

# COMPARATIVE ANALYSIS OF LABORATORY POWER UNITS FOR EXPERIMENTS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

**Mykhailo Dovbnya, Dmytro Kukharenko**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

Ukraine, 61166, Kremenchuk, str. 20 University

E-mail: dkuch100@gmail.com

**Annotation:** The most common power supply units for laboratory work and various experiments in educational institutions, which are presented on the electronics market, were analyzed, and the advantages and disadvantages of the selected devices were also determined.

**Key words:** power supply unit, control, software, laboratory unit.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЛАБОРАТОРНИХ БЛОКІВ ЖИВЛЕННЯ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ У НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

**Михайло Довбня, Дмитро Кухаренко**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Україна, 61166, Кременчук, вул. Університетська, 20.

E-mail: dkuch100@gmail.com

**Анотація:** Проаналізовано найпоширеніші блоки живлення для лабораторних робіт і різноманітних експериментів у навчальних закладах, які представлені на ринку електроніки, а також визначено переваги та недоліки обраних пристроїв.

**Ключові слова:** блок живлення, керування, програмне забезпечення, лабораторний блок.

Сьогодні неможливо уявити наукові установи, сервісні центри, лабораторії та лікарні без лабораторних джерел живлення [1-5]. До недавнього часу аналогове керування було стандартом для імпульсних джерел живлення, але цифрове керування забезпечує оптимізовану роботу керування, підвищену ефективність і лінійність регулювання струму навантаження.

Відомо, що при розробці регульованого джерела живлення без високочастотного перетворювача існує проблема, коли елемент управління (стабілізатор) споживає велику кількість енергії при мінімальній вихідній напрузі і високому струмі навантаження. Одним з рішень цієї проблеми є створення декількох відводів у вторинній обмотці силового трансформатора і поділ діапазону регулювання вихідної напруги на піддіапазони.

Цей принцип використовується у багатьох послідовних джерелах живлення, але цей метод ускладнює сам блок живлення, і можливість управління такими пристроями за допомогою систем вищого рівня, тому це рішення виглядає сумнівно. Одним з розумних рішень в цьому випадку є використання високочастотних транзисторних перетворювачів. В цьому випадку можна розробити джерело живлення, яке кероване одним заданим значенням вихідної напруги, наприклад, у вигляді потенціометра або одного керуючого сигналу від комп'ютера.

Лабораторні джерела живлення – це пристрої, які після підключення до мережі змінного струму перетворюють його в стабілізовану постійну напругу і подають її на вихід, дозволяючи при цьому безперервно регулювати найважливіші параметри живлення (напругу і струм). Таким чином, він подає постійний струм із заданими користувачем параметрами на підключений пристрій і одночасно діє як фільтр і стабілізатор для захисту пристрою. Зокрема, вони використовуються в процесах, пов'язаних з ремонтом електронного обладнання, складанням і калібруванням електронних компонентів, обробкою прототипів і готової продукції. Тому основними клієнтами є електрики та електронні техніки, які працюють у сервісних та дослідницьких командах, а також аматори, які виконують різні проекти в лабораторії. Саме ці люди перевіряють роботу тієї чи іншої системи або пристрою в нормальних умовах експлуатації, при оптимальній напрузі і струмі і в умовах, дещо відмінних

від стандартних, в яких виявляються певні характеристики пристрою (вузла) і, зокрема, може бути визначений рівень безпеки.

Поділ лабораторних джерел живлення може здійснюватися за різними критеріями, і в певному сенсі вони перетинаються і разом можуть створювати будь-яку конфігурацію. Три найбільш важливі і домінуючі критерії дозволяють класифікувати цю категорію наступним чином:

1. одноканальні та багатоканальні джерела живлення;
2. програмовані та непрограмовані джерела живлення;
3. імпульсні та лінійні джерела живлення.

Перетин цих категорій означає, що на ринку можна знайти такі конфігурації, як «одноканальний, комутований, програмований» або «багатоканальний, лінійний, непрограмований». Головне правило тут - зрозуміти значення наведених вище типологій лабораторних блоків живлення і вибрати найбільш підходяще рішення.

