 \text{ Ом} \quad (1.4)$$

Вибираємо з ряду значень опорів резисторів резистор з опором 1 кОм.

Ємність конденсатора С6 знаходимо за формулою:

$$C = \frac{P_n}{200 \cdot K_n \cdot U_{жс}^2} \quad (1.5)$$

Тут,  $P_n$  - номінальна потужність (10 Вт),

$K_n$  - коефіцієнт пульсацій (10%),

$U_{жс}$  - напруга живлення (25 В),

$$C = \frac{10}{200 \cdot 0,1 \cdot 25^2} \approx 443 \text{ мкФ} \quad (1.6)$$

Використаємо конденсатор С6 з ємністю 470 мкФ.

Проведемо розрахунок задаючого генератора (рис.1.23).

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		31

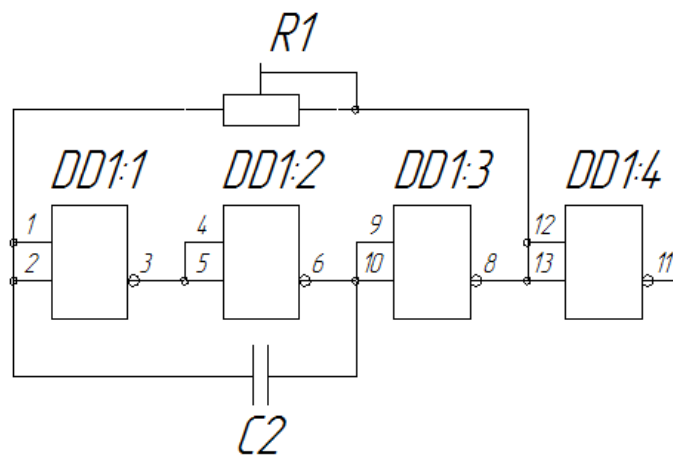


Рис. 1.23. Схема задаючого генератора

Повний період коливань такої схеми (рис.1.23) становитиме:

$$T=1,8 \cdot C1 \cdot R1. \quad (1.7)$$

Частота коливань відповідно:

$$f=1/T=1/(1,8 \cdot C1 \cdot R1), \quad (1.8)$$

Резистор  $R1$  є підстроювальний і призначений для налаштування початкової частоти генерування імпульсів генератором.

Прийmemo ємність конденсатора рівною 1,5 нФ. Частота імпульсів на виході повинна становити 200 кГц (після тригера частота становитиме 100 кГц, згідно технічного завдання). Тоді опір резистора  $R1$  становитиме:

$$R1=1/(1,8 \cdot f \cdot C1)$$

$$R1=1/(1,8 \cdot 1,5 \cdot 10^{-9} \cdot 10^5)=185 \text{ кОм.}$$



Приймаємо  $R_1=220$  кОм з метою можливості підстроювання частоти генератора вище та нижче значення 100 кГц.

Знайдемо ємності конденсаторів  $C_{14}$  та  $C_{15}$  з умови:

$$C_{g1} = C_{g2} = 0,2 \frac{i_d}{\Delta U_g \cdot f} \quad (1.9)$$

$$C_{14} = C_{15} = 0,2 \frac{5,2}{2 \cdot 10^5} = 5,2 \text{ мкФ}$$

Приймаємо  $C_{14}=C_{15}=4,7$  мкФ.

Аналогічно виконується решта розрахунків.

### 1.5 Вибір електрорадіоелементів

Вибір елементів для проектованого блока живлення є відповідальним та складним етапом, оскільки більшість компонентів поводять себе типово тільки якщо мова йде про низькочастотну або малопотужну аналогову схему. Для імпульсних джерел живлення це негарзд. Високі струми і високі частоти значно впливають на роботу обраних елементів.

Для прикладу розглянемо конденсатори. Конденсатор характеризується накопиченням заряду під впливом напруги, що подається до нього. Реальний конденсатор можна розглядати як комбінацію опору, ємності та індуктивності. Еквівалентні схеми конденсаторів зображені на рисунку 1.24.

В полярних конденсаторах є паразитний діод, який дозволяє текти струму, якщо конденсатор зміщений у зворотному напрямку. Цей діод є справжнім фізичним діодом, утвореним металами та оксидами, що застосовуються для пластин та діелектрика.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		33

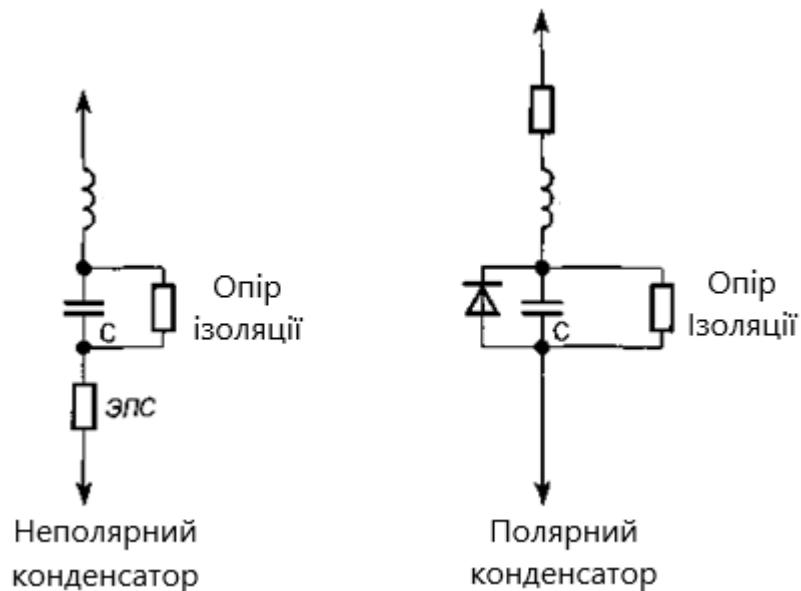


Рис. 1.24. Еквівалентні схеми реальних полярного та неполярного конденсаторів

Полярні конденсатори виготовляються з металів, які називаються «вентильними» через характеристики металу та оксидного діелектрика. Вентильні метали, що застосовуються у виробництві конденсаторів, - це алюміній, тантал та ніобій.

Першочерговий вплив на характеристики реального конденсатора надають його ємність, еквівалентна послідовна індуктивність (ЕПІ) і еквівалентний послідовний опір (ЕПО). Слід також брати до уваги можливі несправності (відмови) кожного типу конденсатора, щоб під час проектування джерела живлення забезпечити його надійність. Кожен тип конденсаторів має свої відмінні риси з погляду можливих відмов.

Характеристики втрат енергії в конденсаторах описуються в каталогах та довідкових даних трьома параметрами: коефіцієнтом розсіювання, тангенсом кута втрат та імпедансом.

На рисунку 1.25 показані характеристики втрат у конденсаторі. Всі три параметри залежать від  $X_C$  та  $X_L$ . Оскільки  $X_C$  і  $X_L$  частотно-залежні, то й показники втрат залежать від частоти.

