

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О.С. ПОПОВА

**КАФЕДРА БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ
ТА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ**

**ВИСТАВКА ПРЕЗЕНТАЦІЯ
СУЧАСНІ НАВЧАЛЬНІ ЗАКЛАДИ – 2010**

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ
З ДИСЦИПЛІНИ
"ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ ЗВ'ЯЗКУ"**



Одеса 2010

ПРИЗНАЧЕННЯ

Лабораторний практикум це закінчений комплекс програмного та навчально-методичного забезпечення для підготовки висококваліфікованих фахівців з електроживлення систем зв'язку

Лабораторний практикум призначений для самостійної роботи студентів, виконання УДРС, НДРС, курсового й дипломного проектування, він буде корисний для студентів при підготовці до лабораторних і практичних занять по дисципліні «Електроживлення систем зв'язку». Може бути корисний для інженерно-технічних працівників, що займаються дослідженням й проектуванням пристроїв і систем електроживлення.

СКЛАД

Навчально-методична частина

Навчально-методична частина лабораторного практикуму складається з методичного та програмного забезпечення (Рисунок 1).

Уся методична частина лабораторного практикуму надрукована у одному посібнику на українській та російській мовах. Посібник розділений на три частини:

- Навчальний посібник (теоретичні матеріали);
- Методичні вказівки (практична частина);
- Тести.

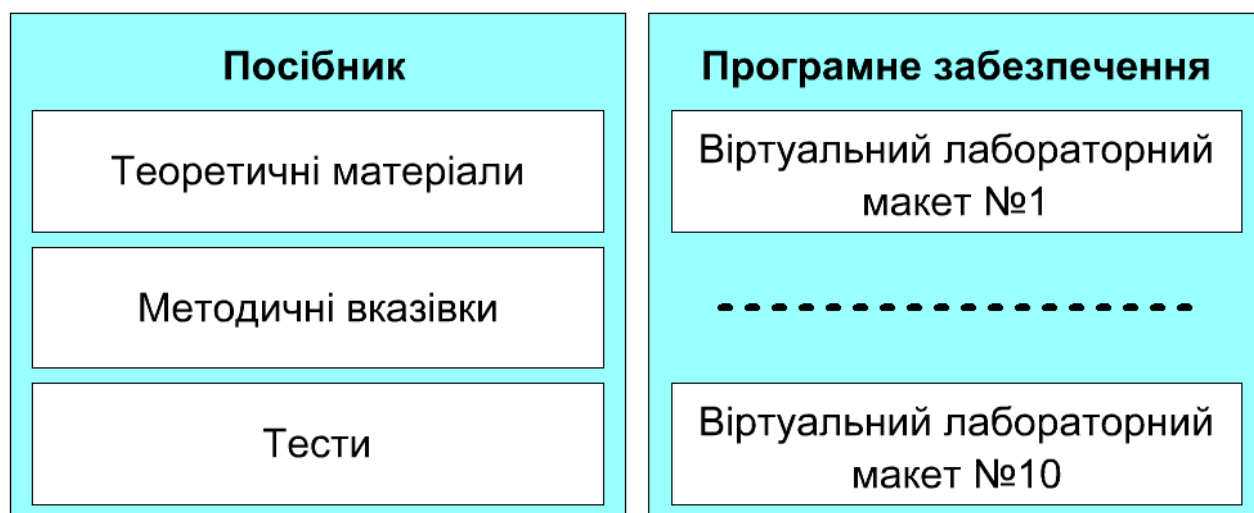


Рисунок 1– Структура навчально-методичної частини лабораторного практикуму

У теоретичній частині приведено засади побудови і функціонування пристроїв та систем електроживлення телекомунікаційних систем. Викладено методику розрахунку та дослідження випрямлячів, згладжувальних фільтрів, стабілізаторів, імпульсних перетворювачів постійної напруги.

Методичні вказівки містять контрольні запитання й індивідуальні завдання різних рівнів складності які сприяють придбанню навичок дослідження електричних процесів пристроїв і систем електроживлення засобів телекомунікацій. Також у цій частині приведені докладні вказівки щодо дослідження конкретних вузлів, пристроїв або систем електроживлення. Методичні вказівки до кожної лабораторної роботи містять:

- мету роботи,
- перелік додаткової літератури,
- опис лабораторного макета,
- домашнє завдання (підготовка до роботи),
- контрольні запитання,
- лабораторне завдання (зміст роботи),
- методику виконання,
- зміст звіту.

Програмне забезпечення складається з 10-ти віртуальних лабораторних макетів. Кожен макет є самостійною програмою, призначеною для роботи на персональних комп'ютерах під керуванням операційних систем Windows і не потребує додаткового програмного забезпечення. Усі лабораторні макети виконані у єдиному стилі (Рисунок 2). Інтерфейс лабораторних макетів є інтуїтивно зрозумілим і потребує мінімум часу на його вивчення. Зміст та призначення органів керування макетом та віртуальними вимірювальними приладами максимально наближені до реальних аналогів.

Лабораторні макети не потребують значних обчислювальних ресурсів і автоматично підстроюються під параметри конкретного комп'ютера. Вони мають можливість індивідуальної настройки параметрів елементів (для запобігання повторюваності результатів вимірів у різних бригад студентів). Завдяки спеціально розробленим математичним моделям досягнута велика швидкість моделювання. При моделюванні низькочастотних схем швидкість моделювання перевищує швидкість протікання досліджуваних процесів у реальному часі. При цьому забезпечується максимальна відповідність форми та характеру поведінки електричних сигналів на екрані віртуального осцилографа (Рисунок 3) його реальному аналогу.

Усі лабораторні макети виконані у єдиному стилі. Кожен лабораторний макет

- забезпечує дві мови інтерфейсу (українську, російську);
- містить набір контрольно-вимірювальних приладів (амперметрів, вольтметрів);
- містить віртуальний багатоканальний осцилограф;
- дозволяє редагувати параметри елементів.

Лабораторні макети можуть містити у собі декілька досліджувальних схем і призначені для проведення декількох лабораторних робіт.

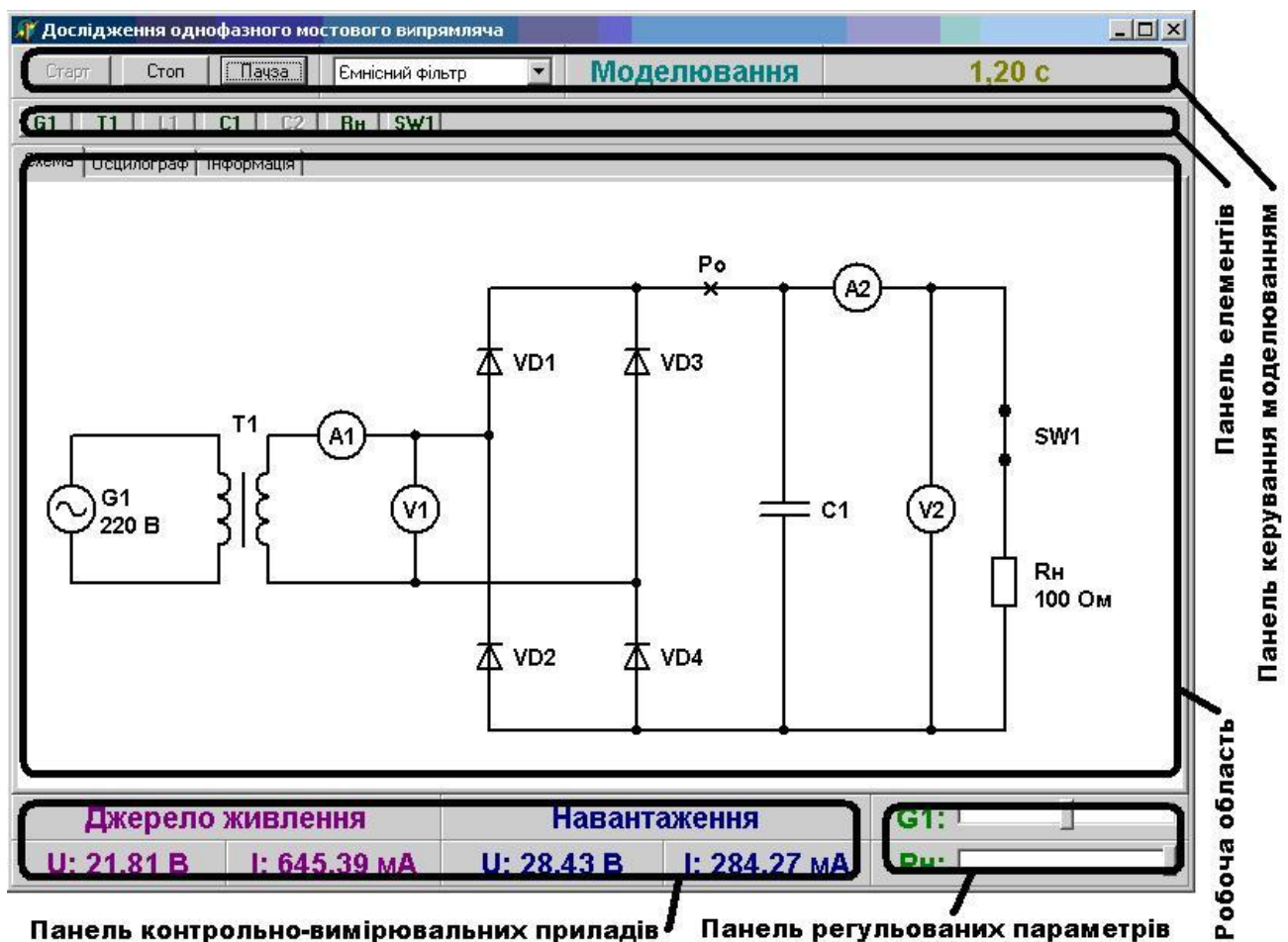


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд лабораторного макета

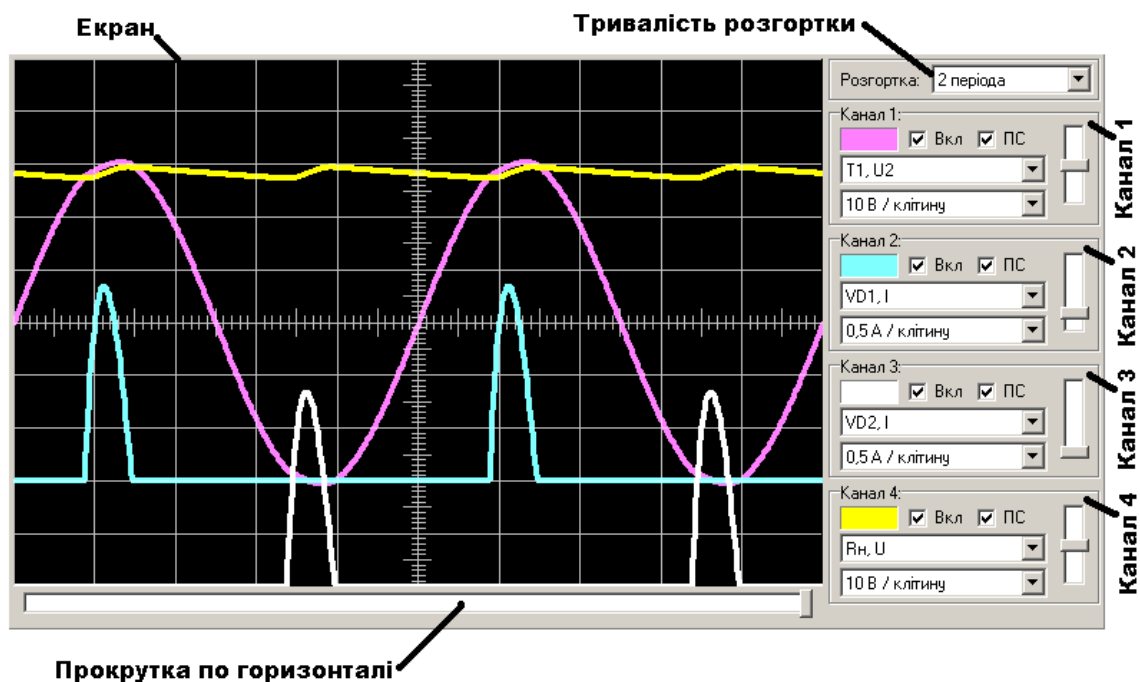


Рисунок 3 – Віртуальний осцилограф

Змістовна частина

Змістовна частина адаптована для модульного навчання і містить два модулі (Рисунок 4):

- **Модуль 1** – Електромагнітні й випрямні пристрої засобів електроживлення;
- **Модуль 2** – Пристрої та системи електроживлення й електропостачання телекомунікаційних систем



Рисунок 4 – Структура змістовної частини лабораторного практикуму

У першому модулі розглянуто особливості функціонування та дослідження електромагнітних пристроїв систем електроживлення, випрямних пристроїв (однофазних та трифазних, керованих та некерованих), а також згладжувальних фільтрів.

Перший модуль містить у своєму складі три лабораторні роботи:

- Дослідження режимів роботи випрямного пристрою (однофазної мостової схеми випрямлення та згладжувальних фільтрів);
- Дослідження трифазних схем випрямлячів;
- Дослідження однотактних керованих і некерованих випрямлячів.

У другому модулі розглянуто особливості функціонування та дослідження статичних перетворювачів постійної напруги (струму), стабілізаторів напру-

ги та струму, а також пристроїв і систем електроживлення апаратури й підприємств зв'язку.

Другий модуль містить у своєму складі 7 лабораторних робіт одна з якої є факультативною:

- Дослідження перетворювача постійної напруги із самозбудженням;
- Дослідження імпульсних перетворювачів постійної напруги (знижувального, підвищувального та інвертувального типів);
- Дослідження півмостового перетворювача постійної напруги
- Дослідження тиристорного інвертора;
- Дослідження компенсаційних стабілізаторів постійної напруги;
- Дослідження джерел вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом;
- Дослідження пристроїв та систем електроживлення модульної структури (факультативна робота).

