

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет



4666 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт
із дисципліни «**Вступ до техніки вимірювань**»
для студентів спеціальності 171 «*Електроніка*»
денної форми навчання

Суми
Сумський державний університет
2019

Методичні вказівки до лабораторних робіт із дисципліни
«Вступ до техніки вимірювань» / укладач О.А. Любивий –Суми :
Сумський державний університет, 2019. – 16 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

Зміст

Основні вимоги до підготовки лабораторних робіт	С. 4
Лабораторна робота 5	
Дослідження вимірювальних перетворювачів	5
Питання для контролю і самоперевірки	14
Список літератури	15

Основні вимоги до підготовки лабораторних робіт

Методичні вказівки, призначені для студентів електротехнічних спеціальностей, нададуть допомогу студентам під час підготовки й виконання лабораторних робіт із вищезазначених дисциплін.

Перед початком лабораторної роботи студенти повинні виконати розрахункові завдання, підготувати таблиці для записування результатів вимірювань.

Обсяг роботи розрахований на чотири години лабораторних занять. За цей час студенти повинні зібрати досліджувану схему, зафіксувати результати експерименту і всі матеріали дослідження узгодити з викладачем.

Метою проведення лабораторних робіт є:

- закріплення основних теоретичних положень і висновків;
- стимулювання пізнавальної активності студентів;
- вироблення у студентів навичок планування і проведення експерименту;
- оброблення студентами одержаних даних для формулювання висновків за результатами досліджень.

Під час виконання лабораторних робіт студенти одержують знання та набувають умінь із:

- розрахунку вимірювальних перетворювачів;
- складання схем і підбору вимірювальних перетворювачів до заданих вимірювальних механізмів.
- експериментального дослідження схем вимірювальних перетворювачів.

Лабораторна робота 5

«Дослідження вимірювальних перетворювачів»

Мета роботи - ознайомитися з методикою розширення меж вимірювання приладів магнітоелектричної системи, набути початкових практичних навичок роботи з приладами, використовуваними в лабораторній роботі.

Прилади і матеріали:

- блок живлення лабораторний В4-12;
- мультиметр UT39С (цифровий тестер);
- магазин опорів Р33;
- обмежувальний змінний резистор;
- мікроамперметр М906;
- плата подільника напруги.

Теоретичний матеріал

Вимірювальні перетворювачі. Вимірювальний перетворювач (ВП) – це вимірювальний пристрій, що реалізує вимірювальне перетворення фізичної величини.

Залежно від призначення ВП електричних величин поділяють на такі групи:

– ВП роду електричної величини, наприклад, струму в напругу або напругу в струм. До цієї групи належать *шунти та додаткові резистори*;

– масштабні ВП, що реалізують зміну розміру електричної величини в задану кількість разів. Це *подільники напруги, вимірювальні трансформатори струму і напруги та вимірювальні підсилювачі*;

– ВП роду струму, наприклад, змінного струму в постійний. До цієї групи належать ВП *середньовипрямлених, середньоквадратичних та амплітудних значень.*

Подільники напруги. Подільник напруги (ПН) – це масштабний вимірювальний перетворювач, призначений для зменшення напруги в задану кількість разів. У вимірювальній техніці застосовують *резистивні, ємнісні та індуктивні ПН.*

Коефіцієнт поділу K_{Π} на постійному струмі дорівнює відношенню вхідної $U_{\text{ВХ}}$ і вихідної $U_{\text{ВИХ}}$ напруг або вхідного $R_{\text{ВХ}}$ і вихідного $R_{\text{ВИХ}}$ опорів.

Схема найпростішого резистивного ПН зображена на рисунку 5.1 а), коефіцієнт поділу якого, за умови що навантаження подільника нескінченно велике (режим неробочого ходу), дорівнює

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\text{ВХ}}}{U_{\text{ВИХ}}} = \frac{R_{\text{ВХ}}}{R_{\text{ВИХ}}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2} = 1 + \frac{R_1}{R_2},$$

де $R_1 + R_2 = R_{\text{ВХ}}$ – вхідний опір ПН;

$R_2 = R_{\text{ВИХ}}$ – вихідний опір ПН.