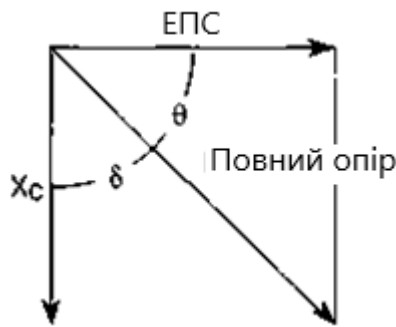


Рис. 1.25. Взаємозалежність величин, що визначають характеристики втрат у конденсаторі

Відзначимо також, що будь-який зовнішній фактор, що впливає на величину ємності, наприклад, прикладена напруга або зміна температури, впливає також і на характеристики втрат. Коефіцієнт розсіювання виражається у відсотках:

$$DF = \frac{EPC}{X_c} \times 100 \quad (1.10)$$

На практиці для забезпечення необхідної напруги пульсацій DF має бути не менше 67%.

Тангенс кута втрат та коефіцієнт потужності тісно взаємопов'язані. Коефіцієнт потужності – це косинус кута, утвореного векторами повного опору та ЕПО. Тангенс кута втрат - це тангенс суміжного кута.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{EPC}{X_c} \quad (1.11)$$

Повний опір дорівнює модулю вектора, утвореного векторами ЕПО та  $X_C$  (у комбінації з  $X_L$ ).

Гранично допустимий струм пульсації залежить від величини ЕПО. Якщо через конденсатор тече змінний струм, активна потужність розсіюється саме в ЕПО. Розсіювання потужності зумовлює підвищення температури конденсатора. Для кожної з технологій виробництва конденсаторів існують свої гранично допустимі значення розсіюваної потужності та робочої температури.

Таким чином для блоку живлення було застосовано неелектролітичні конденсатори К10-17 і електролітичні К50-35, які відповідають поставленим вимогам.

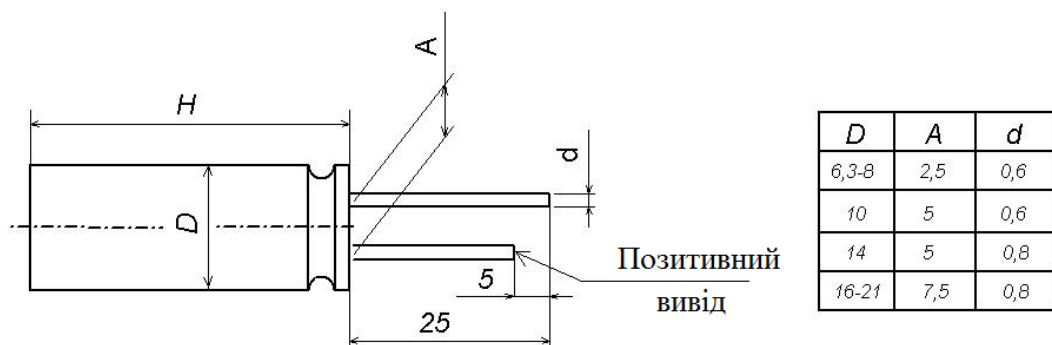


Рис. 1.26. Габаритні розміри конденсаторів К50-35

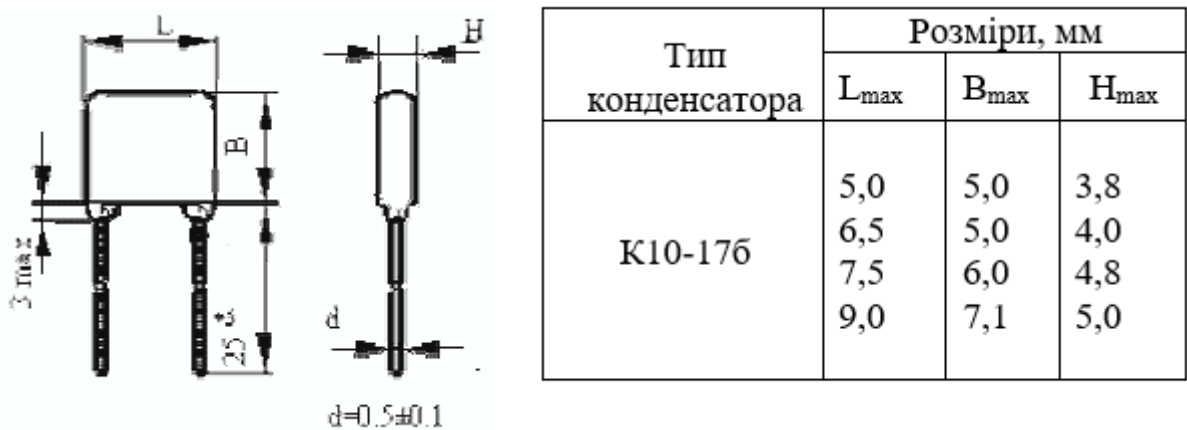
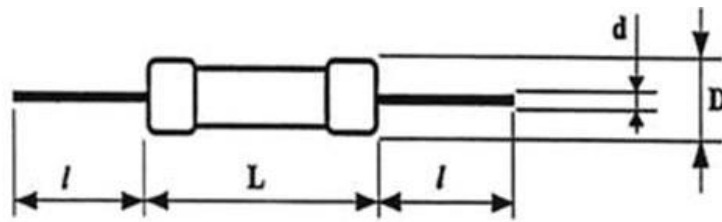


Рис. 1.27. Габаритні розміри конденсаторів К73-17

Також було обрано резистори С2-23 та керметні композиційні одинарні однооборотні резистори СПЗ-19а.



Тип резистора	Розміри, мм				Маса, г. не більше
	L	D	d	l	
C2-23-0,125	6,0	2,2	$0,5 \pm 0,06$	$20 \pm 3$	0,15
C2-23-0,25	7,0	3,0	$0,6 \pm 0,06$	$20 \pm 3$	0,25
C2-23-0,5	10,8	4,2	$0,8 \pm 0,06$	$20 \pm 3$	1,0

Рис. 1.28. Габаритні розміри резистора C2-23

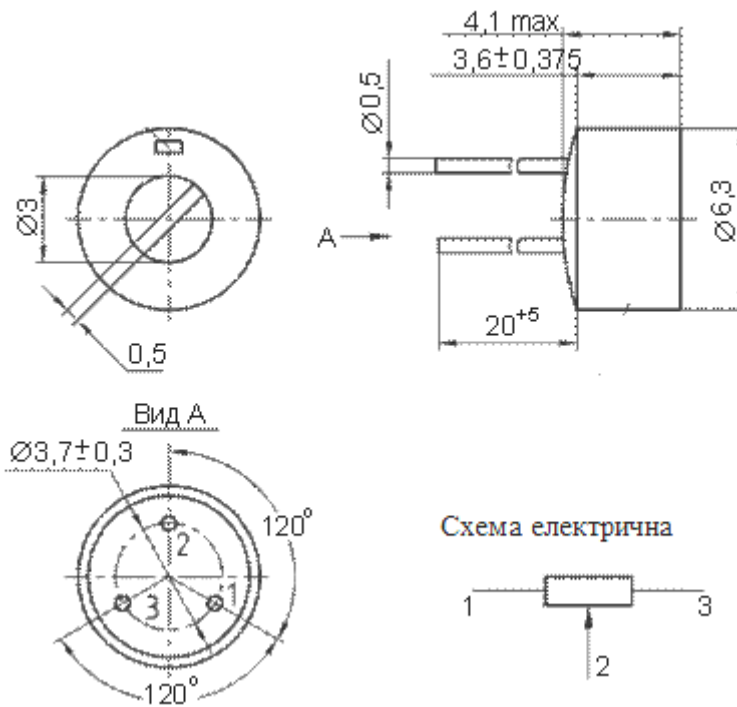
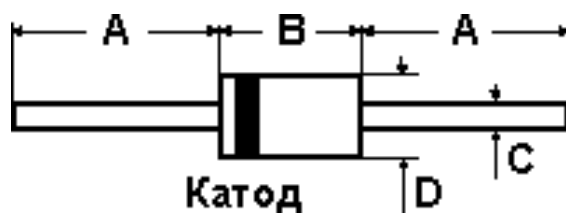


Рис. 1.29. Габаритні розміри резистора СПЗ–19а

Після цього, враховуючи режими роботи, було підібрано діоди 1N4007, HER508, HER108, КД2997А та стабілітрони 1N4744А.



