

УДК 621.373.1

Сергій Цирульник, Валентина Вернигора

Вінницький національний технічний університет, Вінницький технічний коледж

ЛАБОРАТОРНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ

Розглянуто практичні підходи до реалізації лабораторного блоку живлення на основі спеціалізованої мікросхеми LM317/337. Наводиться структурно-функціональна та практична схема.

Ключові слова: лабораторний блок живлення, стабілізатор напруги, блок індикації, блок захисту.

Sergey Tsyrunyk, Valentyna Vernyhora

LABORATORY POWER SUPPLY

Practical approaches to implementation of a laboratory power supply based on specialized LM317/337 chip. Provides functional and schematic diagram.

Keywords: laboratory power supply, voltage regulator, display unit, power protection.

Вступ. Лабораторні блоки живлення відносяться до категорії базових приладів, які використовуються при розробці електронної апаратури, виконанні наукових досліджень, вихідному контролі, а також у багатьох інших застосуваннях.

Більшість фахівців вважають джерело живлення дуже простим пристроєм. Але на практиці все зовсім по іншому. Падіння напруги в проводах підключення, імпульсний шум, стрибки напруги при швидкій зміні струму споживання навантаження – ось тільки деякі з аспектів, які треба враховувати. Для більшості типових завдань, що виникають при розробці або ремонті точної аналогової апаратури, аудіосхем та чутливих датчиків найкраще підходять лінійні лабораторні блоки живлення.

У статті розглядаються питання практичної реалізації лабораторного блоку живлення у вигляді функціонально-завершеного пристрою, який виконала команда Вінницького технічного коледжу для участі в творчому конкурсі VII Всеукраїнської олімпіади з радіоелектроніки.

Постановка завдання. Розробити та практично виготовити двохполярний блок живлення з параметрами: вихідна напруга – $\pm 3 \dots \pm 25\text{В}$; кількість каналів – два з незалежним керуванням; номінальний вихідний струм – не менше 1А; амплітуда пульсацій – не більше 100 мВ при 15В/1А; захист від короткого замикання у кожному каналі; індикація вихідної напруги.

Основна частина. 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; блок індикації – забезпечує обробку даних про поточні значення напруги та струму на виході блоку; індикація напруги, струму живлення по кожному каналу та поточний стан блока живлення; блок захисту від короткого замикання по кожному каналу з індикацією перевищення струму навантаження; допоміжний блок живлення для живлення блоку індикації. Функціональна схема лабораторного блоку живлення наведена на рисунку 1.

Основна частина блоку живлення побудована на мікросхемі LM317/ LM337 (рис. 2), яка представляє собою стабілізатор з регулюванням напруги від 1,25В до 33В з

вбудованою функцією захисту від короткого замикання на виході та перегріву.

