

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Факультет автоматики та енергетики
Кафедра електротехнічних систем

ТЕЛЕМЕХАНІКА
I АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів денної та заочної форми навчання
за напрямком 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Частина II

КІРОВОГРАД
2010

МНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ТЕЛЕМЕХАНІКА
I АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів денної та заочної форми навчання
за напрямком 6.050701 «Електротехніка та електротехнології»

Частина II

Ухвалено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем
Протокол № 6 від 26.11.2009 р.

КІРОВОГРАД
2010

Методичні вказівки «Телемеханіка і автоматизовані системи управління» до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання за напрямком 7.050301 «Електротехніка та електротехнології». Частина II. / Укл.: П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, О.І. Сіріков, В.В. Зінзура – Кіровоград: КНТУ, 2010 – 61 с.

Укладачі: П.Г. Плешков – доцент, кандидат технічних наук
С.В. Серебренніков – доцент, кандидат технічних наук
О.І. Сіріков – асистент
В.В. Зінзура – асистент

Рецензент: С.І. Осадчий – доцент, кандидат технічних наук

© П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, О.І. Сіріков,
В.В. Зінзура, 2010

РВЛ КНТУ, тиражування, 2010

ЗМІСТ

	Стор.
1. Лабораторна робота № 1. Дослідження телемеханічного каналу зв'язку на основі модему СТК-1М для телекомплексу «Граніт»	4
2. Лабораторна робота № 2. Дослідження пристроїв приєднання високочастотної апаратури до ліній електропередач	17
3. Лабораторна робота № 3. Розрахунок параметрів і дослідження характеристик високочастотних загороджувачів	29
4. Лабораторна робота № 4. Телевимірювання в пристрої телемеханіки ТМ-800В	44

Лабораторна робота 1

Тема: Дослідження телемеханічного каналу зв'язку на основі модему СТК-1М для телекомплексу «Граніт»

Мета роботи: ознайомитися із будовою та принципом дії модему СТК-1М телекомплексу «Граніт»; дослідити різні режими роботи телемеханічного каналу зв'язку на основі модему СТК-1М.

Теоретичні відомості

Модем СТК-1М для телекомплексу «Граніт» призначений для організації каналу зв'язку між пунктом керування (ПК) та контрольованим пунктом (КП) телекомплексу «Граніт» через апаратуру височастотного зв'язку по лініях електропередач з виділеним тональним каналом. Модем СТК-1М складається із передавача та приймача.

Передавач перетворює послілки постійного струму від телекомплексу «Граніт» в частотно-модульовані сигнали змінного струму для передачі їх шляхом ущільнення тонального спектру (2700-3200) Гц апаратурою височастотного зв'язку. Передавач модему генерує верхню й нижню характеристичні частоти шляхом розподілу частоти 576 кГц, одержуваної з телекомплексу «Граніт».

Приймач перетворює частотно-модульований сигнал змінного струму в двійкові послілки постійного струму, які подаються на телекомплекс «Граніт».

Підключення модемів до інформаційних каналів зв'язку здійснюють двома основними способами: безпосереднім підключенням до кабельних ліній зв'язку і підключенням до апаратури височастотного ущільнення.

У першому випадку підключення може бути виконане по 3-х полюсній (рис. 1.1) й чотириполіусній (рис. 1.2) схемі зв'язку. При триполіусній схемі один із вхідних полюсів приймача й один з вихідних полюсів передавача поєднуються в загальне проведення. Таким чином, відбувається більш раціональне використання жил кабелю зв'язку, але істотно скорочуються дистанція між приймачем і передавачем диспетчерського терміналу й контрольованої підстанції. Це відбувається через виникнення перехресних перешкод, які виникають при роботі передавача і проходять у канал приймача. Такий вид зв'язку

застосовується тоді, коли необхідно здійснити передачу інформації на відстань до 4 – 10 км.

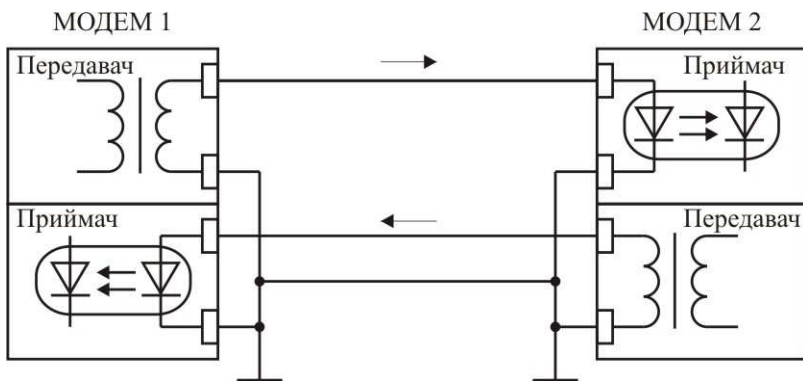


Рис. 1.1. Триполюсна схема підключення модему безпосередньо до лінії зв'язку

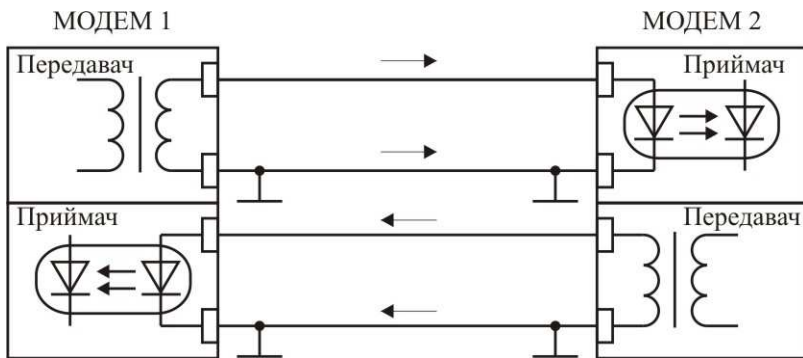


Рис. 1.2. Чотири полюсна схема підключення модему безпосередньо до лінії зв'язку

Підключення до високочастотної апаратури ущільнення (рис. 3.3) здійснюється в тих випадках, коли необхідно здійснити інформаційний

канал зв'язку на десятки-сотні кілометрів, або коли необхідно здійснити передачу даних одночасно з декількох об'єктів по одному каналі зв'язку. У цьому випадку каналом зв'язку може служити як кабельна лінія зв'язку, так і повітряна лінія електропередач. Цей метод підключення найбільше часто застосовується в енергетиці й забезпечує більшу захищеність апаратної частини пристроїв телемеханіки від впливу зовнішніх шкідливих факторів, здатних вивести її з ладу, зокрема, грозових перенапруг.

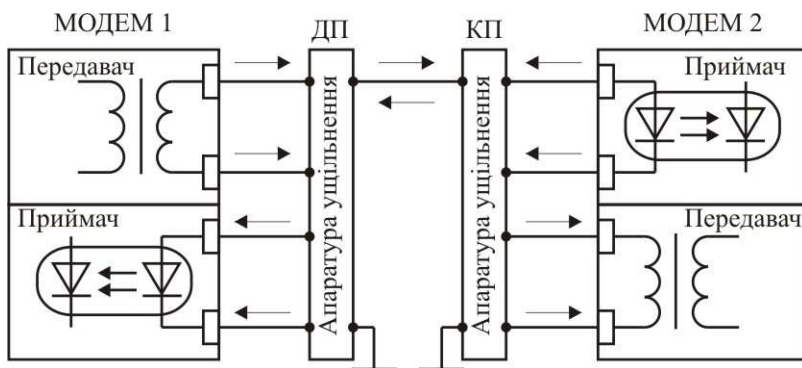


Рис. 1.3. Схема підключення модему до апаратури ВЧ ущільнення

Опис стенда

Стенд імітує роботу двох модемів на еквівалент навантаження – кабель довжиною 10 км по трипровідній схемі підключення. Схема заміщення фізичної моделі представлена на рис. 1.4.

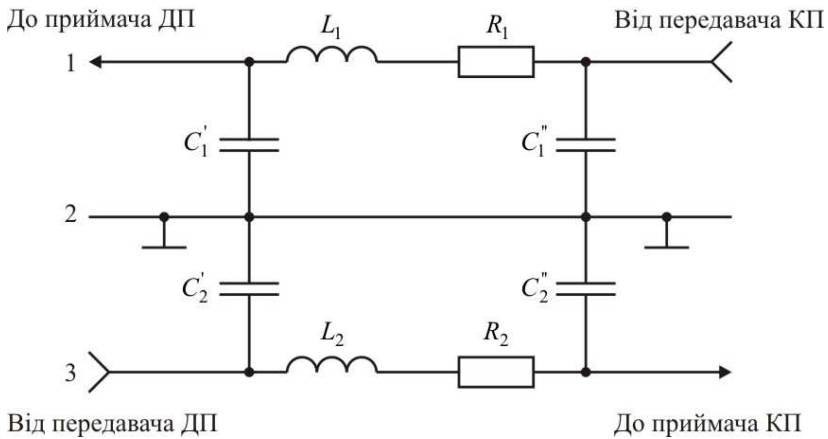


Рис. 1.4. Схема заміщення фізичної моделі для дослідження режимів роботи цифрових модемів телемеханіки

На рис. 1.4:

1, 2, 3 – номери дротів кабелю зв'язку;

C_1', C_2' – ємність лінії зв'язку на вході приймача;

C_1'', C_2'' – ємність лінії зв'язку на виході передавача;

L_1, L_2 – індуктивність лінії зв'язку;

R_1, R_2 – активний опір лінії зв'язку.

На передню панель стенду винесено дві панелі модемів СТК-1М (модеми ПК і КП), перемикачі режиму та контрольованих точок, а також мнемосхему стенду, яка приведена на рис. 1.5.

Схема світлової сигналізації слугує для підтвердження положення перемикача «контрольні точки», чим спрощується візуальний контроль при проведенні вимірювань.

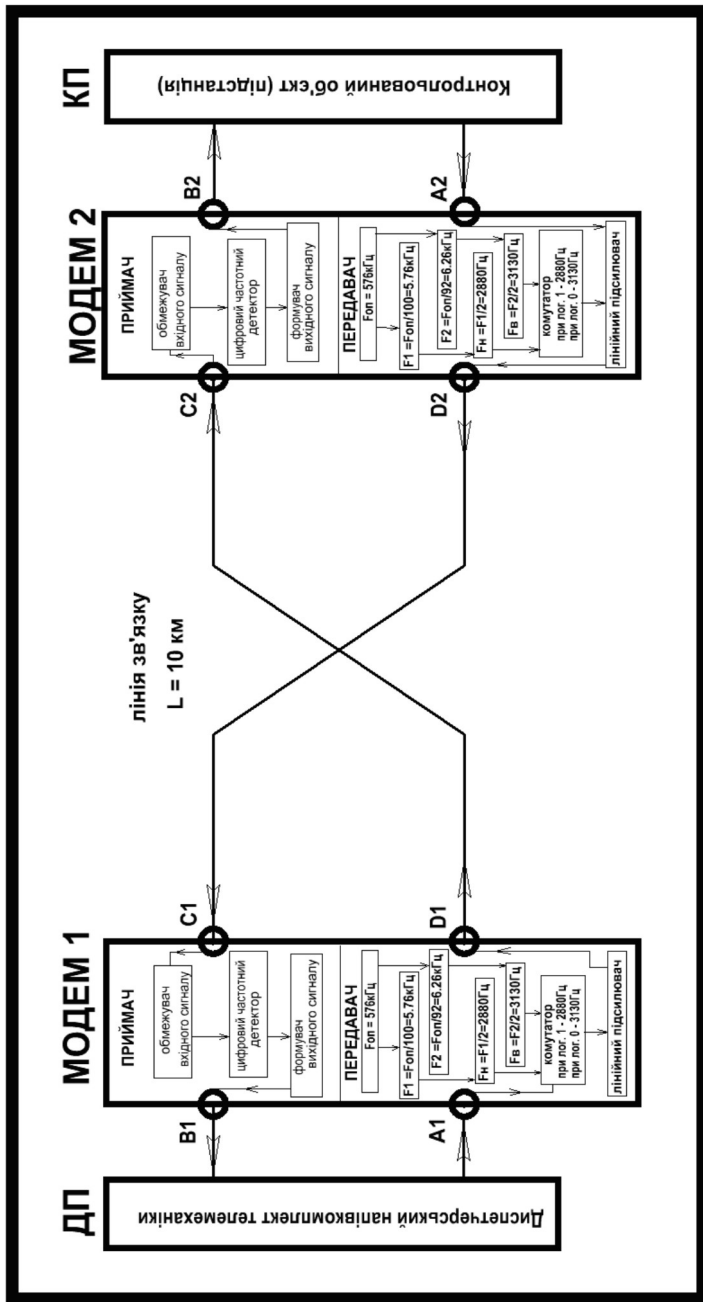


Рис. 1.5. Мнемосхема стенду для дослідження режимів роботи модемів телемеханіки

де ДП – диспетчерський пункт;

КП – контрольований об'єкт (підстанція).

МОДЕМ 1 – модем, що встановлений на ДП;

МОДЕМ 2 – модем, що встановлений на КП;

Також на мнемосхемі зображено, що в якості каналу зв'язку використовується еквівалент лінії електропередачі довжиною 10 км.

Розглянемо структурну схему стану (рис. 1.6), яка складається із двох модемів СТК-1М від телекомплексу "Граніт". МОДЕМ1 і МОДЕМ2 з'єднані між собою через пристрій, електричні параметри якого еквівалентні десяти кілометрам кабельної лінії зв'язку.

При роботі в складі телекомплексу "Граніт" синхронізація кожного з модемів здійснюється від свого базового пристрою (КП, ПК) високостабільним кварцовим генератором.

Перемикач «МІСЦЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ» має 4 положення, що відповідають точкам контролю сигналу (для покращення візуального сприйняття, ці точки також підсвічуються світловими діодами):

1. А1/В2 – на виходи стану подаються сигнали в точках А1 (вихід МОД1) і В2 (вихід МОД2)
2. D1/C2 – сигнали в точках D1 і C2;
3. В1/А2 – сигнали в точках В1 і А2;
4. С1/D2 – сигнали в точках С1/D2

Перемикач "РЕЖИМИ РОБОТИ" - перемикач, що змінює режими роботи модемів, має чотири положення:

1. Контроль працездатності модему (ПМ/100 Бод).
2. Подача на вхід передавача логічної «1»
3. Подача на вхід передавача логічної «0»
4. Режим роботи «РОЗІМКНУТЕ КІЛЬЦЕ».

Розглянемо більш детально перелічені режими роботи стану для дослідження цифрових модемів телемеханіки.

Синхронізацію роботи модемів стану виконує один загальний тактовий генератор, що забезпечує стійку генерацію із частотою 576 кГц (рис. 1.7).

