

Міністерство освіти і науки України
VII Всеукраїнська олімпіада з радіоелектроніки
Вінницький технічний коледж

ЛАБОРАТОРНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ

Керівник: Вернигора В.В.

Виконавці: Літвінов В.

Поліщук Ю.

Вінниця – 2017 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Актуальність та призначення	4
2. Технічні характеристики.....	5
3. Склад і робота пристрою	6
4. Підготовка та порядок роботи	10

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 перемикання, 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 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ

Ні в кого не викликає сумніву важливість експериментальних досліджень при вивченні дисциплін з циклу професійної та практичної підготовки усіх технічних спеціальностей. Однак організація експериментальних досліджень викликає серйозні ускладнення. Добра навчальна лабораторія повинна мати сучасне вимірювальне обладнання й кваліфікований персонал, здатний його підтримувати в робочому стані. Утримання навчальним закладом такої лабораторії являється складною задачею.

Спеціалізовані лабораторії Вінницького технічного коледжу вимагають застосування лабораторних блоків живлення під час навчального процесу. Застосування приладів, які є в наявності не задовольняють потреби лабораторій. По-перше, ці прилади знаходяться в експлуатації більше 20 років. Ефективність їх роботи невисока. Частина з них не працює, а ремонту вони не підлягають, так як відсутня елементна база для їх ремонту; друга частина працює, однак, параметри їх за рахунок старіння радіоелементів вийшли за паспортні дані. Покращити ситуацію можна двома способами. По-перше, можна придбати нові прилади, але вартість їх перевищує фінансові можливості навчального закладу. Другим способом є розробка та виготовлення вимірювальних приладів на сучасній елементній базі власними силами.

Блок живлення призначений для перевірки, налаштування й контролю радіоаматорських і промислових конструкцій. Може використовуватись як допоміжне або як основне джерело живлення для всіх поширених схем на основі стабілізованої напруги постійного струму від 1,5 до 25 В за умови, що споживання не перевищує 5А; як зарядний пристрій для акумуляторних батареї й інших радіоаматорських завдань.

Лабораторний блок живлення відрізняється якісною індикацією, доступною елементарною базою, відсутністю спеціалізованих мікросхем об'язки, надійним захистом від нештатних ситуацій і при цьому легким в повторенні та простим в експлуатації.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основні характеристики лабораторного блоку живлення:

- напруга живлення..... 220 В /50Гц;
- максимальна вихідна напруга..... 25В постійної двох полярної напруги;
- максимальний вихідний струм..... 5А постійного струму;
- регулювання вихідної напруги..... плавне, в діапазоні від 1,5 до 25В;
- захист..... за струмом від короткого замикання;
- пульсації вихідної напруги, не більше... 20мВ;
- зниження вихідної напруги при зміні струму навантаження від 0 до 5А не перевищує..... 0,2 %;
- індикація (для кожного каналу)..... вихідної напруги /струму, спрацювання захисту;
- точність вимірювання:
 - напруга 0,1 В;
 - струм 0,01 А.

3 СКЛАД І РОБОТА ПРИСТРОЮ

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.