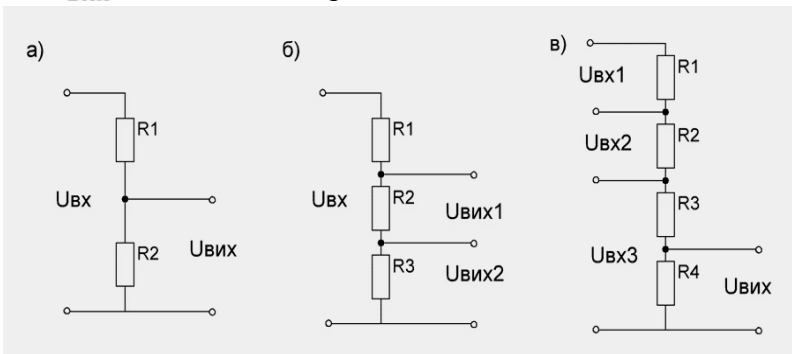


Рисунок 5.1 – Схеми подільників напруги

Резистивні подільники можуть бути однограничними (рис 5.1 а) та багатограничними (рис 5.1 б, в)

Відносна похибка подільника дорівнює

$$\delta_{\text{ПН}} = \frac{1}{K_{\text{п}}} (\delta_{R_1} - \delta_{R_2}),$$

де δ_{R_1} і δ_{R_2} — відносні похибки резисторів R_1 та R_2 зумовлені відхиленням дійсних значень їх опорів від номінальних.

Струм подільника
$$I_{\text{п}} = \frac{U_{\text{вх}}}{R_1 + R_2}.$$

Потужність резисторів
$$P = U_{\text{вх}} \cdot I_{\text{п}} = \frac{U_{\text{вх}}^2}{R_1 + R_2}.$$

Шунти. Залежно від величини струму його вимірники мають назву амперметри, міліамперметри і мікроамперметри, але на практиці доводиться мати справу зі струмами до десятків сотень і навіть тисяч амперів.

Для вимірювання таких струмів необхідно розширити межі вимірювання, з цією метою паралельно приладу вмикають шунт.

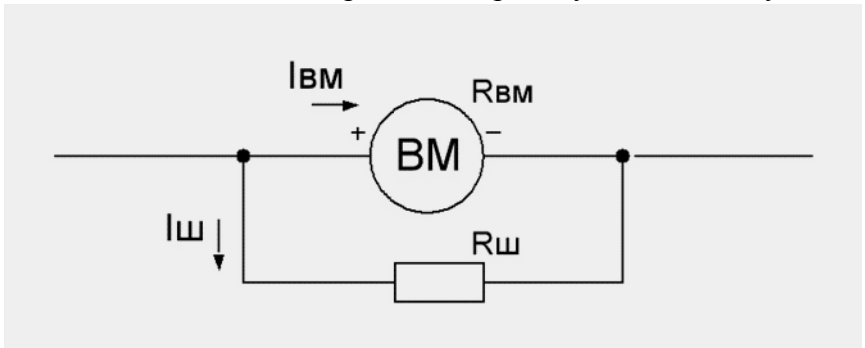


Рисунок 5.2 – Схема вмикання шунта

Таким чином, частина вимірюваного струму проходить через шунт, а інша частина – через рамку механізму приладу.

Коефіцієнт шунтування $K_{\text{ш}}$ показує, в скільки разів розширюється межа вимірювання:

$$K_{\text{ш}} = \frac{I}{I_{\text{ВМ}}}, \quad (5.1)$$

де, I – величина вимірюваного струму;

$I_{\text{ВМ}}$ – величина струму, що проходить через вимірювальний механізм.