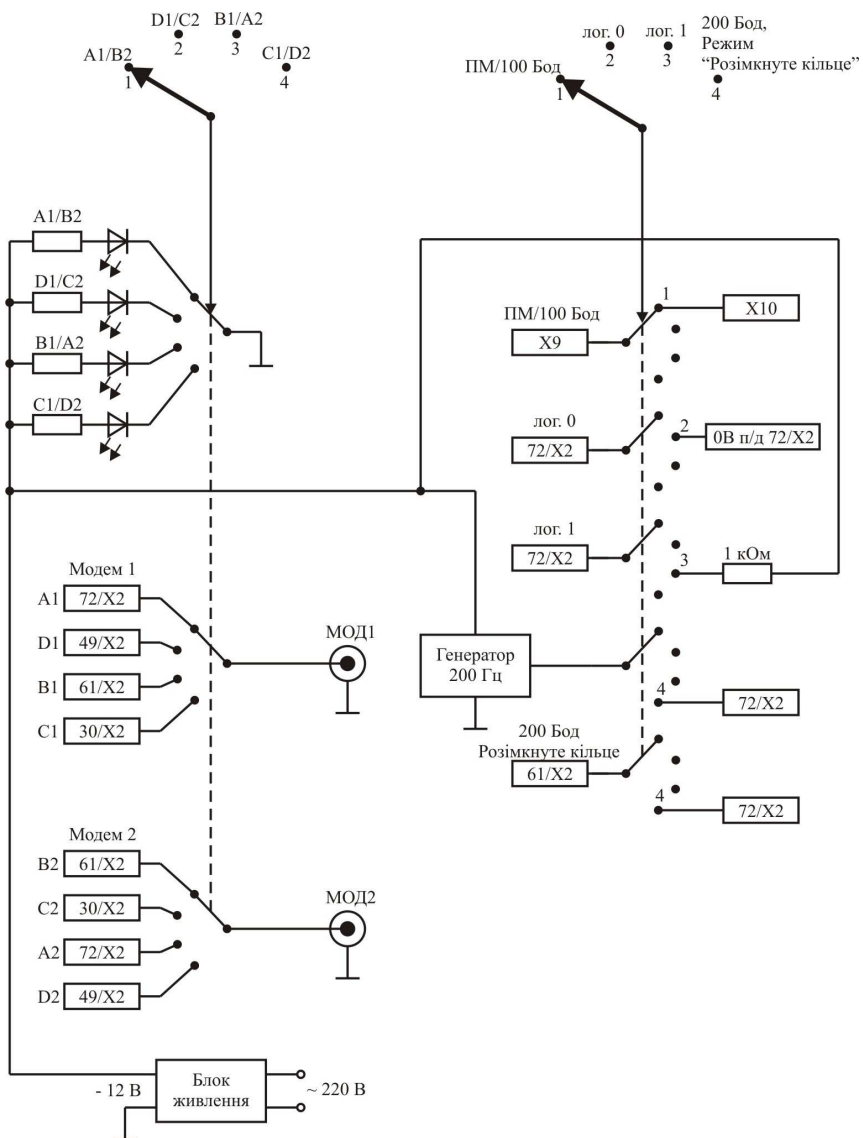


Рис. 1.6. Структурна схема стану

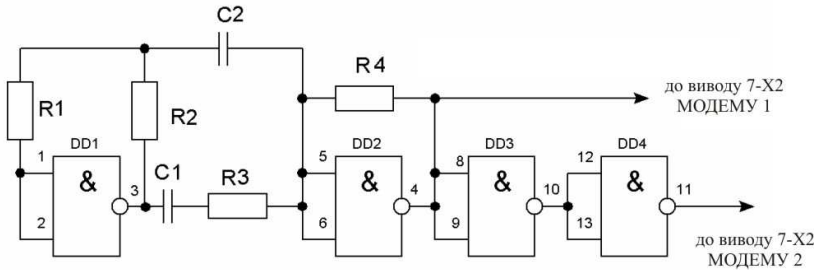


Рис. 1.7. Схема до пояснення синхронізації модемів стенду

1. Режим роботи «Перевірка модему/100 бод». Для роботи модемів на швидкості 100 бод встановлено другий генератор. Цей генератор імітує інформаційні посилки імпульсів, відправлених пристроєм телемеханіки на модем для подальшої обробки й передачі по каналу зв'язку; також ці імпульси необхідні для роботи в режимі «ПМ» - перевірка модему. У реальних умовах модеми одержують імпульси із частотою 100 Гц від внутрішнього генератора телекомплексу «Граніт». У даному ж випадку за допомогою перемикача "Варіанти", що перебуває в положенні «ПМ/100 Бод», імпульси частотою 100 Гц надходять на додатковий вхід передавача.

Якщо проаналізувати даний режим передачі даних, то можна переконатися, що при швидкості передачі у 100 Бод сигнал від ПК до КП надходить практично без спотворень. Канал зв'язку практично не впливає на спотворення сигналу (див. осцилограму).

2. Режим роботи «Передача логічного 0» та «Передача логічної 1». Для передачі сигналу «лог. 0» необхідно перемикач «Режими роботи» перемістити в положення «2». Частота модуляції для передачі «Лог. 0» для модему СТК-1М складає 3130 Гц. Сигнал приходить до КП практично не змінюючи свого рівня.

Режим передачі «лог. 1» аналогічний передачі «лог. 0». Для переходу в даний режим необхідно перемикач «Режими роботи» перемістити в положення «3». Частота модуляції сигналу складає 2880 Гц. При проведенні дослідів для визначення частоти використовувався цифровий частотомір. Вимірювання показали, що дев'яцять частоти

модуляції може становити 2 – 5 % від номінальної за рахунок зміни температури навколишнього середовища.

Режим «Розімкнуте кільце». Для забезпечення роботи модемів на швидкості 200 Бод стенд обладнаний третім генератором, що підключається через перемикач «РЕЖИМИ РОБОТИ» у положенні «200 Бод / L = 10 км / Режим «РОЗІМКНУТЕ КІЛЬЦЕ» (рис. 1.8).

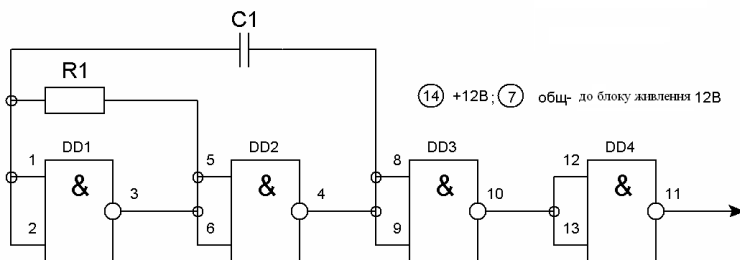


Рис. 1.8. Схема до пояснення режиму «Розімкнуте кільце»

Електрична принципова схема третього генератора аналогічна попередній, проте інтегруючий ланцюжок підібраний з такими номінальними значеннями, при яких генератор стійко працює на частоті 200 Гц. Сигнал із третього генератора подається на основний вхід передавача МОДЕМ1.

Робота стенду в режимі «Розімкнуте кільце» показана на рис. 1.9.

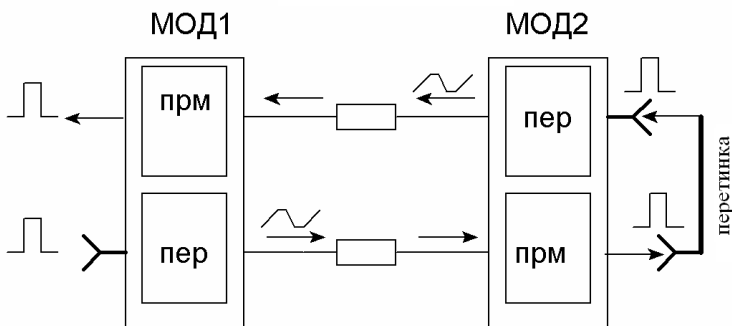


Рис. 1.9. Схема стенду в режимі «Розімкнуте кільце»

Даний режим застосовуються для перевірки каналу зв'язку, а також якісних показників роботи модемів. При цьому виявляються такі недоліки як: низька чутливість модему, високий рівень шумів у каналі зв'язку, спотворення форми прийнятого сигналу під дією наведеної напруги. Для того, щоб реалізувати даний режим роботи необхідно встановити з виходу приймача МОДЕМ2 перемичку на вхід передавача цього ж модему.

Після цього необхідно подати контрольний сигнал на вхід передавача МОДЕМ1. Сигнал із третього генератора частотою 200 Гц проходить обробку в передавачі першого модему й перетворюється в тональний сигнал. З виходу передавача сигнал надходить на еквівалент лінії зв'язку 10 км. Пройшовши через еквівалент лінії зв'язку сигнал загасає до величини, рівної загасанню в реальній лінії зв'язку. Тональний сигнал перетвориться приймачем пристрою МОДЕМ2 у цифровий, і надходить (через установлену перемичку) на вхід передавача цього ж модему й відправляється у вигляді тонального сигналу назад на МОДЕМ1 через еквівалент лінії зв'язку. В еквіваленті знову відбувається загасання. Приймач пристрою МОДЕМ1 перетворить цей ослаблений тональний сигнал у цифровий. У такий спосіб був відправлений цифровий сигнал першим модемом і ним же отриманий назад. При цьому порівнюючи амплітуду й форму відправленого й прийнятого сигналу можна судити про якість роботи модемів на дану лінію зв'язку.

Пристрій телемеханіки «Граніт» допускає спотворення сигналу до 20 % за формою і за рівнем. Якщо величина спотворення прийнятого назад сигналу перевищує це значення, то не становить складності виявити дефект за допомогою осцилографа. У більшості випадків роботи з настройки зводяться до установки порога чутливості приймача. Даний режим дозволяє істотно заощадити час і витрати на ремонтні, налагоджувальні й регламентні роботи. Якщо ж не вдається відрегулювати якість прийнятого сигналу, то необхідно встановити апаратуру високочастотного ущільнення.

Завдання та методика виконання роботи

1. Дослідження режиму роботи каналу зв'язку «Перевірка модему/100 Бод»

1.1. З'єднати коаксіальним кабелем гніздо «Модем 1 ДП» з входом № 1 осцилографа, а гніздо «Модем 2 КП» – з входом 2 осцилографа.

1.2. Увімкнути живлення стенду, осцилографу та модемів.

1.3. Встановити перемикач «Режими роботи» в положення «ПМ/100 бод».

1.4. Встановити перемикач «Місце спостереження» в положення «A1/B2».

1.5. Замалювати на кальці форму сигналів в т. A1 та B2.

1.6. Встановити перемикач «Місце спостереження» у положення «D1/C2».

1.7. Замалювати на кальці форму сигналів в т. D1 та C2.

2. *Дослідження режиму роботи каналу зв'язку «Передача логічного 0».*

2.1. Встановити перемикач «Режими роботи» в положення «Лог «0».

2.2. Повторити дії, описані в пунктах 1.4 – 1.7.

2.3. З допомогою осцилографа (або мілівольметра) визначити амплітуду сигналу в т. D1 і C2. Визначити величину загасання сигналу в лінії зв'язку за формулою:

$$\alpha = 10 \lg \frac{U_{D1}}{U_{C2}}, \quad (1.1)$$

де U_{D1} , U_{C2} - амплітудне значення сигналу в точках відповідно D1 та C2.

2.4. З'єднати коаксіальним кабелем гніздо «Модем 1 ДП» з гніздом цифровим частотоміром та за його показами визначити частоту сигналу.

3. *Дослідження режиму роботи каналу зв'язку «Передача логічної 1».*

3.1. Встановити перемикач «Режими роботи» в положення «Лог «1».

3.2. Повторити дії, описані в пунктах 2.2 – 2.4.

4. *Дослідження режиму роботи каналу зв'язку «Розімкнуте кільце».*

- 4.1. Встановити перемикач «Режими роботи» в положення «200 бод/Режим «Розімкнуте кільце».
- 4.2. Встановити перемикач «Місце спостереження» в положення «A1/B2».
- 4.3. Замалювати на кальці форму сигналів в т. A1 та B2.
- 4.4. Встановити перемикач «Місце спостереження» у положення «D1/C2».
- 4.5. Замалювати на кальці форму сигналів в т. D1 та C2.
- 4.6. Встановити перемикач «Місце спостереження» у положення «D2/C1».
- 4.7. Замалювати на кальці форму сигналів в т. D2 та C1.
- 4.8. Встановити перемикач «Місце спостереження» в положення «A2/B1».
- 4.9. Замалювати на кальці форму сигналів в т. A2 та B1.
- 4.10. Вимкнути живлення модему, осцилографу, стенду.

Обов'язковий перелік відомостей у звіті

1. Коротка характеристика модемів СТК1-М.
2. Схеми підключення модемів.
3. Схеми вимірювання.
3. Експериментальні дані та результати розрахунків
4. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Яке призначення модему СТК1-М?
2. З яких блоків складається модем СТК1-М? Їх призначення.
3. Назвіть основні способи підключення модемів до інформаційних каналів зв'язку. Охарактеризуйте кожен з них.
4. Які переваги та недоліки триполюсної та чотириполюсної схеми підключення модемів?
5. Призначення апаратури ущільнення.
6. Які режими роботи модему досліджувалися в даній роботі?
7. Який вид модуляції сигналу застосовується при роботі модему СТК1-М? Охарактеризуйте його.

8. Які частоти модуляції для передачі «лог. 0» та «лог. 1» передбачені для модему СТК1-М? Чим викликана різниця між паспортними даними та результатами вимірювань?

9. Чим викликане загасання модульованого сигналу в кінці лінії? Про що свідчать результати розрахунку коефіцієнту загасання?

10. На яких швидкостях передачі даних може працювати модем СТК1-М? Як впливає швидкість передачі на якість сигналу?

11. Які характеристики каналу зв'язку можна дослідити в режимі роботи «Розімкнуте кільце»? Поясніть, чому осцилограми сигналів мають саме таку форму? Про що це свідчить?

Лабораторна робота 2

Тема: Дослідження пристроїв приєднання височастотної апаратури до ліній електропередач

Мета роботи: вивчити основні види пристроїв приєднання (ПП) до ліній електропередач (ЛЕП); набути практичних навичок налагодження фільтрів приєднання (ФП); опанувати методи вимірювань основних характеристик ПП; дослідити вплив вхідного опору ЛЕП на основні характеристики ПП.

Теоретичні відомості

Інформацію, подану у певному вигляді, називають *повідомленням*. Для передачі інформації від джерела до одержувача потрібен носій, який має достатню стійкість своїх параметрів у просторі і часі, аби була можливість визначити її на стороні одержувача. Щоб носій став моделлю повідомлення, між його характеристиками та повідомленням має існувати однозначна залежність. Носій, параметри якого знаходяться в однозначній інформаційній відповідності із повідомленням, називається *сигналом*.