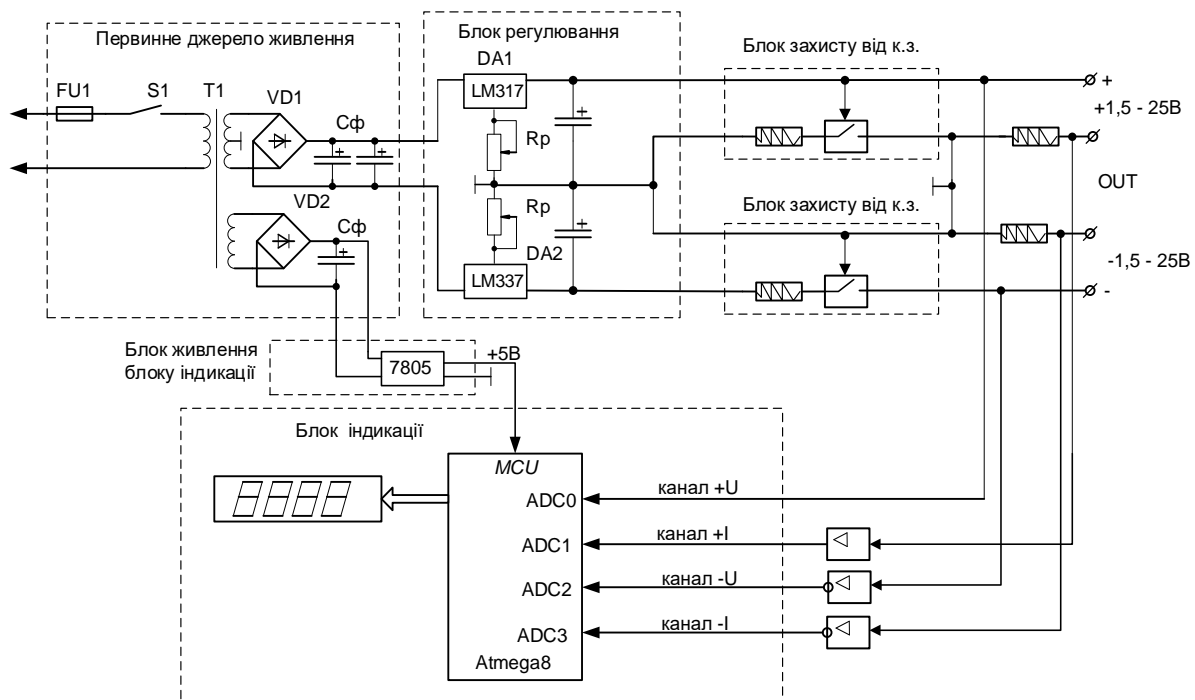


Рис. 1. Функціональна схема лабораторного блоку живлення

Стабілізатор LM317/ LM337 представляє собою дільник. Верхнім плечем є мікросхема, а нижнім – навантаження. Напряга на вході змінюється і мікросхема змінює свій опір так, щоб на виході напряга була не змінною.

Вихідна напряга стабілізатора напруги розраховується за формулою:

$$U_{OUT} = U_{REF} \cdot \left(1 + \frac{RV1}{R5}\right) + I_{ADJ} \cdot RV1,$$

де $U_{REF} = 1,25\text{В}$; $I_{ADJ} = 0,05\text{мА}$.

Резистор R5/R6 для такої схеми рекомендується взяти потужністю 0,5Вт з номіналом в діапазоні 200 .. 300 Ом. Вихідна напряга змінюється від 1,5В до 25В резисторами RV1/RV4 (Coarse), RV2/RV3 (Fine). Для розрахунку значень резисторів застосовувався on-line калькулятор. Конденсатор C5/C6 необхідний для плавного регулювання напруги. Діод VD1/ VD2 захищає DA1 від короткого замикання на вході і прискорює розряд C7/C8, C9/C10, коли блок живлення вимкнений; VD3/ VD4 захищає від короткого замикання на виході та розряду ємності C5/C6.

Вихідний струм LM317 не більше 1,5А, тому в схемі застосовується підсилювач струму на транзисторах VT1, VT3 (VT2, VT4), що дозволяє отримати максимальний струм навантаження 5А. Резистори R1/R2, R3/R4 стоять в емітерах транзисторів для утворення негативного зворотного зв'язку, який вирівнює колекторні струми при паралельному включенні транзисторів. VT1, VT3, DA1 (VT2, VT4, DA2) встановлюються на радіатори. Для примусового охолодження в схемі застосовується вентилятор.

Трансформатор T1 (рис. 1) використовується з вихідною напругою 2×20В та максимальним струмом вторинної обмотки 5А, що відповідає максимальному струму навантаження. Діодний міст KBU8M вибирається «з запасом» на струм 8А. Конденсатори фільтру вибираються з розрахунку максимального навантаження. Для струму 5А використовують паралельне включення трьох конденсаторів 3300мкФ×50В.