Скористаємося відомими формулами для паралельного з'єднання провідників:

$$\frac{I_{\text{ВМ}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{ВМ}}}, \quad (5.2)$$

$$I = I_{\text{ш}} + I_{\text{ВМ}}, \quad (5.3)$$

де $I_{\text{ш}}$ і $R_{\text{ш}}$ – відповідно струм та опір шунта.

З рівності (1) можна записати

$$I = K_{\text{ш}} \cdot I_{\text{ВМ}}.$$

Підставивши одержане значення I у рівність (5.3), одержимо:

$$K \cdot I_{\text{ВМ}} = I_{\text{ш}} + I_{\text{ВМ}},$$

$$I_{\text{ВМ}}(K_{\text{ш}} - 1) = I_{\text{ш}},$$

$$\frac{I_{\text{ВМ}}}{I_{\text{ш}}} = \frac{1}{K_{\text{ш}} - 1}.$$

Зіставивши останній вираз що з рівністю (5.2) можна записати

$$\frac{I_{\text{ВМ}}}{I_{\text{Ш}}} = \frac{1}{R_{\text{Ш}} - 1}, \quad (5.4)$$

Одержана формула є базовою для розрахунку шунтів до вимірювань струму.

Шунти зазвичай виготовляють із манганіну, що має великий питомий електричний опір і низьку температурну залежність опору, це зменшує додаткову похибку вимірювання.

Внутрішні шунти виготовляють на струми до 30 А, а зовнішні – до 10 кА.

Похибка внутрішнього шунта входить до основної похибки приладу, а зовнішні шунти мають свій *клас точності*, який вибирають із ряду 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 і який дорівнює межі допустимої відносної основної похибки шунта $\delta_{\text{ш. гр.}}$:

$$\delta_{\text{ш. гр.}} = \pm \frac{\Delta R_{\text{ш. гр.}}}{R_{\text{шн}}} \cdot 100 \%,$$

де $\Delta R_{\text{ш. гр.}}$ – межа допустимої абсолютної основної похибки шунта (Ом).

Додаткові резистори. Резистор, увімкнений послідовно з вимірювальним механізмом (рис. 5.3), призначеним для вимірювання напруги, називається додатковим резистором.

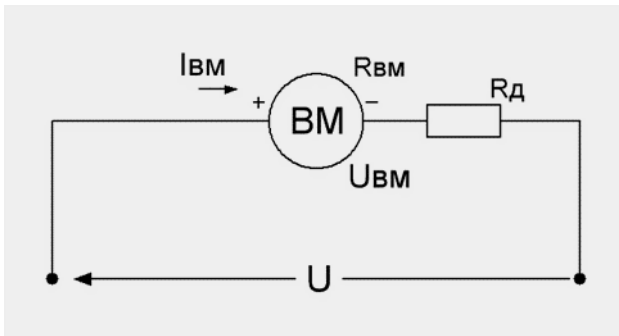


Рисунок 5.3 – Схема ввімкнення додаткового резистора

Додаткові резистори використовуються для розширення меж вимірювання за напругою вольтметрів магнітоелектричної, електромагнітної та електродинамічної систем, а також ватметрів, фазометрів, лічильників енергії, тощо.

Коефіцієнт розширення K_P показує у скільки разів розширюється межа вимірювання вимірювального механізму (ВМ) за напругою

$$K_P = \frac{U}{U_{\text{ВМ}}} = \frac{U}{I_{\text{ВМ}} \cdot R_{\text{ВМ}}}, \text{ звідси} \quad (5.5)$$

$$U = K_P \cdot I_{\text{ВМ}} \cdot R_{\text{ВМ}}, \quad (5.6)$$

де U – напруга в колі, що вимірюється;

$I_{\text{ВМ}}$ – струм, що проходить через вимірювальний механізм і додатковий резистор R_d ;

$R_{\text{ВМ}}$ – опір вимірювального механізму;

$U_{\text{ВМ}}$ – зниження напруги на вимірювальному механізмі.