Фізична природа та характеристики носія пов'язані з певним фізичним середовищем між джерелом та одержувачем – *каналом зв'язку*. Під каналом взагалі розуміють не тільки фізичне середовище (лінія зв'язку), в якому поширюється сигнал, а й сукупність технічних засобів, призначених для передачі сигналів.

Канали передачі інформації створюються на основі різноманітних ліній зв'язку. Для передачі інформації в енергосистемах використовуються канали по повітряних та кабельних лініях телефонного зв'язку, канали радіозв'язку та радіорелейного зв'язку, оптоволоконні і особливо широко, канали височастотного (ВЧ) зв'язку по дротах ЛЕП (оскільки ЛЕП природно пов'язує всі підстанції між собою).

До основних переваг ВЧ зв'язку по ЛЕП відноситься висока надійність лінії зв'язку. Крім того, пункти, сполучені ЛЕП, в багатьох випадках співпадають з пунктами, між якими повинна передаватись інформація, при цьому зникає необхідність в будівництві спеціальних ліній зв'язку, а також в організації їх експлуатації. З цих причин витрати на створення та експлуатацію каналів зв'язку по дротах ЛЕП значно менші за витрати на інші види каналів. Але каналам по ЛЕП властиві

специфічні завади, рівень яких значно вищий за рівень завад каналів, перелічених вище.

Структурна схема ВЧ зв'язку по ЛЕП показана на рис. 2.1.

Джерело сигналів (ДС) підключається до апаратури ущільнення через перетворювач сигналів (ПС), який виконує первинне перетворення. Перетворення на передавальному кінці первинних низькочастотних (НЧ) сигналів у високочастотні (ВЧ) та зворотне перетворення на приймальному кінці здійснюється в апаратурі ВЧ ущільнення (АУ). Апаратура приєднання (АП) слугує для передачі ВЧ сигналів від АУ на передавальному кінці дроту ЛЕП та для зворотної передачі на приймальному кінці. Апаратура обробки (АО) слугує для відокремлення по високій частоті дротів ЛЕП, до яких підключається АП, від решти мережі високої напруги. Приймач сигналу (Пр), як і ДС підключається до АУ через ПС.

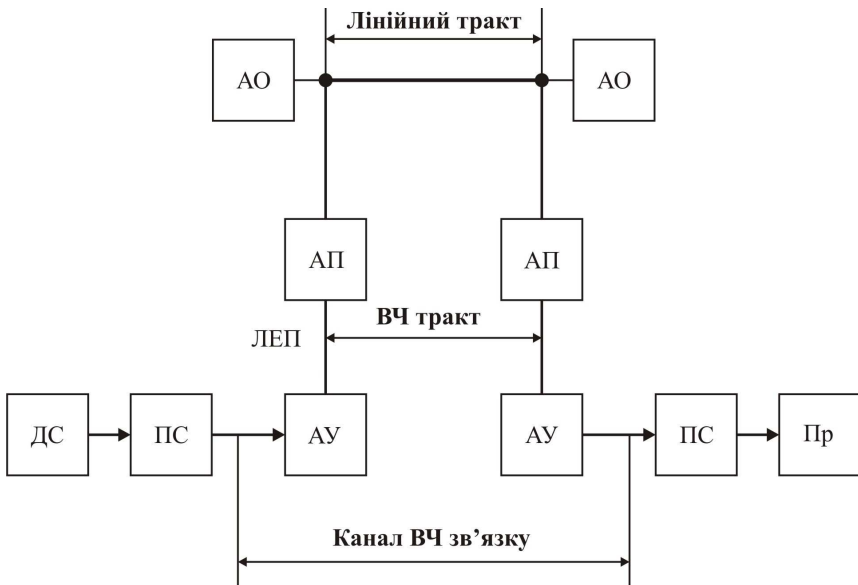


Рис. 2.1. Структурна схема ВЧ зв'язку по ЛЕП.

ВЧ сигнали надходять від апаратури ущільнення до лінії електропередачі або з лінії на вхід АУ через пристрій приєднання (рис.

2.2), який містить: конденсатор зв'язку (КЗ), фільтр приєднання (ФП) та ВЧ (ВК) кабель.

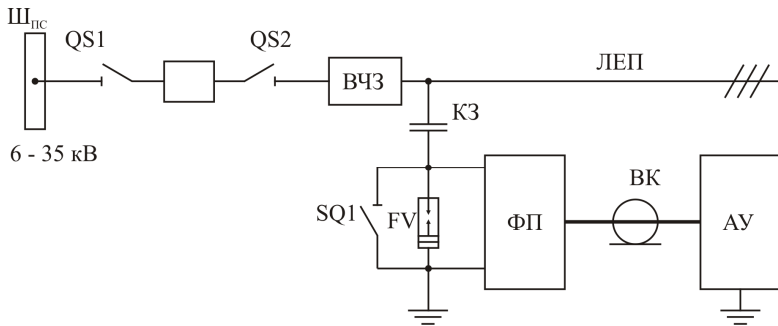


Рис. 2.2. Схема пристрою приєднання (ПП)

Конденсатор зв'язку призначений для підключення АУ до лінії високої напруги. Опір $X_c = \frac{1}{2\pi fC}$ обернено пропорційний його ємності C і частоті f напруги, прикладеної до нього. Тому реактивний опір X_c для струмів промислової частоти значно більший, ніж для ВЧ струмів (40 – 600 кГц); це дозволяє за допомогою X_c розділити їх та запобігти попаданню високої напруги ЛЕП на АУ.

Перенапруги, що виникають у ЛЕП, крізь X_c потрапляють до ФП, а, отже, до ВЧ кабелю та АУ. Для захисту всіх цих елементів від перенапруги між нижньою обкладкою X_c та заземленням вмикається розрядник FV, пробій якого відбувається на фронті імпульсу та обмежує максимальне значення перенапруги на вході ФП. Пробивна напруга FV зазвичай обирається в межах 1,6 – 2,5 кВ.

Конденсатор зв'язку також часто використовується для відбору невеликої потужності промислової частоти, або як ємнісний дільник напруги.

Конденсатор зв'язку повинен мати високу електричну міцність, оскільки його пробій викличе коротке замикання на шинах підстанції.

Промисловість випускає паперово-масляні КЗ у фарфорових або металевих корпусах. Найбільше розповсюдження здобули конденсатори у фарфорових корпусах серії СМР (зв'язку, маслонаповнені з компенсатором).

Фільтром приєднання називають прилад, в якому містяться елементи для компенсації реактивного опору КЗ у заданій смузі частот, а також для узгодження ВЧ кабелю (ВК) та лінійного тракту, оскільки хвильовий опір ВК не рівний характеристичному опору лінійного тракту. Крім цього, ФП заземлює нижню обкладинку КЗ за промисловою частотою, при цьому утворюється шлях для струмів промислової частоти, чим обумовлюється безпека праці.

При обриві кола обмотки ФП на нижній обкладинці КЗ з'являється фазна напруга по відношенню до землі. Тому всі перемикання у колах обмотки ФП проводять при увімкненому заземлюючому ножі SQ1 (рис. 1.2).

При розгляді електричних характеристик ПП під ФП завжди розуміють схему фільтра, яка вміщує КЗ. При малих значеннях ємності конденсатора зв'язку доцільне застосування компенсаційних пристроїв, оскільки за їх допомогою на декількох фіксованих частотах можна здійснити приєднання з меншим загасанням, ніж у випадку смугового налаштування. При великих значеннях ємності КЗ застосування компенсаційних пристроїв недоцільно. У теперішній час ФП за схемою компенсаційних пристроїв для приєднання до ЛЕП 110 кВ і вище застосовують рідко.

ФП за схемою смугового фільтра може виконуватися за повною Т-подібною схемою (рис. 2.3, а) або за схемою Г-подібної напівланки (рис. 2.3, б). У наведених пристроях трансформатор Т виконує функції узгоджувача трансформатора.

Використовуються також трансформаторна (рис. 2.3, в) та автотрансформаторна (рис. 2.3, г) схеми ФП. Дані схеми не містять окремого узгоджувача трансформатора, оскільки узгодження опорів ЛЕП та ВК здійснюється вибором співвідношення між індуктивностями L_1 і L_2 , та коефіцієнтом магнітного зв'язку M між ними (для схеми рис. 2.3, в).

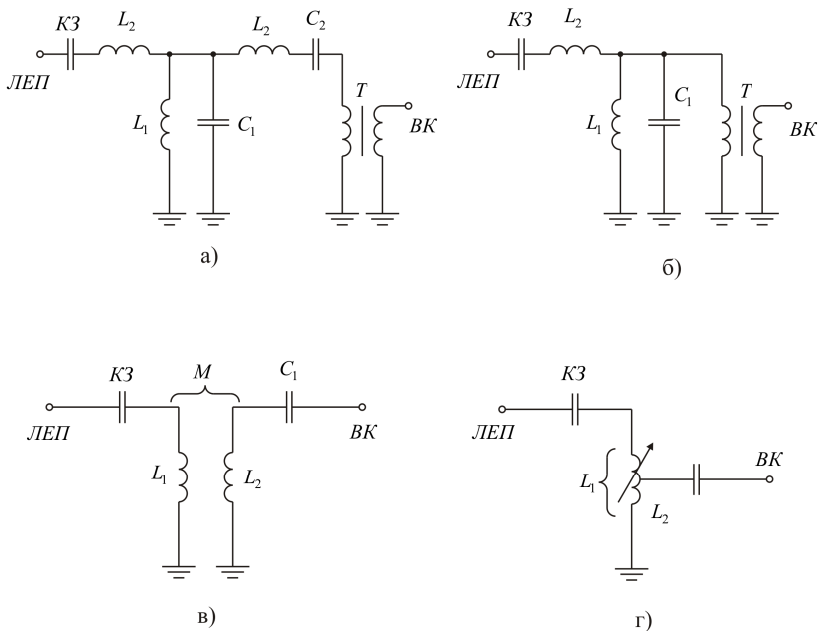


Рис. 2.3. Схеми фільтрів приєднання

ФП характеризується наступними параметрами:

- шириною смуги пропускання, тобто смуги, в межах якої загасання фільтра не перевищує допустимого значення;
- характеристичним опором у середній частині смуги пропускання;
- частотними характеристиками робочого загасання, загасання неузгодженості та вхідного опору в межах смуги.

Всі фільтри приєднання є однофазними, тобто призначені для використання у схемах приєднання фаза-земля. У випадку необхідності утворення каналу за схемою фаза-фаза використовуються два ФП, кожний з яких працює на окремий ВЧ кабель.

Фільтр приєднання серії ФПУ призначений для роботи з усіма типами КЗ ємністю $C_{кз} = 2140 - 17500$ пФ для ЛЕП усіх класів по напрузі від 35 до 750 кВ. У більшій частині частотних діапазонів ФП виконані за трансформаторною схемою. На окремих широкосмугових діапазонах, особливо при великих значеннях ємності КЗ, використовується

автотрансформаторна схема. Конструктивно ФП виконаний у металевому корпусі, призначеному для кріплення на опорі під КЗ.

Фільтр серії УФП-66М призначений для роботи на ЛЕП 35-110 кВ, але в окремих випадках використовується на ЛЕП 6, 10 та 25 кВ. Завдяки конструктивним особливостям фільтра може утворюватись велика кількість модифікацій, які дозволяють створювати ФП при $C_{кз} = 1000-35000$ пФ у смузі частот 14-600 кГц. Внаслідок того, що узгоджуючий трансформатор володіє суттєвою нелінійністю, даний фільтр не рекомендується використовувати для багатоканальних систем інформації.

Фільтр УФП-66М може бути зібраний за схемою смугового фільтру (СФ), фільтру верхніх частот (ФВЧ) або за автотрансформаторною схемою (АТ) (рис. 2.4). Елементом цих схем є конденсатор зв'язку.

Трансформатор Т в цих схемах виконує функції узгоджуючого трансформатора.

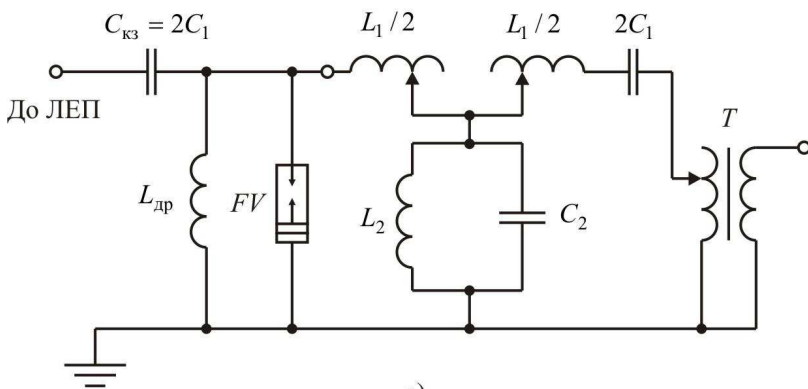
Захист фільтру здійснюється заземлюючим дроселем з індуктивністю $L_{др} = 50$ мГн з власним резонансом на частоті 378 кГц та розрядником FV на пробивну напругу $1,5$ кВ ± 20 %.

Деякі схемні варіанти фільтру УФП-66М за схемою фільтра високих частот наведені в таблиці 2.1.

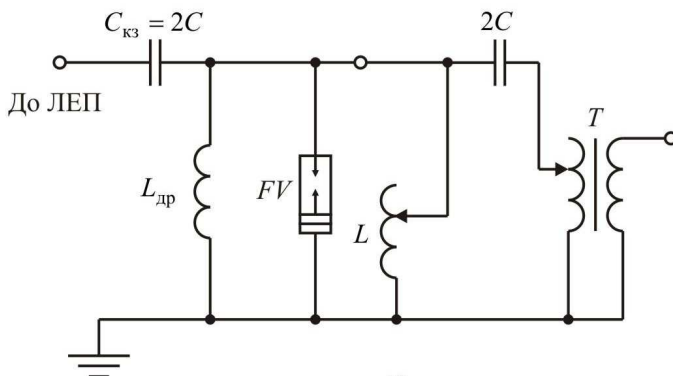
У деяких випадках використання КЗ для приєднання АУ до ЛЕП небажано внаслідок високої вартості або великих розмірів та маси цих конденсаторів. Практично неможливе використання КЗ при приєднанні пересувних та переносних апаратів, що застосовуються ремонтною бригадою для зв'язку з підстанцією.

Простим та дешевим способом приєднання в цих випадках є зв'язок АУ з лінією через антену l (рис. 2.5), являє собою дріт довжиною l , який підвішений паралельно лінії на деякій відстані від неї.