Класифікація лабораторних блоків живлення за кількістю приймачів. Перша класифікація означає, що до блоку живлення можна підключити тільки один приймач (одноканальний блок живлення), в той час як в деяких моделях можна підключити кілька приймачів, наприклад, два, три або чотири.

Класифікація лабораторних блоків живлення за робочими параметрами. Інший тип розмежування заснований на способі контролю параметрів і впливу на них під час роботи. Непрограмовані джерела живлення зазвичай надають лише можливість «вручну» встановити напругу і струм, а також визначити режим роботи (струм/напруга). Після цих налаштувань робота продовжується згідно з інструкцією. Для зміни параметрів користувач повинен зробити нові налаштування за допомогою відповідної ручки або кнопки. На відміну від них, програмовані лабораторні джерела живлення – це спеціальні пристрої з програмним забезпеченням з відповідним комп'ютерним додатком (зазвичай використовується просунута панель управління зі світлодіодною індикацією і рідкокристалічним дисплеєм), що дозволяє користувачеві миттєво змінювати параметри джерела живлення, змінювати їх і вводити точну послідовність різних нестандартних схем роботи системи електроживлення. Для обміну інформацією з комп'ютером використовуються такі протоколи, як USB і порти RS232/RS485. Пам'ять програмованого блоку живлення зазвичай може зберігати багато варіантів різних послідовностей, в тому числі дуже складних. Це особливо корисно для команд дослідницьких центрів для тестування поведінки прототипів у всіх ситуаціях, від звичайних до вкрай нетипових.

Класифікація лабораторних джерел живлення за типом перетворення струму. Остання класифікація лабораторних блоків живлення базується на способі перетворення змінного струму в постійний. Лінійні джерела живлення - це класичні трансформатори, вони дуже великі і важкі. У такому трансформаторі знижена синусоїдальна вхідна напруга випрямляється (звідси і назва джерела живлення) і після фільтрації подається на вихід відповідно до заданого або запрограмованого значення. Імпульсні блоки живлення набагато легші, і напруга проходить два процеси випрямлення (один раз на вході без пониження і один раз на виході), але між ними відбувається ще один процес, який називається налаштуванням. На практиці основні відмінності між лінійними та імпульсними джерелами живлення полягають у наступному див. таблицю 1.

На ринку є багато моделей лабораторних блоків живлення, починаючи від великих і відомих виробників і закінчуючи невеликими спеціалізованими брендами. Шукаючи найкраще рішення, ми повинні керуватися, перш за все, нашими вимогами і призначенням джерела живлення. TME пропонує сотні лабораторних блоків живлення відомих виробників, розділених на три основні категорії:

1. одноканальні блоки живлення – чотири моделі є програмованими блоками живлення, решта – звичайні рішення без таких функцій;
2. багатоканальні блоки живлення – це все непрограмовані блоки живлення;

3. програмовані блоки живлення – користувачі можуть вибрати між одноканальними та багатоканальними моделями від різних виробників.

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики блоків живлення

Лінійні блоки живлення:	Імпульсні блоки живлення:
✓ великі і важкі,	✓ компактні і легкі,
✓ їхній ККД коливається поблизу значення 50% (великі втрати у вигляді теплової енергії),	✓ ККД на рівні ~90%
✓ їм часто необхідні великі радіатори,	✓ підтримують широкий діапазон потужності, напруги та струму,
✓ мають просту конструкцію,	✓ стійкі до короткотривалих спадів напруги та порушень у мережі,
✓ генерують низький рівень шуму та пульсації на виході,	✓ часто викликають нестабільну роботу підключених приймачів,
✓ працюють на більш низьких значеннях потужності, напруги та струму, порівняно з імпульсними,	✓ створюють сильний шум та пульсацію,
✓ зазвичай дешевші за імпульсні аналоги.	✓ мають дуже складну конструкцію, з чим пов'язана доволі висока вартість.

