

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОЛЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут цифрових технологій,
дизайну та транспорту

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни
«Методи та засоби вимірювань»
(Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних
та магнітних величин»)

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі
спеціальності
175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

Одеса 2025

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОЛЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут цифрових технологій,
дизайну та транспорту

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни
«Методи та засоби вимірювань»
(Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних
та магнітних величин»)

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі
спеціальності
175 «Інформаційно-вимірювальні технології»

Затверджено
на засіданні кафедри
металорізальних
верстатів,
метрології та сертифікації
Протокол № 1 від
22.08.2024

Одеса 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних та магнітних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: 2025. - 19 с.

Автори: М.О. Голофєєва, к.т.н. доц.

Мета вивчення дисципліни – вироблення у здобувачів системного метрологічного підходу до основних понять вимірювальної техніки з урахуванням розподілу процедури вимірювання на основні вимірювальні операції, взаємного зв'язку між методами вимірювання і структурами засобів вимірювальної техніки, особливостей аналізу причин виникнення похибок та обчислення результатів вимірювання.

Практичне значення та використання отриманих знань – Освоєння дисципліни дозволить майбутнім інженерам забезпечити необхідний рівень знань для проектування засобів інформаційно-вимірювальної техніки та описування принципів їх роботи; застосування стандартних методів розрахунку при конструюванні модулів, деталей та вузлів засобів вимірювальної техніки та їх обчислювальних компонент і модулів; здійснення вибору методів вимірювання заданої фізичної величини в залежності від заданої точності вимірювання та проведення порівняння та вибору різних методів вимірювання фізичної величини в залежності від мети вимірювальної задачі.

Згідно з програмою навчальної дисципліни в цьому семестрі передбачено виконання 15 практичних робіт в цьому семестрі. Їх виконання оцінюється в 30 балів в цьому семестрі. Відповідь не зараховується, якщо вона відсутня чи здобувач відмовляється від відповіді на питання.

Для заочної форми здобуття освіти виконується практичне заняття 1 № 1 «Розрахунок похибок вимірювання величин різноманітними методами».

Таблиця - Інтегральні критерії оцінювання практичних робіт

Результат навчання	Критерії оцінювання	Бали
Сьомий семестр		
Семестровий модуль 1		
Практична робота №1		
ПРН 2. ПРН 3. ПРН 12.	Визначити метод вимірювання та порядок розрахунків похибок вимірювань	0,8
	Провести розрахунок похибок вимірювання за допомогою конкретного методу	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2
Практична робота №2, 3, 4		
ПРН 1. ПРН 4.	Вибрати схеми вимірювання напруги чи струму (у відповідності до завдання) та її описання	2,5
	Провести розрахунки похибок вимірювання	3,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,5
Разом		6
Практична робота № 5, 6		
ПРН 1. ПРН 4.	Вибрати метод та схему вимірювання електричного опору (у відповідності до завдання) та їх описання	1,5

	Провести розрахунки похибок вимірювання	2,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,5
Разом		4
Практична робота №7		
ПРН 1. ПРН 4	Вибрати метод та схему вимірювання параметрів елементів електричних кіл змінного струму (у відповідності до завдання) та описання їх	0,8
	Провести розрахунки похибок вимірювання	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2
Семестровий модуль 2		
Практична робота № 8, 9		
ПРН 1. ПРН 4	Вибрати метод та схему вимірювання потужності та електричної енергії (у відповідності до завдання) та описати їх	1,5
	Провести розрахунки похибок вимірювання	2,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,5
Разом		4
Практична робота № 10		
ПРН 1. ПРН 4	Вибрати метод та схему вимірювання частот та інтервалу часу (у відповідності до завдання) та описати їх	0,8
	Провести розрахунки похибок вимірювання	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2
Практична робота №11, 12		
ПРН 5	Описати роботу мостового вимірювального кола (у відповідності до завдання)	1,5
	Провести розрахунки похибок вимірювання	2,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,5
Разом		4
Практична робота №13,		
ПРН 5. ПРН 7	Описати роботу компенсаційного вимірювального кола (у відповідності до завдання)	0,8
	Провести розрахунки похибок вимірювання	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2
Практична робота №14		
ПРН 5. ПРН 7	Описати роботу компараторів електричних величин (у відповідності до завдання)	0,8
	Провести розрахунки похибок вимірювання	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2
Практична робота №15		
ПРН 1. ПРН 4	Вибрати метод та схему вимірювання магнітних величин	0,8
	Провести розрахунки похибок вимірювання	1,0
	Записати результат вимірювання у встановленій формі	0,2
Разом		2