Розмір, мм	Мін	Макс
A	25,4	-
B	4,06	5,21
C	0,71	0,864
D	2,00	2,72

Рис. 1.30. Габаритні розміри діода 1N4007

Характеристики діода 1N4007:

- $U_{звор.мах}$ , В ... 1000;
- $U_{імп.звор.мах}$ , В ... 1000;
- $I_{прям.мах}$ , А ... 1;
- $I_{прям.імп.мах}$ , А ... 30;
- вага, г ... 0,4;
- $T_{роб}$ , °С -55-+155.

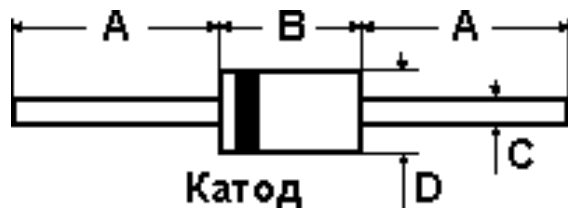
Характеристики діода HER508:

- $U_{звор.мах}$ , В ... 700;
- $U_{імп.звор.мах}$ , В ... 1000;
- $I_{прям.мах}$ , А ... 5;
- $I_{прям.імп.мах}$ , А ... 200;
- вага, г ... 1,65;
- $T_{роб}$ , °С: -55-+125.

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат

КЯЯ 2.087.001 ПЗ

Арк  
38



Розмір, мм	Мін.	Макс.
<b>A</b>	25,4	-
<b>B</b>	8,50	9,50
<b>C</b>	1,20	1,30
<b>D</b>	5,0	5,60

Рис. 1.31. Габаритні розміри діода HER508

Діод HER108 – високоефективний кремнієвий діод.

Характеристики діода HER108:

- $U_{звор.мах}$ , В ... 1000;
- $U_{ім.звор.мах}$ , В ... 1200;
- $I_{прям.мах}$ , А ... 1;
- $I_{прям.ім.мах}$ , А ... 30;
- вага, г ... 1,65;
- $T_{роб}$ , °С: -55-+125.

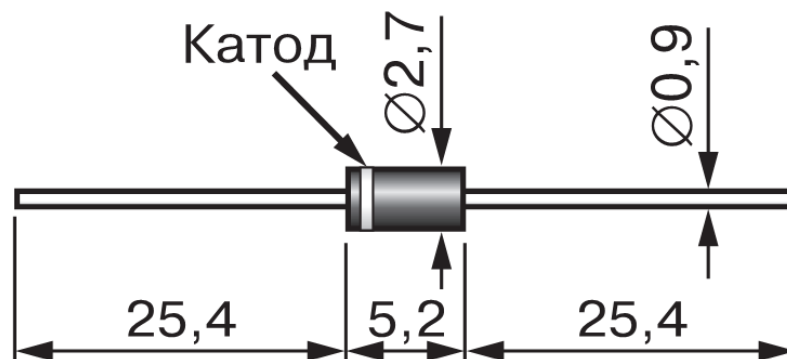


Рис. 1.32. Габаритні розміри діода HER108

Діод КД2997А – високоефективний кремнієвий діод.

Характеристики діода КД2997А:

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат
----	-----	---------	--------	-----

- $U_{звор.мах}$ , В ... 200;
- $U_{імп.звор.мах}$ , В ... 250;
- $I_{прям.мах}$ , А ... 30;
- $I_{прям.імп.мах}$ , А ... 100;
- вага, Г ... 4;
- $T_{роб}$ , °С: -55-+125.

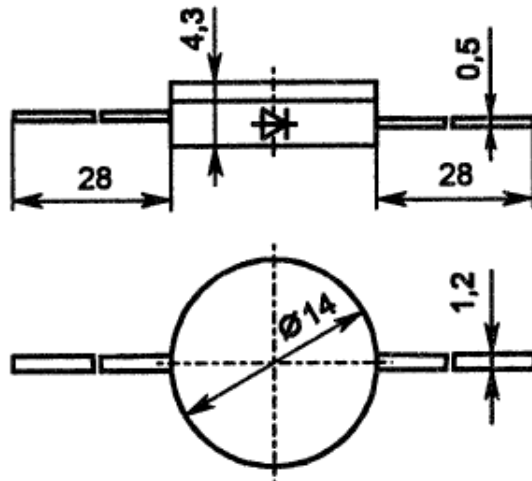


Рис. 1.33. Габаритні розміри діода КД2997А

Характеристики стабілітрона 1N4744:

- $U_{стаб}$ , В ... 15;
- $I_{прям.мах}$ , мА ... 17;
- $T_{роб}$ , °С: -55-+150.



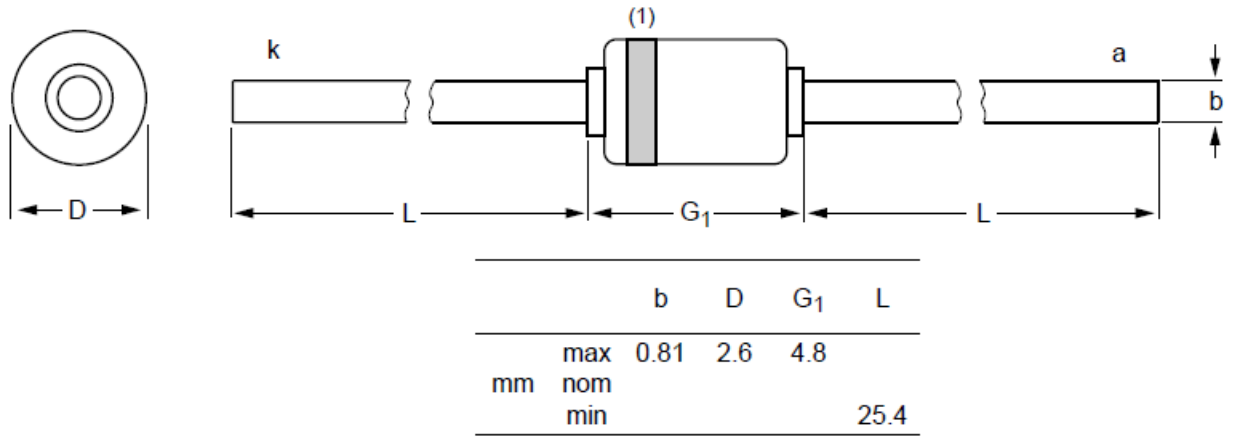


Рис. 1.34. Зовнішній вигляд стабілітрона 1N4744

Транзистори було вибрано наступних типів: КТ815Г, 2N5551, 2N5401, BU931P та MJE13009

Транзистори КТ815Г.