ПЕРЕВАГИ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Даний лабораторний практикум, порівняно з аналогічними практикумами має наступні переваги:

- Лабораторний практикум містить віртуальні лабораторні макети, які набагато зручніші при встановленні, не потребують спеціального трифазного живлення та подальшого обслуговування;
- Розташування теоретичної, методичної інформації та тестових завдань у одному посібнику підвищує зручність користування практикумом і не потребує використання додаткової літератури;
- Дві мови інтерфейсу дозволяють використовувати лабораторний практикум для підготовки іноземних студентів;
- Лабораторні макети є самостійними програмами і не потребують додаткового програмного забезпечення;
- Адаптація програмного забезпечення для використання мінімуму обчислювальних ресурсів не потребує потужних комп'ютерів;
- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та виконання лабораторних макетів у єдиному стилі мінімізує час освоєння правил роботи з макетами;
- Велика швидкість моделювання без погіршення його якості зменшує час обчислення перехідних процесів при проведенні досліджень – це дозволяє зменшити у цілому час на проведення вимірів.
- Один лабораторний макет може містити декілька досліджувальних схем і придатний для проведення декількох лабораторних робіт
- Можливість індивідуального встановлення параметрів елементів для кожного макета запобігає повторюваності результатів вимірів у різних бригад

ОПИС ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота № 1.1

Дослідження режимів роботи випрямного пристрою (однофазної мостової схеми випрямлення та згладжувальних фільтрів)

Мета роботи

Вивчення засад структурної, функціональної, схемотехнічної побудови й функціонування випрямних пристроїв, дослідження основних їхніх характеристик та особливостей роботи.

Експериментальна перевірка результатів обчислення основних електричних величин і показників однофазного мостового випрямляча.

Експериментальні дослідження фільтрувальних властивостей згладжувальних фільтрів випрямляча.

Освоєння методики експериментального визначання основних характеристик мостового випрямляча, який працює на різні типи навантаження.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 5) призначено задля дослідження мостової схеми випрямляча (схема Греца) на п'ять різних видів навантаження блока випрямлення **БВ**: на активне навантаження (Рисунок 6); на індуктивне навантаження (Рисунок 7); на ємнісне навантаження (Рисунок 8); на Γ -подібний **LC**-фільтр (Рисунок 9); на Π -подібний **CLC**-фільтр (Рисунок 10).

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення **G1**; трансформатора **TV1**, який забезпечує узгодження напруги джерела первинного електроживлення з потрібною напругою навантаження; блока випрямлення **БВ** (**VD1...VD4**); згладжувального фільтра **L1**, **C1**, **C2** (залежно від схеми дослідження) та опору навантаження **R_н**, який може вимикатися за допомогою вимикача **SW1**. На панель регульованих параметрів виведено напругу генератора **G1** та опір резистора навантаження **R_н**.

Чинні значення напруги **U₁** та струму **I₁** первинної обмотки трансформатора **TV1** контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Чинні значення напруги **U₂** та струму **I₂** вторинної обмотки трансформатора **TV1** контролюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**. Середні значення напруги **U_н = U₀** та струму **I_н = I₀** навантаження **R_н** вимірюються відповідно вольтметром **PV3** та амперметром **PA3**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, що дозволяє спостерігати форму напруг і струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа відбувається автоматично відповідно до роботи генератора **G1**.

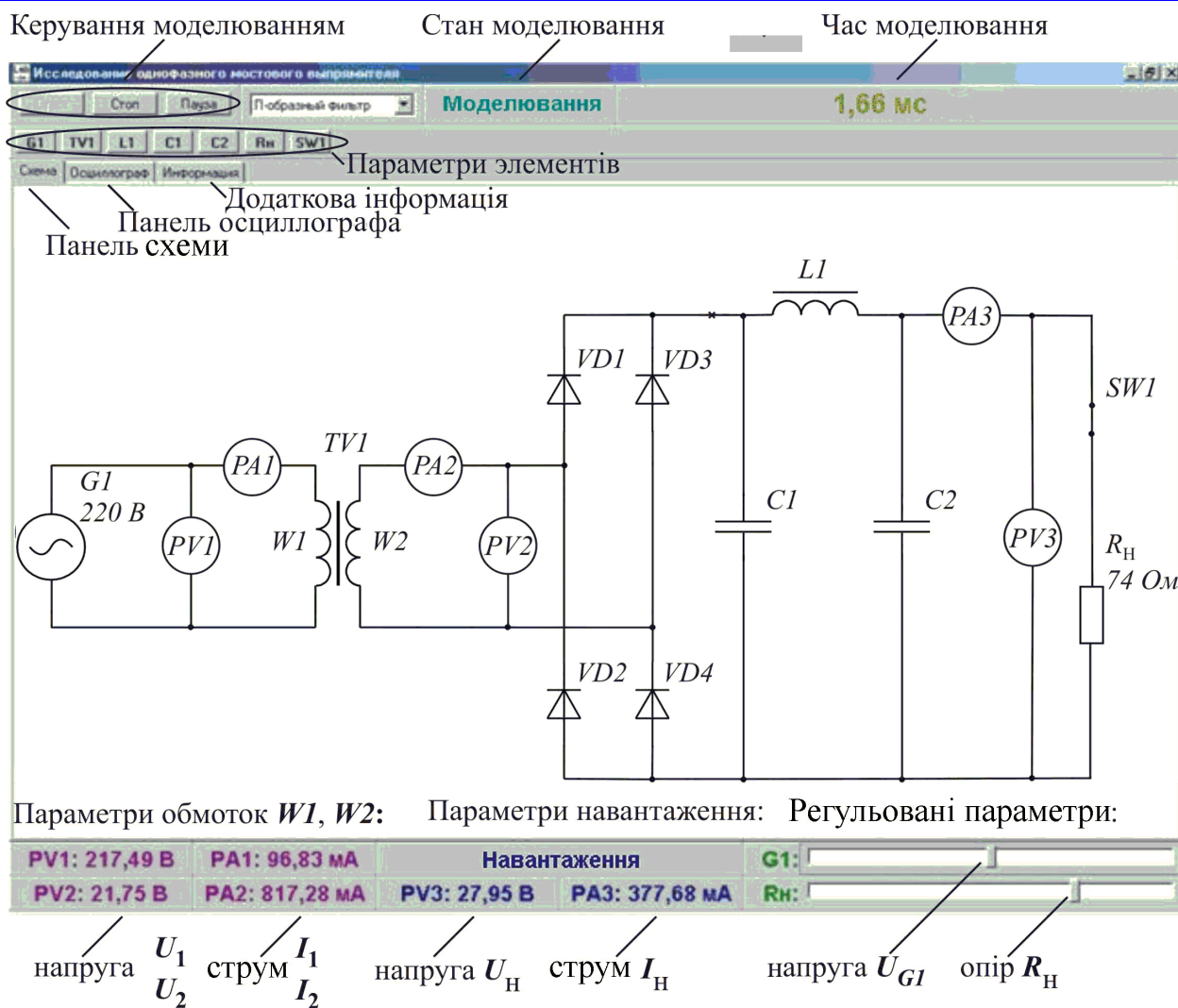


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

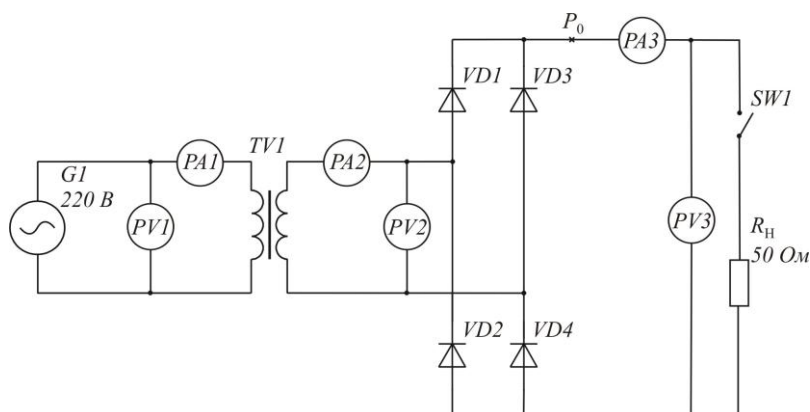


Рисунок 6 – Схема випрямляча з активним навантаженням

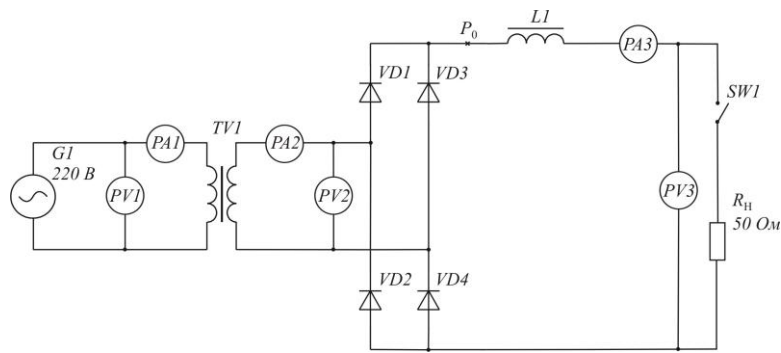


Рисунок 7 – Схема випрямляча з індуктивним навантаженням

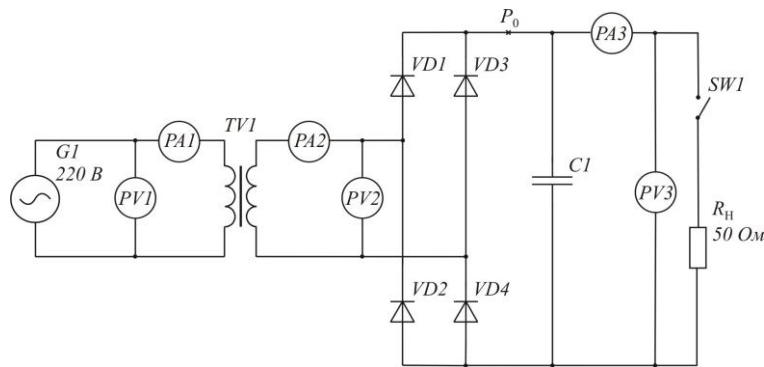
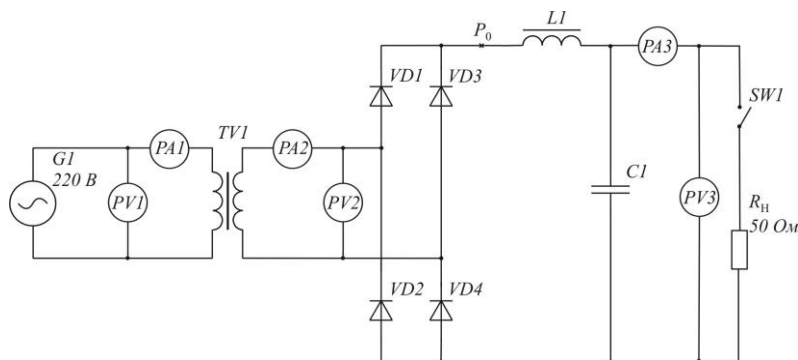
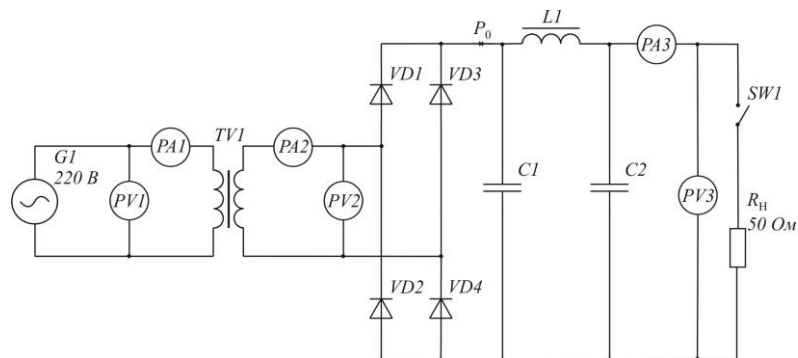


Рисунок 8 – Схема випрямляча з активно-ємнісним навантаженням

Рисунок 9 – Схема випрямляча з Г-подібним LC фільтромРисунок 10 – Схема випрямляча з П-подібним CLC фільтром

Лабораторна робота № 1.2

Дослідження трифазних схем випрямлячів

Мета роботи

Вивчення засад побудови й функціонування схем випрямних пристроїв та особливостей їхньої схемотехнічної реалізації.

Вивчення засад функціонування трифазних однократної і двотактною мостової схем випрямлення. Експериментальне дослідження їхніх характеристик та електромагнітних процесів.

Освоєння методики експериментального визначання основних характеристик багатofазних випрямлячів.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 11) призначено задля дослідження трифазних схем випрямлення двох типів (трифазної однократної – Рисунок 12 та трифазної мостової – Рисунок 13) за активного й індуктивного характеру навантаження.

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення **G1**, трансформатора **TV1**, який забезпечує узгодження напруги джерела первинного електроживлення з потрібною напругою навантаження, випрямного блока **VD1...VD3** чи **VD1...VD6** (залежно від схеми), згладжувального фільтра **L1** та опору навантаження **R_н**, який може підмикатися за допомогою вимикача **SW1**. На панель оперативних регулювань виведено вихідну напругу генератора **G1** та опір резистора навантаження **R_н**.

Чинні значення напруги та струму первинної **U_A**, **I_A** фази **A** та вторинної **U_a**, **I_a** обмоток фази **a** трансформатора **TV1** контролюються відповідно вольтметрами **PV1**, **PV2** й амперметрами **PA1**, **PA2**. Середні значення напруги **U_н = U₀** і струму **I_н = I₀** навантаження **R_н** вимірюються відповідно вольтметром **PV3** й амперметром **PA3**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг і струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа відбувається автоматично, відповідно до роботи генератора **G1**.