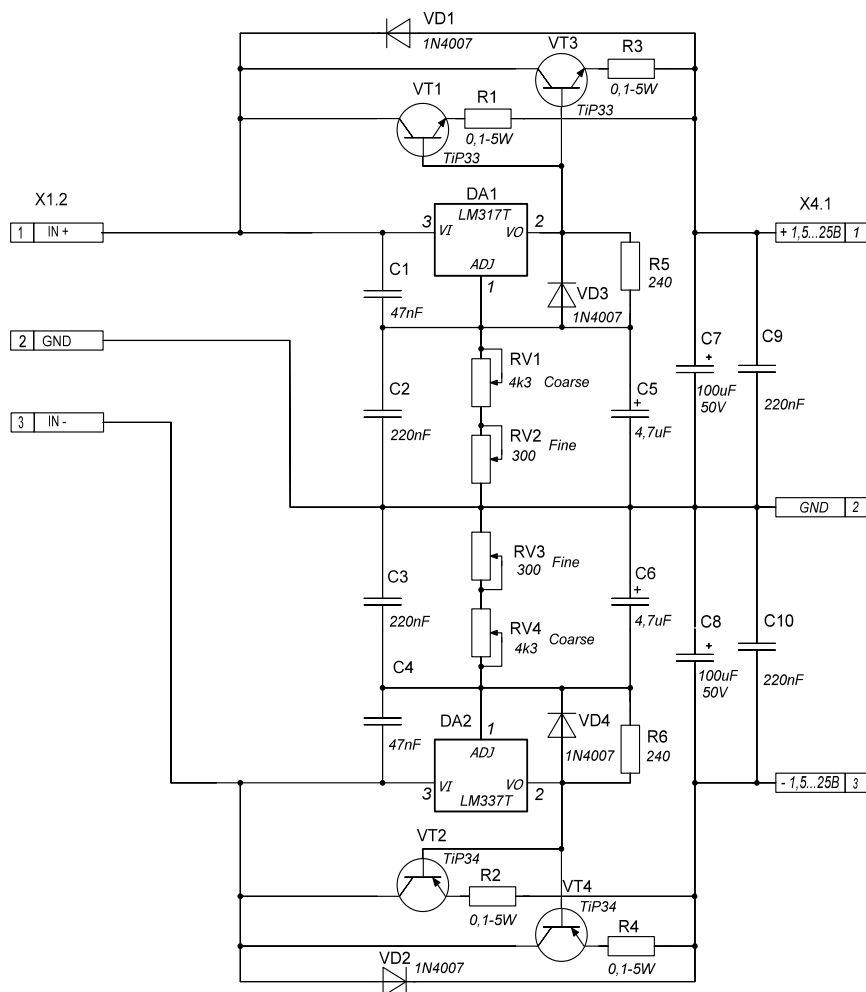


Рис. 2. Принципова схема блоку регулювання

Для вимірювання напруги та струму використовуються 4 канали АЦП мікроконтролера Atmega8 розрядністю 10 біт. Канали АЦП ADC0, ADC1 (PC0, PC1) використовуються для вимірювання у позитивному каналі, ADC2, ADC3 (PC2, PC3) – для вимірювання у негативному каналі. Як джерело опорної напруги використовується внутрішнє джерело мікроконтролера Atmega8 з напругою 2,56В.

У позитивному каналі напруга, що вимірюється, подається до ADC0 через дільник. Максимальне значення напруги на виході блока живлення 25,6 В, тому коефіцієнт дільника 10:1, щоб напруга на вході АЦП не перевищувала опорну напругу 2,56 В. Для вимірювання напруги в негативному каналі потрібно перевернути полярність напруги та застосувати дільник напруги 10:1. Для цього в схемі використовується каскад на операційному підсилювачі МСР602, який включений за схемою інвертованого підсилювача. Вимірювання струму виконується за допомогою шунта, який включається у розрив навантаження. Падіння напруги на ньому вимірюють канали ADC1, ADC3 мікроконтролера. Для шунта 0,1Ом при струмі 1А падіння напруги 0,1В. Величина такої напруги достатньо мала щоб подавати її на мікроконтролер, тому її необхідно підсилити за допомогою операційного підсилювача, який включений за схемою неінвертованого підсилювача (для позитивного каналу блока живлення). Опір шунта 0,01 Ом використовується для вимірювання струму до 10А. Тоді на R1 для струму 5А буде падіння напруги 0,05В. При коефіцієнті підсилення 50 напруга на виході підсилювача буде 2,5В. Так як опорна напруга 2,56В, то більше цього значення на вхід АЦП подати не можна (розрядність вимірювання струму 2,56А