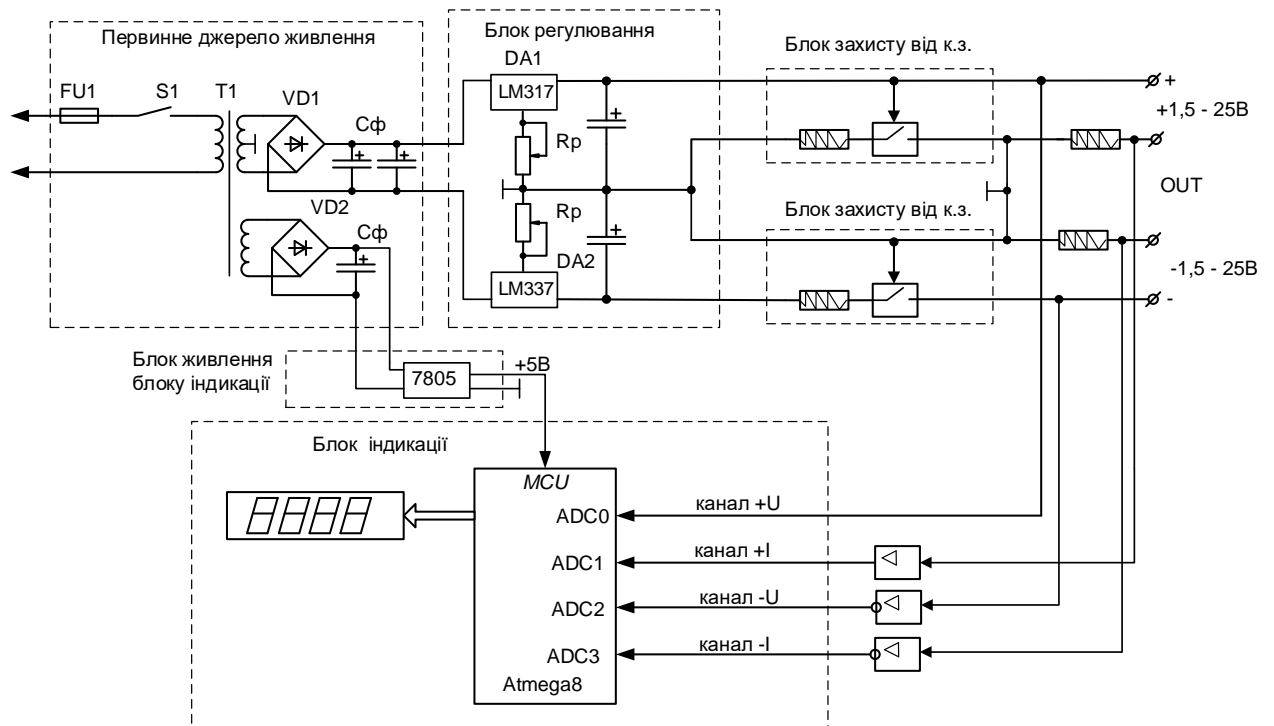


Рисунок 1 – Функціональна схема лабораторного блоку живлення

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.