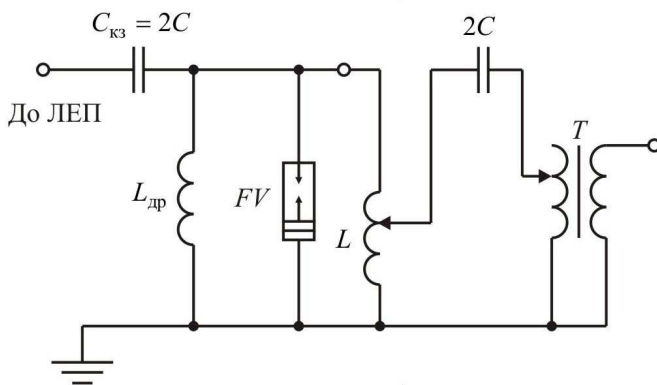
За антену l може слугувати або спеціальний дріт, або ізольована ділянка блискавкозахисного тросу. Ефективність антени залежить від її місцезнаходження відносно дротів ЛЕП, довжини антенного проводу, значення опору навантаження $Z_{ант}$ на його кінці та інших факторів.



а)



б)



в)

Рис. 2.4. Принципові схеми фільтра УФП-66М.

а) смуговий фільтр; б) фільтр верхніх частот;

в) автотрансформаторний фільтр.

Таблиця 2.1. Схемні варіанти фільтру УФП-66М за схемою ФВЧ

№ схемного варіанту фільтру	R_n (розр), Ом	Граничні частоти, кГц	$C_{кз} = C_{фп}$, пФ	$L_{фп}$, мГн
75	200	52 - 600	17500	0,379
76	400	32 - 600	17500	1,360
83	400	104 - 600	4400	0,379
88	600	76 - 600	4400	0,698
91	800	52 - 600	4400	1,360
96	200	28 - 600	35000	0,698
97	400	18 - 600	35000	2,840

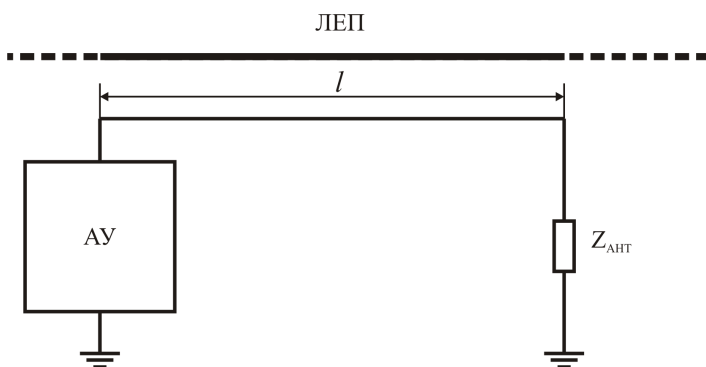


Рис. 2.5. Схема присєднання АУ до ЛЕП через антену

Основним недоліком антенного ПП є те, що загасання, яке вноситься ним у лінійний тракт, значно більше, ніж при використанні КЗ.

Високочастотний кабель (ВК) (див. рис. 2.2) слугує для зв'язку АУ з ФП. Навантаженням ВК є вхідні опори ФП та АУ. Вхідний опір ФП може значно змінюватись залежно від частоти. Вхідний опір ВК дорівнює хвильовому опору кабелю та опору навантаження при увімкненні кабелю на узгоджене навантаження. Якщо вхідний опір фільтра ФП або вхідний опір АУ не дорівнюють хвильовому опору кабелю, то виникає відбиття

хвиль від краю кабелю і в ньому виникають стоячі хвилі, які обумовлюють додаткові втрати енергії в кабелі.

За ВК, як правило, використовують радіочастотні коаксіальні кабелі типу РК з хвильовим опором 50, 75, 100, 150, 200 Ом та діаметром внутрішньої жили не меншим за 1 мм.

Завдання та методика виконання роботи

1. Виконати налагодження фільтру приєднання типу УФП-66М зібраного за схемою фільтра верхніх частот (ФВЧ) для вказаного діапазону частот та опору ЛЕП.

Вихідні дані налагодження вибирають у відповідності з індивідуальним завданням для кожної бригади (табл. 2.2).

Таблиця 2.2. Вихідні дані для налагодження ФП

№ завдання	Діапазон частот, кГц	Опір ЛЕП, Ом
1	52 - 100	200
2	28 - 100	200
3	32 - 100	400
4	104 - 200	400
5	18 - 100	400
6	76 - 100	600
7	52 - 100	800

Налагодження фільтру приєднання за схемою ФВЧ на певний діапазон частот полягає у виборі ємності конденсатора зв'язку, ємності конденсатора фільтру приєднання та індуктивності фільтру приєднання.

Для заданого діапазону частот та опору лінії електропередачі з таблиці 1.1 обирається один зі схемних варіантів фільтру приєднання УФП-66М.

Для обраного схемного варіанту фільтру приєднання на лабораторному стенді встановлюються потрібні значення ємності конденсатора зв'язку $C_{кз}$, ємності фільтру приєднання $C_{фп}$, індуктивності фільтру приєднання $L_{фп}$, а також опору ЛЕП $R_{л}$.

2. Виміряти частотну характеристику робочого загасання та вхідного опору ФП за схемою ФВЧ у заданому діапазоні частот.

Результати вимірів занести до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Результати вимірювань

f, кГц												
Виміряно	U_1											
	U_2											
	U_3											
Обчислено	α											
	$Z_{вх}$											

Вимірювання частотних характеристик робочого загасання та вхідного опору ФП здійснюється за схемою, наведеною на рис. 2.6.

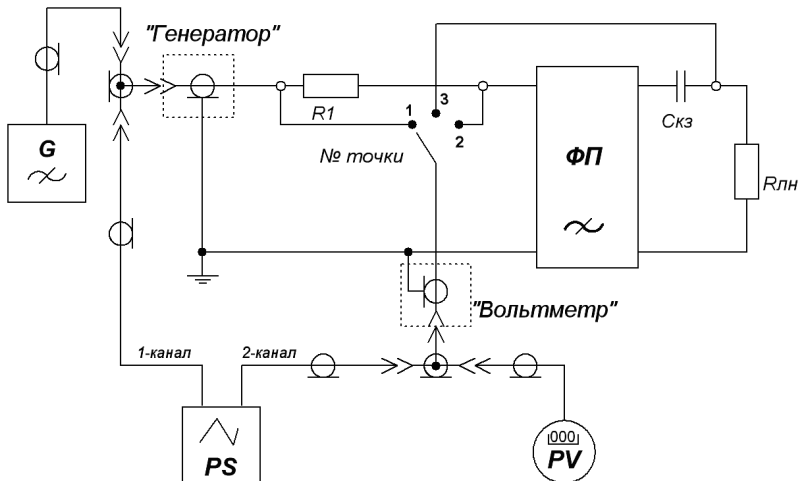


Рис. 2.6. Схема вимірювання частотних характеристик робочого загасання та вхідного опору ФП

На схемі: G – генератор синусоїдальних коливань; PS – осцилограф; $C_{кз}$ – ємність конденсатора зв'язку; $R_{лн}$ – опір, який дорівнює номінальному опору лінії електропередачі; $R1 = 100$ Ом.

До гнізда «Генератор» лабораторного стенду коаксіальним кабелем підключається генератор синусоїдальних коливань (ГЗ-35), до гнізда «Вольтметр» – височастотний мілівольтметр (В7-27/А1). Для зорового контролю процесів резонансу/загасання використовується двопроменевий осцилограф (С1-83) який підключається паралельно до генератора та мілівольтметра. Перемикач «№ досліду» встановлюється в положення «1».

Для визначення частотних характеристик робочого загасання та вхідного опору ФП необхідно змінювати частоту генератора G у заданому діапазоні частот (відповідно індивідуальному завданню) з інтервалом 3-10 кГц (10 – 13 точок) і фіксувати покази вольтметра в точках U_1 , U_2 , U_3 (перемикач «№ точки» відповідно у положеннях 1, 2, 3) для кожного значення частоти генератора.

3. Розрахувати величини α , $Z_{вх}$ (таблиця 2.3). Побудувати графіки залежностей $\alpha = F(f)$ та $Z_{вх} = F(f)$.

Значення загасання (дБ) та вхідного опору (Ом) ФП розраховуються за наступними формулами:

$$\alpha = 20 \lg \frac{U_1}{U_2} + 10 \lg \sqrt{\frac{R_{лн}}{4R_1}}, \quad (2.1)$$

$$Z_{вх} = \frac{U_3}{U_1 - U_3} R_1. \quad (2.2)$$

4. Оцінити відповідність отриманих частотних характеристик допустимим.

Для оцінки відповідності отриманих в результаті вимірів частотних характеристик загасання допустимому значенню, необхідно в робочій смузі частот обрати максимальне значення загасання α_{\max} . Величина α_{\max} не повинна бути більшою за паспортне значення $\alpha = 2.5$ дБ.

5. Проаналізувати результати вимірів, зробити змістовний висновок.

Обов'язковий перелік відомостей у звіті

1. Коротка характеристика основних видів фільтрів приєднання до ЛЕП 6-750 кВ, їхні схеми.
2. Індивідуальне завдання.
3. Електрична робоча схема (рис. 2.6).
4. Експериментальні дані та результати розрахунків (таблиця 2.3).
5. Графіки залежностей $\alpha = F(f)$ та $Z_{\text{вх}} = F(f)$.
6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. За якими схемами може бути побудований фільтр приєднання УФП-66М?
2. Які частотні характеристики ФП необхідно досліджувати при виконанні роботи?
3. Який порядок вимірювання частотних характеристик робочого загасання та вхідного опору ФП?
4. Як визначається вплив вхідного опору ЛЕП на частотну характеристику загасання ФП?
5. Основні види фільтрів, що використовуються для приєднання ВЧ апаратури до ЛЕП 6-750 кВ. Наведіть спрощені схеми, вкажіть область використання. Яка будова пристроїв приєднання?
6. Призначення ФП та конденсатора зв'язку.
7. Перелічіть особливості пристроїв приєднання до ізольованих тросів та дротів розщеплених фаз.
8. Як здійснюється захист фільтра приєднання від перенапруг?

Лабораторна робота 3

Тема: Розрахунок параметрів і дослідження характеристик високочастотних загороджувачів

Мета роботи: вивчити принципи побудови та основні характеристики ВЧ загороджувачів; методику розрахунку параметрів ВЧ загороджувачів; методику експериментального визначення характеристик загороджувачів; дослідити основні характеристики ВЧ загороджувачів при заданих режимах роботи.

Теоретичні відомості

Основне призначення ВЧ загороджувача – ослаблення впливу шунтуючої дії шин підстанцій на параметри ВЧ тракту. Крім того, загороджувачі застосовуються для ослаблення шунтуючої дії відгалужень при заземленні ЛЕП під час ремонтних робіт.

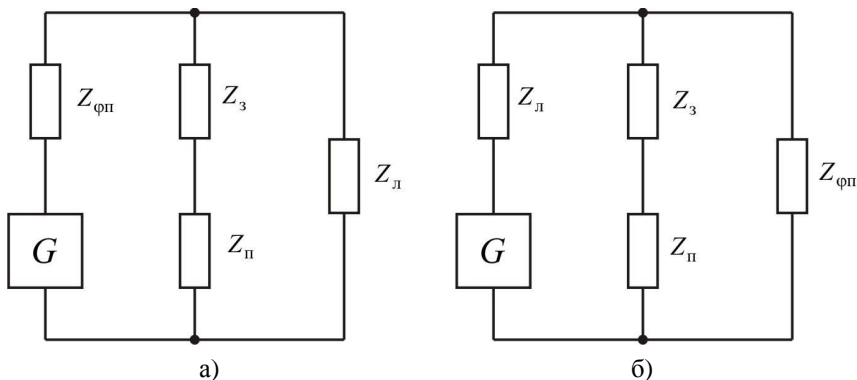


Рис. 3.1. Еквівалентна схема заміщення пристрою приєднання

Високочастотний загороджувач (ВЧЗ) врізається в робочий дріт ЛЕП між шинами підстанції і точкою підключення конденсатора зв'язку КЗ (див. рис. 2.2). Для дослідження процесу передачі телемеханічного сигналу з ВЧ апаратури до ЛЕП реальну схему пристрою приєднання можна представити у вигляді еквівалентної схеми заміщення (Рис. 3.1 а).

У цій схемі вся ділянка ВЧ тракту від ВЧ апаратури ущільнення (АУ) до точки приєднання конденсатора зв'язку до ЛЕП (рис. 2.2) замінена еквівалентним генератором G із внутрішнім опором $Z_{фп}$, який

дорівнює вхідному опорю пристрою приєднання. Лінія замінена вхідним опором $Z_{л}$ лінійного тракту при обраній схемі приєднання, а шини підстанції – опором $Z_{п}$. Високочастотний загороджувач замінений еквівалентним опором $Z_{з}$.

Якщо розглядати умови проходження сигналу з лінії до приймача, то еквівалентним генератором повинна бути замінена лінія, причому внутрішній опір генератора буде дорівнювати вхідному опорю $Z_{л}$ лінійного тракту. Еквівалентна схема для цього випадку показана на рис. 3.1, б.

З аналізу схем (рис. 3.1) видно, що якби загороджувач володів нескінченно великим опором для ВЧ, то він цілком відокремлював би шини підстанції від пристрою приєднання. Однак усякий реальний загороджувач володіє на робочих частотах кінцевим опором, внаслідок чого шини підстанції з послідовно включеним загороджувачем до деякої міри шунтують лінійний тракт.

ВЧЗ складається з реактора індуктивністю L та елемента настроювання ЕН (рис. 3.2).

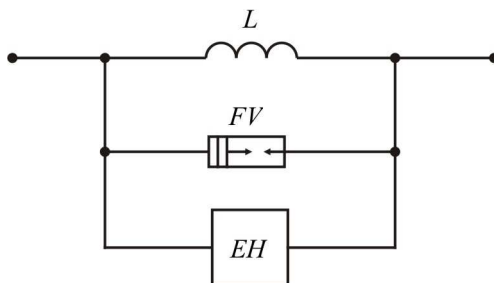


Рис. 3.2. Схема високочастотного загороджувача

Реактори розрізняються за значеннями індуктивностей і номінального робочого струму промислової частоти. Значення індуктивностей і робочого струму входять у найменування типу реактора і загороджувача. Наприклад, загороджувач ВЗ-600-0,6 розрахований на максимальний робочий струм 600 А і має індуктивність реактора 0,6 мГн.

Реактор ВЧЗ обирається за такими параметрами:

1. Номінальний робочий струм $I_{\text{ном}}$.