Характеристики транзистора КТ815Г:

- $U_{\text{макс-б}}$ , В ... 5;
- $U_{\text{макс-е}}$ , В ... 80;
- $K_{\text{стат}}$  передачі емітера по струму ... 30;
- $I_{\text{макс}}$ , А ... 1,5;
- $P_{\text{роз.мах}}$ , Вт, ... 10.

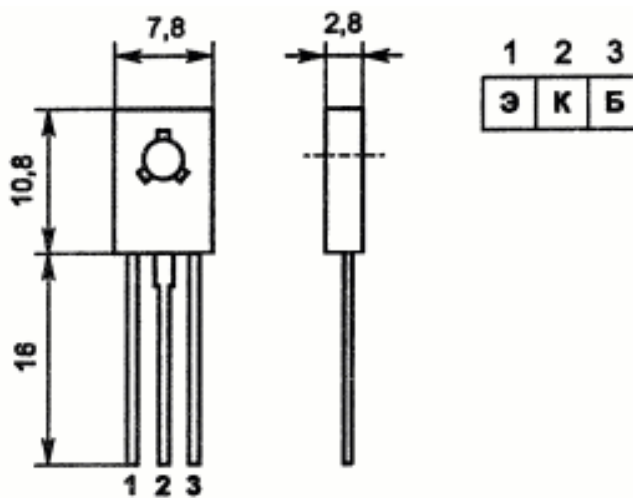


Рис. 1.35. Зовнішній вигляд транзистора КТ815Г

## Транзистор 2N5551/

### Характеристики транзистора:

- $U_{\max_{к-б}}$ , В ... 160;
- $U_{\max_{к-е}}$ , В ... 180;
- $K_{стат}$  передачі емітера по струму ... 30...250;
- $I_{\max_{к}}$ , МА ... 600;
- $P_{роз.мах}$ , Вт, ... 0,625.

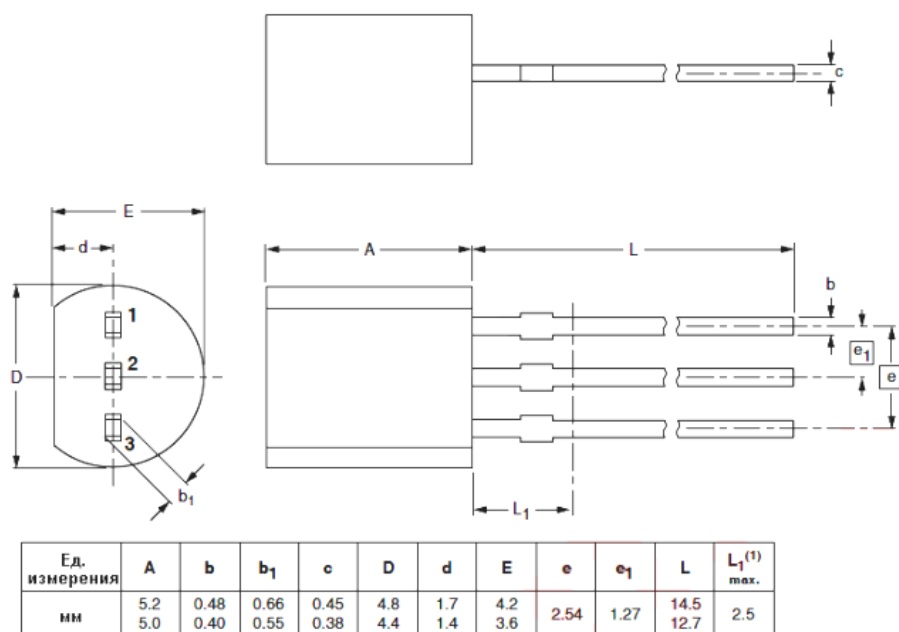


Рис. 1.36. Зовнішній вигляд транзистора 2N5551

## Транзистор 2N5401.

### Характеристики транзистора:

- $U_{\max_{к-б}}$ , В ... -150;
- $U_{\max_{к-е}}$ , В ... -160;
- $K_{стат}$  передачі емітера по струму ... 50...240;
- $I_{\max_{к}}$ , Ма ... 600;

-  $P_{роз.мах}$ , Вт, ... 0,625.

Транзистор BU931P.

Характеристики транзистора:

-  $U_{мах\kappa-б}$ , В ... 500;

-  $U_{мах\kappa-e}$ , В ... 400;

-  $I_{мах\kappa}$ , А ... 30;

-  $P_{роз.мах}$ , Вт, ... 135.

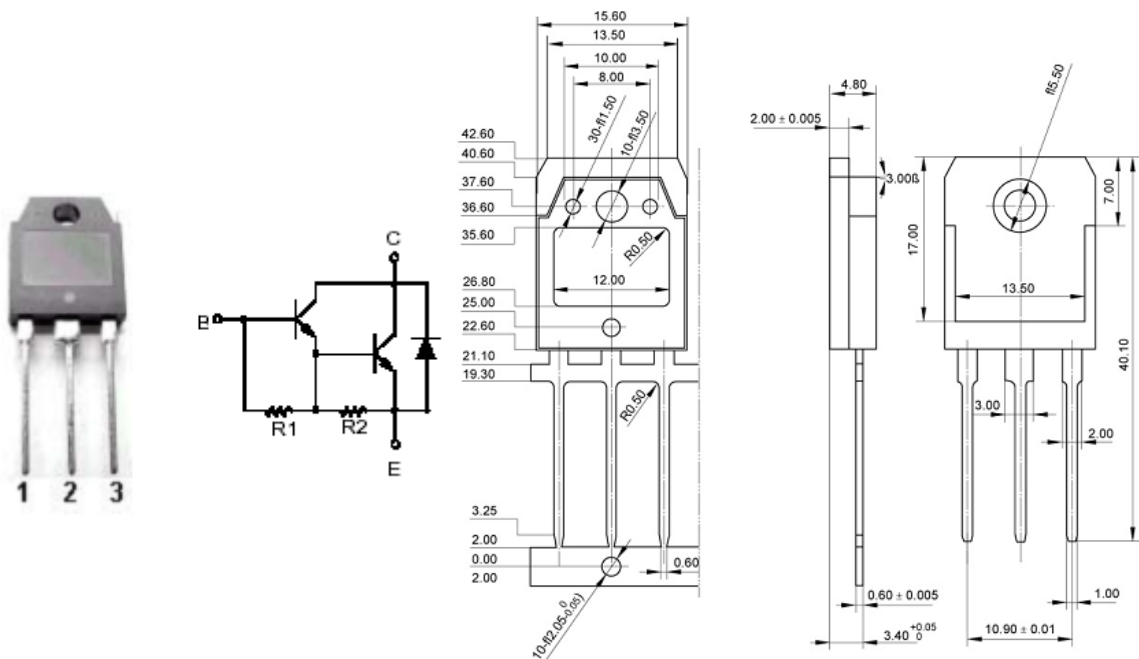


Рис. 1.37. Зовнішній вигляд транзистора BU931P

Транзистор MJE13009.

Характеристики транзистора:

-  $U_{мах\kappa-б}$ , В ... 400;

-  $U_{мах\kappa-e}$ , В ... 700;

-  $I_{мах\kappa}$ , А ... 12;

-  $P_{роз.мах}$ , Вт, ... 2.