З іншого боку,

$$U = U_{\text{ВМ}} + I_{\text{ВМ}} R_d = I_{\text{ВМ}} R_{\text{ВМ}} + I_{\text{ВМ}} R_d. \quad (5.7)$$

Порівнявши (2) і (3), одержимо

$$K_P I_{\text{ВМ}} R_{\text{ВМ}} = I_{\text{ВМ}} R_{\text{ВМ}} + I_{\text{ВМ}} R_d,$$

звідси
$$R_d = R_{\text{ВМ}} (K_P - 1). \quad (5.8)$$

Одержана формула є базовою для розрахунку додаткового резистора.

Похибка внутрішнього додаткового резистора входить до основної похибки приладу, а зовнішні додаткові резистори мають ряд класу точності: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; кожне значення якого дорівнює межі допустимої відносної основної похибки додаткового резистора:

$$\delta_{\text{д.гр.}} = \pm \frac{\Delta R_{\text{д.гр.}}}{R_{\text{д}}} \cdot 100 \%,$$

де $\Delta R_{\text{д.гр.}}$ – границя допустимої абсолютної основної похибки додаткового резистора.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з призначенням вищезазначених приладів і органами їх керування.

Маючи в розпорядженні джерело живлення із зазначеною напругою і набір постійних резисторів, розрахувати резистивний подільник напруги з коефіцієнтом поділу $K_{\Pi} = 3$ за схемою рисунка. 5.1. а.

Закріпити вибрані за номіналами і потужністю резистори на клемах макетної плати подільника напруги, а останній під'єднати до блока живлення.

Увімкнути живлення, виміряти за допомогою мультиметра напругу на вхідних клемах подільника $U_{\text{вх.}}$, а потім на вихідних клемах $U_{\text{вих}}$ перевірити експериментально значення K_{Π} .

2. За формулою (5.4) і зазначеним коефіцієнтом шунтування $K_{\text{ш}}$ розрахувати опір шунта $R_{\text{ш}}$ і занести до таблиці 1. Опір вимірювального механізму $R_{\text{вм}}$ показаний на шкалі приладу (мікроамперметра).

Зібрати схему (рис. 5.4) для експериментального визначення опору шунта для вимірювального механізму.

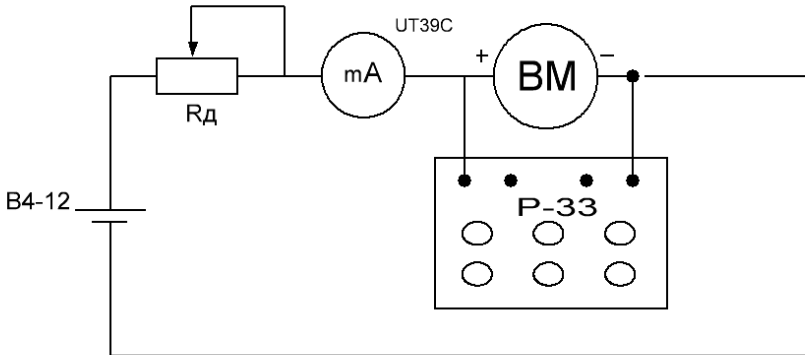


Рисунок 5.4 – Схема для визначення опору шунта

Вимірювальним механізмом є мікроамперметр магніто - електричної системи з межею вимірювання «0–100 мкА», «0–200мкА).

Перевести ручку керування магазину опорів P33 в нульове положення (!)

Увімкнути і перевести мультиметр у режим вимірювання постійного струму з межею 200 мА.

Подати у схему напругу тумблером на блоці живлення.

Поворотом ручки змінного резистора виставити за мультиметром струм у колі згідно з межею вимірювального механізму ($I = 100 \text{ мкА}$, $I = 200 \text{ мкА}$)

Поворотом ручок магазину опорів P33, починаючи з найменшої декади домогтися того, щоб стрілка вимірювального механізму ВМ дійшла до кінцевого значення шкали, тобто відхилення рухомої частини – до границі вимірювання.