Зміст

Практична робота №1 РОЗРАХУНОК ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ВЕЛИЧИН РІЗНОМАНІТНИМИ МЕТОДАМИ	6
Практична робота №2-4 ВИМІРЮВАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ТА НАПРУГИ; ВИМІРЮВАННЯ ЗМІННОГО СТРУМУ І НАПРУГИ; ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ І НАПРУГИ В ТРИФАЗНИХ КОЛАХ	8
Практична робота №5, 6 ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ	10
Практична робота №7 ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ЗМІННОГО СТРУМУ.	11
Практична робота №8-9 ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	12
Практична робота №10 ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТ ТА ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ	14
Практична робота №11-12 МОСТОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ КОЛА	15
Практична робота №13 КОМПЕНСАЦІЙНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ КОЛА	17
Практична робота №14 КОМПАРАТОРИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН	18
Практична робота №15 ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН	19

Практична робота №1 РОЗРАХУНОК ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ ВЕЛИЧИН РІЗНОМАНІТНИМИ МЕТОДАМИ

Мета роботи: Практично засвоїти навички розрахунків похибок вимірювань при використанні різноманітних методів вимірювань.

Завдання для практичної роботи

1. Тіло, масою 50 кг по чергову зважується на пружинних вагах без гирь; на пружинних вагах з використанням однієї гирі в якості противаги; на важільних вагах з набором гирь в якості противаги. Клас точності ваг – 1,0. Необхідно визначити абсолютну похибку вимірювань в кожному з трьох способів зважування.
2. Отримані наступні результати вимірювання тиску рідини в Па: 12,5; 12,4; 12,3; 13,0; 12,1; 12,4; 12,3; 12,2; 12,1; 12,2. Необхідно визначити, чи відповідають результати спостережень нормальному закону розподілу.
3. Вимірювачем RLC з одиницею молодшого розряду ОМР=0,001 мкФ виміряли ємність конденсатора та отримали показання $C_p = 0,587$ мкФ з граничною відносною похибкою $\pm 0,25$ %. Для зменшення похибки використовується метод заміщення, підключивши на вхід приладу магазин ємності, регулюючи значення якої досягли того ж самого показання при значенні міри $C_m = 0,564$ мкФ. Граничне значення похибки міри $\pm 0,02$ %. Оцінити ефективність коригування (зменшення) систематичної похибки. Впливом випадкової складової похибки знехтувати.
4. На номінально рівноплечих вагах зважують масу тіла. Модель рівняння наступна: $m_x l_1 = m_r l_2$. (m_x – маса зважуваного тіла; m_r – маса гирь; l_1 та l_2 – довжини плечей ваг). Фактично плечі ваг є дещо різними і тому виникає систематична похибка. Для її усунення використовують метод протиставлення: двічі зважують з перестановкою гирь. Нехай отримані наступні результати: $m_{r1} = 421$ г; $m_{r2} = 429$ г. врівноваження відбувалося з точністю до одного граму. Гранична абсолютна похибка гирь не перевищує $\pm 1,02$ г. Гранична відносна похибка ваг не перевищує $\pm 1,0$ %. Знайти скорегований результат вимірювання, оцінити невиключену систематичну похибку та записати результат вимірювання. Оцінити ефективність корекції.
5. Для корегування похибок, що прогресують, приладів з одиницею молодшого розряду ОМР = 0,01 через інтервал часу $tm = 10$ с тричі виконали вимірювання: перший і третій раз виконували вимірювання вихідної величини міри $Xm = 20,00$ і отримали показання $X1 = 20,10$ та $X3 = 20,37$. Другий раз вимірювали величину X і отримали показання $X2 = 15,25$. Гранична відносна похибка міри $\pm 0,01$ %. Оцінити скорегований результат вимірювання і значення відносної невиключеної систематичної похибки. Записати результат вимірювання. Випадковими впливами знехтувати.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред..

- Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №2-4 ВИМІРЮВАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ТА НАПРУГИ; ВИМІРЮВАННЯ ЗМІННОГО СТРУМУ І НАПРУГИ; ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ І НАПРУГИ В ТРИФАЗНИХ КОЛАХ

Мета роботи: засвоєння порядку розрахунків похибок вимірювання струму та напруги в електричних колах

Завдання для практичної роботи

1. Обрати амперметр для прямого вимірювання струму, що протікає в колі споживача $R_H = 30$ Ом, під'єднаного до джерела живлення постійного струму з $E_{дж} = 0,75$ В та $R_{дж} = 0$. Допустиме значення похибки вимірювання струму $\delta_{доп} = \pm 0,75\%$ при довірчій ймовірності $P_{дов} = 0,95$. Температура повітря 26 °С, напруженість зовнішнього магнітного поля 400 А/м.
2. Обрати зразкову міру опору R_N , межу вимірювання U_K цифрового вольтметра, які необхідні для опосередкованого вимірювання струму, орієнтовне значення якого $I_X \approx 30$ мА, за умови, щоб методична похибка не перевищувала $\delta_{ім} = \pm 0,1\%$. Опір споживача $R_H = 3000$ Ом, а опір джерела сигналу $R_{дж} = 0$.
3. Споживач, опір якого $R_H = 10$ кОм, під'єднано до джерела струму з такими параметрами: $E_{дж} = 60$ В та $R_{дж} = 10$ кОм. Визначити абсолютну методичну похибку вимірювання напруги на споживачі R_H вольтметром з внутрішнім опором $R_V = 10$ кОм.
4. Визначити опір R_d і вибрати додатковий резистор до вольтметра з границею вимірювання $U_K = 150$ В, струмом повного відхилення $I_{VN} = 5$ мА і максимальним відліком шкали $N_{max} = 150$, який необхідно використати для вимірювання напруги $U_X = 1200$ В, а також визначити межу вимірювання, сталу та очікуваний відлік вольтметра з обраним додатковим резистором.
5. Виміряти змінний струм, орієнтовне значення якого $I_X \approx 0,7$ А, за допомогою амперметра електромагнітної системи типу Э526 класу точності 0,5 з границями вимірювання $I_K = 2,5; 5$ А за умови, щоб граничне значення похибки вимірювання не перевищувало допустиме значення $\delta_{доп} = \pm 1,0\%$.
6. Амперметр електродинамічної системи класу точності 0,2 з границею вимірювання $I_K = 5$ А і максимальним відліком шкали $N_{max} = 100$ увімкнений в коло однофазного споживача змінного струму через вимірювальний трансформатор струму класу точності 0,1 з номінальним коефіцієнтом трансформації $k_{IH} = 25$ А/5 А. записати результат вимірювання струму в колі споживача, якщо відлік по шкалі становить 75. Умови експерименту нормальні.
7. Визначити клас точності магнітоелектричного амперметра з границею вимірювання $0,75$ мА для вимірювання струму в діапазоні $0,3 \dots 0,75$ мА, щоб відносна похибка не перевищувала $\pm 1,0\%$.
8. Записати результат вимірювання сили струму на ділянці кола з опором 50 Ом за допомогою амперметра класом точності 0,2, границею вимірювання $0,3$ А, максимальним відліком шкали 250 і внутрішнім опором $0,1$ Ом за нормальних умов, якщо вказівник амперметра зупинився на позначці шкали 112 .
9. Чи можна виміряти струм 30 мА електромагнітним мілівольтметром з межею вимірювання 75 В і внутрішнім опором 5 Ом.
10. Визначити максимально можливе значення внутрішнього опору амперметра, класу точності 0,5 з границею вимірювання 5 А, який використовується для вимірювання струму $I_X \approx 3,5$ А в колі споживача опором 12 Ом, щоб методична похибка вимірювання струму була нехтовно малою порівняно з основною похибкою амперметра.