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат

КЯЯ 2.087.001 ПЗ

Арк  
43



Усі елементи встановлюються вручну, причому зазор між елементами та платою має бути не більше 1мм. Саме тому потрібно приділити велике значення формуванню та підрізанням виводів, яке здійснюється вручну, наприклад, за допомогою кусачків або бокорізів.

При обрізанні виводів потрібно враховувати, що вони за основу плати повинні виступати не менше ніж по 1мм, довжина ніжок повинна становити не більше 3-4мм.

Паяння елементів слід проводити за допомогою спиртоканіфольного флюсу ПОС – 61 зі зниженою температурою плавлення.

Корпуси елементів повинні розташовуватись паралельно або перпендикулярно один одному. Переважне розташування елементів – рядове.

Розрахунок електричних і конструктивних параметрів включає розрахунок діаметрів монтажних і перехідних отворів, контактних площадок, ширини друкованого провідника і падіння напруги на друкованому провіднику.

При компонованні радіоелектронної апаратури повинні бути враховані вимоги оптимальних функціональних зв'язків між модулями, їх стійкість та стабільність, вимоги міцності та жорсткості, перешкодозахисності та нормального теплового режиму, вимоги технологічності, ергономіки, зручності експлуатації та ремонту.

Також необхідно враховувати додаткові вимоги: довжина друкованих провідників має бути мінімальною; кількість перетинів друкованих провідників має бути мінімальною.

Діаметр монтажного отвору розраховується за формулою

$$d_{отв} > d_v + \Delta + 2hg + \delta\delta, \quad (1.12)$$

де  $d_v$  – діаметр виводу елемента, мм;

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		45

$\Delta$  - зазор між виводом та монтажним отвором, мм;

$2\eta r$  - товщина гальванічно нарощеної міді, мм;

$\delta d$  - похибка діаметра отвору.

Діаметр монтажного отвору для резисторів, конденсаторів та діодів:

$$d_{отв.} = 0,6 + 0,4 + 0,05 = 1,05 \text{ мм}$$

Діаметр монтажного отвору для ІМС:

$$d_{отв} = 0,5 + 0,5 + 0,05 = 1,05 \text{ мм}$$

Діаметр контактної майданчика розраховується за формулою

$$d_{кп} = d_{отв} + 2b + c,$$

де  $d_{отв}$  – діаметр монтажного отвору;

$b$  – мінімально необхідна радіальна ширина кільця, мм

$c$  – технологічний коефіцієнт похибки виробництва, мм.

діаметр контактної майданчика для резисторів, конденсаторів та діодів:

$$d_{кп} = 1,05 + 1,1 + 0,1 = 2,25 \text{ мм}$$

діаметр контактної майданчика для ІМС:

$$d_{кп} = 1,05 + 1,1 + 0,1 = 2,25 \text{ мм}$$

діаметр контактної майданчика для діодів та транзисторів

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						46
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

$$d_{kn} = 0,85 + 1,1 + 0,1 = 2,05 \text{ мм}$$

Площа друкованої плати розраховується за формулою

$$S = S_{заг} * K + S_{всп.з.},$$

де  $S_{заг}$  - загальна площа встановлених на платі елементів, мм;

$K$  - коефіцієнт площі розміщення елементів;

$S_{всп.з.}$  - площа допоміжних зон.

Ширина друкованого провідника розраховується за такою формулою:

$$t \geq I_{max} / (\gamma_{доп} * h)$$

Для ділянки протікання максимального значення струму матимемо:

$I_{max}=25$  А,  $\gamma_{доп}=100$  А/мм,  $h=35$ мкм

$$t = 40 * 10^{-3} / (100 * 35 * 10^{-3}) = 714 \text{ мкм}$$

В цьому випадку обов'язковим є пропаювання силових ділянок провідників додатковим припоєм та мідним дротом для нарощення значення  $h$  та зменшення ширини провідника

В інших ділянках вибираємо ширину провідника 1 мм.

Падіння напруги розраховується за формулою:

$$\Delta U = \gamma_{доп} * \rho * l_{п} \quad \Delta U = \gamma_{доп} * r * l_{п}$$

$l_{п}=0.108$  мм

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						47
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		

Розмір  $\rho$  для мідних провідників отриманих методом хімічного травлення становить  $0.0175 \text{ Ом}\cdot\text{мм}$

$$U = 200 * 0.0175 * 0.108 = 0.378$$

Розрахуємо опір провідника:

$$R = \rho \frac{l}{t \cdot h}$$

$$\rho = 0.0175 \text{ Ом}\cdot\text{мм}, l = 60 \text{ мм}, t = 0.2 \text{ мм}, h = 0.35 \text{ мм}$$

$$R = 0.0175 * (60 / (0.2 * 0.35)) = 1.83 \text{ мм.}$$

Власне тепер проведено проектування друкованої плати та розроблено складальне креслення друкованого вузла з допомогою САПР P-CAD 2006.

Вони наведені на рис. 1.40 та рис. 1.41.