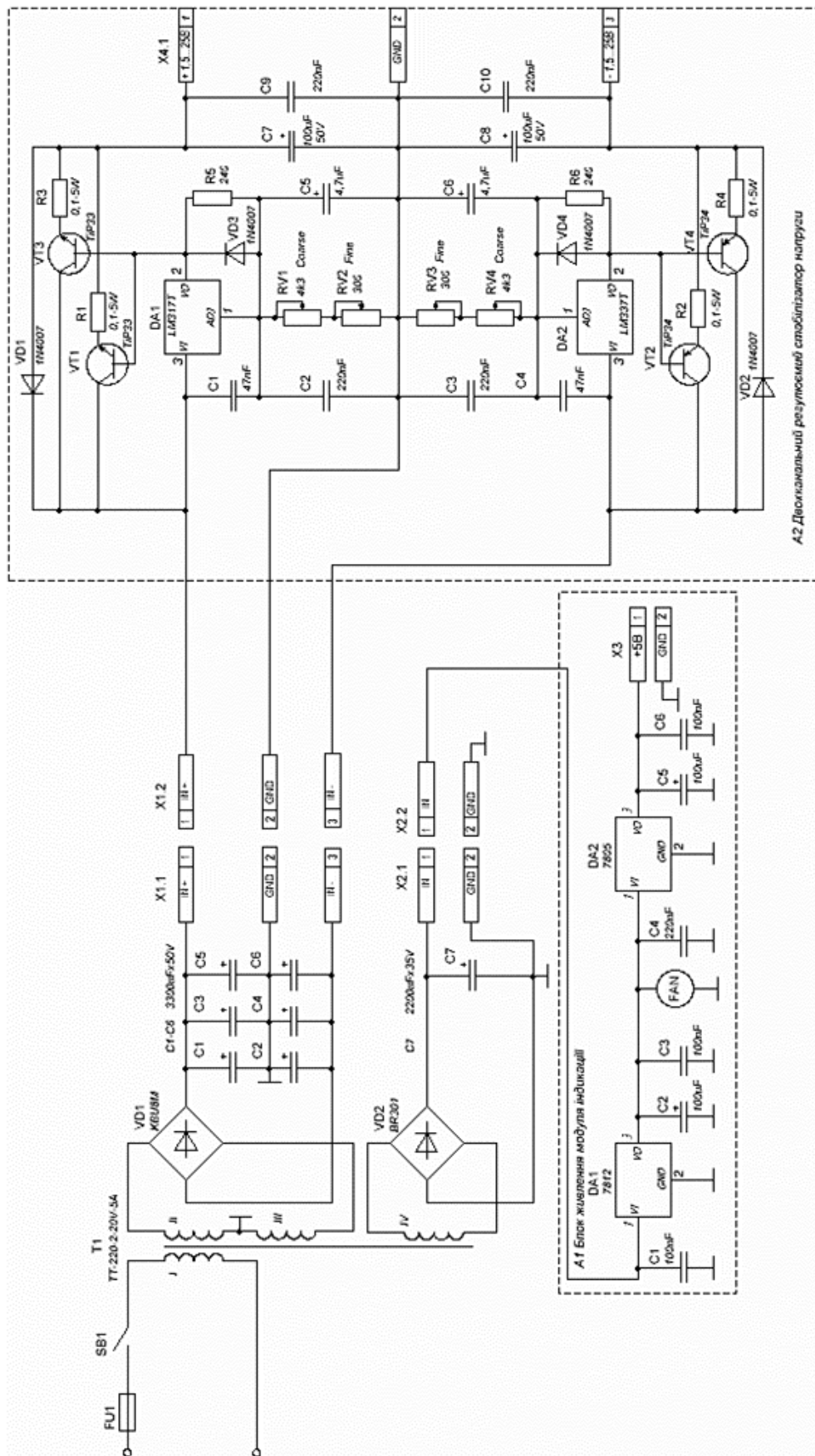


Рисунок 2 – Принципова схема первинного джерела живлення, блоку регулювання, блоку живлення блоку індикації

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 Т1 використовується з вихідною напругою 2×20В та максимальним струмом вторинної обмотки 5А, що відповідає максимальному струму навантаження. Діодний міст КВU8М вибирається «з запасом» на струм 8Ампер. Конденсатори фільтру вибираються з розрахунку максимального навантаження. Для струму 5А використовують паралельне включення трьох конденсаторів 3300мкФ×50В. В модулі А1 стабілізатор напруги DA1 використовується для живлення вентилятора системи

забезпечення теплового режиму роботи, DA2 використовується для формування напруги +5В живлення модуля вимірювання та індикації.