2. Струм термічної стійкості, що визначається через односекундний струм короткого замикання $I_{\text{к}}$ з виразу:

$$I_{\text{кт}} = \frac{I_{\text{к}}}{\sqrt{t}}. \quad (3.1)$$

3. Струм електродинамічної стійкості, який визначає вимоги до механічної міцності реактора:

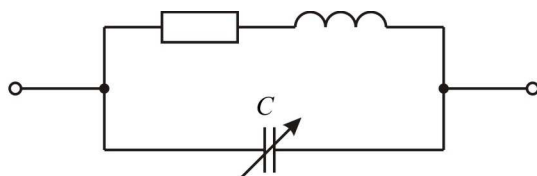
$$I_{\text{дин.ст}} = 2,55I_{\text{кт}} \quad (3.2)$$

Основним засобом захисту ВЧЗ від перенапруг є вентильний розрядник FV , що включається паралельно реактору. При цьому розрядник захищає не тільки деталі ЕН, але й реактор – це має велике значення, тому що в разі відсутності розрядника при короткому замиканні на лінії поблизу загороджувача може виникнути пробій між витками реактора, який перейде в силову дугу від струму короткого замикання. Це призводить до руйнування обмотки реактора.

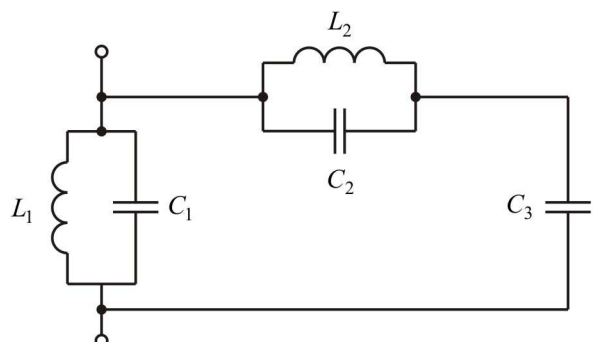
Загороджувачі розрізняються також по видах налагодження, основні з яких: резонансне одно- і двочастотне; резонансне притуплене і широкосмугове.

Резонансне одночастотне налагодження (рис. 3.3, а) – таке, при якому реактор L налагоджується за допомогою конденсатора C (чи магазину конденсаторів) за схемою паралельного резонансного контуру на одну частоту, яка дорівнює середній частоті робочої смуги ВЧ каналу.

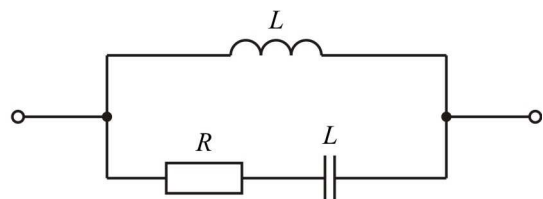
Резонансне двочастотне налагодження – таке, при якому реактор налагоджується на дві резонансні частоти, при цьому загороджувач загороджує дві смуги частот, ширина яких менша, ніж при одночастотному налагодженні на будь-яку з цих двох частот. Принципова схема даного загороджувача показана на рис. 3.3,б. В цій схемі два резонансних контури L_1C_1 і L_2C_2 налагоджуються на верхню резонансну частоту. На нижній резонансній частоті кожний із зазначених контурів



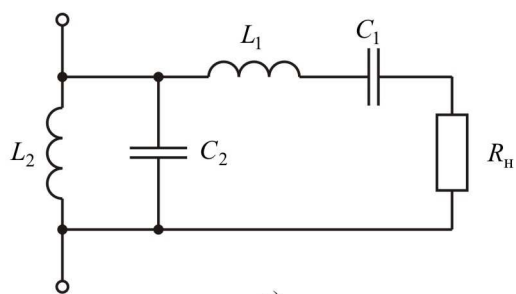
a)



б)



в)



г)

Рис. 3.3. Схеми заміщення різних типів високочастотних загороджувачів

має характер індуктивного опору. Тому за допомогою конденсатора C загороджувач налагоджується на нижню резонансну частоту.

Резонансне притуплене налагодження відрізається від одночастотного або двочастотного тим, що в резонансні контури схем вводяться резистори для розширення смуги частот, що загороджуються. На рис. 3.3, в зображена схема одно частотного притупленого налагодження (R – резистор, що притупляє пік резонансної кривої).

Широкосмугове налагодження (рис. 3.3. г) забезпечує приблизно постійне значення опору, що загороджує, у певному діапазоні частот. Опір R_n є опором навантаження і дорівнює характеристичному опору загороджувача в заданому діапазоні частот.

Основною характеристикою загороджувача є *смуга загородження* – така смуга частот, в межах якої опір загороджувача не нижчий за певне значення. Розрізняють смуги загородження за активним, не нижчим за певне значення, та повним опором. У першому випадку смуга загородження визначається тільки значенням активної складової опору загороджувача, у другому – значеннями активної і реактивної складових цього опору.

До основних характеристик загороджувача належать також внесені ним загасання. *Загасання, що внесені загороджувачем* – це величина, яка дорівнює десятию логарифмам відношення потужності P_1 , що надходить на вхід лінійного тракту при відключенні гілки з загороджувачем (тобто при $Z_3 = \infty$), до потужності P_2 , що надходить у лінію при реальному загороджувачі:

$$a_{\text{вн}} = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}. \quad (3.3)$$

Потужність P_1 , що надходить у лінію, визначається з розрахунку за схемою рис. 2.1, при $Z_3 = \infty$:

$$P_1 = \left(\frac{E}{Z_{\text{фн}} + Z_{\text{вх.л}}} \right)^2 Z_{\text{вх.л}}. \quad (3.4)$$

Потужність P_2 , що надходить в лінію при $Z_3 \neq \infty$ визначається в такий спосіб:

$$P_2 = \frac{U_{\text{ВХ.Л}}^2}{Z_{\text{ВХ.Л}}} = \left(\frac{E}{Z_{\text{ФП}} + \frac{Z_3' Z_{\text{ВХ.Л}}}{Z_3' + Z_{\text{ВХ.Л}}}} \cdot \frac{Z_3' Z_{\text{ВХ.Л}}}{Z_3' + Z_{\text{ВХ.Л}}} \right)^2 \frac{1}{Z_{\text{ВХ.Л}}}, \quad (3.5)$$

де $U_{\text{ВХ.Л}}$ – напруга на вході лінійного тракту;

Z_3' – сумарний опір шин підстанції і загороджувача $Z_3' = Z_3 + Z_{\Pi}$.

Тоді загасання визначається в такий спосіб:

$$a = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} = 20 \lg \left(1 + \frac{Z_{\text{ВХ.Л}} Z_{\text{ФП}}}{Z_3' (Z_{\text{ФП}} + Z_{\text{ВХ.Л}})} \right). \quad (3.6)$$

Загасання, що вноситься загороджувачем за схемою 3.1 б, визначається аналогічно.

Якщо $Z_{\text{ВХ.Л}}$, $Z_{\text{ФП}}$ та Z_3 чисто активні, тобто $Z_{\text{ВХ.Л}} = r_{\text{ВХ.Л}}$; $Z_{\text{ФП}} = r_{\text{ФП}}$; $Z_3 = r_3$, то загасання

$$a = 20 \lg \left(1 + \frac{r_{\text{ВХ.Л}} r_{\text{ФП}}}{r_3 (r_{\text{ФП}} + r_{\text{ВХ.Л}})} \right). \quad (3.7)$$

При активних $Z_{\text{ВХ.Л}}$ та $Z_{\text{ФП}}$ і реактивному $Z_3' = jx_3'$:

$$a = 10 \lg \left(1 + \frac{1}{x_3'^2} \left(\frac{r_{\text{ВХ.Л}} r_{\text{ФП}}}{r_{\text{ФП}} + r_{\text{ВХ.Л}}} \right)^2 \right). \quad (3.8)$$

Для ВЧ зв'язку по ЛЕП переважно застосовують загороджувачі серії ВЗ (ВЗ-2000-1,2,; ВЗ-1000-0,6 та ВЗ-600-0,5). Реактори загороджувачів намотані алюмінієвим дротом на рейках з композитного пластику або із склотекстоліта. Кінці рейок закріплено на металевих хрестовинах. На верхній хрестовині кріпляться захисні розрядники та елемент налагодження, замкнений в окремий корпус.

В усіх загороджувачів серії ВЗ загальний діапазон частот загородження розбитий на кілька піддіапазонів. Збирання схеми для необхідного діапазону здійснюється за допомогою гвинтових перетинок.

Промисловістю випускаються також загороджувачі серії ВЧЗ, які призначені для роботи в розподільних мережах 6-110 кВ. Серія містить два типи загороджувачів: ВЧЗ-100-0,15 і ВЧЗ-300-0,15. Обидва загороджувачі ідентичні за схемою і конструкцією.

Як загороджувач також можна використовувати петлю, утворену з лінійних дротів. Якщо довжина петлі дорівнює одній четвертій довжини хвилі ВЧ сигналу, то її вхідний опір достатньо великий. Загороджувач у вигляді петлі виявився дуже зручним при обробці ВЧ сигналів зв'язку по ізольованих дротах розщеплених фаз.

Завдання та методика виконання роботи

1. Розрахувати параметри елементів налагодження ВЧ загороджувача типу ВЗ-630-0,5 з одно частотним притупленням налагодженням відповідно до індивідуального завдання (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1. Завдання до розрахунку параметрів ЕН

№ завдання	1	2	3	4	5	6	7
f_1 , кГц	37	44	50	63	79	93	111
f_2 , кГц	48	60	70	97	110	138	200

Примітка: індуктивність загороджувача $L = 0,5$ мГн.

Розрахунок параметрів елементів одночастотного притупленого налагодження ВЧ загороджувача виконується шляхом одержання максимуму активної складової опору загороджувача на нижній межовій

частоті f_1 при налагодженні на резонансну частоту каналу зв'язку f_0 . У цьому випадку розрахунок R і C виконується в наступному порядку:

- знаходимо відносний розлад η_1 для нижньої межевої частоти з графіка $\eta_1 = F(f_2/f_1)$ (рис. 3.4) при заданих значеннях межових частот f_1 та f_2 ;

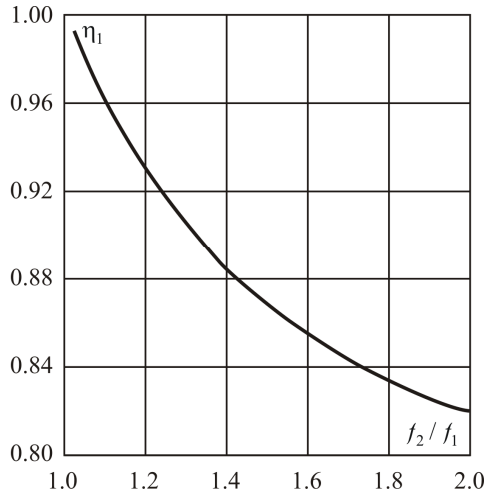


Рис. 3.4. Графік залежності $\eta_1 = F(f_2/f_1)$

- визначаємо резонансну частоту загороджувача $f_0 = f_1/\eta_1$;
- знаходимо опір резистора, що притупляє, за формулою:

$$R = 2\pi f_0 L \left(\frac{f_0}{f_1} - \frac{f_1}{f_0} \right); \quad (3.9)$$

- визначаємо максимальне значення опору загороджувача r_{\max} у смузі загородження, а також значення реактивних опорів x_{31} та x_{32} загороджувача, відповідно на межових частотах f_1 і f_2 :

$$r_{3\max} = K_1 \omega_0 L, \quad (3.10)$$

$$x_{31} = K_2 \omega_0 L, \quad (3.11)$$

$$x_{32} = K_3 \omega_0 L, \quad (3.12)$$

де K_1, K_2, K_3 – коефіцієнти, визначені із залежностей рис. 3.5;

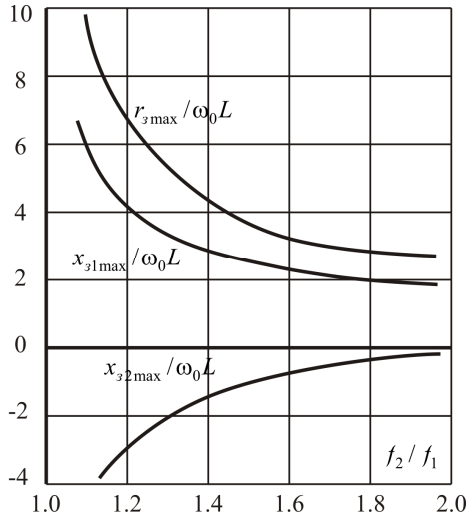


Рис. 3.5. Графіки залежностей K_1, K_2, K_3 від f_2/f_1

- визначаємо ємність конденсатора, пФ:

$$C = \frac{254 \cdot 10^5}{f^2 L}; \quad (3.13)$$

- знаходимо мінімальне значення активної складової опору загороджувача на межах смуги:

$$r_{z.min} = 2\pi f_0 L \frac{\left(\frac{f_1}{f_0}\right)^3}{1 - \frac{f_1^2}{f_0^2}}. \quad (3.14)$$

2. Виконати налагодження ВЧ загороджувача типу ВЗ-630-0,5 для заданого діапазону частот відповідно до розрахункових даних. Порівняти отримані експериментально значення з розрахунковими даними.

Налагодження та перевірка частоти налагодження f_0 резонансних загороджувачів проводиться за схемою, зображеною на рис. 3.6.

Перед налагодженням до гнізда лабораторного стенду «Генератор» коаксіальним кабелем приєднують генератор синусоїдальних коливань та осцилограф (для зорового контролю сигналу), перемикач «600 Ом» встановлюють в положення «Вкл». До гнізда «Вольтметр» приєднують високочастотний мілівольтметр. Вимикач "Загородж. Вкл./Відкл" повинен бути у положенні «Відкл.», перемикач «№ досліду» – в положенні «2».

На панелі «ЕН загороджувача» лабораторного стенду перемикачами та тумблерами встановлюють розрахункове значення ємності елемента налагодження, а значення опору елемента налагодження встановлюють $R = 0$.

При налагодженні загороджувача, плавно змінюючи частоту генератора, визначають за максимумом показів U3 мілівольтметра (перемикач «№ точки» – в положенні «3») резонансну частоту загороджувача. Підбором ємності C елемента налагодження загороджувача досягають збігу резонансної частоти загороджувача із заданою.

По закінченні налагодження встановлюють розрахункове значення притуплюючого резистора елемента налагодження загороджувача, а навантажувальний опір R_r генератора відмикають.

Виконаємо налагодження ВЧЗ для заданих діапазонів частот відповідно до розрахункових даних (табл. 3.2). Частотну характеристику повного, активного та реактивного опорів ВЧ загороджувача вимірюємо

за схемою, зображеною на рис. 3.6. Результати вимірів та розраховані опори загороджувача заносимо до таблиці 3.2.