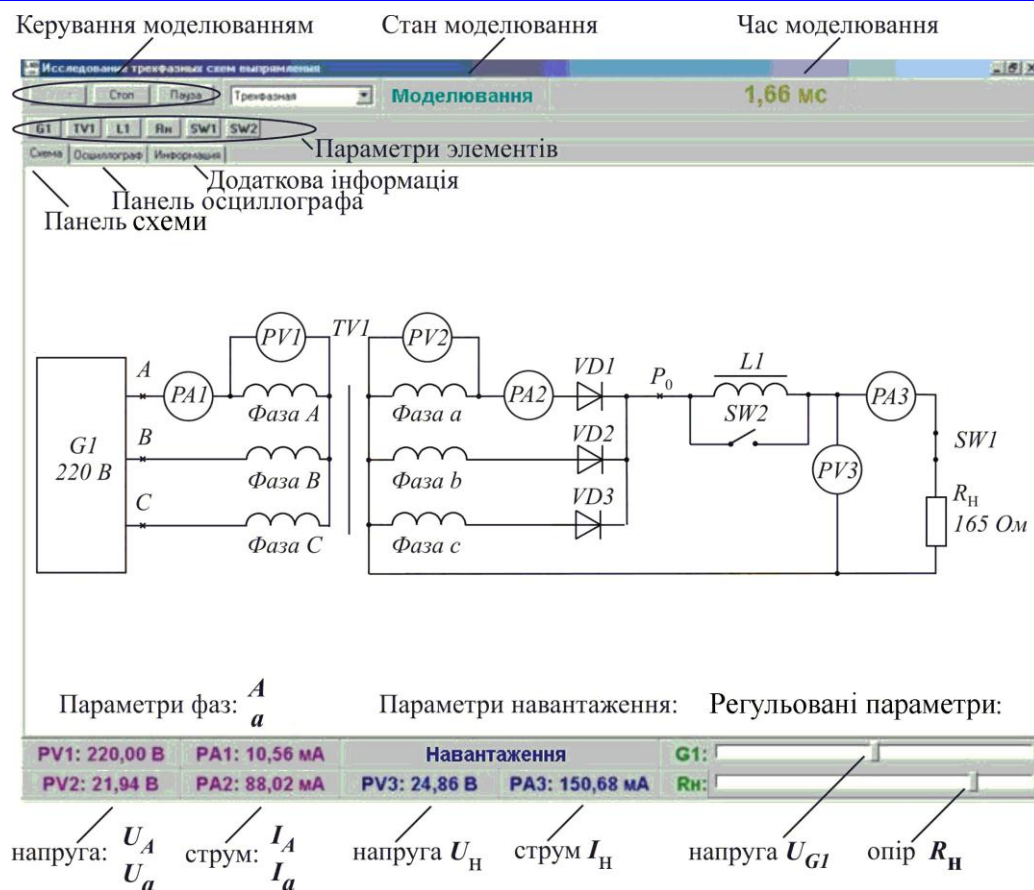


Рисунок 11 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

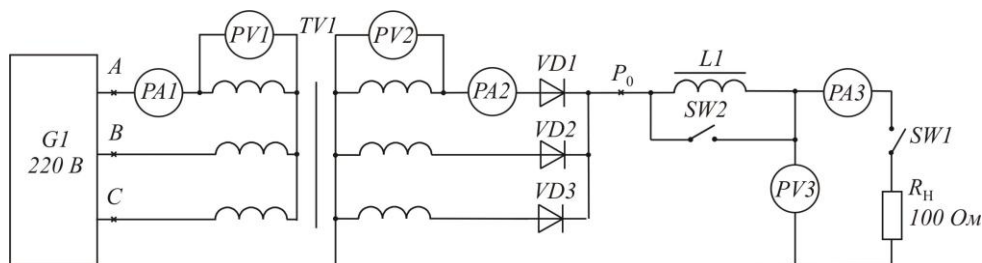


Рисунок 12 – Трифазна схема випрямлення

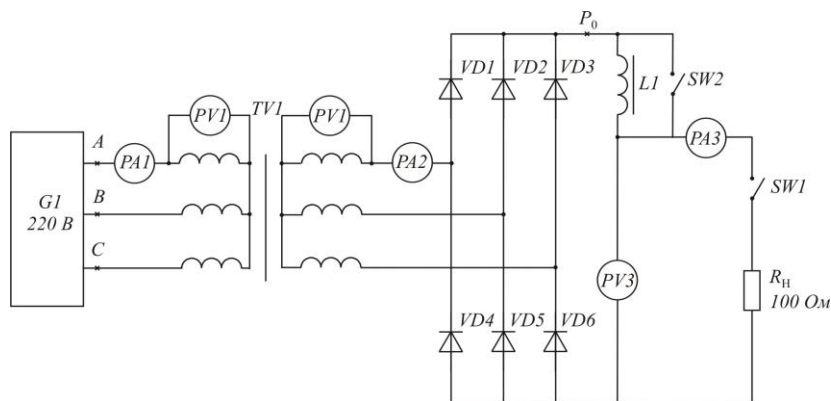


Рисунок 13 – Трифазна мостова схема випрямлення

Лабораторна робота № 1.3

Дослідження однокатних керованих і некерованих випрямлячів

Мета роботи

Дослідження засад побудови й функціонування керованих і некерованих випрямних пристроїв та особливостей їхньої схемотехнічної реалізації.

Вивчення засад побудови й функціонування керованих і некерованих однокатних однофазних та трифазних випрямних пристроїв. Експериментальне дослідження їхніх основних характеристик та електромагнітних процесів.

Освоєння методики експериментального визначання основних характеристик керованих випрямлячів.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 14) призначено задля дослідження керованих однофазних (Рисунок 15) та трифазних (Рисунок 16) тиристорних випрямлячів – однофазного однокатного за активного та індуктивного (з додатковим діодом **VD1** і без нього) характеру навантаження й трифазного однокатного за активного та індуктивного (з додатковим діодом **VD1** і без нього) характеру навантаження.

Лабораторний макет складається із джерела первинного електроживлення **G1**, трансформатора **TV1**, що забезпечує узгодження напруги джерела первинного електроживлення з потрібною напругою навантаження, тиристорного випрямного блока **VS1...VS3** (або лише **VS1**, залежно від схеми), згладжувального фільтра **L1** (чи без нього, залежно від досліджуваної схеми), замикаючого діода **VD1** й опору навантаження **R_н**. Опір навантаження **R_н** і замикаючий діод **VD1** можуть вимикатися за допомогою вимикачів **SW1** та **SW2**.

Випрямний блок керується пристроєм керування **ПК**. Пристрій керування продукує імпульси, необхідні для відкривання тиристорів, з урахуванням специфіки роботи керованих випрямлячів. На панель оперативних регулювань виведено кут регулювання α пристроя керування **ПК** та опір резистора навантаження **R_н**.

Чинні значення напруги та струму вторинної обмотки фази a трансформатора **TV1** контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Середні значення напруги $U_n = U_0$ та струму $I_n = I_0$ навантаження **R_н** вимірюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг і струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа відбувається автоматично відповідно до роботи генератора **G1**.

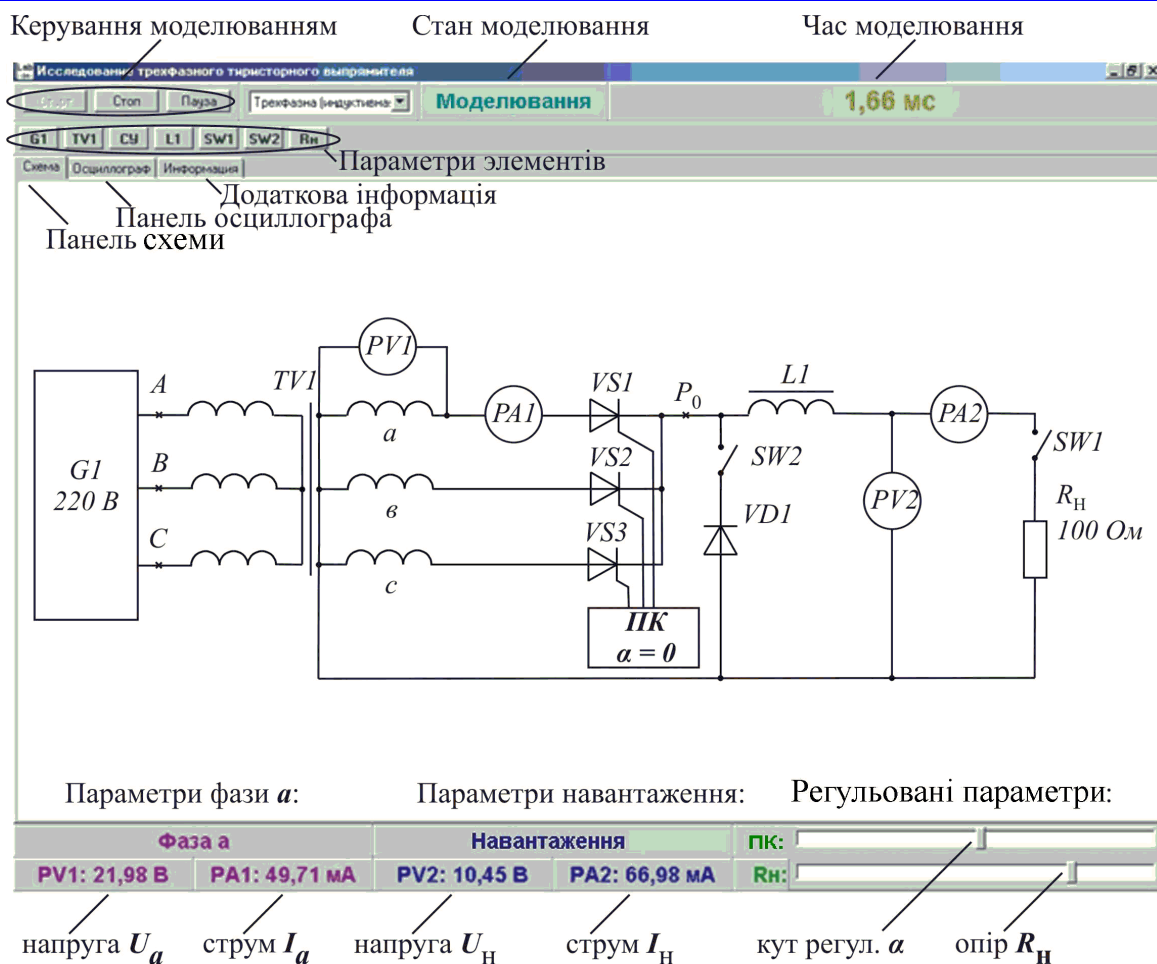


Рисунок 14 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

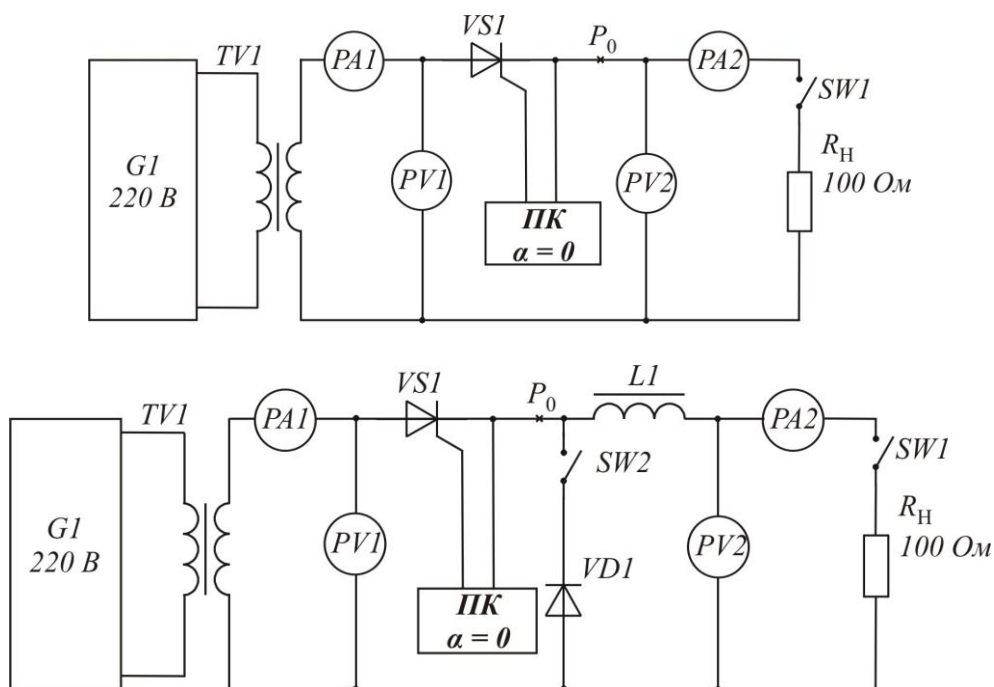


Рисунок 15 – Однофазна схема з активним (а), індуктивним (б) навантаженням

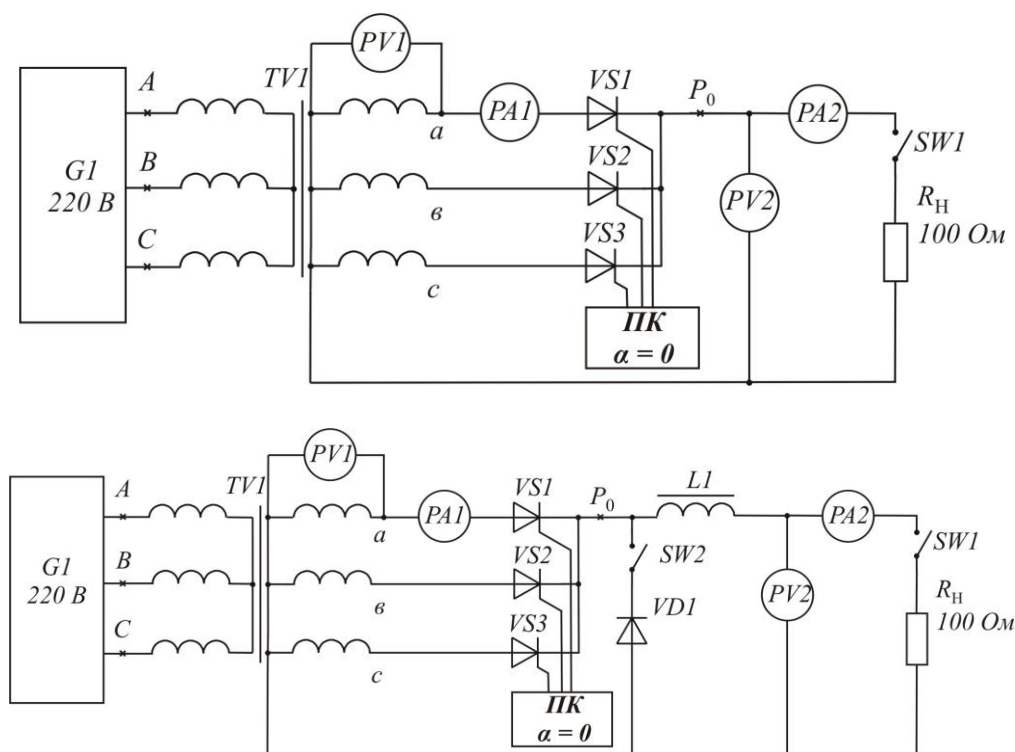


Рисунок 16 – Трифазна схема з активним (а), індуктивним (б) навантаженням

Лабораторна робота № 2.1

Дослідження перетворювача постійної напруги із самозбудженням

Мета роботи

Вивчення схем та засад функціонування транзисторних перетворювачів постійної напруги. Дослідження їхніх характеристик і показників якості.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 17) призначено для дослідження транзисторного перетворювача постійної напруги за чотирьох варіантів навантаження: активного характеру, індуктивного характеру, ємнісного характеру і при використанні Г-подібного LC-фільтра. (Рисунок 18)

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення $G1$, перетворювача постійної напруги на змінну – інвертора ($R1$, $R2$, $C1$, $VT1$, $VT2$, $VD1$, $VD2$, $TV1$), випрямного блока $VD3...VD6$, згладжувального фільтра $L1$, $C2$ й опору навантаження R_H . Опір навантаження R_H вимикається за допомогою вимикача $SW3$. За допомогою вимикачів $SW1$, $SW2$ можна встановити чотири варіанти k ($k = 1, 2, 3, 4$) навантаження перетворювача:

- робота на активне навантаження ($SW1$ ввімкнений – переведений до замкнутого провідного стану, $SW2$ вимкнений – переведений до розімкнутого невідного стану);
- робота на індуктивне навантаження ($SW1$ вимкнений, $SW2$ вимкнений);

- робота на ємнісне навантаження (**SW1** ввімкнений, **SW2** ввімкнений);
- робота на Г-подібний фільтр (**SW1** вимкнений, **SW2** ввімкнений).