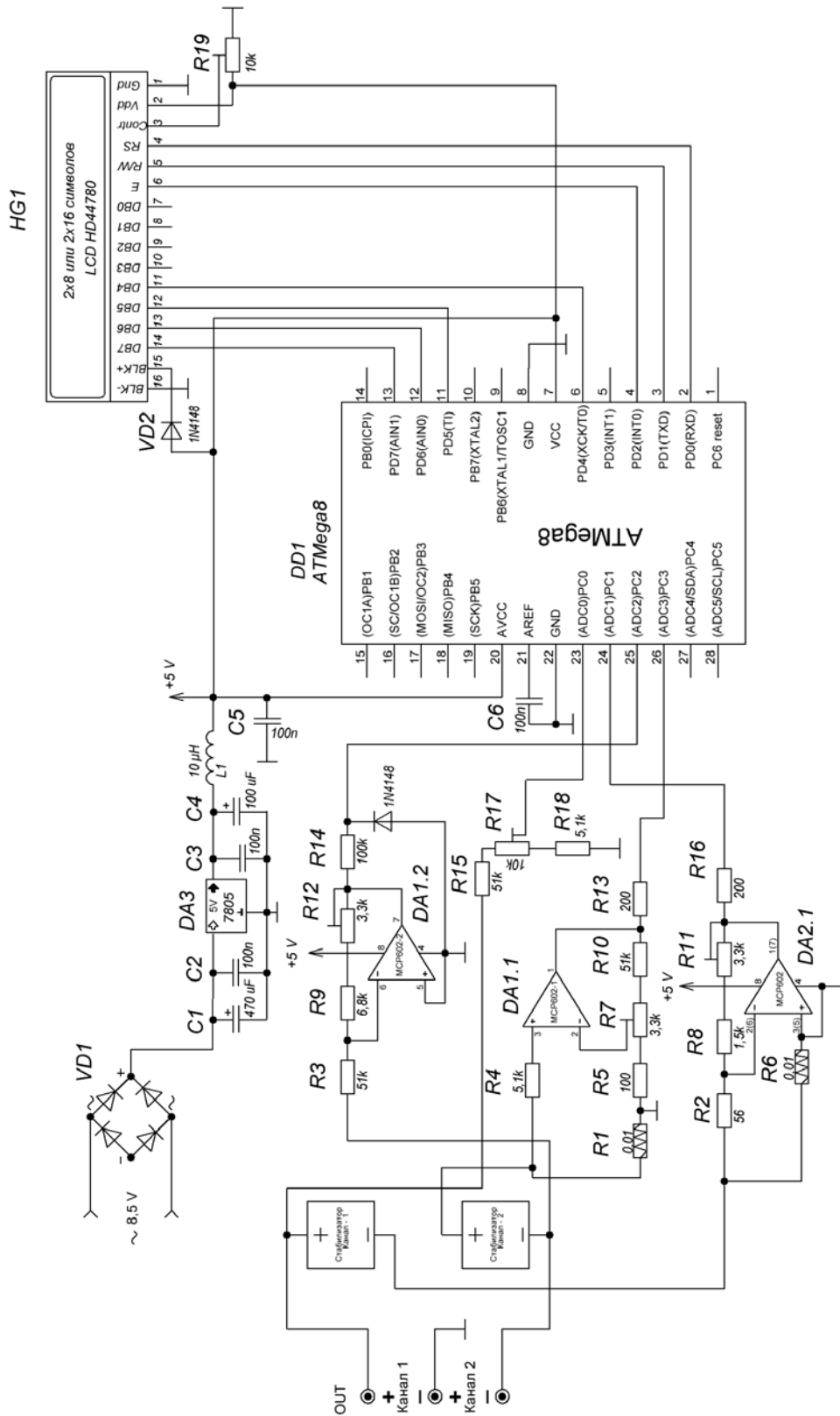


Рисунок 3 – Принципова схема блоку індикації

Для вимірювання напруги та струму використовуються 4 канали АЦП мікроконтролера Atmega8 (рис. 3) розрядністю 10 біт (ADC0, ADC2 – напруга, ADC1, ADC3 - струм). 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 2,56V. Мікроконтролер DD1 тактується від внутрішнього генератора частотою 4MHz.

У позитивному каналі напруга, що вимірюється, подається до ADC0 через дільник R15, R17, R18. Максимальне значення напруги на виході блока живлення 25,6 В, тому коефіцієнт дільника 10:1, щоб напруга на вході АЦП не перевищувала опорну напругу 2,56V. Резистором R17 виконується калібровка вимірювання напруги у позитивному каналі.