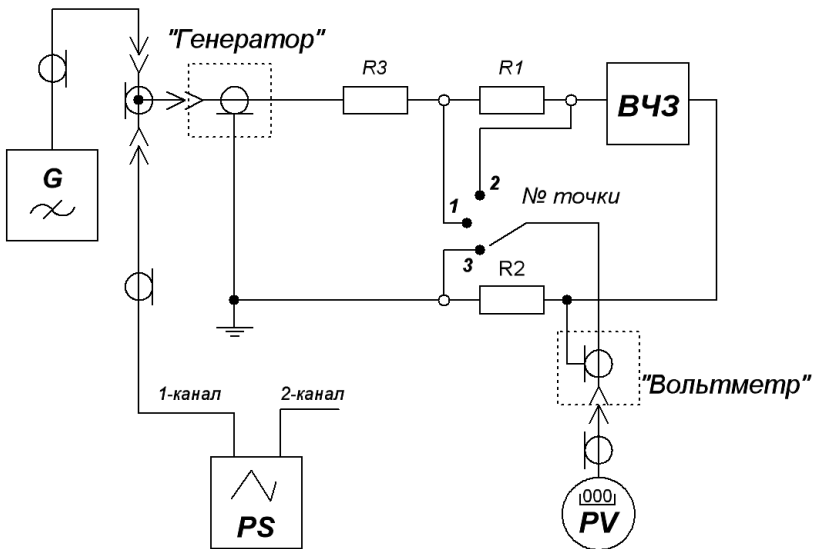


Рис. 3.6. Схема налагодження та вимірювання частотної характеристики опорів ВЧ загороджувача
($R_1 = 1 \text{ кОм}$; $R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 7 \text{ кОм}$)

3. Виміряти частотну характеристику в області резонансу, активного та реактивного опорів ВЧ загороджувача ВЗ-630-0,5.

Для вимірювання частотної характеристики опору загороджувача змінюють частоту генератора G у діапазоні частот $\Delta f = \pm(15-20)\% f_0$ з інтервалом 1 – 3 кГц (8 – 10 точок), фіксуючи для кожного значення частоти покази U_1 , U_2 , U_3 мілівольметра (перемикач "№ точки" знаходиться відповідно в положеннях «1», «2», «3»).

Результати вимірювань занести до таблиці 3.2.

В таблиці:

U_1 , U_2 , U_3 – напруга, виміряна мілівольтметром за схемою рис. 3.6 у точках 1, 2, 3;

r , z , x – відповідно активний, повний та реактивний опори загороджувача.

Таблиця 3.2. Результати вимінювання та розрахунку частотної характеристики опорів ВЧ загороджувача

f																			
Вимі-ряно	U1																		
	U2																		
	U3																		
Обчис-лено	r																		
	z																		
	x																		

4. Обчислити величини, зазначені в таблиці 2.2.

Опори загороджувача для кожного значення частоти визначають за наступними формулами, Ом:

$$z = \frac{U2}{U3} R2, \quad (3.15)$$

$$r = \frac{(U1)^2 - (U2)^2}{20(U3)^2} - 500, \quad (3.16)$$

$$x = \sqrt{z^2 - r^2}. \quad (3.17)$$

Побудувати графіки залежностей $z = F(f)$, $r = F(f)$, $x = F(f)$

5. Виміряти частотну характеристику внесеного загасання.

Для вимірювання загасання, внесеного загороджувачем, слід зібрати схему, показану на рис. 2.7 (перемикач «№ досліджу» на лабораторному стенді встановити в положення «3»).

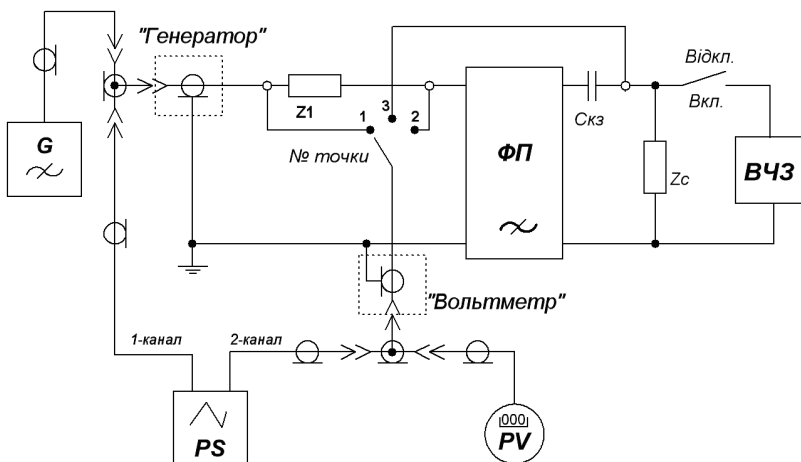


Рис. 3.7. Схема вимірювання внесеного загасання ВЧ загороджувача

На схемі рис. 2.7 (з урахуванням попередніх позначень):

$\Phi\P$ – фільтр приєднання;

$Z1$ – опір, рівний характеристичному опору $\Phi\P$ ($R1 = 100 \text{ Ом}$);

Zc – опір, рівний опору електричної мережі ($Rc = 400 \text{ Ом}$);

$C_{кз}$ – конденсатор зв'язку.

Результати вимірів занести до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. Результати вимірювання та розрахунку частотної характеристики внесеного загасання

f													
Виміряно	U_2'												
	U_2''												
Обчислено	$\alpha_{вн}$												

В таблиці 2.3:

U_2' , U_2'' – напруга в точці 2 схеми (рис. 3.7) відповідно при відключеному і включеному загороджувачі;

$\alpha_{\text{вн}}$ – внесене загасання ВЧ загороджувача.

Вимірювання загасання полягає у визначанні напруги при відключеному (U_2') і включеному (U_2'') ВЧ загороджувачі (відповідно положення «Відкл.» і «Вкл.» перемикача «Загороджувач «Вкл/Відкл.»). Перемикач «№ точки» знаходиться в положенні «2».

Характеристику знімають для тих самих значень частоти, що і характеристику повного опору (див. табл. 3.2). При цьому напругу в точці 1 слід підтримувати сталою протягом всіх вимірювань (наприклад, 10 В) при підключеному і відключеному загороджувачі шляхом зміни положення ручки потенціометру на генераторі.

6. Обчислити загасання, внесене загороджувачем. Побудувати графік $\alpha_{\text{вн}} = F(f)$.

Загасання, внесене загороджувачем, розраховується за формулою, дБ:

$$\alpha_{\text{вн}} = 10 \lg \frac{U_2'}{U_2''}. \quad (3.18)$$

7. Порівняти значення повного, активного та реактивного опору, отримані розрахунковим і експериментальним шляхами.

8. Проаналізувати результати вимірювань, зробити ґрунтовні висновки.

Обов'язковий перелік відомостей у звіті

1. Коротка характеристика основних типів ВЧ загороджувачів та схеми їх налагодження

2. Індивідуальне завдання.

3. Електричні робочі схемі (рис. 3.6, 3.7).

4. Експериментальні дані та результати розрахунків (таблиця 3.2, 3.3).

5. Графіки залежностей $z = F(f)$, $r = F(f)$, $x = F(f)$, $\alpha_{\text{вн}} = F(f)$.

6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Призначення ВЧ загороджувачів, основна область їхнього застосування.
2. Основні характеристики ВЧ загороджувача.
3. Порядок налагодження загороджувача.
4. Як здійснюється визначення частотної характеристики внесеного загасання?
5. У якому діапазоні частот виконується визначення основних характеристик ВЧ загороджувача.
6. Перелічіть склад і основні типи ВЧ загороджувачів. Наведіть схеми.
7. Як здійснюється захист від перенапруги ВЧ загороджувача в електричній мережі?
8. Як виконується визначення максимального загасання, внесеного загороджувачем?
9. Які параметри зазначені в найменуванні загороджувача?
10. Якими характеристиками нормується загороджувач при аварійних умовах в електричних мережах?
11. Як визначається смуга загородження загороджувачів?

Лабораторна робота 4

Тема: Телевимірювання в пристрої телемеханіки ТМ-800В

Мета роботи: ознайомитися з формуванням та реалізацією команд виклику телевимірювань і опанувати принцип роботи аналого-цифрового (АЦП) та цифро-аналогового (ЦАП) перетворювачів.

Теоретичні відомості

Пристрій телемеханіки ТМ-800 В дозволяє виконувати до 15 телевимірювань за викликом (ТВВ). Але одночасно в пристрої може передаватись не більше одного вимірювання. Виклик кожного наступного вимірювання автоматично відмінняє попереднє. При одночасному натисканні двох або більше кнопок виклику до АЦП підключатиметься вимірювальний перетворювач з більшим номером.

В нормальному режимі роботи пристрою, коли телевимірювання з контролюючого пункту (КП) на пункт керування (ПК) не передається, для контролю за справністю вузлів ТВВ з КП на ПК передається контрольний параметр, який становить 4 мА.

В інформаційній серії від ПК до КП номер обраного параметру (від 1 до 15) передається у двійковому коді у 1 – 4 розрядах 5-ї групи.

Інформація про номер підключеного до АЦП телевимірювання передається від КП до ПК також в 1 – 4 розрядах 5-ї групи інформаційної серії зворотнього напрямку (КП – ПК) (див. рис. 4.1).

Інформація про значення викликаного параметру ТВ передається у 5 – 8 розрядах 5-ї групи та 1 – 5 розрядах 6-ї групи.

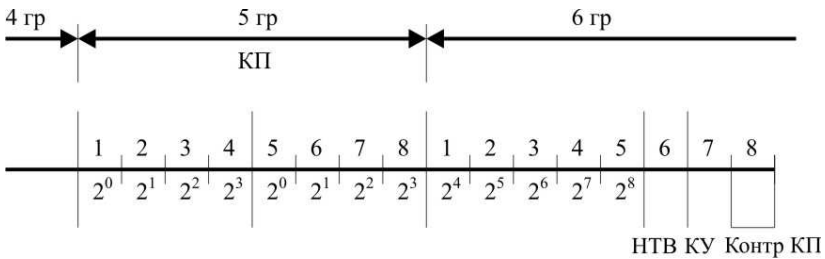


Рис. 4.1. Рівні квантування, ціна квантування

У 6-му розряді 6-ї групи передається команда НТВ про несправність ТВ, якщо вхідний параметр перевищує значення стандартного телемеханічного сигналу (5 мА).

Вісім розрядів групи містять 511 рівнів квантування:

$$\begin{aligned} 2^0 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + 2^5 + 2^6 + 2^7 + 2^8 = \\ = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + 64 + 128 + 256 = 511 \text{ квантів} \end{aligned}$$

Ціна (вага) одного кванту при стандартному сигналі 5 мА:

$$n_{\text{АЦПП}} = 5 / 511 = 0,00978 \text{ мА/квант}$$

Ціна одного кванту для вторинної обмотки трансформатора напруги (ТН) зі шкалою 125 В – 75 В = 50 В:

$$n_{\text{АЦПУ}} = 50 / 511 = 0,0978 \text{ В/квант}$$

Ціна одного кванту для первинної напруги $U_{\text{п}} = 10 \text{ кВ}$ зі шкалою 2,5 кВ – 7,5 кВ = 5 кВ:

$$n_{I U_{\text{п}}10} = 5000 / 511 = 9,78 \text{ В}$$

Ціна одного кванту для трансформатора струму ТС-200/5:

$$n_{\text{II}} = 200 / 511 = 0.39 \text{ А}$$

Значення контрольного параметру (4 мА) формується наступним чином:

$$\sum_{\text{кВ}} = 2^0 + 2^3 + 2^4 + 2^7 + 2^8 = 1 + 8 + 16 + 128 + 256 = 409 \text{ квантів}$$

$$I_{\text{вих}} = n_{\text{АЦПП}} \sum_{\text{кВ}} = 0,00978 \cdot 409 = 4,00002 \text{ мА}$$

Для телевимірювання застосовується принцип перетворення електричного параметру в стандартний телемеханічний сигнал, який може змінюватись від 0 до 5 мА при перетворенні неререверсивних величин (струм, напруга, частота, тощо) або від -5 до $+5$ мА при перетворенні реверсивних величин (активна та реактивна потужності, температура).

Перетворення різноманітних електричних параметрів у стандартний сигнал відбувається за допомогою вимірювальних перетворювачів, які є невід'ємною складовою систем телевимірювань. Вимірювальні перетворювачі в комплект пристроїв телемеханіки не входять і вибираються окремо, в залежності від необхідних параметрів, які потрібно передавати з енергетичного об'єкту (підстанції, електростанції, розподільчого пункту) до диспетчерського пункту.

Слід зазначити, що в деяких системах телемеханіки за стандартний телемеханічний сигнал для ТВ використовується значення вхідного сигналу від 0 до 20 мА та від -20 до $+20$ мА.

В цьому разі і вимірювальні перетворювачі повинні вибиратись з відповідним вихідним сигналом.

Структурні схеми підключення для відповідних параметрів наведені на рис. 4.2, 4.3.

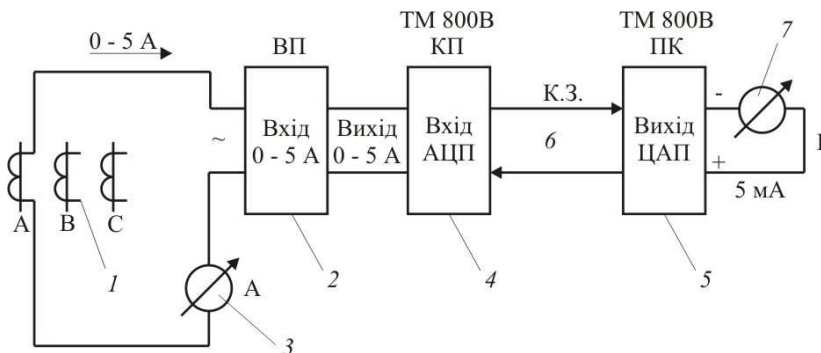


Рис. 4.2. Структурна схема підключення (кола струму)

Умовні позначення на рис. 4.2:

1 – ТС- трансформатор струму фази А;

- 2 – вимірювальний перетворювач струму Е 842/1 з вхідним сигналом від 0 до 5 А змінного струму і вихідним сигналом 0 – 5 мА постійного струму;
- 3 – амперметр у вторинній мережі трансформатора струму;
- 4 – КП пристрою телемеханіки ТМ-800В;
- 5 – ПК пристрою телемеханіки ТМ-800В;
- 6 – канал зв'язку (КЗ);
- 7 – відображуючий прилад на диспетчерському пункті (міліамперметр зі шкалою, відградуйованою у первинному струмі (А)).