На панель оперативних регулювань виведено опір резистора навантаження R_H .

Середні значення напруги $U_{\text{ж}}$ і струму $I_{\text{ж}}$ джерела первинного електроживлення контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Середні значення напруги U_H та струму I_H навантаження R_H вимірюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг і струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи схеми.

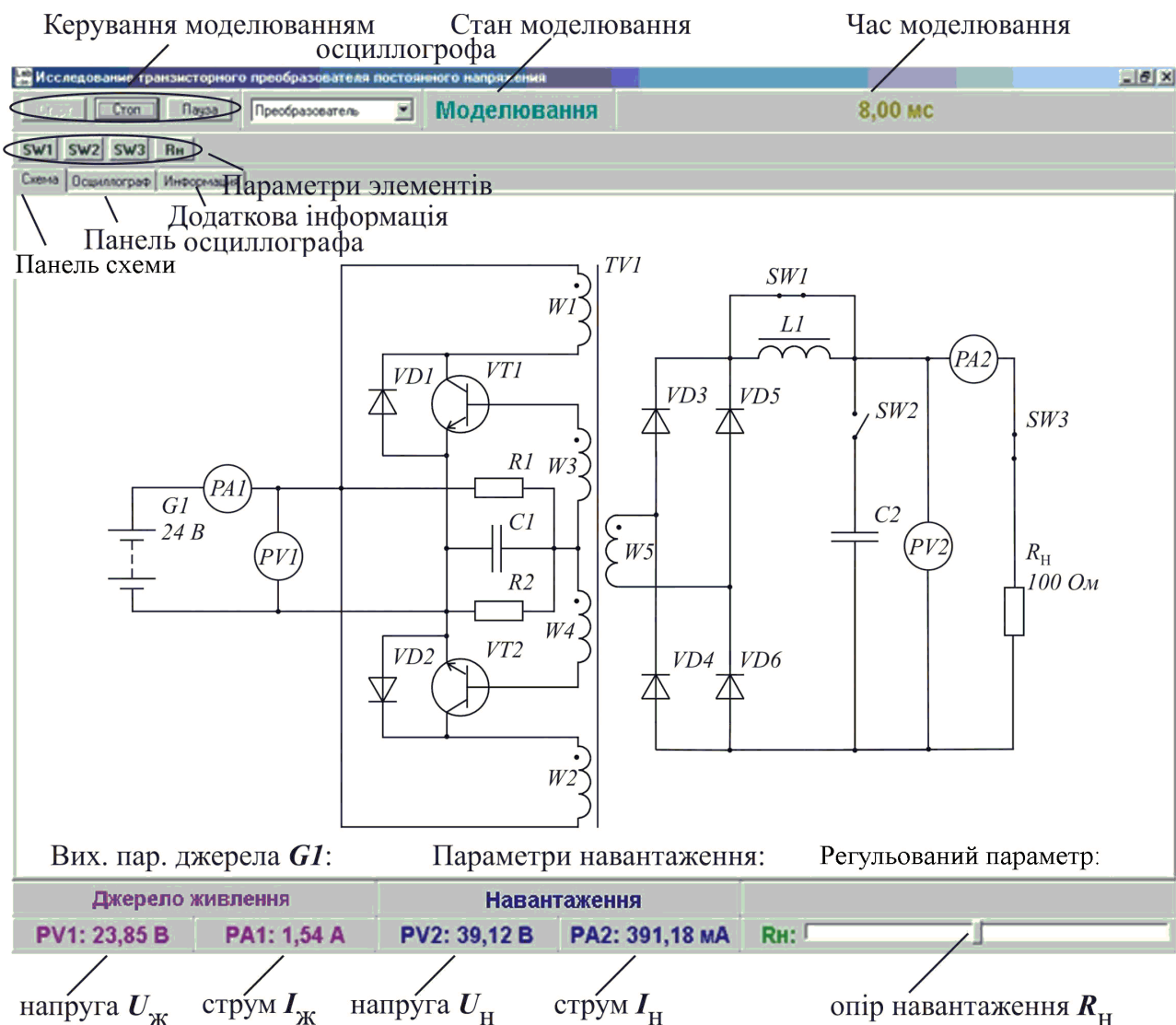


Рисунок 17 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

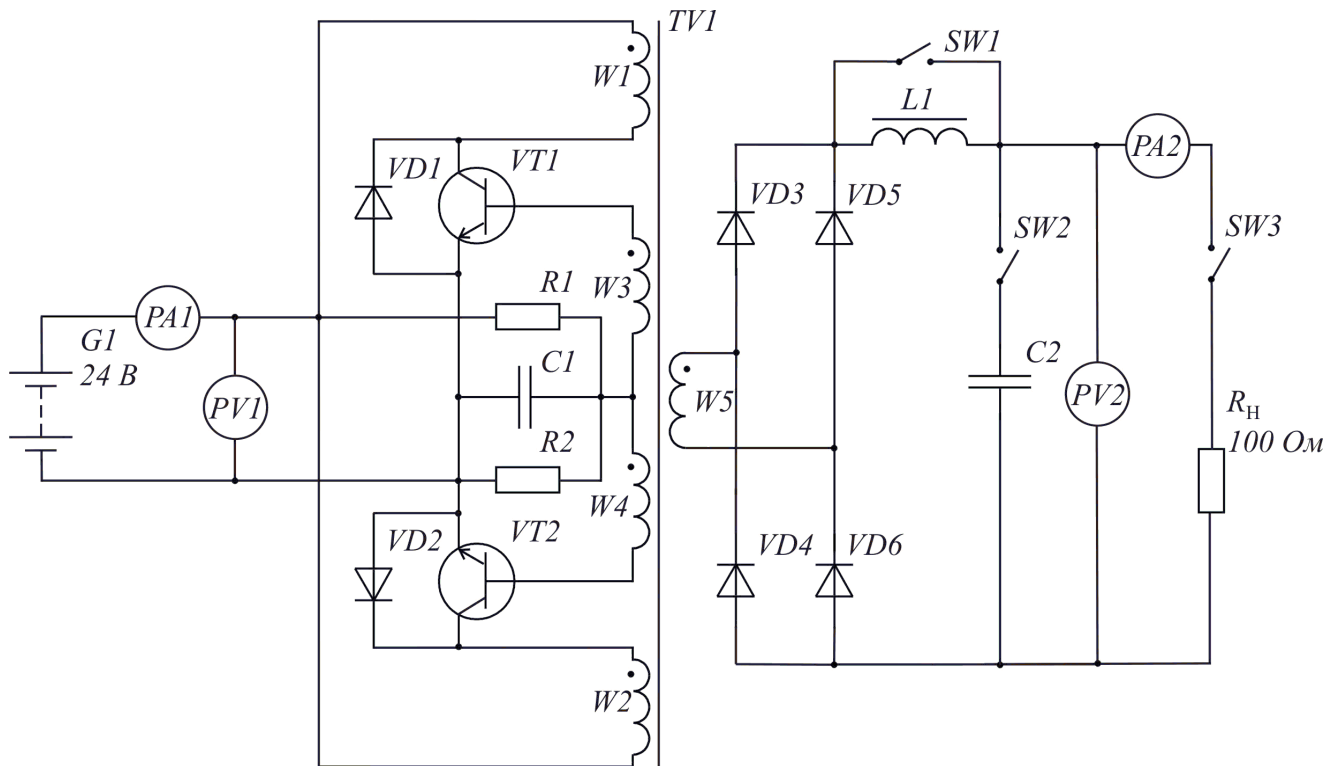


Рисунок 18 – Досліджувана схема

Лабораторна робота № 2.2

Дослідження імпульсних перетворювачів постійної напруги (знижувального, підвищувального та інвертувального типів)

Мета роботи

Вивчення засади функціонування та особливостей схемотехнічної реалізації імпульсних перетворювачів постійної напруги з гальванічним зв'язком вхідних і вихідних кіл. Дослідження їхніх зовнішніх та регулювальних характеристик.

Освоєння методики експериментального визначання основних характеристик імпульсних перетворювачів постійної напруги.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 19) призначено задля дослідження імпульсних перетворювачів постійної напруги знижувального (Рисунок 20), підвищувального (Рисунок 21) і інвертувального (Рисунок 22) типів за різних коефіцієнтів трансформації накопичувального дроселя $n_{21} = 1$, $n_{21} > 1$, $n_{21} < 1$.

Лабораторний макет складається із джерела первинного електроживлення $G1$, перетворювача постійної напруги $VT1$, $VD1$, $L1$, $C1$ й опору навантаження R_H . Опір навантаження R_H вмикається за допомогою вимикача $SW1$. Керуваний ключовий елемент перетворювача (транзистор $VT1$) скеровується імпульсами від пристрою керування $ПК$. На панель оперативних регулювань виведено

опір резистора навантаження R_H і коефіцієнт заповнювання імпульсів пристрою керування $ПК$.

Середні значення напруги та струму джерела первинного електроживлення контролюються відповідно вольтметром $PV1$ та амперметром $PA1$. Середні значення напруги U_H і струму I_H навантаження R_H вимірюються відповідно вольтметром $PV2$ та амперметром $PA2$.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг і струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа відбувається автоматично, відповідно до роботи пристрою керування $ПК$.