У кожній з цих категорій покупці можуть вибрати між моделями за дуже привабливою ціною, економічними версіями, призначеними для простих застосувань, наприклад, для інженерів-електронників-початківців, для професійних користувачів, які добре знають свої потреби і готові витратити трохи більше на блок живлення, і для професійних користувачів, які краще знають свої потреби і готові витратити трохи більше на блок живлення; а також ви знайдете дорогі і високоякісні моделі блоків живлення, які можна сміливо назвати продуктами «преміум-класу». У наведеному нижче списку представлено вибрані пропозиції для всіх трьох категорій.

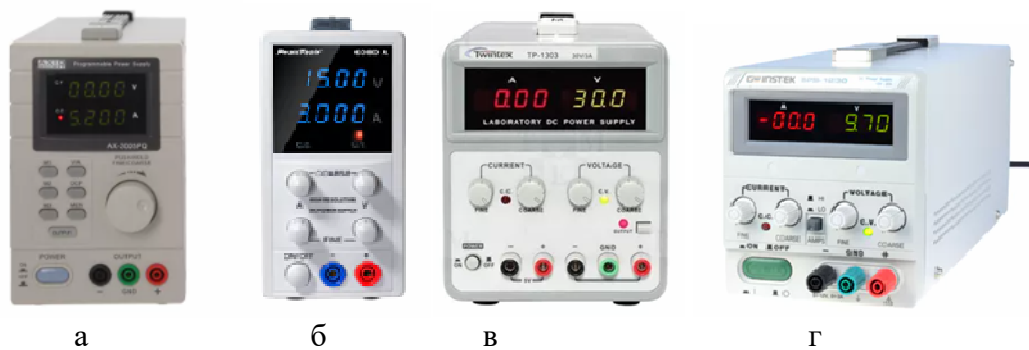


Рисунок 1 – а. лабораторний блок живлення AX-3005PQ, б. лабораторний блок живлення PCT-P6080A, в. лабораторний блок живлення TP-1303, г. лабораторний блок живлення SPS-1230

Серед програмованих джерел живлення в цьому ціновому діапазоні AXIOMET AX-3005PQ є привабливою пропозицією. Підходить для використання у вимірювальному та лабораторному обладнанні для промисловості, майстерень і станцій технічного обслуговування, а також пропонує вимірювальне обладнання для розширення можливостей продукту. Одноканальне джерело живлення AX-3005PQ забезпечує одночасне вимірювання напруги і струму, плавне регулювання обох параметрів і режим стабілізації струму або напруги. Експлуатація. Прилад важить близько 6 кг і постачається з програмним забезпеченням, кабелем живлення та USB-кабелем рисунок 1.

Одним з найбільш економічних непрограмованих регульованих одноканальних блоків живлення є блок живлення Р 6080А від німецького бренду РЕАКТЕСН, відомого виробника стаціонарних і портативних вимірювальних приладів економ-класу. Вищезгаданий блок живлення Р 6080А має РК-дисплей з підсвічуванням і схему захисту від перевантаження і короткого замикання.

У групі недорогих багатоканальних непрограмованих блоків живлення ТМЕ пропонує ТР-1303 рис.1, простий блок живлення від тайванського бренду TWINTEX. Пристрій дозволяє як грубе, так і точне регулювання значень V і А, які можна зчитувати одночасно.

Інший приклад – двоканальний лінійний блок живлення MATRIX, зокрема модель MPS-6005L-2. Shenzhen Matrix Technology – китайський виробник вимірювальних приладів; модель MPS-6005L-2 забезпечує одночасне зчитування напруги та струму із захистом від перевантаження та зворотної полярності, що дозволяє плавно встановлювати обидва параметри.

У преміум-сегменті багатоканальних блоків живлення на увагу заслуговує модель QPX600D від британського бренду АІМ-ТТІ. Це імпульсний блок живлення з двома каналами і вбудованою пам'яттю з численними системами захисту, здатний працювати в режимі стабілізації напруги або струму, інтелектуально керувати охолодженням і зберігати до 10 індивідуальних налаштувань.