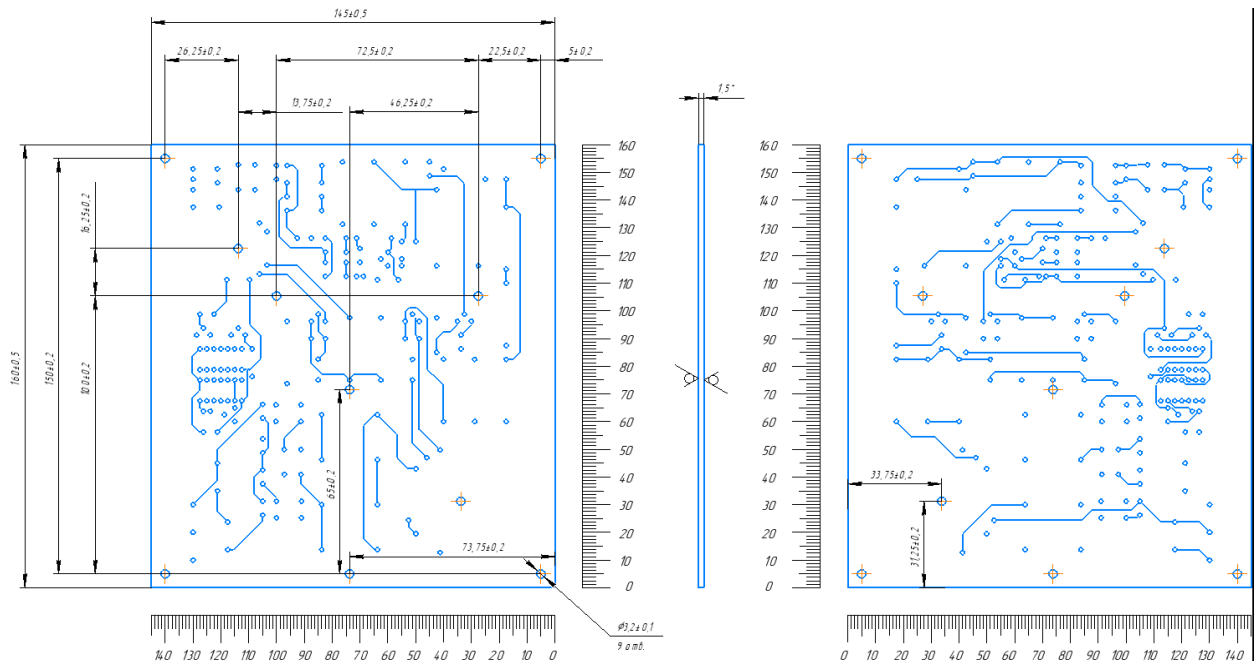


Рис. 1.39. Конфігурація друкованих провідників на друкованій платі

Зм	Арк	№ докум	Підпис
			Дат

КЯЯ 2.087.001 ПЗ

Арк  
48



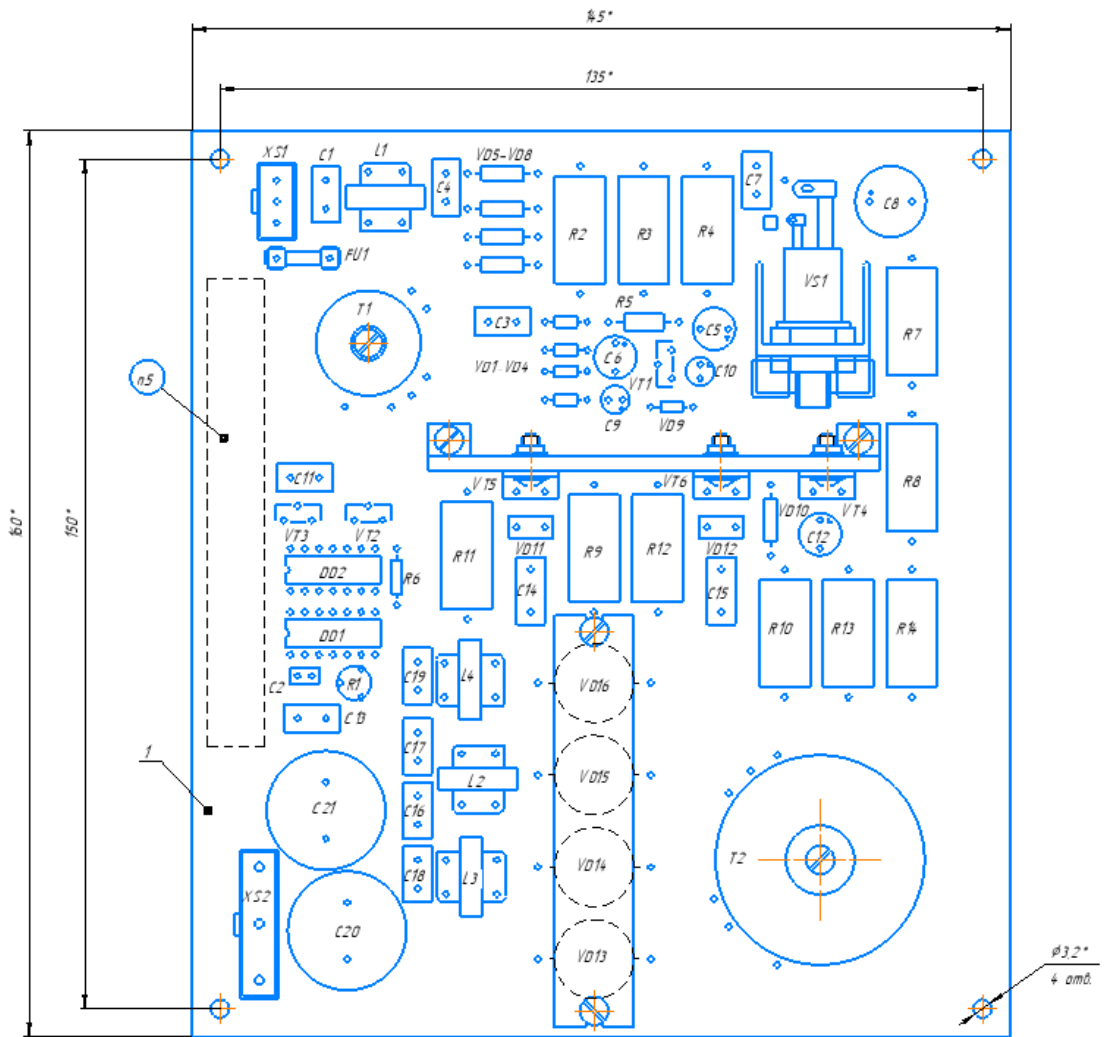


Рис. 1.40. Складальне креслення друкованого вузла

Також на кресленні позначено елементи із способами їх встановлення (рис. 1.41).

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат

КЯЯ 2.087.001 ПЗ

Арк  
49

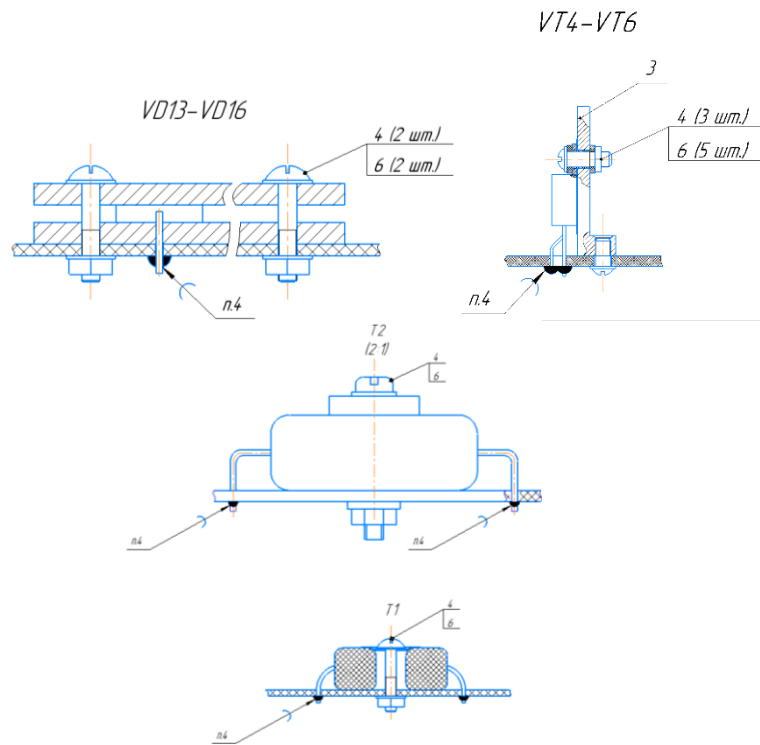


Рис 1.41. Способи встановлення окремих елементів

### 1.7 Висновки до розділу 1

В розділі проведено аналіз параметрів та характеристик трансивера FT-850, проаналізовано його стандартний блок живлення YAESU FP-800AC, що є блоком живлення трансформаторного типу та уточнено вимоги до проєктованого блока живлення. Проаналізовано основні схеми імпульсних блоків живлення та використано за основу структуру двотактних напівмостових перетворювачів. Розроблено схему електричну та проведено її розрахунки. Також виконано вибір елементів та проведено розрахунки друкованої плати і розроблено креслення друкованого вузла.

## 2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

### 2.1 Вплив ультразвуку на організм людини

Електромагнітне випромінювання в оптичній області, що примикає з боку коротких хвиль до видимого світла і має довжину хвиль в діапазоні 200...400 нм, називають ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ). Вплив його на людину оцінюють еритемною дією (почервоніння шкіри, що приводить через 48 годин до її пігментації - засмазі).