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 MCP602 (DA1.2), який включений за схемою інвертованого підсилювача (сигнал подається на 6 вивід). Резистори R3, R9, R12, R14 забезпечують коефіцієнт підсилення каскаду за напругою 0,1. Резистором R12 здійснюється калібровка вимірювання напруги у негативному каналі.

Вимірювання струму виконується за допомогою шунта (R1, R6), 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 (DA1.1), який включений за схемою неінвертованого підсилювача (для позитивного каналу блока живлення). Така схема має дуже великий вхідний опір та дуже малий вихідний опір. 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 $2,56\text{A} / 1024 = 2,5 \text{ mA}$). Тому програмно отримане значення необхідно помножити на 2 ($5\text{A}/2,5\text{V}$), щоб отримати реальні значення струму на LCD індикаторі. Заданий коефіцієнт підсилення каскаду на DA1.1 задається R5, R7, R10. Резистором R7 виконується калібровка вимірювання струму в позитивному каналі.

Вимірювання струму в негативному каналі аналогічно, тільки використовується інвертований підсилювач на DA2.1. Коефіцієнт підсилення 50 забезпечується R2, R8, R11. Резистори R3, R16 узгоджувальні (щоб низький опір підсилювального каскаду не шунтував порти мікроконтролера).

Вимірювання напруги та струму виконується за перериванням завершення перетворення АЦП. Виміряне значення по кожному каналу додається до попередніх показів та поміщаються до буфера. Кожне вимірювання виконується 400 раз, знаходиться середнє значення, домножається на необхідні коефіцієнти та виводиться на індикатор HG1 з контролером HD44780, який підключений до МК у 4 виводному режимі.

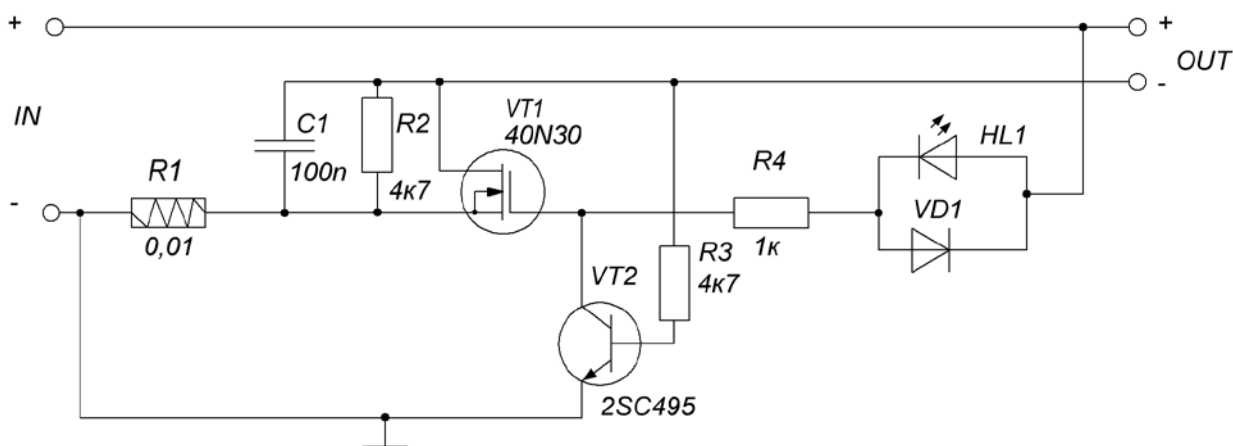


Рисунок 4 – Принципова схема блоку захисту від короткого замикання

При правильному підключенні VT1 (рис. 4) 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 0,1Ом з'єднаних паралельно струм спрацьовування захисту – 8А.

4 ПІДГОТОВКА ТА ПОРЯДОК РОБОТИ

Зовнішній вигляд лабораторного блоку живлення наведений на рис. 5. Кнопкою «Power» (знаходиться з зворотної сторони) включається лабораторний блок живлення. Регулятором «Coarse» (грубо) «Fine» (точно) встановлюється значення вихідної напруги від 1,5 до 25В у кожному каналі окремо. Значення вихідної напруги та струму навантаження кожного каналу відображається на LCD індикаторі. Вихідний сигнал лабораторного блоку живлення знімається з клем «+», «⊥» позитивний канал (Channel I) та «⊥», «-» негативний канал (Channel II).

