

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ

методичні вказівки

для студентів спеціальності 5.05090101 – “Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв”

Складена викладачем Вінницького технічного коледжу *С. М. Цирульником*

Розглянуто і схвалено
на засіданні циклової комісії
радіотехнічних дисциплін
від «30» серпня 2017 р.

Протокол № 1

Голова циклової комісії:

_____ С. М. Цирульник

Вінниця, 2017 р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ

Мета: ознайомитись з конструкцією, схемотехнікою, роботою імпульсних блоків живлення.

Вступ

Сьогодні у світі практично будь-яке електронне устаткування живиться від джерела постійного струму. Цим джерелом може бути або гальванічний елемент (акумулятор), або мережеве джерело живлення. Необхідні споживачеві конкретні значення напруги і струмів можуть бути самими довільними. Тому постійно виникає потреба в їх перетворенні, яке найчастіше виконується за допомогою спеціальних імпульсних електронних пристроїв.

Джерела живлення за роки свого розвитку пройшли шлях від великих стійок, що використовували електровакуумні лампи і небезпечну високу напругу, до сьогоднішніх компактних блоків живлення, що видають більш низьку й відносно безпечну напругу постійного струму. Оскільки джерела живлення дуже широко використовуються в електронному устаткуванні, то вони складають значну частку світового ринку електроніки - більше 8 мільярдів доларів щорічно. Крім того, ця доля зростає разом із загальним збільшенням світового ринку електроніки. Технологія перетворювачів живлення просунулася від використання лінійних джерел живлення до сучасних імпульсних джерел живлення, які не лише менше і легше, але також набагато ефективніше.

Хоча лінійні джерела живлення мають багато корисних властивостей, таких як простота, низькі значення вихідних пульсацій та шуму, малі значення нестабільності за напругою та струмом, швидкий час відновлення. Головний їх недолік – невисока ефективність коефіцієнту корисної дії (ККД). Імпульсні джерела живлення стали популярними завдяки високій ефективності та питомої потужності.

Однією з головних тенденцій розвитку джерел живлення є збільшення питомої потужності (вихідна потужність одиниці об'єму джерела). Питома потужність джерела живлення, виконаного на лінійних компонентах, досягає 30 Вт / дм³. До середини 80-х років, завдяки використанню імпульсних технологій, це значення вдалося підняти до 180 Вт / дм³. Питома потужність виробів, виконаних за новітніми технологіями, досягає 2300 Вт / дм³. Ці вражаючі досягнення були досягнуті за допомогою комбінації різних методів:

- підвищення частоти перемикавання, що дозволяє зменшити розміри елементів (трансформаторів, котушок індуктивності, конденсаторів), що зберігають енергію;

- використання технології поверхневого монтажу й сучасних матеріалів підкладок типу товстих плівок, керамічних гібридних матеріалів і IMS (ізолюваних металевих підкладок). Компоненти, призначені для технології поверхневого монтажу, значно менше за розмірами, ніж їх варіанти для монтажу в отвори. Використання нових типів підкладок вирішує проблеми відведення тепла від джерел високої температури;
- поліпшення якості компонентів, наприклад, використання конденсаторів, що мають кращі значення питомої ємності, використання як ключі польових транзисторів замість біполярних і використання новітніх феритових матеріалів для роботи на високих частотах.

1. Короткі теоретичні відомості

Лабораторний блок живлення складається з таких основних блоків: первинного джерела живлення, що призначений для гальванічної розв'язки від мережі живлення та пониженню напруги для блоку регулювання; блок регулювання – основна силова аналогова частина, що здійснює регулювання напруги та струму в залежності від параметрів установлених мікроконтролером, а також забезпечує компенсацію падіння напруги на струмовимірювальному резисторі; блок керування та індикації інформації – забезпечує керування всією системою, обробку даних про поточні значення напруги на виході блоку живлення, струм споживання навантаженням; індикація напруги, струму та поточному стані блока живлення, вмикання/вимикання навантаження, індикація перевищення струму навантаження. Функціональна схема лабораторного блоку живлення наведена на рисунку 1.