/ 1024 = 2,5 mA). Щоб отримати реальні значення струму на LCD індикаторі, необхідно виміряти значення програмно помножити на 2. Вимірювання струму в негативному каналі аналогічно, тільки використовується інвертований підсилювач. Виміряні значення по кожному каналу додається до попередніх показів та поміщаються до буфера. Кожне вимірювання виконується 400 раз, знаходиться середнє значення, множиться на необхідні коефіцієнти та виводиться на індикатор HG1 з контролером HD44780, який підключений до МК у 4 вивідному режимі.

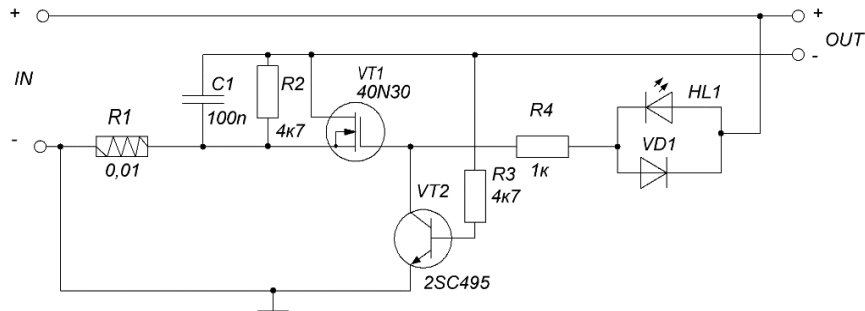


Рис. 3. Принципова схема блоку захисту від короткого замикання

При правильному підключенні VT1 (рис. 3) транзистор відкритий і весь струм протікає на вихід через канал стік-витік. При короткому замиканні падіння напруги на шунті R1 та VT1 достатньо, щоб спрацював малопотужний транзистор VT2. Коли транзистор VT2 відкривається, він замикає затвор VT1 на корпус, що приводить до його закриття та відключення блоку живлення від навантаження. Час спрацьовування захисту до 1мкс. Через відкритий перехід VT2 поступає живлення на HL1 і він світиться. Транзистор VT1 закритий, доки не буде усунуто коротке замикання в навантаженні. Від опора шунта R1 залежить струм спрацьовування захисту. При використанні 6 резисторів по 5Вт 0,1 Ом, які з'єднані паралельно, струм спрацьовування захисту – 8А.

На рисунку 4 наведена конструкція лабораторного блоку живлення, схемотехнічні особливості якого розглядались у даній статті.

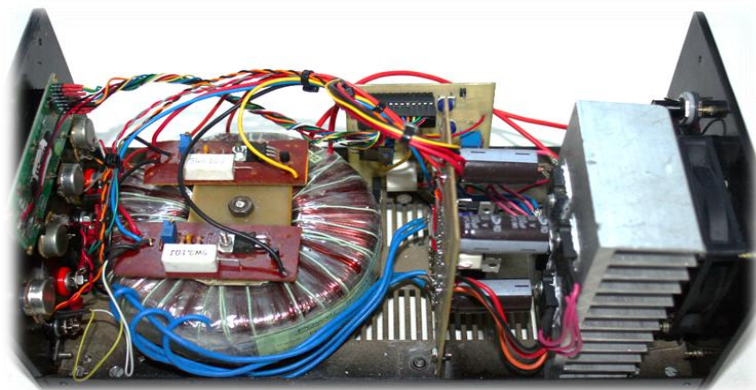


Рис. 4. Конструкція лабораторного блоку живлення