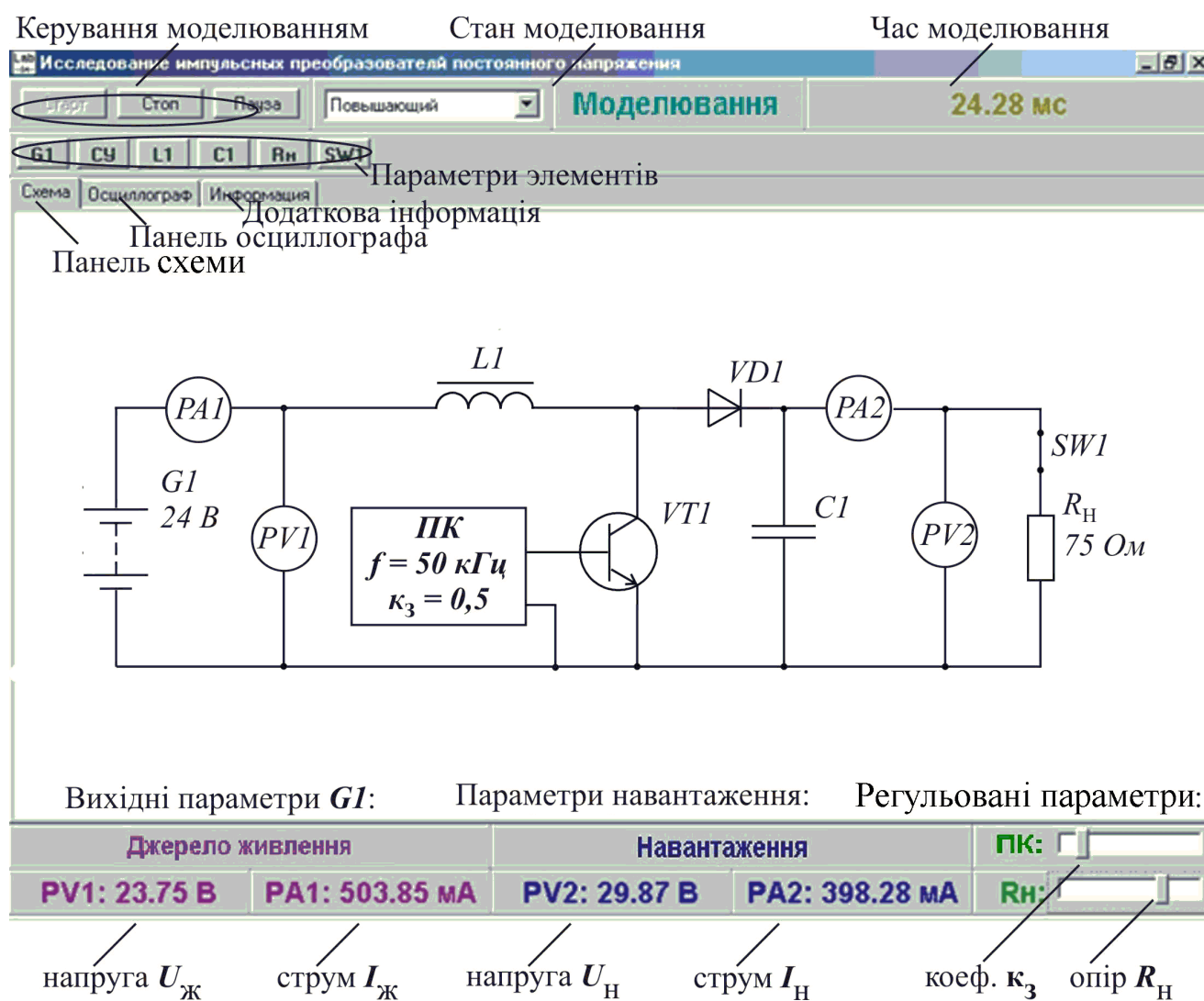


Рисунок 19 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

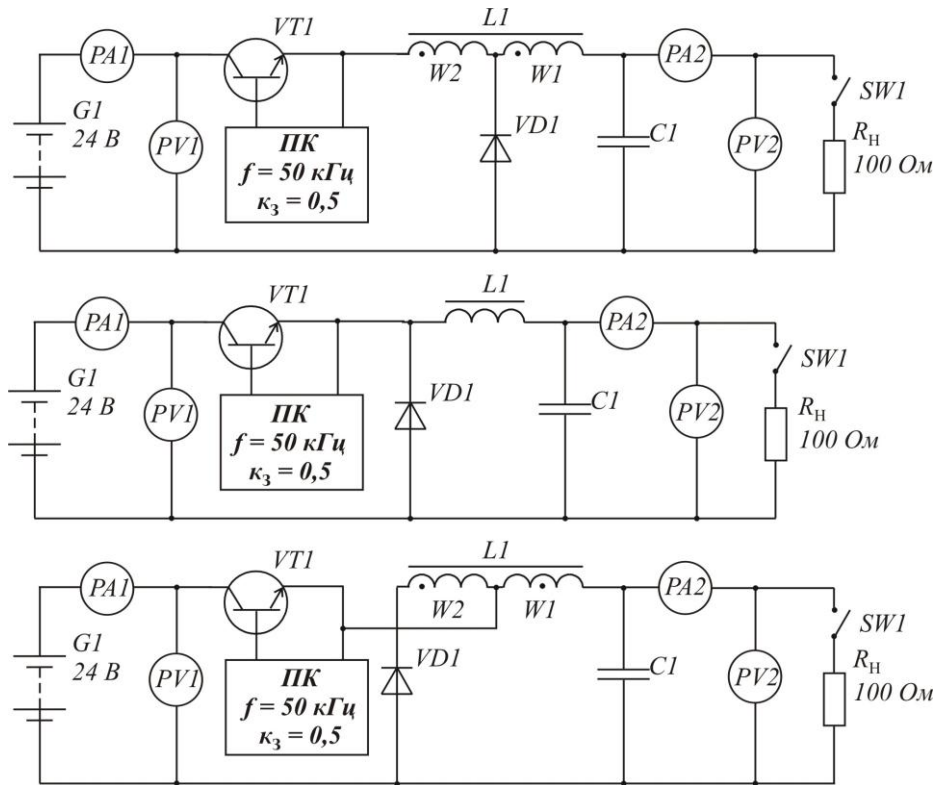


Рисунок 20 – Перетворювач знижувального типу

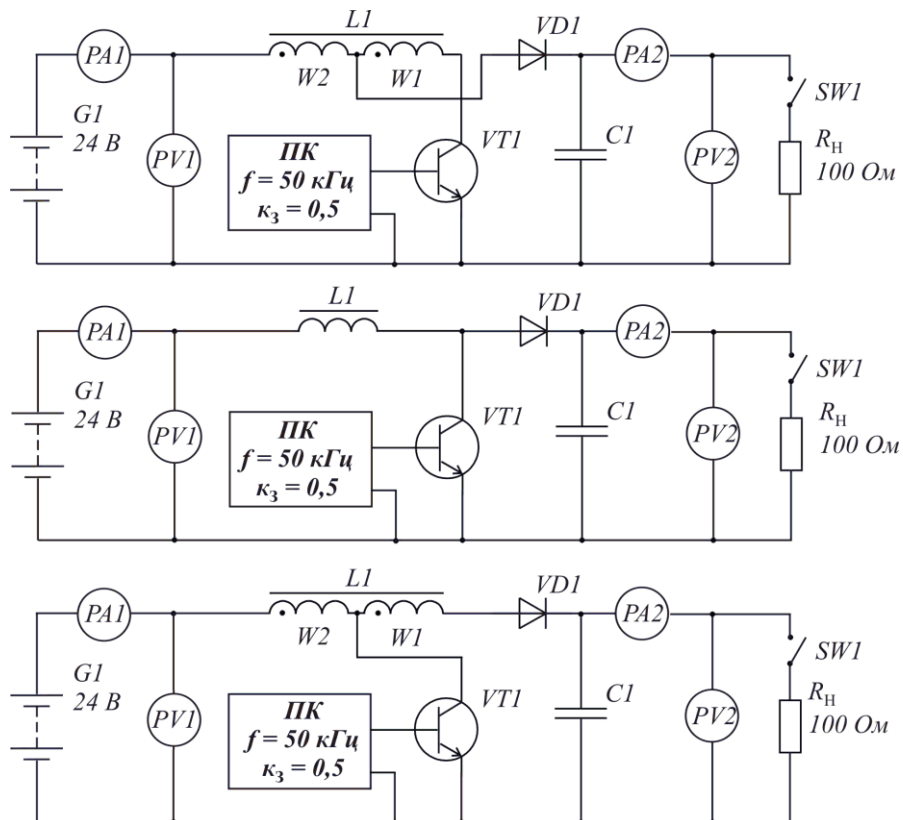


Рисунок 21 – Перетворювач підвищувального типу

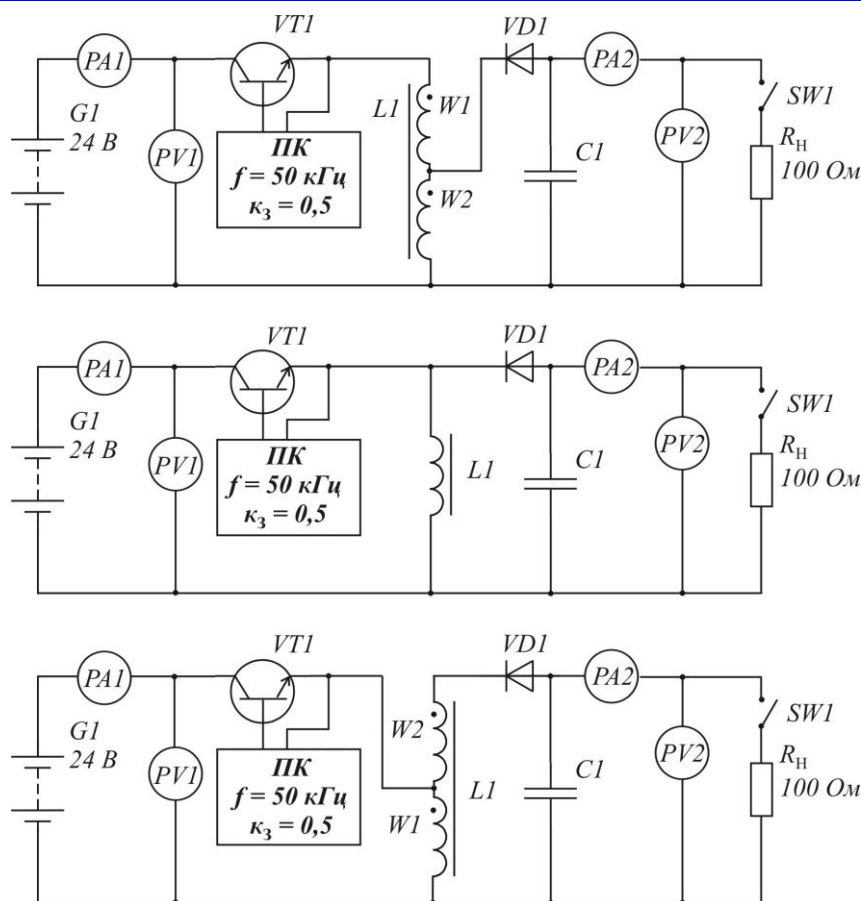


Рисунок 22 – Перетворювач інвертувального типу

Лабораторна робота № 2.3

Дослідження півмостового перетворювача постійної напруги

Мета роботи

Вивчення засад схемотехнічної реалізації та функціонування імпульсних перетворювачів електричної енергії, експериментальне дослідження двотактного півмостового перетворювача постійної напруги. Дослідження зовнішніх та регулювальних характеристик півмостового перетворювача із зовнішнім збудженням та особливостей його схемотехнічної реалізації.

Освоєння методики експериментального визначання головних характеристик перетворювачів постійної напруги.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 23) призначено задля дослідження півмостового перетворювача постійної напруги. У макеті міститься лише одна досліджувана схема (Рисунок 24).

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення $G1$, перетворювача постійної напруги на змінну – інвертора ($C1$, $C2$, $VT1$, $VT2$, $TV1$), випрямного блока $VD1...VD4$, згладжувального фільтра $L1$, $C3$ та опору навантаження R_H . Трансформатор $TV1$ забезпечує потрібну амплітуду високо-

частотних імпульсів. Опір навантаження R_H вимикається за допомогою вимикача $SW1$. Інвертор керується за допомогою пристрою керування $ПК$. Пристрій керування продукує імпульси, потрібні задля відкриття транзисторів, з урахуванням специфіки півмостової схеми. На панель оперативних регулювань виведено коефіцієнт заповнювання κ_3 імпульсів пристрою керування $ПК$ та опір резистора навантаження R_H .

Середні значення напруги та струму джерела первинного електроживлення контролюються відповідно вольтметром $PV1$ та амперметром $PA1$. Середні значення напруги $U_H = U_0$ та струму $I_H = I_0$ навантаження R_H вимірюються відповідно вольтметром $PV2$ та амперметром $PA2$.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг та струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи пристрою керування $ПК$.

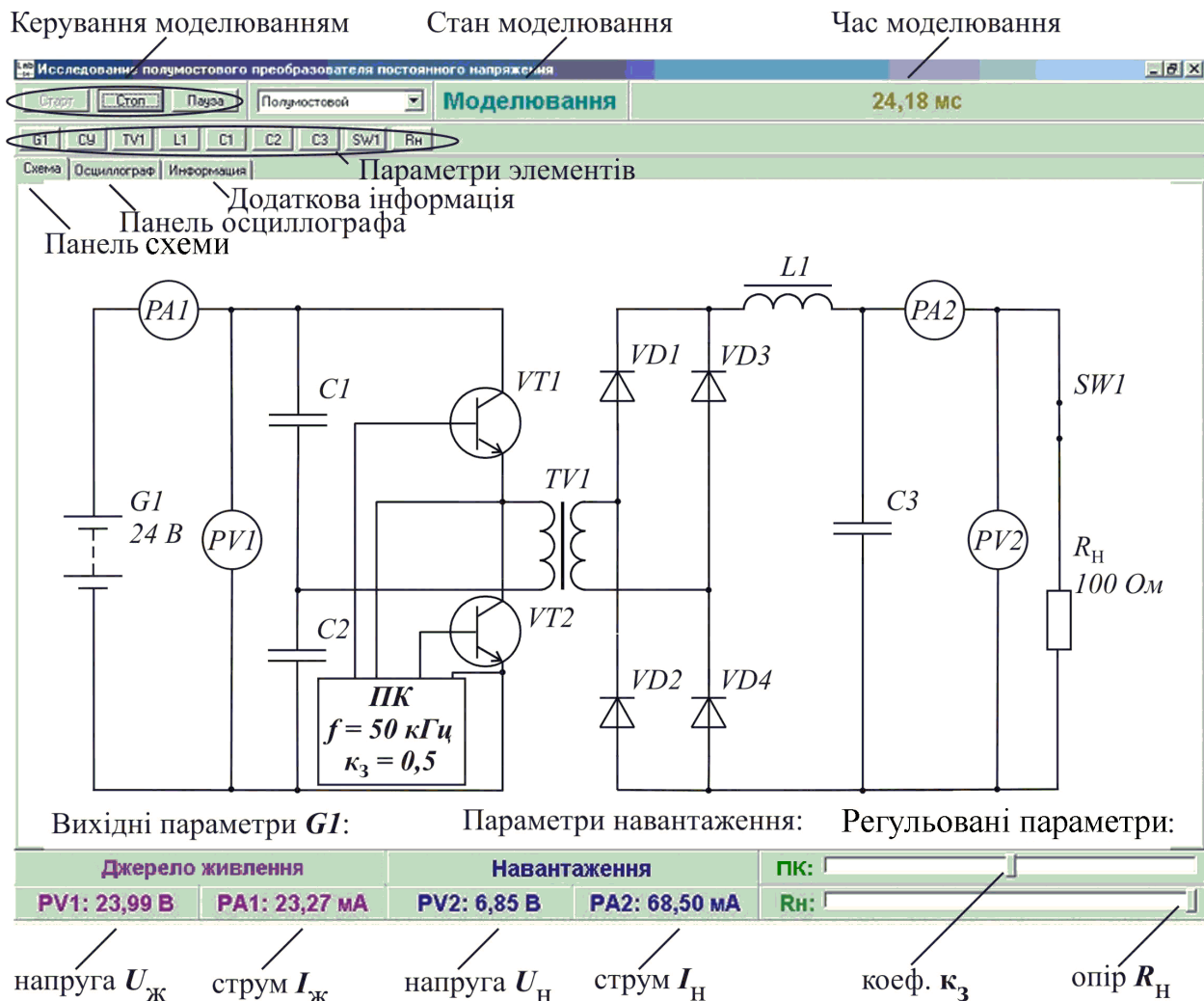


Рисунок 23 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

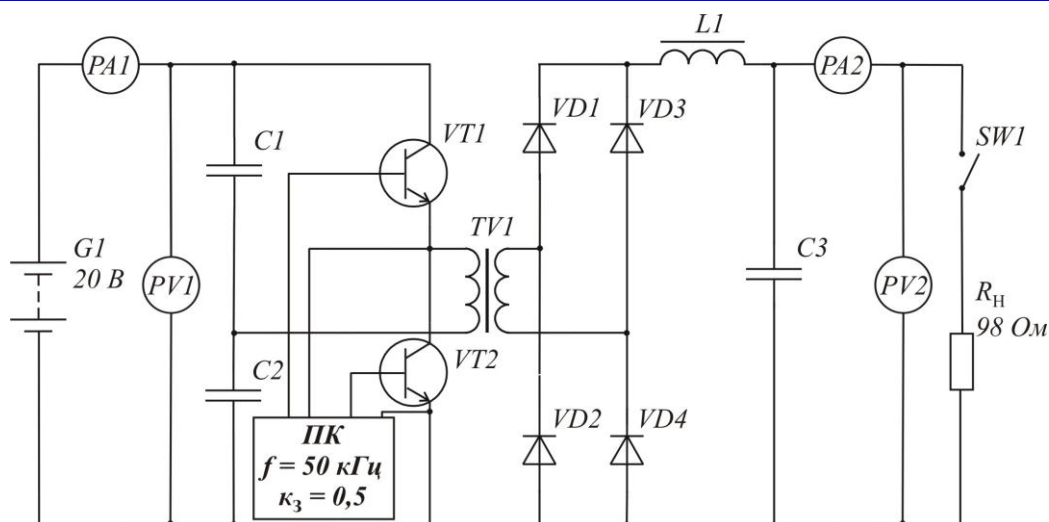


Рисунок 24 – Досліджувана схема

Лабораторна робота № 2.4 Дослідження тиристорного інвертора

Мета роботи

Вивчення засади функціонування інверторів, експериментальне дослідження двотактного тиристорного інвертора напруги. Дослідження зовнішньої характеристики інвертора, особливості його схемотехнічної реалізації.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 25) призначено для дослідження тиристорного інвертора. Макет містить тільки одну досліджувану схему (Рисунок 26).