Блок регулювання представляє безтрансформаторний стабілізатор зі зменшенням напруги, що складається з ключа (DA1), дроселя L, діода VD2, конденсатора C. Коли ключ на DA1 замикає коло, струм від джерела тече через дросель L в навантаження. ЕРС самоіндукції дроселя скерована проти напруги джерела напруги. В результаті напруга на опорі навантаження дорівнює різниці напруг джерела і ЕРС самоіндукції дроселя, струм через дросель росте, як і напруга на конденсаторі C і навантаженні. При розімкнутому ключі на DA1 струм продовжує текти через дросель в тому ж напрямку через діод D і навантаження, а також конденсатор C. ЕРС самоіндукції прикладена до опору R через діод D, струм через дросель зменшується, як і напруга на конденсаторі C і на навантаженні.

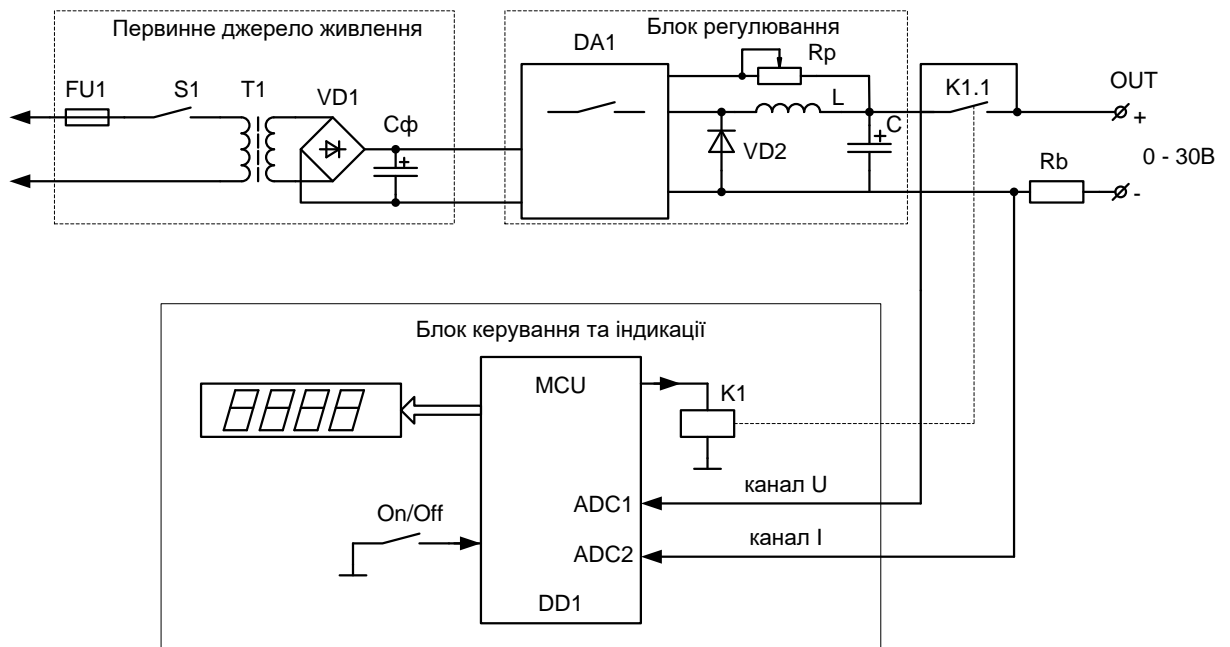


Рисунок 1 – Функціональна схема лабораторного блоку живлення

Практична схема лабораторного блоку живлення наведена на рисунку 2. Блок регулювання виконаний на спеціалізованій мікросхемі DA1 LM2596 фірми National Semiconductor, що представляє собою імпульсний широтно-імпульсний модулятор (ШІМ) - регулятор напруги. Генератор виробляє імпульси частотою 150 кГц на виводі 2 (OUT) DA1. Відбувається накачування напруги на підключений до виводу 2 індуктивності L2 та конденсаторів C10, C11. Вхід FEEDBACK (вивід 4) – контрольний, він вимірює вихідну напругу, після чого відбувається корекція шпаруватості вихідних імпульсів так, щоб вихідна постійна напруга відповідала нормі. В мікросхемі для встановлення напруги використовується зовнішній резистивний дільник R2, R3. Дільник повинний бути зроблений так, щоб на вході FEEDBACK була напруга 1.23В. Вхід ON/OFF (вивід 5) дозволяє заблокувати перетворювач. У робочому режимі на даному вході повинний бути нуль. Змінюючи параметри зворотного зв'язку, за допомогою R3, змінюється шпаруватість імпульсів на виході мікросхеми DA1, і проходячи через LC – фільтр L2, C10, C11 формується постійна напруга від 1,5В до 31,5В.

Основу блок керування та індикації інформації складає мікросхема DD1 ATtiny861 фірми Atmel. В її складі мають 10-розрядні аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Джерелом зразкової напруги 5 В для АЦП є живлення мікроконтролера (МК), що подається на 15 вивід через фільтр L1C6C7.

Як давач струму, що споживає навантаження, використовується потужний без індукційний резистор малого опору R8. Величина падіння напруги на ньому подається для аналізу на АЦП (ADC9, вивід 9) DD1.