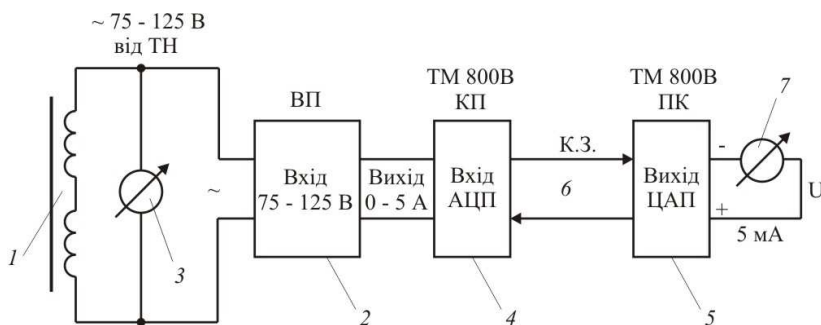


Рис. 4.3. Структурна схема підключення (кола напруги)

Умовні позначення на рис. 4.3:

- 1 – трансформатор напруги ТН у фазі А з $U_{\text{нп}} \sim 100$ В змінного струму;
- 2 – вимірювальний перетворювач напруги типу Е 855/3 з вхідним параметром від ~ 75 В до ~ 125 В і вихідним значенням від 0 до 5 мА постійного струму;
- 3 – вольтметр у вторинній обмотці ТН;
- 4 – пристрій телемеханіки ТМ-800В (КП);
- 5 – пристрій телемеханіки ТМ-800В (ПК);
- 6 – канал зв'язку
- 7 – відображуючий прилад на ДП (мілівольтметр, відградуйований в кіловольтах первинної напруги (кВ)).

На рис. 4.4 показана відповідність шкал і значень вимірюваних величин в різних точках системи телевимірювання.

Шкали показано для прикладу телевимірювання напруги $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$.

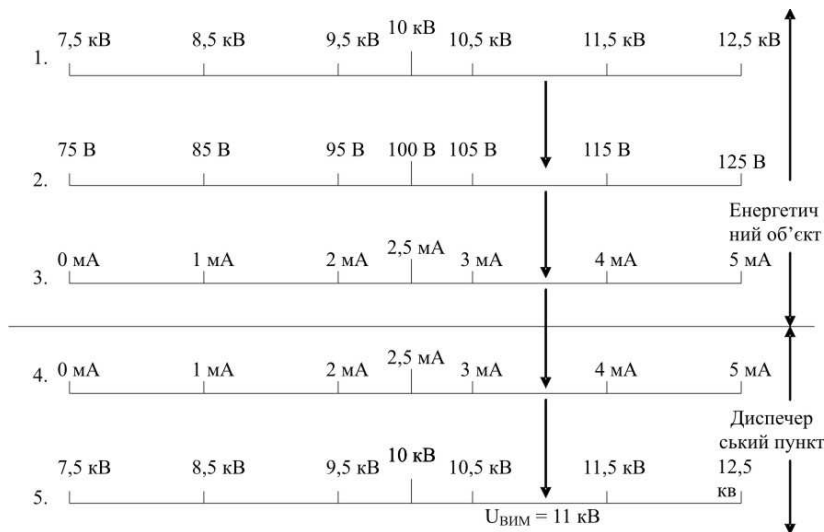


Рис. 4.4. Відповідність шкал і значень вимірюваних величин в різних точках системи телевимірювання.

Умовні позначення на рис. 4.4:

- 1 – шкала напруги на первинній обмотці ТН ($K_T = 10000/100$) від 7,5 до 12,5 кВ.
- 2 – шкала напруги на вторинній обмотці ТН і на вході вимірювального перетворювача від 75 В до 125 В.
- 3 – шкала вихідного струму ($I_{\text{вих}}$) вимірювального перетворювача (вхід АЦП на КП).
- 4 – шкала вихідного струму ЦАП на ПК.
- 5 – шкала вимірювального приладу (міліамперметра) на диспетчерському пульті.

Наприклад, при значенні первинної напруги в мережі 11 кВ (точка $U_{\text{вим}}$), на вторинній обмотці ТН напруга становитиме 110 В, струм на виході перетворювача – 3,5 мА. Це значення буде закодоване в двійковий код, передаватиметься каналом зв'язку з КП на ПК, і відобразиться

вимірювальним приладом (міліамперметром) на диспетчерському пункті, шкала якого відградуєвана в первинній величині – на напрузі $U_{\text{НОМ}} = 10$ кВ.

Для вимірювання струму максимальне значення шкали на приладі буде відповідати первинному струмові трансформатора струму.

Наприклад, для ТС - 200/5 значенню 200 А відповідає вихідному струму перетворювача Е 842 5 мА.

Шкала приладу на диспетчерському пункті матиме значення від 0 до 200 А при струмі на виході ЦАП від 0 до 5 мА.

Вибір телевимірювань в ТМ-800 В здійснюється натисканням відповідної кнопки.

До АЦП комутатор підключає відповідний вимірювальний перетворювач. Перетворення аналогової величини в код відбувається в субблоці 8АЦП. Інформація записується до пам'яті телевимірювань (субблок 8ПТІК) і передається на ПК, де відтворюється в аналоговій формі субблоками 8ПТ та 8УВЦ і відображується вимірювальними приладами на пульті диспетчера.

Опис субблоку 8 АЦП

Субблок 8АЦП призначений для перетворення аналогових сигналів постійної напруги в двійковий код (в число). Крім того, субблок слугує для кодування в двійковому коді номера обраного давача.

На рис. 4.5 приведена структурна схема субблоку 8АЦП. Субблок складається з:

- безконтактних ключів Кл1...Кл16;
- комутаторів Км1...Км16;
- часово-імпульсного перетворювача ЧП;
- шифратора Ш;
- лічильника Лч;
- вентиля І;
- джерела еталонної напруги ДЕН.

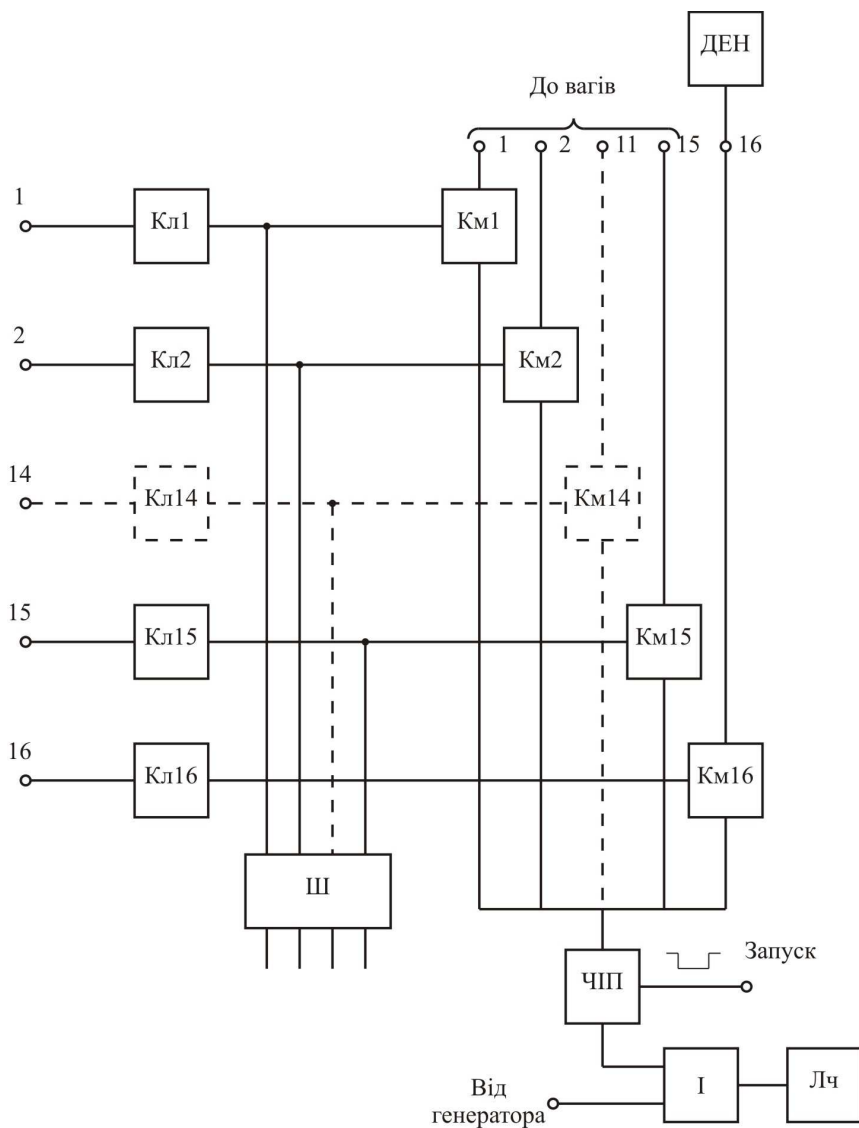


Рис. 4.5. Структурна схему субблоку 8АЦП

Ключі є буферними каскадами для комутаторів. Комутатори підключають датчі напруги до ЧП. ЧП виконує перетворення напруги датча в часовий інтервал, що пропорційний аналоговому сигналу

(напрузі). Десятирозрядний двійковий лічильник перетворює часовий інтервал ЧППа в двійковий код (в число). Вентиль І пропускає імпульси від генератора на вхід лічильника, а Шифратор слугує для кодування в двійковому коді номера обраного давача. Джерело еталонної напруги використовується для контролю всього тракту телевимірювання.

Опис субблоків 8ПТІ і 8ПТІК

Субблоки 8ПТІ і 8 ПТІК призначені для зберігання інформації ТВ на час перевірки її в кодері-декодері, а також для часового розподілення інформації ПІ.

Субблок 8ПТІ використовується в напівкомплекті ПК, 8ПТІК – в напівкомплекті КП. Схемно субблоки відрізняються тільки різними виходами з дешифраторів номерів параметрів ПІ (виходи мікросхеми ЛМ01...ЛМ08).

На рис 6 наведена блок-схема субблоків 8ПТІ (8ПТІК). Субблоки складаються з:

- тригерів пам'яті;
- безконтактних ключів;
- дешифраторів.

Умовні позначення на рис. 4.6:

КЗіТ – вузол управління записом і тактуванням;

ДШ – дешифратор номеру параметру ТВ;

К1, К2 – схеми контролю коду номеру параметру і вимірюваної величини;

СК – схема контролю роботи.

В тригери ТР01...ТР04 записується інформація про прийом відповідного сигналу ТВ. На ПК в тригери ТР01, ТР03, ТР05, ТР07 записується інформація про номер обраного параметра ТВ, а в ТР02, ТР04, ТР06 і ТР08...ТР14 – інформація про поточне значення цього параметра. Тригер ТР15 перемикається командою про перехід пристрою в режим контролю. Тригер ТР16 змінює свій стан всього один раз за цикл «прийм-передача» і використовується для контролю справності пристрою в робочому режимі. Контроль правильності

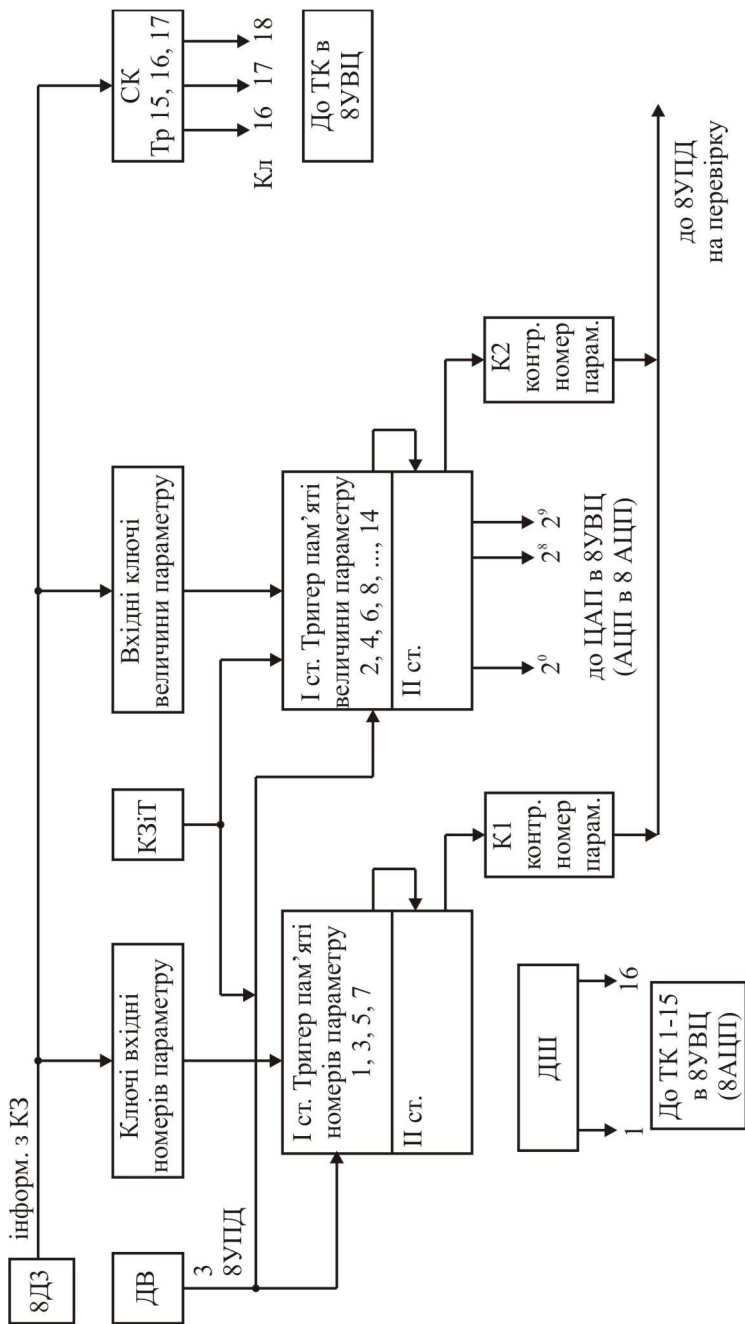


Рис. 4.6. Блок-схема субблоків 8ПТІ, 8ПТІ-К

прийнятої інформації здійснюється по положенню першого ступеня тригерів. У випадку відсутності помилок на тактовий вхід другого ступеня (вхід 05) подається імпульс “дозвіл виконання”, який переносить інформацію у другий ступінь тригерів.

Верхні по схемі безконтактні ключі використовуються при передачі інформації ТВ, нижні - для контролю правильності прийнятої інформації.

Інформація про номер параметра ТВ передається за допомогою чотирирозрядної кодової комбінації, для виділення з якої керуючого сигналу використовуються дешифратори ЛМ01...ЛМ08, кожний з яких представляє собою кон'юктор на 4 входи.

Функціональна частина субблоку, зібрана на мікросхемах, слугує для управління ланцюгами запису в тригери пам'яті і тактування інформаційних імпульсів, що приходять з приймача.

Опис субблоку 8УВЦ

Субблок 8УВЦ призначений для перетворення цифрової інформації (двійкового коду) в аналогову (постійний струм), для кодування в двійковому коді обраної точки телевимірювання і для підсилення сигналів обраної точки ТВ.