**ВИСНОВКИ.** Проаналізовано найпоширеніші блоки живлення для лабораторних робіт і різноманітних експериментів у навчальних закладах, які представлені на ринку електроніки, а також визначено переваги та недоліки обраних пристроїв.

Аналіз наявних на ринку лабораторних блоків живлення показує, що ті з них, якими можна керувати за допомогою зовнішнього обладнання, належать до вищого цінового діапазону. Крім того, вони мають розширені функції і в більшості випадків не використовуються в лабораторних дослідженнях пересічним користувачем. Тому є сенс розробити блоки живлення (прямокутних і синусоїдальних сигналів) на основі технології прямого цифрового синтезу (DDS), здатний регулювати частоту до 1 МГц, амплітуду до 10 В і керувати з ПК. Пристрій може бути використаний в лабораторіях вищих і середніх навчальних закладів, ремонтних майстернях малих і середніх підприємств та радіоаматорами.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Юрко О.О., Кухаренко Д.В., Довбня, М.В. Програмна реалізація системи керування лабораторним блоком живлення. Тези наукових доповідей на VII Міжнародній науково-технічній конференції «Виробництво & Мехатронні Системи» (м. Харків, Харківський національний університет Радіоелектроніки, 2023).

2. Перекрест А.Л., Мосьпан Д.В., Кухаренко Д.В., Вадурін К.О. Розробка віртуального стенду для вивчення властивостей феромагнітних матеріалів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук : КрНУ, 2023. – Випуск 1 (138).

3. Перекрест А.Л., Мосьпан Д.В., Кухаренко Д.В., Вадурін К.О. Модернізація магнітотерапевтичного апарату «Алімп 1». Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук : КрНУ, 2023. – Випуск 2 (139).

4. Вадурін К.О., Кухаренко Д.В. Розробка принципової схеми блока живлення мобільного робота-графопобудовника. IV форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології», АЕРТ-2022, 24-25 листопада 2022 р., м. Харків. С. 20–21.

5. Вадурін К.О., Кухаренко Д.В. Розробка принципової схеми блока датчиків ліній робота-графопобудовника. IV форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології», АЕРТ-2022, 24-25 листопада 2022 р., м. Харків. С. 22–23.

6. Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.

Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.

7. Невлюдов І. Ш. ВЕАМ робототехніка : навч. посіб. / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, С. С. Максимова ; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР). – Кривий Ріг : Видавець Чернявський Д. О., 2024. – 276 с. – ISBN 978-617-8045-79-1

8. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

9. Al-Sharo, Y., Abu-Jassar, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., Maksymova, S. A Robo-hand prototype design gripping device within the framework of sustainable development, *Indian Journal of Engineering*, 20 2023 e37ije1673. <https://doi.org/10.54905/disssi.v20i54.e37ije1673>

10. Conveyor Belt Object Identification: Mathematical, Algorithmic, and Software Support / V. V. Yevsieiev, I. S. Nevliudov, S. S. Maksymova, M. A. O. Omarov, O. M. Klymenko // *Appl. Math. Inf. Sci.* 17, No. 6. - P. 1073-1088.

11. Vladyslav Yevsieiev, Samariddin, S. M., Nikolay Starodubtsev, & Amer Abu-Jassar. (2024). ACTIVE CONTOURS METHOD IMPLEMENTATION FOR OBJECTS SELECTION IN THE MOBILE ROBOT'S WORKSPACE. *Journal of Universal Science Research*, 2(2), 135–145.

Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Amer Abu-Jassar. (2024). Gripping Device Development: Some Aspects. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 150–158.

12. Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Ahmad Alkhalaileh. (2024). The Monitoring System Architecture Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 69–79.

13. Al-Sharo Y., Abu-Jassar A., Lyashenko V., Yevsieiev V., Maksymova S. A Robo-hand prototype design gripping device within the framework of sustainable development. *Indian Journal of Engineering*, 2023, 20, e37ije1673.

Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Ahmad Alkhalaileh. (2024). The Monitoring System Architecture Development. *Journal of Universal Science Research*, 2(1), 69–79. Retrieved

14. Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>

15. Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // In the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. Chicago, USA. P.92-94