За положенням ручок зафіксувати значення опору $R_{ш}$ і занести до таблиці 5.1.

3. За формулою (5.8) і зазначеним викладачем коефіцієнтом розширення розрахувати опір додаткового резистора R_d до вимірювального механізму з попереднього пункту.

Зібрати схему (рис.5.5) для експериментального визначення R_d .

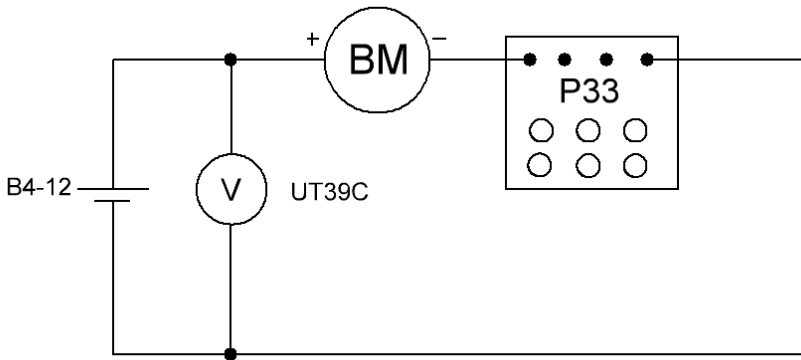


Рисунок 5.5 – Схема для визначення опору додаткового резистора

Перевести ручки керування магазину опорів P33 в максимальне положення (!)

Увімкнути і перевести мультиметр UT39C в режим вимірювання постійної напруги з межею 20 В.

Подати напругу в коло тумблером на блоці живлення.

Поворотом ручок магазину опорів P33, починаючи з найменшої декади, домогтися максимального відхилення стрілки ММ до кінцевого значення шкали.

За положенням ручок зафіксувати значення опору R_d і занести до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

№ пор.	Об'єкт вимірювання	Розра- хунок	Експеримент	$\delta_{\text{відн.}}$ %
1.	Шунт			
2.	Додатковий резистор			

Зміст звіту

1. Тема роботи
2. Мета роботи
3. Схеми
4. Заповнена таблиця 1
5. Висновки до роботи

Питання для контролю і самоперевірки

1. Які масштабні перетворювачі використовують для розширення меж вимірювання вимірювальних приладів за постійного струму.

2. Пояснити принцип підбору шунта до вимірювального механізму. Навести схему.

3. Пояснити принцип підбору додаткового резистора до вимірювального механізму. Навести схему.

4. З якого метою використовують подільник напруги?

5. Які похибки мають місце при підборі масштабних перетворювачів?

6. Прочитайте шкалу електровимірювального приладу.

Список літератури

- 1 В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Е.Т. Володарський, В.В. Грабко. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник/ Вінниця: Вінницький національний політехнічний університет, 2013, 537 с.
2. М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: підручник/ Львів: Видавництво національного університету «Львівська політехніка», 2005. 654 с.
3. Конспект лекцій.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

із дисципліни «**Вступ до техніки вимірювань**»
для студентів спеціальності 171 «*Електроніка*»
денної форми навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк
Редактори: С. М. Симоненко, Н.З. Ключко
Комп'ютерне верстання Я. А. Вакарова

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,93 Обл.-вид. арк. 0,62.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

До друку та в світ
дозволяю на підставі
«Єдиних правил», п. 2.6.14
Начальник організаційно -
методичного управління

В.Б. Юскаєв

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт
із дисципліни «**Вступ до техніки вимірювань**»
для студентів спеціальності: 171 «*Електроніка*»
денної форми навчання

Укладач:

О. А. Любивий

Відповідальний за випуск

А. С. Опанасюк

Декан факультету електроніки
та інформаційних технологій

С. І. Проценко

Суми
Сумський державний університет
2019