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення $G1$, перетворювача постійної напруги на змінну – інвертора ($C1$, $VS1$, $VS2$, $VD1...VD4$, $L1$, $TV1$) та опору навантаження R_H . Інвертор скеровується за допомогою пристрою керування $ПК$. Пристрій керування продукує імпульси, потрібні для відкривання тиристорів, з урахуванням специфіки схеми. На панель оперативних регулювань виведено опір резистора навантаження R_H . Середні значення напруги й струму джерела первинного електроживлення контролюються відповідно вольтметром $PV1$ та амперметром $PA1$. Чинні значення напруги U_H та струму I_H навантаження R_H вимірюються відповідно вольтметром $PV2$ та амперметром $PA2$.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг та струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи пристрою керування $ПК$.

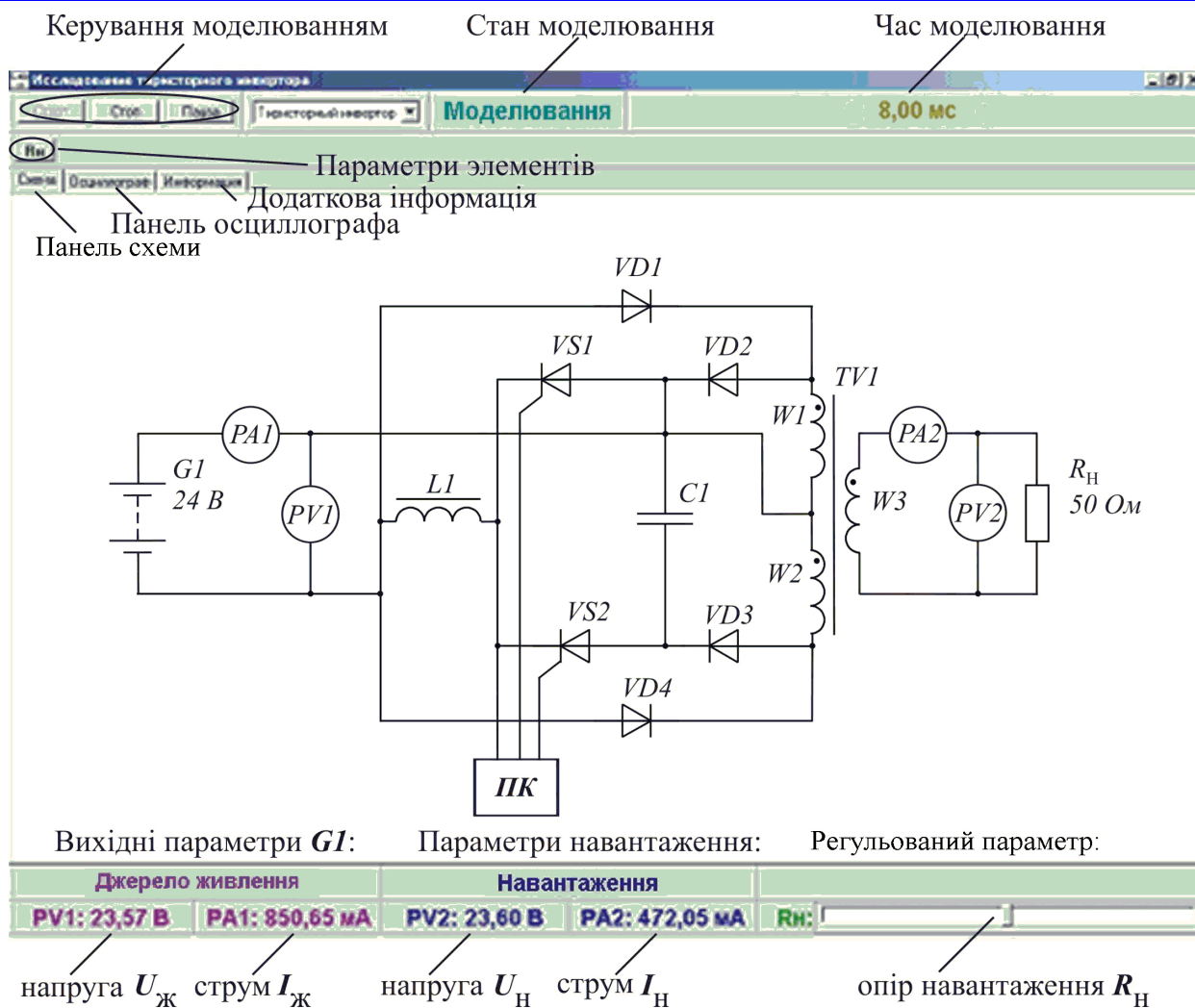


Рисунок 25 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

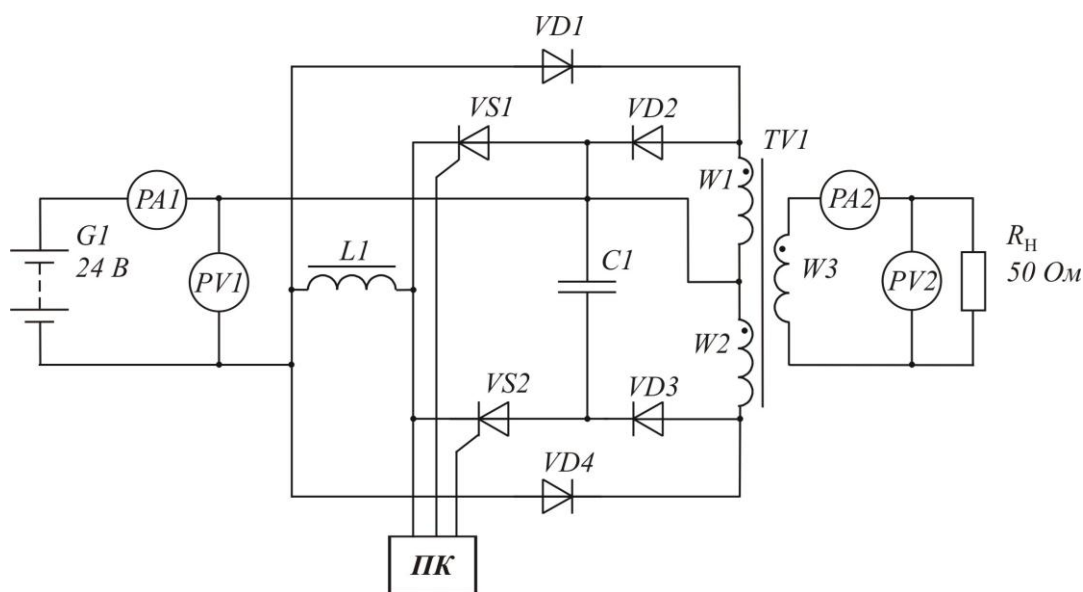


Рисунок 26 – Досліджувана схема

Лабораторна робота № 2.5

Дослідження компенсаційних стабілізаторів постійної напруги

Мета роботи

Вивчення засад функціональної, схемотехнічної побудови та функціонування напівпровідникових стабілізаторів постійної напруги з неперервним регулюванням.

Освоєння методики експериментального визначення головних характеристик, показників якості стабілізаторів постійної напруги. Експериментальне дослідження їхніх параметрів і характеристик.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 27) призначено задля дослідження чотирьох типів компенсаційних стабілізаторів напруги (Рисунок 28 – Рисунок 31).

Лабораторний макет складається з джерела первинного електроживлення **G1**, трансформатора **TV1**, що забезпечує узгодження напруг джерела первинного електроживлення й навантаження, керованого тиристорного випрямляча (**VS1**, **VS2**), згладжувального фільтра **C1**, компенсаційного стабілізатора напруги й опору навантаження **R_н**. Тиристори випрямляча скеровуються імпульсами від пристроя керування **ПК**.

Використовуючи опір навантаження **R_н**, потенціометр **R4** і пристрій керування **ПК**, можна змінювати відповідно струм навантаження від $I_{н \min}$ до $I_{н \text{ ном}}$ напругу $U_{н}$ у колі навантаження від $U_{н \min}$ до $U_{н \max}$ і напругу $U_{ж}$ на вході стабілізатора від $U_{ж \min}$ до $U_{ж \max}$.

Середні значення напруги й струму на виході випрямляча контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Середні значення напруги $U_{н}$ і струму $I_{н}$ навантаження **R_н** вимірюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також двоканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг та струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи джерела первинного електроживлення **G1**.

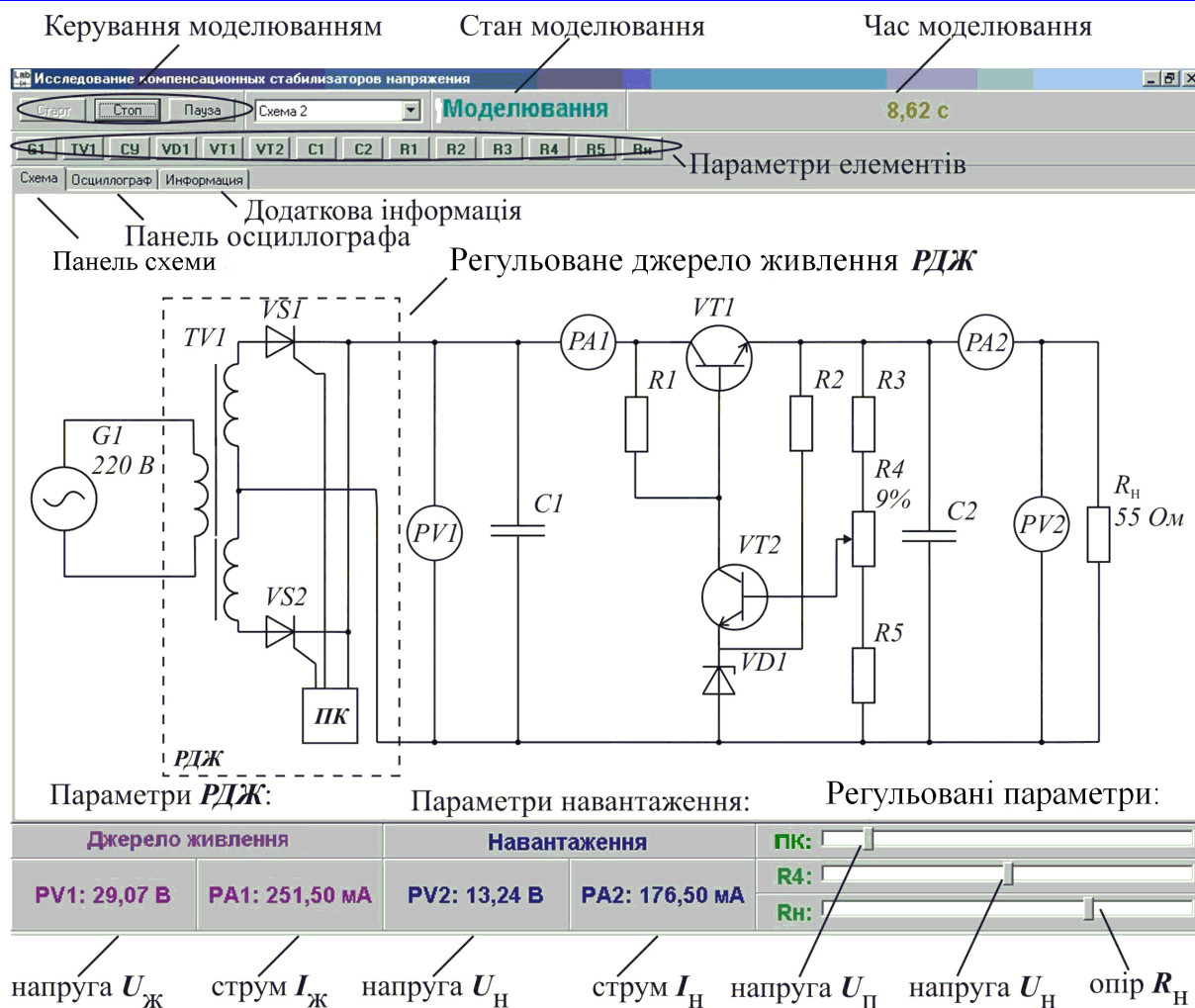


Рисунок 27 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

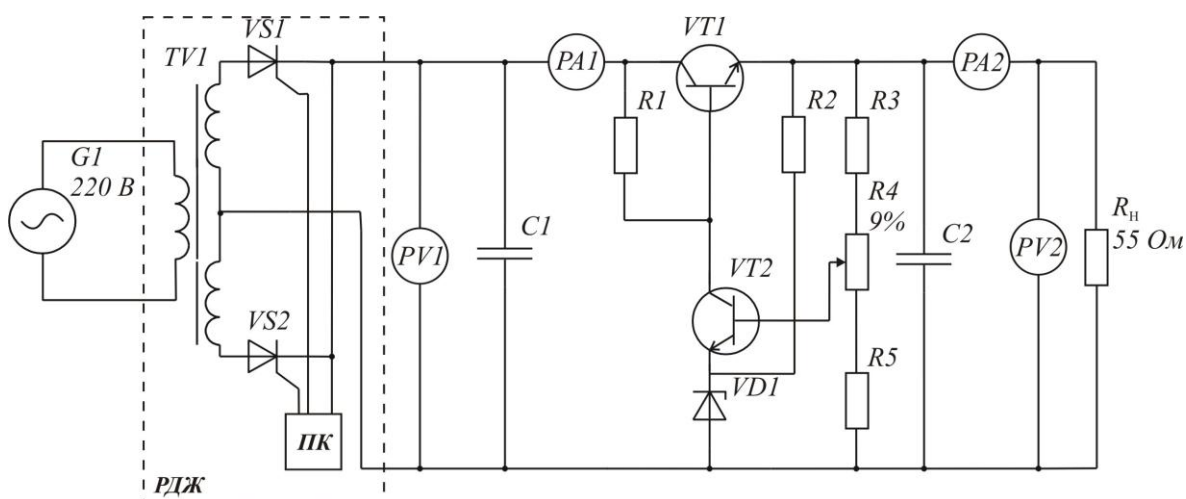


Рисунок 28 – Стабілізатор з активним колекторним навантаженням підсилювача постійного струму