Проблема ультрафіолетового випромінювання як виробничого та екологічного чинника обумовлена широким використанням джерел постачання в народному господарстві, збільшенням рівнів сонячного випромінювання у зв'язку зі зменшенням озонового шару, зростанням кількості захворювань, зокрема злоякісних і доброякісних пухлин шкіри, та інших порушень стану здоров'я, що викликаються ультрафіолетовою радіацією.

При тривалій відсутності УФВ в організмі розвивається «світлове голодування». Тому воно необхідно для нормальної життєдіяльності людини. Однак, при тривалому впливі великих доз УФВ можуть наступити серйозні поразки очей і шкіри. Зокрема, це може призвести до розвитку раку шкіри, кератитів (запалень рогівки) і помутніння кришталіка очей (фотокератиту, який характеризується прихованим періодом від 0,5 до 24 годин). Для профілактики несприятливих наслідків, викликаних дефіцитом УФВ, використовують сонячне випромінювання, влаштовуючи солярії, інсоляцію приміщень, а також застосовуючи штучні джерела УФВ.

На промислових підприємствах джерелами ультрафіолетових випромінювань є дуга електрозварювання, ртутно-кварцові лампи, лазери, інші прилади та установки. Формування й вплив на працюючих оптичного випромінювання в ультрафіолетовій області відбувається при електрогазозварювальних процесах, на роботах з плазменними технологіями

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		51

(різка металу, напилювання, наплавлення металу), при використанні різних світильників та випромінювачів з кварцовими, ртутними, галогенними лампами, інших спектральних джерел. У різних галузях економіки та народного господарства широке застосування знаходять такі сучасні технології, як ультрафіолетове сушіння, установки для знезараження повітря, поверхонь та води, різні медичні та інші випромінювачі (перукарське устаткування, манікюрні лампи, солярії та інші).

Професіональному впливу УФВ піддаються електрогазозварювальники, копіювальники друкованих форм, працівники тепличних господарств, медичний персонал (фізіотерапевти, стоматологи, педіатри) та інші працівники, обслуговуючі різні джерела ультрафіолетового випромінювання. З іншого боку, при дорожніх, сільськогосподарських, будівельних та інших видах робіт, виконуваних на свіжому повітрі, відбувається вплив на працюючих природного УФ-випромінювання, як складової сонячної радіації. Окремо слід виділити групу працівників різних професій (звані "прихвачувальники"), які виконують спільні зі зварником роботи з фіксації деталей великогабаритних конструкцій в останній момент накладення первинного шва. Ці роботи виконують самі зварювальники (різних спеціальностей), і працівники інших професій - слюсарі механозбиральних робіт, монтажники та інші. Особливість таких робіт - короткочасність використання зварювальної дуги, її "імпульсний" характер під час "прихвачування" деталей зварювальної конструкції. Зазначені роботи, необхідно виконувати в окулярах із захисними фільтрами.

При впливі надлишкового ультрафіолетового випромінювання можливий розвиток низки захворювань і патологічних станів, насамперед, із боку органу зору, серед яких найчастіше відзначаються катаракта чи помутніння кришталика очі, запалення роговиці (кератит), слизових оболонок (фотоофтальмія). УФ-переопромінювання може призвести до хвороб шкірних покривів: запалювальне почервоніння шкіри чи еритема, прискорення

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		52

старіння шкіри, алергічні реакції, пухлини шкіри, в тому числі злоякісні (рак шкіри, меланома).

До засобів колективного захисту від УФВ відносяться різні пристрої (огороджувальні, вентиляційні, автоматичного контролю і сигналізації, дистанційного управління), а також знаки безпеки. Індивідуальний захист від УФВ здійснюють різними екранами: фізичними (у вигляді різних предметів, що поглинають, розсіюють або відображають промені) і хімічними (хімічні речовини та захисні креми, що містять інгредієнти, які поглинають УФВ). Для захисту також використовують виготовлений із тканини (попліну та ін) спеціальний одяг, окуляри із захисними фільтрами. Повний захист від УФВ усіх хвиль забезпечує флінтглас (скло, що містить окис свинцю) товщиною 2 мм. При влаштуванні приміщень враховують, що відображуюча властивість різних оздоблювальних матеріалів для УФВ і видимого світла різна.

## 2.2 Режим зони надзвичайної екологічної ситуації

Режим зони надзвичайної екологічної ситуації - це особливий правовий режим, який може тимчасово запроваджуватися в окремих місцевостях у разі виникнення надзвичайних екологічних ситуацій і спрямовується для попередження людських і матеріальних витрат, відвернення загрози життю і здоров'ю громадян, а також усунення негативних наслідків надзвичайної екологічної ситуації.

Запровадження відповідного правового режиму передбачає виділення державою (або органами місцевого самоврядування) додаткових фінансових та інших матеріальних ресурсів, достатніх для нормалізації екологічного стану і відшкодування завданих збитків, запровадження спеціального режиму поставок продукції для державних потреб, реалізації комплексних та цільових програм громадських робіт.

Законодавство про зону надзвичайної екологічної ситуації становлять:

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		53

- Закон України від 25 червня 1991 року "Про охорону навколишнього природного середовища";

- від 14 грудня 1999 року "Про аварійно-рятувальні служби";

- від 16 березня 2000 року "Про правовий режим надзвичайного стану";

- від 13 липня 2000 року "Про зону надзвичайної екологічної ситуації";

- а також прийняті відповідно до них нормативно-правові акти.

Підставами для оголошення окремої місцевості зоною надзвичайної екологічної ситуації можуть бути:

- значне перевищення гранично допустимих норм показників якості навколишнього природного середовища, визначених законодавством;

- виникнення реальної загрози життю та здоров'ю великої кількості людей або заподіяння значної матеріальної шкоди юридичним, фізичним особам чи навколишньому природному середовищу внаслідок надмірного забруднення навколишнього природного середовища, руйнівного впливу стихійних сил природи чи інших факторів;

- негативні зміни, які сталися у навколишньому природному середовищі на значній території і які неможливо усунути без застосування надзвичайних заходів з боку держави, або які суттєво обмежують чи виключають можливість проживання населення і провадження господарської діяльності на відповідній території;

- значне збільшення рівня захворюваності населення внаслідок негативних змін у навколишньому природному середовищі. Окрема місцевість України оголошується зоною надзвичайної екологічної ситуації Указом Президента України, затвердженим Верховною Радою України за пропозицією Ради національної безпеки і оборони України або за поданням Кабінету Міністрів України.

В такому Указі Президента України має бути зазначено:

- обставини, що стали причиною та обґрунтуванням необхідності оголошення окремої місцевості зоною надзвичайної екологічної ситуації;

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		54

- межі території, на якій вона оголошується;
- заходи щодо організаційного, фінансового та матеріально-технічного забезпечення життєдіяльності населення в такій зоні;
- основні заходи, що запроваджуються для подолання наслідків надзвичайної екологічної ситуації;
- обмеження на певні види діяльності в цій зоні;
- час, з якого окрема місцевість оголошується зоною надзвичайної екологічної ситуації;
- строк, на який ця територія оголошується такою зоною.

За наявності достатніх підстав у межах зони надзвичайної екологічної ситуації може бути введений правовий режим надзвичайного стану в порядку, встановленому відповідним законом із запровадженням додаткових заходів.

Юридичні та фізичні особи, винні у порушенні правового режиму в зоні надзвичайної екологічної ситуації, несуть відповідальність згідно з законами України.