11. Визначити мінімально можливе значення внутрішнього опору вольтметра класу точності 0,2, межею вимірювання 75 В. який використовують для вимірювання спаду напруги $U_x = 50$ В на ділянці коло опором 200 Ом, щоб методична похибка вимірювання напруги була нехтовно малою порівняно з основною похибкою вольтметра.
12. Визначити очікуваний показ амперметра з межею вимірювання 5 А, під'єданого до вторинної обвитки вимірювального трансформатору струму з $k_{II} = 75$ А/5 А, якщо орієнтовне значення струму, що протікає через споживач, дорівнює 60 А.
13. За допомогою амперметра електромагнітної системи класу точності 0,5 з границями вимірювання $I_K = 2,5; 5$ А виміряти струм $I_x = 0,9$ А, який протікає в колі однофазного споживача змінного струму, щоб відносна похибка вимірювання не перевищувала $\pm 0,8\%$.
14. Визначити показання, абсолютну та відносну похибки від впливу форми кривої сигналу амперметра випрямної системи з двопівперіодним випрямленням, градуйованого в середньоквадратичних значеннях синусоїди, якщо його використали для вимірювання струму від джерела сигналу трикутної форми з амплітудою $I_m = 10$ А.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофеева. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №5, 6 ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ

Мета роботи: практичне засвоєння принципів та методів вимірювання електричного опору, правил розрахунків похибок вимірювання.

Завдання для практичної роботи

1. Обрати амперметр і вольтметр та схему їх увімкнення для вимірювання активного опору обмоток однофазного трансформатора з такими характеристиками: $U_{1H}/U_{2H} = 30000 \text{ В}/100 \text{ В}$; $P_{2H} = 1500 \text{ Вт}$, коефіцієнт корисної дії трансформатора $\eta = 0,96$, допустима похибка вимірювання $\pm 3\%$.
2. Визначити границі основних абсолютної та відносної похибок показання $R_p = 1 \text{ кОм}$ аналогового омметра типу В7-15 класу точності 2,5 з довжиною шкали 68 мм.
3. Яка схема увімкнення приладів забезпечує меншу методичну похибку опосередкованого вимірювання опору $R_x = 0,5 \text{ Ом}$, якщо відомі внутрішні опори амперметра $R_A = 0,1 \text{ Ом}$ та вольтметра $R_V = 1000 \text{ Ом}$.
4. Обрати амперметр і вольтметр та схему їх увімкнення для опосередкованого вимірювання опору $R_x = 15 \text{ Ом}$ споживача постійного струму за умови, щоб гранична відносна похибка вимірювання не перевищувала допустимого значення $\pm 2\%$. Допустима потужність споживача $P_x = 2,0 \text{ Вт}$.
5. Записати результат опосередкованого вимірювання опору за допомогою амперметра класу точності 0,5 з границею вимірювання $0,75 \text{ А}$ і внутрішнім опором $0,1 \text{ Ом}$, та вольтметра класу точності 1,0 з границею вимірювання 3 В і внутрішнім опором 30000 Ом , увімкнених за схемою правильного вимірювання напруги, якщо показання амперметра $0,5 \text{ А}$, а вольтметра 2 В .

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №7 ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ КІЛ ЗМІННОГО СТРУМУ.

Мета роботи: практичне засвоєння навичок розрахунків похибок вимірювання параметрів електричних кіл змінного струму.

Завдання для практичної роботи

1. Визначити повний комплексний опір споживача, що опосередковано вимірюється за допомогою амперметра, вольтметра та ватметра, підключених за схемою правильного вимірювання напруги, а також його активну та реактивну складові, якщо показання амперметра 4 А, вольтметра 100 В, ватметра 300 Вт. Власним споживанням приладів знехтувати.
2. Записати результат опосередкованого вимірювання добротності котушки індуктивності для послідовної схеми заміщення, якщо отримано такі результати вимірювань: $R = 150 \text{ Ом}$; $\Delta R_{\text{гр}} = 0,005 \text{ Ом}$, $L = 0,45 \text{ Гн}$; $\delta_{L_{\text{гр}}} = \pm 0,2 \%$; $f = 50 \text{ Гц}$; $\Delta f = \pm 0,1 \text{ Гц}$.
3. Записати результат опосередкованого вимірювання $\text{tg} \delta_x$ конденсатора для послідовної схеми заміщення, якщо отримано такі результати вимірювань: $R = 0,2 \text{ Ом}$; $\delta R_{\text{гр}} = \pm 0,5 \%$; $C = 500 \text{ мкФ}$; $\Delta C_{\text{гр}} = \pm 5 \text{ мкФ}$; $f = 50 \text{ Гц}$; $\Delta f = \pm 0,2 \text{ Гц}$.
4. Вибрати ватметр, амперметр та вольтметр і схемку їх увімкнення для опосередкованого вимірювання індуктивності $L_x = 0,001 \text{ Гн}$ та добротності котушки індуктивності з орієнтовними параметрами: $f = 1000 \text{ Гц}$; $I_{\text{дон}} = 1000 \text{ мА}$; $R_L = 0,1 \text{ Ом}$.
5. Вибрати ватметр, амперметр та вольтметр і схемку їх увімкнення для опосередкованого вимірювання ємності $C_x = 0,001 \text{ мкФ}$ та тангенс кута втрат $\text{tg} \delta_x = 0,00005$ конденсатора з орієнтовними параметрами: $f = 50 \text{ Гц}$; $U_{\text{дон}} = 150 \text{ В}$.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №8-9 ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Мета роботи: вивчення принципів та методів вимірювання потужності та електричної енергії, правила розрахунків похибок вимірювання.