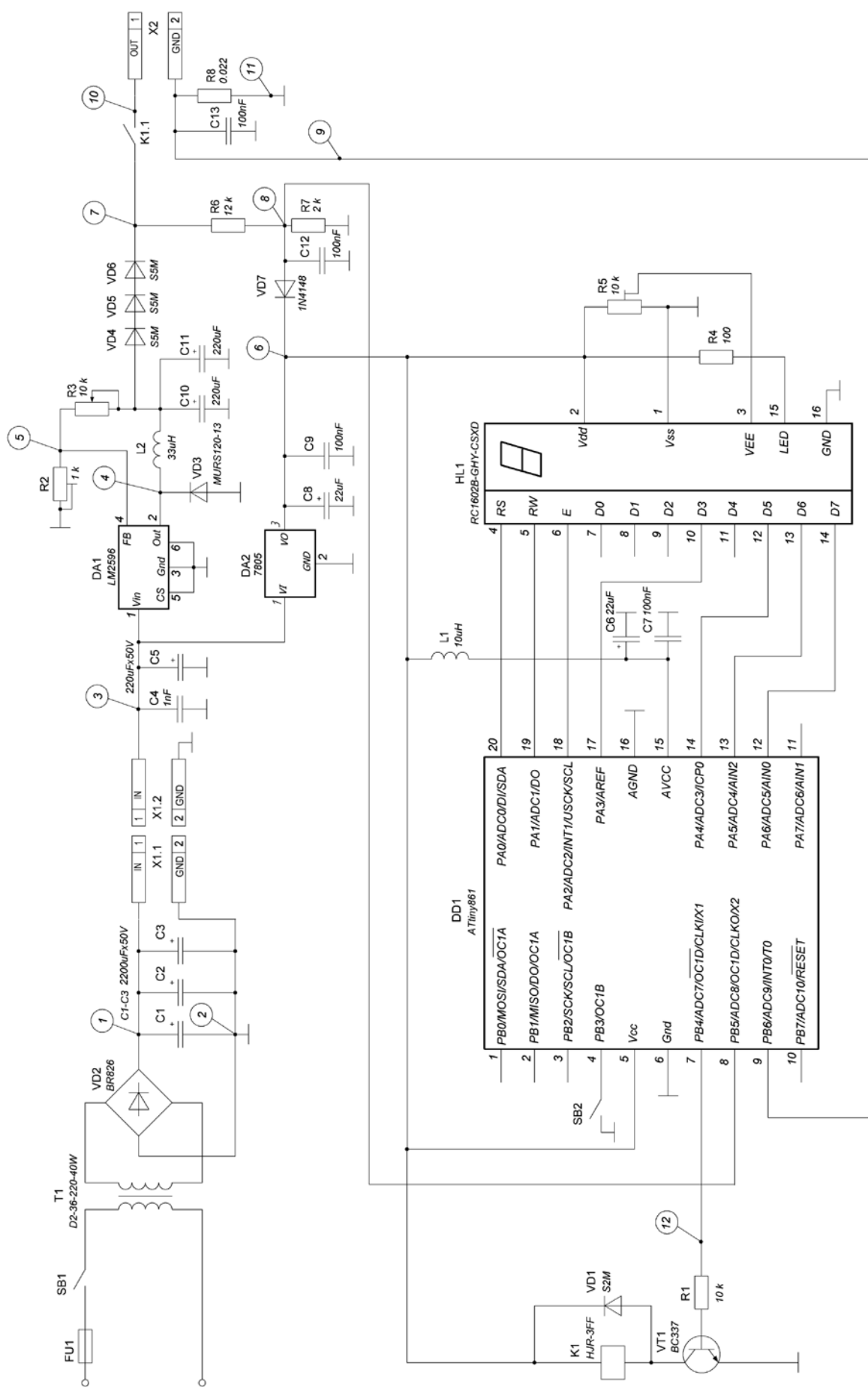


Рисунок 2 – Схема електрична принципова лабораторного блоку живлення

Вольтметр розрахований на вимірювання максимальної напруги 30 В. Напруга з виходу блока живлення ділиться на 6. Таким чином на вхід АЦП (ADC8, вивід 8) поступає напруга від 0 до 5 В. Після завершення перетворення від АЦП результат зберігається в масиві Symbol (складається з трьох елементів), що містить десятки, одиниці та десяті долі вольта. На деякий час робота АЦП забороняється та запускається 16-бітний лічильник T/C0 на частоті 15 кГц. У лічильний регістр TCNT0 попередньо записується значення C567H, що гарантує виникнення відповідного переривання через 1 с. Через 1 с від моменту запуску лічильника T/C0 виникає переривання, в якому програма зупиняє даний лічильник та дає команду АЦП почати нове перетворення.

За допомогою кнопки ON/OFF контролер керує вихідним реле, яке комутує регульовану напругу на вихідні клеми.

Основною складовою блока індикації є LCD індикатор RC1602B-GHY-CSXD з контролером HD44780. На індикаторі відображається значення вихідної напруги та струму.

Первинне джерело живлення складається з силового трансформатора T1, випрямляча VD2 та фільтра C1-C3. Для живлення блоку керування та індикації використовується інтегральний стабілізатор DA2 7805. Діоди VD4-VD6 використовуються як стабілізатор напруги на 1,5В для забезпечення мінімального значення 0В вихідної напруги лабораторного блоку живлення.

2. Прилади та обладнання

1. Лабораторний макет блока живлення
2. Мультиметр U801G.
3. Осцилограф C1-112.
4. Навантаження (лампа 36В).