### 2.3 Висновки до розділу 2

В розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» описано вплив ультразвуку на організм людини, також режими зони надзвичайної екологічної ситуації.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		55

## Висновки

В кваліфікаційній роботі проведено розробку імпульсного блока живлення трансивера FT-850.

За прототип проектування використано стандартний блок живлення для цього трансивера YAESU FP-800AC, що є блоком живлення трансформаторного типу та відрізняється значними розмірами та вагою.

Проведено аналіз принципів роботи імпульсних блоків живлення та їх типів і використано структуру двотактного півмостового перетворювача.

Проведено розробку схеми електричної та проведено її розрахунки. Також виконано вибір елементів виходячи з умов їхньої роботи в імпульсних блоках живлення. Також проведено розрахунки друкованої плати і розроблено креслення друкованого вузла.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
						56
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		



## Список використаних джерел

1. GitHub [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com> – Посадочні місця для компонентів.
2. Alldatasheet [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.alldatasheet.com/>– Даташити елементів.
3. AltiumDesigner [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.altium.com/> –Altium Designer
4. Wikipedia [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> – Система автоматизованого проектування і розрахунку.
5. E-Guru [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=123> – Методичні вказівки до проектування комплексного курсового проекту.
6. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник / За ред.В.І. Бикова.- К.: Либідь, 2003.- 272с.
7. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, ІДТ)
8. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.
9. ДСТУ 3334-96. Плати друковані. Загальні вимоги до технологічних процесів регенерації, знешкодження та утилізації розчинів.
10. Елементна база радіоелектронної апаратури: Пасивні радіокомпоненти В 4 ч. Ч.1. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.О.Піддубний, І.О.Товкач. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,05 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 98 с
11. Конструювання радіоелектронних засобів телекомунікаційних систем: Навч. посіб. для студ. приладобудів. профілю / С. Т. Барась, Р. Ф.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		57

Лободзінська, О. О. Лазарев; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця : ВНТУ, 2004.  
- 82 с.

12. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни  
“Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів” для  
студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.:  
Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

					КЯЯ 2.087.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дат		58

# ДОДАТКИ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедру РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“24” травня 2023 р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра

На тему: «Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850»

Узгоджено:

Керівник кваліфікаційної роботи

Дедів І.Ю. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАс-41

Коляса Я.Я. \_\_\_\_\_

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

Тернопіль 2023

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ по університету на затвердження дипломного проекту № 4/7-575 від 24.05.2023 р.).

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою роботи є розробка блока живлення для трансивера FT-850.

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

- Кількість вихідних каналів живлення.....1;
- Вихідна напруга блоку живлення .....13,5 В;
- Максимальний струм навантаження по кожному каналу.....до 25 А;
- Максимальна споживана потужність, не більше.....350 Вт;
- Частота роботи перетворювача.....100 кГц.

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- Пояснювальна записка;
- Структурна схема пристрою;
- Функціональна схема пристрою;
- Принципова схема пристрою;
- Друкована плата;

– Друкований вузол.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 - Стадії та етапи виконання кваліфікаційної роботи

№ етапу	Назва етапу виконання	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	22.02. 2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	1.03. 2023
3	Вибір власних схемо-технічних рішень	16.03.2023
4	Вибір елементної бази для розроблюваного пристрою;	29.03.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі пристрою.	12.04.2023
6	Створення допоміжної документації	26.04.2023
7	Розроблення креслень	26.04.2023
8	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	10.05.2023
9	Нормоконтроль	16.05.2023
10	Попередній захист	09.06.2023
11	Захист	23.06.2023

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка		
	<u>Конденсатори</u>							
	К50-35 ОЖ0.464.096 ТУ							
	К73-17 ОЖ0.460.84 ТУ							
C1,C4	К73-17-400В-0,22 мкФ±10%				2			
C2	К73-17-63В-1,5 нФ±10%				1			
C3,C7	К73-17-400В -1 мкФ±10%				2			
C5,C9	К50-35-25В-10 мкФ±20%				2			
C6	К50-35-100В-470 мкФ±20%				1			
C8	К50-35-400В-550 мкФ±20%				1			
C10	К50-35-25В-100 мкФ±20%				1			
C11	К73-17-400В-0,1 мкФ±10%				1			
C12	К50-35-400В-150 мкФ±20%				1			
C13	К73-17-400В-0,033 мкФ±10%				1			
C14,C15	К73-17-250В-4,7 мкФ±10%				2			
C16,C17	К73-17-160В-4,7 мкФ±10%				2			
C18,C19	К73-17-160В-0,22 мкФ±10%				2			
C20,C21	К50-35-83В-10000 мкФ±20%				2			
	<u>Мікросхеми</u>							
DD1	К511ЛА1				1			
DD2	К511ТВ1				1			
FU1	<u>Запобіжник</u> ВП4-4-2А				1			
L1	<u>Дросель</u> ФРК 4.7.001				1			
L2	<u>Дросель</u> ФРК 4.7.002				1			
L3, L4	<u>Дросель</u> ФРК 4.7.003				2			
					КЯЯ 2.087.001 ПЕЗ			
<u>Змн.</u>	<u>Арк.</u>	<u>№ докум.</u>	<u>Підпис</u>	<u>Дата</u>				
<u>Розроб.</u>	Коляса Я.Я.				Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850	<u>Літ.</u>	<u>Арк.</u>	<u>Аркушів</u>
<u>Перевір.</u>	Дедів І.Ю.						1	2
<u>Н. Контр.</u>	Паляниця Ю.Б.					ТНТУ, РАС-41		
<u>Затверд.</u>	Дунець В.Л.							
<u>Реценз.</u>	Дозорський В.Г							
					Перелік елементів			





Форма	Зона	Поз.	Найменування	Найменування	Кіл.	Примітка
				<b><u>Документація</u></b>		
			КЯЯ 2.087.001 СК	Складальне креслення		
A1			КЯЯ 2.087.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A1			КЯЯ 2.087.001 Е1	Схема структурна		
A1						
				<b><u>Деталі</u></b>		
		1	КЯЯ 7.102.001	Плата друкована	1	
		2	КЯЯ 7.104.002	Прокладка	8	
		3	КЯЯ 7.104.003	Радіатор	1	
				<b><u>Стандартні вироби</u></b>		
		4		Гайка М3-6Н.5.016	6	
		5		Гвинт М3-6g×10.56.016	5	
		6		Гвинт М3-6g×10.56.016	4	
				<b><u>Інші вироби</u></b>		
				<b><u>Діоди</u></b>		
		7		1N4007	4	VD1-VD4
		8		HER508	4	VD5-VD8
		9		1N4744A	1	VD9
		10		HER108	3	VD10- VD12
		11		КД2997А	4	VD13-VD16
		12		<u>Дросель</u> ФРК 4.7.001	1	L1
		13		<u>Дросель</u> ФРК 4.7.002	1	L2
		14		<u>Дросель</u> ФРК 4.7.003	2	L3, L4

					КЯЯ 2.087.001 СП			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.	Коляса Я.Я.				Імпульсний блок живлення для трансивера FT-850  Друкований вузол	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.	Дедів І.Ю.						1	3
Н. Контр.	Паляниця Ю.Б.					ТНТУ, гр. РАс-41		
Затверд.	Дунець В.Л.							
Рецензент	Дозорський В.Г.							