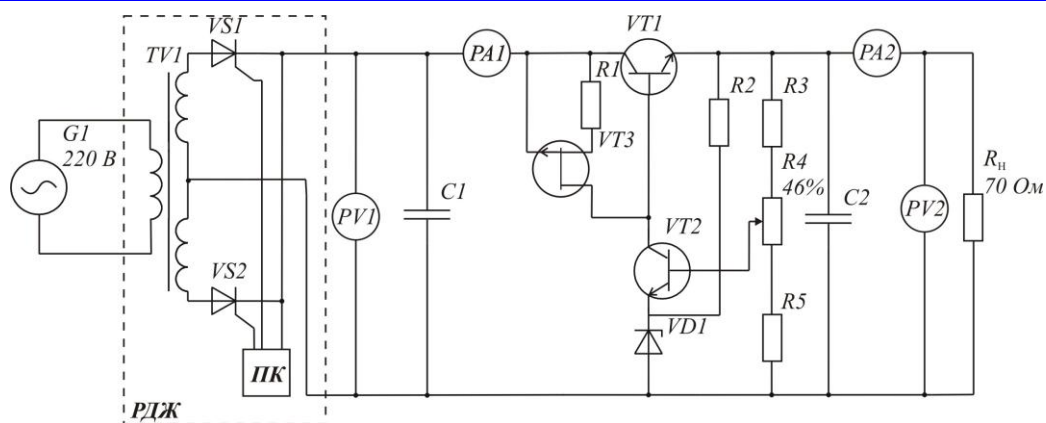


Рисунок 29 – Стабілізатор зі стабілізатором струму в колекторному колі підсилювача постійного струму

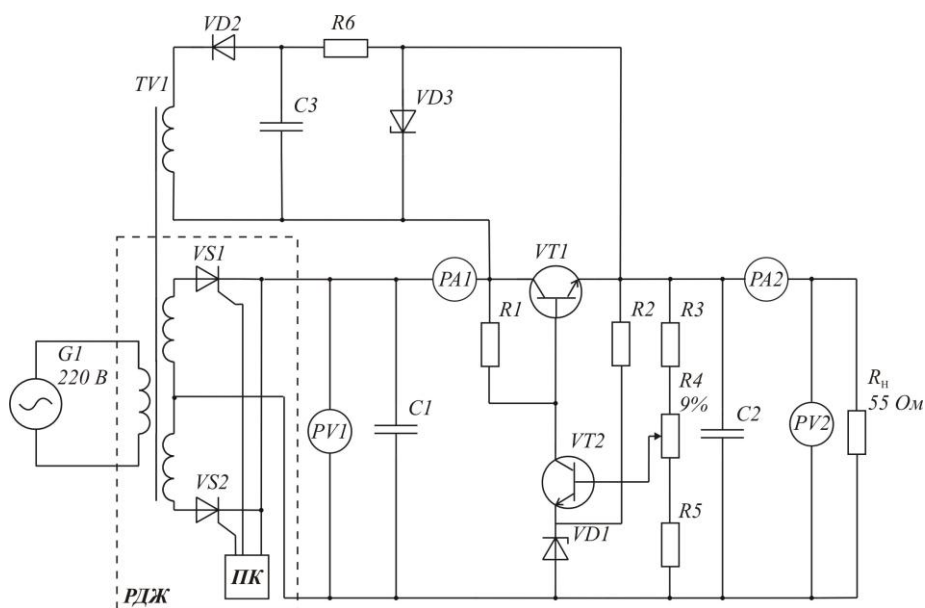


Рисунок 30 – Стабілізатор з живленням підсилювача постійного струму від окремого джерела

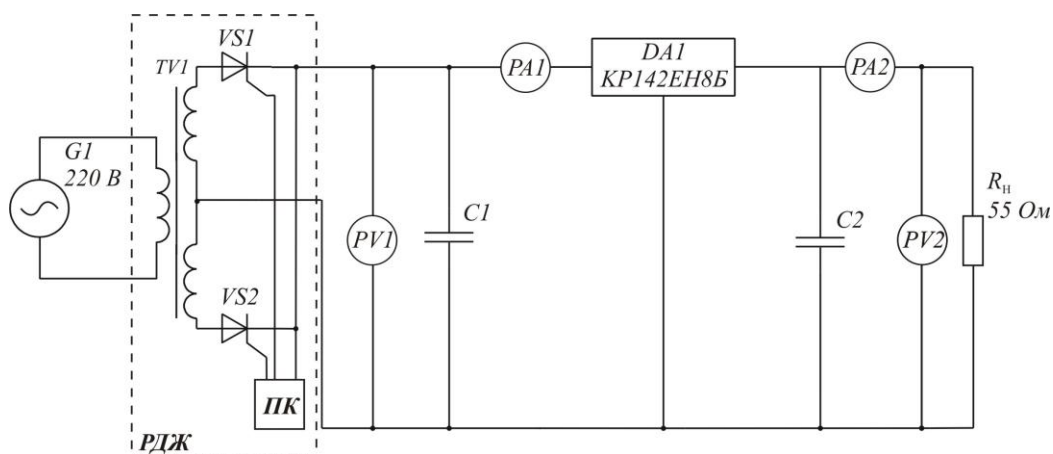


Рисунок 31 – Інтегральний стабілізатор

Лабораторна робота № 2.6

Дослідження джерел вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом

Мета роботи

Вивчення засад структурної, функціональної, схемотехнічної побудови й функціонування джерел вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом.

Вивчення засад функціональної схемотехнічної побудови й функціонування перетворювачів електричної енергії постійного струму однієї напруги на постійний струм іншої напруги.

Знайомство зі схемами імпульсних стабілізованих джерел постійної напруги.

Освоєння методики експериментального визначання головних характеристик, показників якості джерел вторинного електроживлення у режимі стабілізації напруги.

Опис лабораторного макета

Даний лабораторний макет (Рисунок 32) призначено задля дослідження джерел вторинного електроживлення з безтрансформаторним входом (Рисунок 33).

Лабораторний макет містить:

- джерело **G1** змінної напруги U_{G1} ;
- захисне коло – запобіжну ланку **3Л**, утворену елементами **F1, R1**;
- фільтр високочастотних завад **Ф3**, утворений елементами **L1, C1...C3**;
- ланку постійного струму **ЛПС1** (вхідні випрямляч **B1** і згладжувальний фільтр **Ф1**), утворену елементами **VD1...VD4, C4, R2**;
- інвертор **I** напруги, утворений елементами **VT1...VT4, R4...R13, C5, TV1**;
- ланку постійного струму **ЛПС2** (вихідні випрямляч **B2** і згладжувальний фільтр **Ф2**), утворену елементами **VD12...VD15, L2, C11**;
- пристрій керування **ПК**, утворений елементами **DA1, R14, R18, C6, C7**;
- драйвери **Д** силових ключів інвертора **I**, утворені елементами **DA2, DA3, VD6, VD7, R19, R20, C8, C9**;
- малопотужне джерело вторинного електроживлення **ДВЕ**, утворене елементами **VD5, VD8...VD11, R3, R21, C10**;
- коло від'ємного зворотного зв'язку **B33**, утворене елементами, **DA4, DA5, R22...R24**;
- опір навантаження **R_н** джерела **БДВЕ**;
- чотириканальний осцилограф;
- вольтметр **PV1** чинного значення напруги $U_m = U_{G1}$ на виході джерела **G1**;

- амперметр **PA1** чинного значення струму $I_m = I_{G1}$, споживаного від джерела живлення **G1**;
- вольтметр **PV2** середнього значення напруги $U_{ж}$ на виході **ЛПС1**;
- амперметр **PA2** середнього значення струму $I_{ж}$, споживаного від **ЛПС1**;
- вольтметр **PV3** середнього значення вихідної напруги U_n джерела **БДВЕ**;
- амперметр **PA3** середнього значення струму I_n навантаження джерела **БДВЕ**.

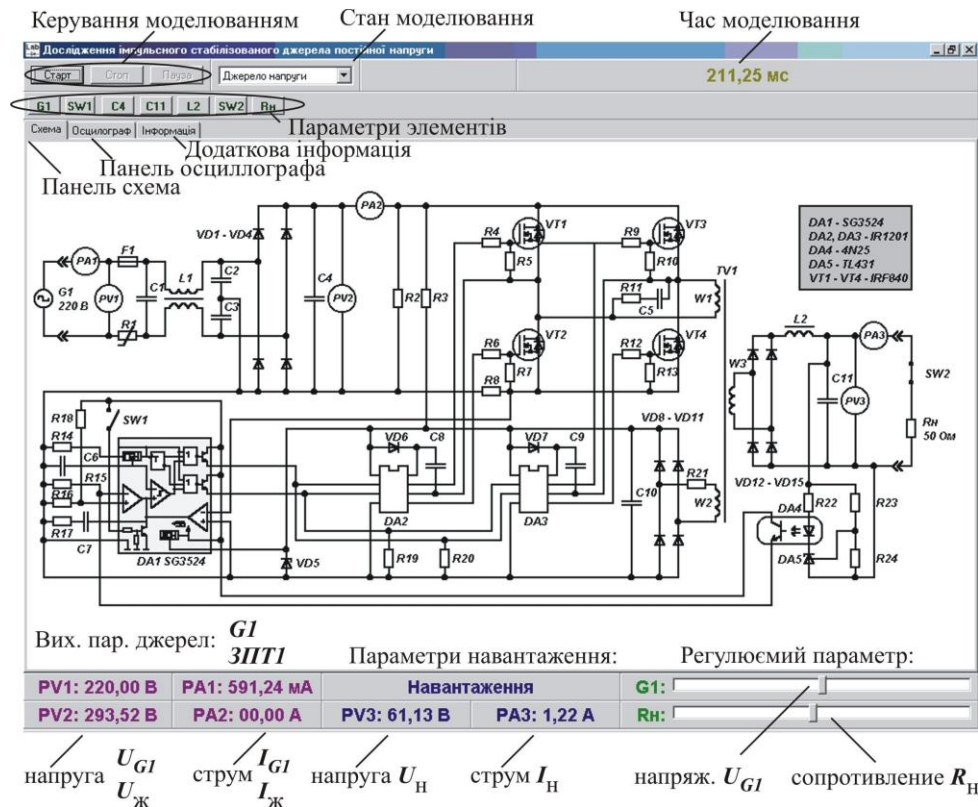


Рисунок 32 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

На панель оперативних регулювань виведено опір резистора навантаження R_n і напругу U_{G1} генератора **G1**.

Чинні значення напруги та струму генератора **G1** контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Середні значення напруги й струму на виході випрямляча **B1** (ланки постійного струму **ЛПС1**) контролюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**. Середні значення напруги U_n і струму I_n навантаження R_n вимірюються відповідно вольтметром **PV3** та амперметром **PA3**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг та струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи пристрою керування.

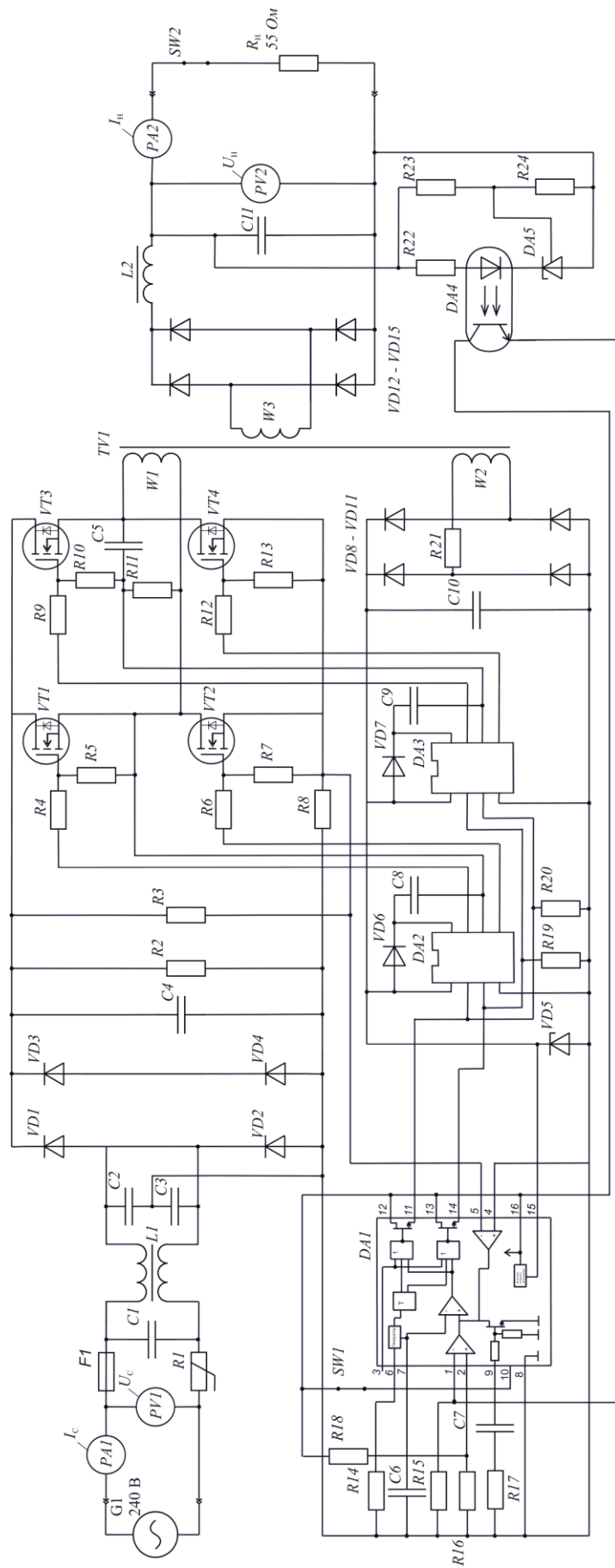


Рисунок 33 – Досліджувана схема

Лабораторна робота № Ф1

Дослідження пристроїв та систем електроживлення модульної структури

Мета роботи

Вивчення засад структурної, функціональної, схемотехнічної побудови й функціонування пристроїв та систем електроживлення модульної структури. Вивчення особливостей функціонування імпульсних перетворювачів електричної енергії (**ПЕЕ**) з однофазним та багатофазним режимами перетворювання.

Експериментальне дослідження імпульсних перетворювачів постійної напруги з однофазним і багатофазним режимами перетворювання за симетрії та асиметрії електричних процесів.

Дослідження зовнішніх та регулювальних характеристик перетворювачів і особливостей їхньої схемотехнічної реалізації з використанням силових каналів восьми типів з ШІМ методом регулювання.