На рис. 4.7 приведена блок-схема субблоку 8УВЦ. Субблок складається із:

- цифро-аналогового перетворювача ЦАП;
- шифратора;
- параметричного стабілізатора напруги;
- набору паралельних ланцюжків резистор-стабілітрон (РД-ланцюжків);
- 18 однакових підсилювачів ПС з інтегральними комутаторами на вході.

ЦАП призначений для перетворення цифрової інформації в постійний струм. Перетворювач складається з 9 розрядів, виконаних на транзисторах Т20...Т28, діодах Д0...Д28, резисторах R54...R76 і інтегральних комутаторів КТ05...КТ08. Схема перетворювача побудована по принципу сумування «зважених» струмів.

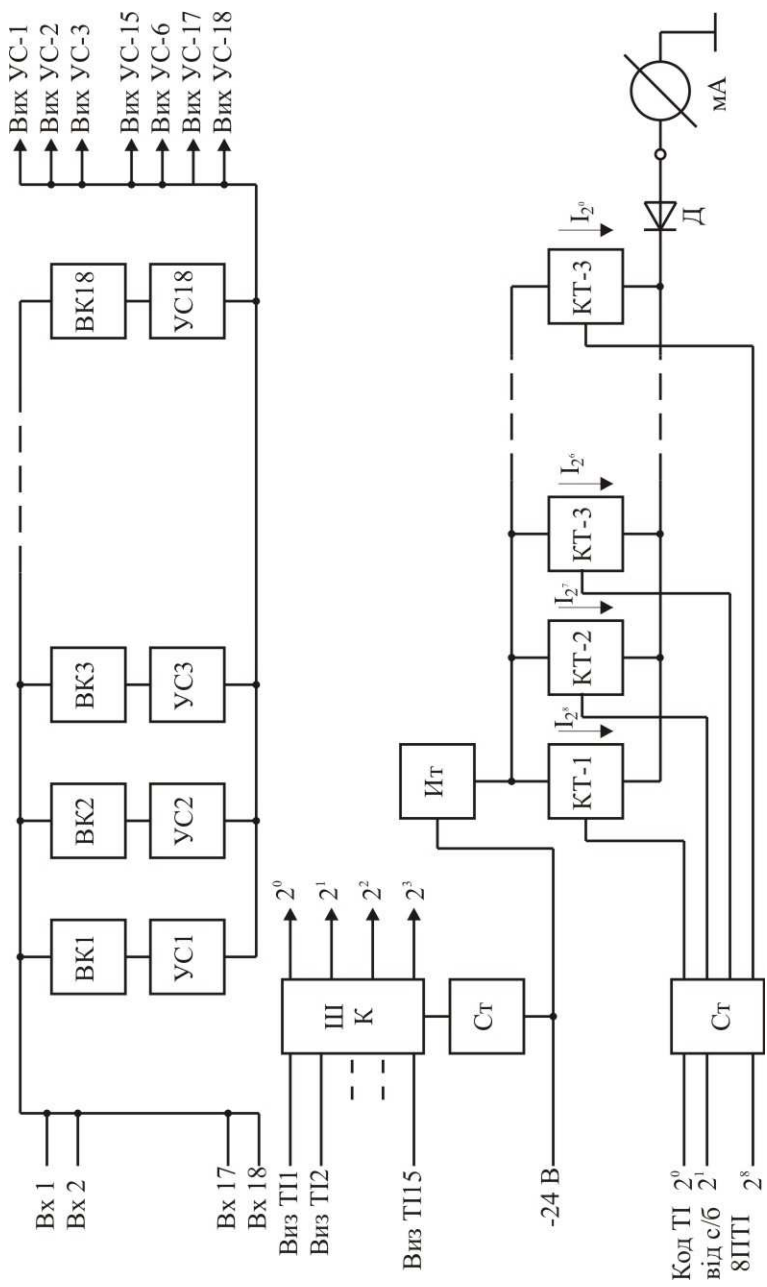


Рис. 4.7. Блок-схема субблоку 8УВЦ

У якості джерел струму використовуються емітерні повторювачі. Бази транзисторів Т20...Т28 об'єднані в одну шину, яка підключена до стабілізатора напруги.

При надходженні на вхід перетворювача цифрової інформації в розрядах, де код має нульове значення, інтегральний комутатор шунтує струми цих розрядів, тому через вимірювальний прилад протікає сумарний струм тих розрядів, код яких має одиночне значення.

Таким чином, цифровій інформації на вході перетворювача відповідає визначена величина постійного струму, що протікає через вимірювальний прилад.

Шифратор призначений для кодування в двійковому коді номера обраної точки ТВ. Шифратор виконаний на 4-х мікросхемах (ЛМ01...ЛМ04), має 15 входів і 4 виходи.

Підсилювачі УС1...УС15 слугують для комутацій ламп індикацій обраної точки ТВ. Підсилювач УС16 вмикає лампу “несправність ТВ”. Підсилювачі УС17 і УС18 вмикають відповідно лампи “контроль ТВ” і “несправність ПК”.

Завдання та методика виконання роботи

1-ша частина

1. Ознайомитись зі схемою підключення ключів виклику телевимірювань ВТВ1-15 (рис. 4.8) до апаратури ПК.

2. Ознайомитись зі схемою підключення сигнальних ламп вибраної точки телевимірювання та сигнальної лампи “Контроль ТВ” (рис. 4.9) та вимірювального приладу (мА) до апаратури ПК.

3. Ознайомитись зі схемою підключення вимірювальних перетворювачів до апаратури КП (рис. 4.10).

4. Увімкнути тумблери “Мережа” на блоках живлення ПК і КП та блоці живлення ламп диспетчерського щита (в апаратурі ПК тумблер “Мережа”).

5. Натиснути кнопку виклику телевимірювання струму на ввіді 10 В1Т. По відповідному приладу ТУ10 В1Т зчитати значення струму.

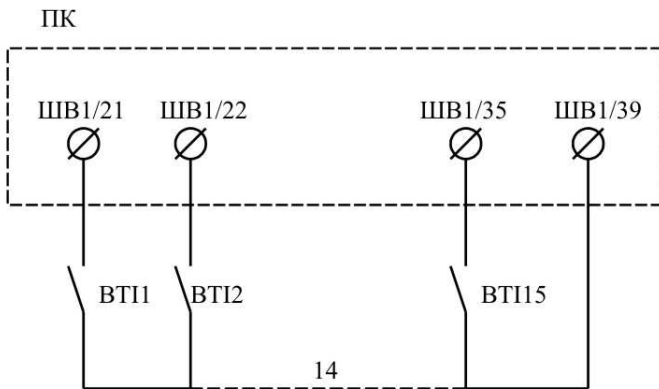


Рис. 4.8. Схема підключення ключів виклику телевимірювання на ПК

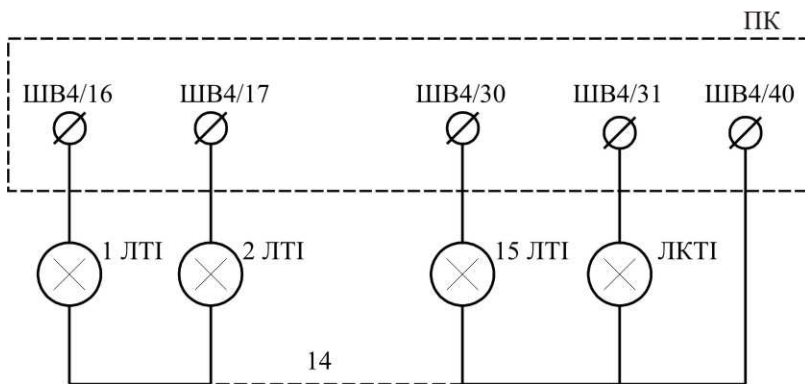


Рис. 4.9. Схема підключення сигнальних ламп вибраної точки телевимірювання та сигнальної лампи “Контроль ТВ”

6. Натиснути тумблер виклику ТВ напруги I секції шин 10 кВ. По відповідному приладу визначити величину напруги:

6.1. Підключити осцилограф до клем “передача” ШВ 4/3 ШВ 4/5 на стенді;

6.2. Натискаючи відповідні кнопки виклику телевимірювань на екрані осцилографу спостерігати зміни коду в імпульсній серії (гр.5 розряди 1-4 [метод.];

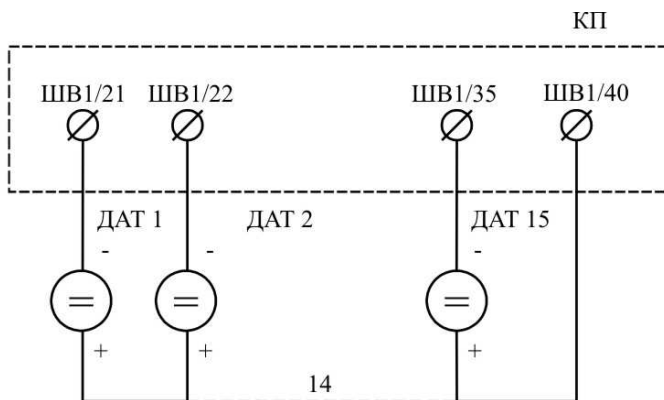


Рис. 4.10. Схема приєднання вимірювальних перетворювачів (ВП1 – ВП15) до апаратури КП.

6.3. підключити осцилограф до клем ШВ 4/4 ШВ4/6 прийому з КП. Натискаючи відповідні кнопки спостерігати на екрані осцилографу зміни в імпульсній серії від КП до ПК: гр. 5, розряди 1 – 4 – номер підключеного перетворювача, гр. 5, розряди 5-8 і гр. 6, розряди 1 – 5 – код параметру ТВ.

7. Замалювати фрагменти коду при виклику 1ТВ10кВ1С-5ТВ10В5Ф.

8. Розрахувати ціну (вагу) 1 кванту при вимірюванні напруги $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ (в межах 7,5 – 12,5 кВ).

9. Увімкнути тумблером “Мережа ВП” живлення вимірювального перетворювача ВП на стенді. На вхід ВП від ЛАТРа подати напругу 75 В.

10. По приладу ТВ10кВ1СШ зчитати відповідне значення напруги кВ.

11. Змінюючи за допомогою ЛАТРу вхідну напругу ВП від 75 до 125 В фіксувати відповідні зміни показів приладів: за мА – вихід ВП (вхід АЦП); за вольтметром ТВ10кВ1СШ – напругу на шинах 10 кВ. Дані занести до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати вимірювань

$U_{\text{вх1д}}$											
$I_{\text{вих}}$											
$U_{\text{вим}}$											

2-га частина

Підвищення точності відліку телевимірювань, застосовуючи існуючі пристрої телемеханіки, де відображення параметрів відбувається в аналоговій формі, можливо двома шляхами:

- створюючи оперативно-інформаційні комплекси (ОІК) на основі ПЕОМ [метод.]. де інформація про параметри ТВ обробляється згідно програми і на екрані дисплею виводиться цифрове значення параметру;
- застосовуючи цифрове відображення параметрів ТВ. В цьому випадку застосовують перетворення коду телевимірювання в код цифрового відображаючого приладу (чотирирозрядного семисегментного індикатора).

Для створення ОІК необхідно обладнати диспетчерський пункт універсальним програмованим телемеханічним контролером (УПТК) та ПЕОМ з відповідним програмним забезпеченням, що досить дорого коштує.

Відтворення параметрів ТВ в цифровій формі є простішим, дешевшим, але потребує для кожної шкали вимірювального параметру свій блок масштабування та складну схему комутації цифрових приладів та блоків масштабування.

Розглянемо відтворення параметру U 10 кВ на диспетчерському пункті при вимірі по виклику напруги 10 кВ 1СШ10 (1ТВ).

Для виконання роботи та порівняння вихідних параметрів ТВ потрібно:

1. Увімкнути тумблер «Виклик 1ТВ» $U_{1\text{СШ}10}$.
2. Увімкнути тумблер «Цифровий прилад».

3. Регулятором «Калібрування ЦП» встановити нижнє значення шкали « $U_{ICШ10}$ » рівне 7,5 кВ (у відповідності з застосовуваним вимірювальним перетворювачем (75-125 В).

4. Регулюючи ЛАТРоМ напругу на вході вимірювального перетворювача від 75 В до 125 В фіксувати значення показів аналогового та цифрового приладів при одному і тому ж значенні вхідної напруги ВП.

Перехід від аналогової до цифрової форми відображення здійснюється переключенням тумблера :

- “аналогове вимірювання”;
- “цифрове вимірювання”.

Результати вимірювань занести до таблиці 4.2.

Розрахувати похибки ТВ для цифрового і аналогового відображення.

Приймаємо $U_{\text{входу}}$ за ідеальне значення (кВ). Похибки розраховуємо для аналогового і цифрового виходів за формулою:

$$\delta, \% = \frac{\Delta U}{U_{\text{входу}}} = \frac{|U_{\text{входу}} - U_{\text{вих}}|}{U_{\text{входу}}} \cdot 100 \% .$$

Результати занести до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати вимірювань і розрахунків.

$U_{\text{входу.ВП}}, \text{ В}$											
$I_{\text{вих.ВП}}, \text{ мА}$											
$U_{\text{тв.цифр}}, \text{ кВ}$											
$U_{\text{тв.ан.}}, \text{ кВ}$											
$\delta_{\text{анал.}}, \%$											
$\delta_{\text{цифр.}}, \%$											

Обов'язковий перелік відомостей у звіті

1. Коротка характеристика телевимірювального пристрою ТМ-800В.
2. Структурні схеми підключення пристрою ТМ-800В.
3. Структурна схема субблоку 8АЦП.
4. Експериментальні дані та результати розрахунків (табл. 4.1, 4.2).
6. Висновки по роботі.

Контрольні запитання

1. Як відбувається передача коду обраного телевимірювання від ПК до КП?
2. Де в серії передачі від КП до ПК передається інформація про номер підключеного ВП - параметр обраного ТВ?
3. Який принцип покладено в основу передачі електричних параметрів з енергооб'єкту до диспетчерського пункту?
4. Навести структурну схему вимірювання первинної напруги 35 – 10 кВ через засоби телемеханіки.
5. Як розрахувати ціну кванту первинного електричного параметру?
6. Які субблоки в пристрої ТМ-800В використовуються для передачі та прийому ТВ?
7. Яким чином можна підвищити точність відліку телевимірювань?

Навчально-методичне видання

Методичні вказівки «Телемеханіка і автоматизовані
системи управління»

до виконання лабораторних робіт

Частина II

Автори-укладачі

Плшиков Петро Григорович

Серебрянніков Сергій Валентинович

Сіріков Олександр Іванович

Зінзура Василь Васильович

Редактор *В.О. Омеляненко*

Тиружування на різнографі *Ю.М. Рубан*

РВЛ, КНТУ, м. Кіровоград, пр. Університетський, т. 390-541, 390-245,
390-551