3. Хід роботи

1. Ознайомитись з схемою лабораторного блоку живлення. Розібратись з особливостями схемотехнічних рішень функціональних блоків макету: вхідні кола, ШІМ контролер, перетворювач, кола стабілізації, захисту та керування, блок вимірювання.
2. Ознайомитись з контрольними точками лабораторного макету:
 - 1 – вихідна напруга первинного джерела живлення;
 - 2 – земля;

- 3 – вхідна напруга стабілізатора напруги;
- 4 – вихідна напруга безтрансформаторного стабілізатора зі зменшенням напруги на ІМС LM2596;
- 5 – напруга на вході FEEDBACK ІМС LM2596;
- 6 – напруга живлення блоку керування та індикації;
- 7 – напруга лабораторного блоку живлення без навантаження;
- 8 – напруга зворотного зв'язку з дільника для АЦП блоку керування;
- 9 – падіння напруги на зразкового резисторі для вимірювання вихідного струму АЦП блоку керування;
- 10 – вихідна напруга лабораторного блоку живлення в діапазоні 0 –30В;
- 11 – земля;
- 12 – сигнал блоку керування та індикації на підключення навантаження.

3. Підключити навантаження до лабораторного макету. Встановити напругу +15В. Зняти карту напруг та осцилограми в контрольних точках.
4. Зняти карту напруг та осцилограми в контрольних точках при таких значеннях вихідної напруги (значення задає викладач): 1В, 5В, 10В, 20В, 25В, 30В.
5. Виміряйте коефіцієнт пульсацій, коефіцієнт стабілізації вихідної напруги +12В, +5В при зміні напруги електромережі на $\pm 10\%$.

4. Контрольні питання

1. Яка методика діагностики несправностей в лабораторному блоку живлення?
2. Як виміряти коефіцієнт стабілізації вихідної напруги від зміни опору навантаження?
3. Типова схема застосування ІМС LM2596. Часові діаграми роботи ІМС.
4. Поясніть принцип вимірювання напруги та струму, який використовується в лабораторному макеті.
5. Які схеми захисту передбачені в лабораторному блоку живлення та принцип їх роботи?
6. Намалуйте схему випрямляча лабораторного макету з варистором, елементами подавлення симетричної та несиметричної завади, термістором. Поясніть принцип їх роботи.
7. Поясніть термін PFC

Перелік літератури

1. Бенда Д. Поиск неисправностей в электрических схемах: Пер. с нем. / Д. Бенда. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 256 с.
2. Браун М. Источники питания. Расчет и конструирование.: Пер. с англ./ М. Браун. – К.: "МК-Пресс", 2007. – 288 с.
3. Дэвидсон Г. Л. Поиск неисправностей и ремонт электронной аппаратуры без схем: Пер. с англ. / Г. Л. Дэвидсон Г.Л. – М: ДМК Пресс, 2002. – 544 с.
4. Игнатович В. Г. Регулировка и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры/ В. Г. Игнатович, А. И. Митюхин. – Мн.: Высша школа, 1995. – 476с.
5. Костиков В. Т. Источники электропитания электронных средств. Схемотехника и конструирование: Учебник для вузов./ В. Т. Костиков, Е. М. Парфенов, В. А. Шахнов. – М.: Горячая линия –Телеком, 2001. – 344 с.
6. Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2001. – 608 с.
7. Мэк Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / Р. Мэк. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 272 с.
8. Основи регулювання та ремонту РЕА [Електроний ресурс] /Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв. – Режим доступу: <http://radio-utv.inf.ua/zagal.html>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова укр.
9. Пис Р. А. Обнаружение неисправностей в аналоговых схемах: Пер. с англ. / Р. А. Пис. – М.: Техносфера, 2007. – 192 с.
10. Ремонт бытовой техники и электроники [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://remont-aud.net>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова рос.
11. Ремонт РЭА [Електроний ресурс] / Технообзор. – Режим доступу: <http://tehnoobzor.com/schemes/repair>, вільний. – Загл. з екрана. – Мова російська.
12. Романович Ж. А. Диагностирование, ремонт и техническое обслуживание систем управления бытовых машин и приборов/ Ж. А. Романович, В. А. Скрыбин, В.П. Фандеев, Б. В. Цыпин. – М.: Дашков и К°, 2014.– 316 с.
13. Семьян А. П. 500 схем для радиолюбителей. Источники питания/ А. П. Семьян. – СПб.: Наука и техника, 2005.–408с.