Освоєння методики експериментального визначання головних характеристик, показників якості імпульсних **ПЕЕ** з однофазним і багатофазним режимами перетворювання.

Опис лабораторного макета

Лабораторний макет (Рисунок 34) призначено задля дослідження перетворювачів електричної енергії **ПЕЕ** – пристроїв та систем електроживлення модульної структури з однофазним режимом перетворювання електричної енергії основних типів – **k** схем силових каналів **СК** – з гальванічним зв'язком входних і вихідних кіл (однотактні **ПК**: знижувальний (Рисунок 35), підвищувальний (Рисунок 36), полярно-інвертувальний (Рисунок 37)), з гальванічним розподілом (однотактні **ПК**: з прямим вмиканням діода (Рисунок 38), зі зворотним вмиканням діода (Рисунок 39); двотактні **ПК**: з виведенням середньої точки трансформатора (Рисунок 40), півмостові (Рисунок 41) і мостові (Рисунок 42)).

Лабораторний макет складається з: джерела первинного електроживлення **G1**; восьми силових каналів, увімкнених паралельно як по входу, так і по виходу; вихідного конденсатора **C1**, призначеного задля згладжування пульсацій вихідної напруги й опору навантаження **R_н**. Опір навантаження **R_н** вимикається (і вмикається) за допомогою вимикача **SW1**.

Керування силовими каналами здійснюється імпульсами від пристрою керування **ПК**. На панель оперативних регулювань виведено опір резистора навантаження **R_н** і коефіцієнт заповнювання **k_з** імпульсів пристрою керування **ПК**.

Середні значення напруги й струму джерела первинного електроживлення контролюються відповідно вольтметром **PV1** та амперметром **PA1**. Середні значення напруги **U_н** та струму **I_н** навантаження **R_н** вимірюються відповідно вольтметром **PV2** та амперметром **PA2**.

До набору контрольно-вимірювальних приладів входить також чотириканальний осцилограф, який дозволяє спостерігати форму напруг та струмів у різних точках схеми. Синхронізація осцилографа здійснюється автоматично, відповідно до роботи пристрою керування **ПК**.

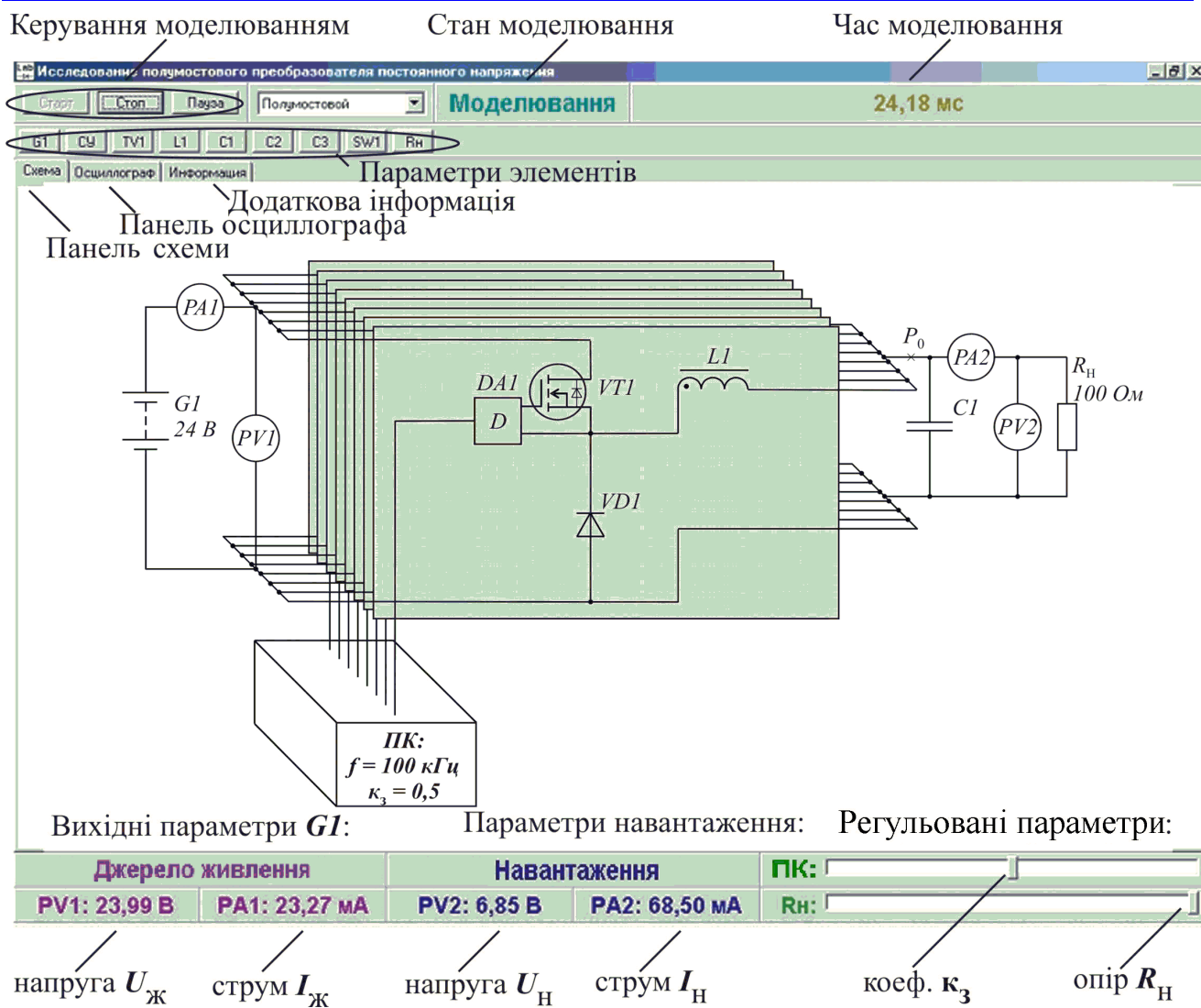


Рисунок 34 – Зовнішній вигляд лабораторного макету

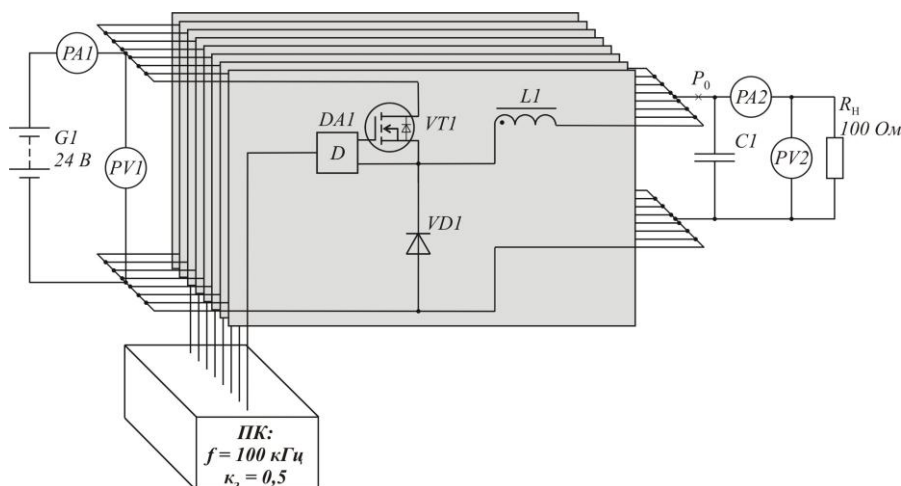


Рисунок 35 – Силові канали знижувального типу

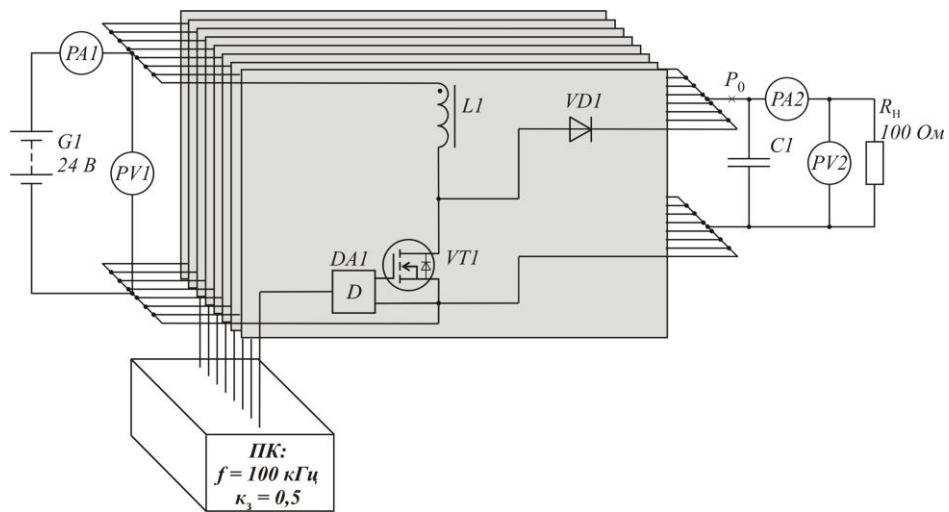


Рисунок 36 – Силові канали підвищувального типу

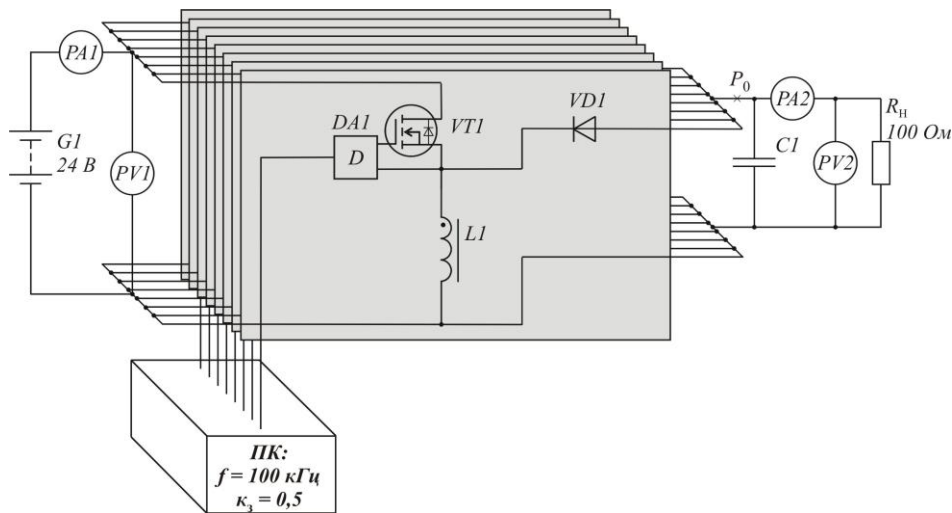


Рисунок 37 – Силові канали інвертувального типу

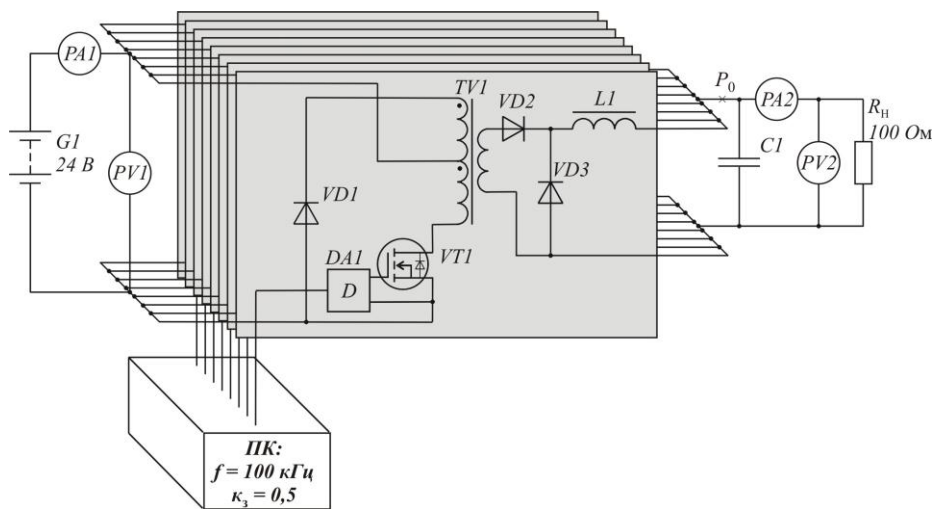
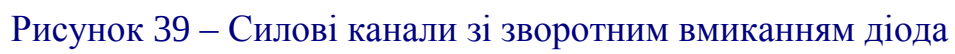


Рисунок 38 – Силові канали з прямим вмиканням діода



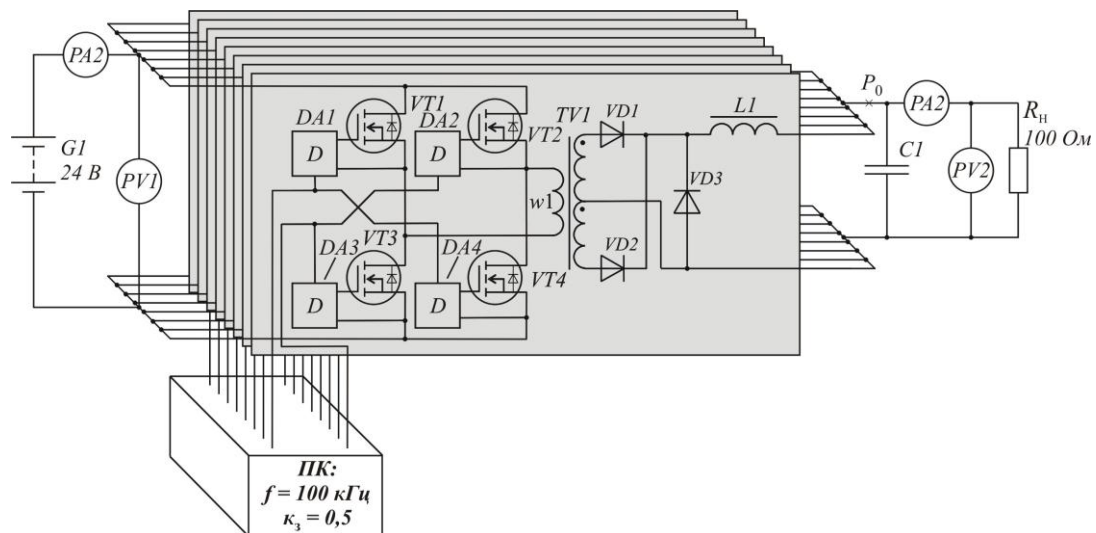


Рисунок 42 – Силові канали мостового типу