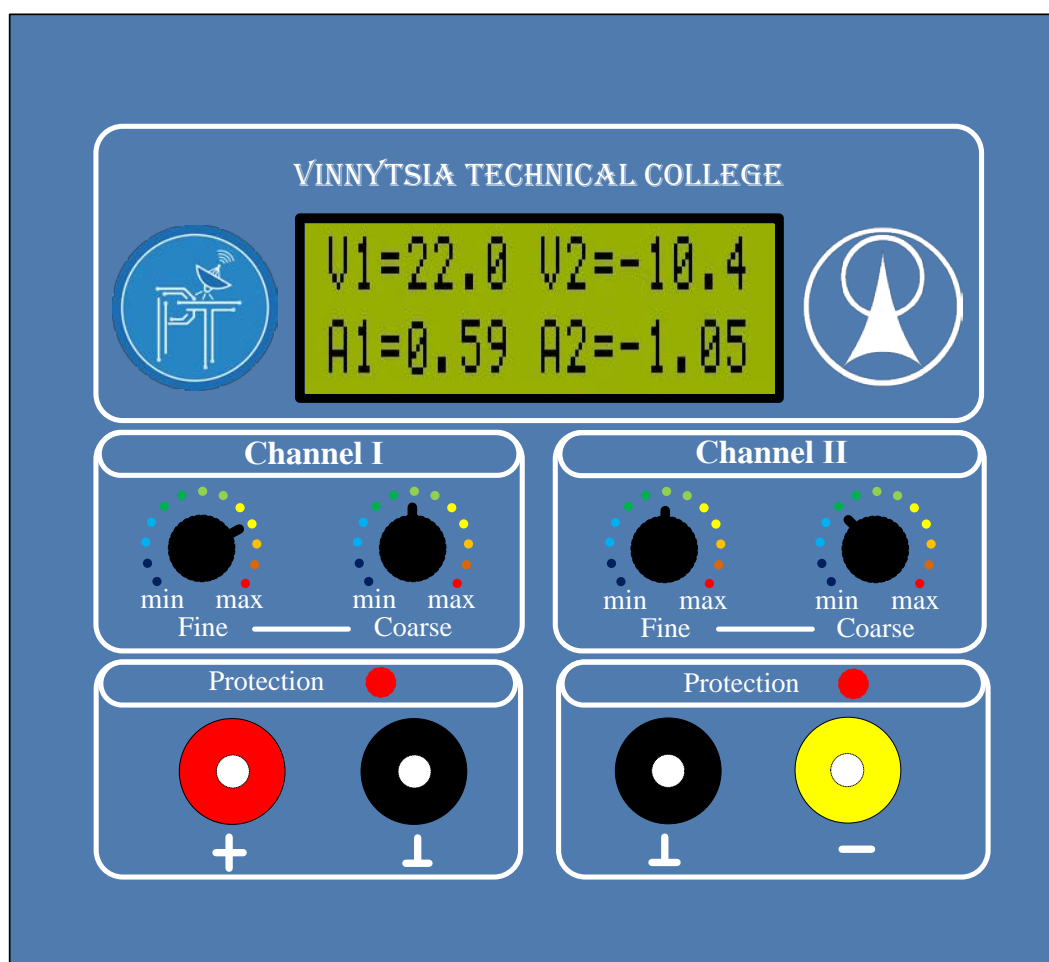


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд лабораторного блоку живлення

При спрацюванні захисту від короткого замикання загоряється світлодіод «Protection». Для відновлення роботи блоку живлення потрібно відключити навантаження та повторно включити блок живлення.