Завдання для практичної роботи

1. Вибрати засоби вимірювальної техніки та схему їх увімкнення для вимірювання потужності короткого замикання однофазного трансформатора з такими показниками: $U_{1H}/U_{2H} = 380 \text{ В}/127 \text{ В}$; $P_{2H} = 1500 \text{ Вт}$; коефіцієнт корисної дії трансформатора $\eta = 0,95$, допустима похибка вимірювання $\pm 2\%$.
2. Вибрати засоби вимірювальної техніки та схему їх увімкнення для вимірювання потужності неробочого ходу однофазного трансформатора з такими показниками: $U_{1H}/U_{2H} = 380 \text{ В}/220 \text{ В}$; $P_{2H} = 1500 \text{ Вт}$; коефіцієнт корисної дії трансформатора $\eta = 0,95$, допустима похибка вимірювання $\pm 3\%$.
3. Виходячи із орієнтовних параметрів однофазного споживача змінного струму ($P_x = 400$; $U_x = 300 \text{ В}$; $\cos\varphi_x = 0,9$; $\delta_{p, \text{доп}} = \pm 1,0$), вибрати вимірювальні прилади (вольтметр, ватметр, вимірювальні трансформатори струму та напруги) та схему їх увімкнення для вимірювання активної потужності споживача P_x за умови, щоб гранична похибка не перевищувала допустиме значення.
4. Вказівник ватметра класу точності 0,5 з межами вимірювання 1 А та 30 В, $\cos\varphi_x = 0,1$, максимальним відліком 150 зупинився на позначці 95. Визначити показання ватметра та абсолютну і відносну похибки вимірювання.
5. Яка схема увімкнення ватметра з опорами струмової обвитки $R_{IW} = 0,25 \text{ Ом}$ та обвитки напруги $R_{UN} = 5 \text{ Ом}$ забезпечує меншу методичну похибку вимірювання потужності, якщо відомі значення напруги $U_x = 127 \text{ В}$ та струму $I_x = 1,2 \text{ А}$ на ватметрі, а $\cos\varphi_x = 1$.
6. Ватметр класу точності 0,2 з границями вимірювання 2,5 А та 300 В, $\cos\varphi_x = 1$, максимальним відліком 150 увімкнений в коло однофазного споживача змінного струму через вимірювальний трансформатор струму класу точності 0,2 з $k_{IH} = 75 \text{ А}/5 \text{ А}$ та вимірювальний трансформатор напруги класом точності 0,5 з $k_{UH} = 1000 \text{ В}/100 \text{ В}$. Записати результат вимірювання, якщо відлік на шкалі ватметра 125.
7. Ватметр класу точності 0,2 з границями вимірювання 5 А та 150 В, $\cos\varphi_x = 1$, максимальним відліком 150 увімкнений в коло однофазного споживача змінного струму через вимірювальний трансформатор струму з $k_{IH} = 0,5 \text{ А}/5 \text{ А}$. визначити очікуваний відлік ватметра, якщо орієнтоване значення потужності споживача 50 Вт та схему їх увімкнення для вимірювання потужності споживача постійного струму опором 1000 Ом та орієнтовним значенням потужності 30 Вт, щоб гранична похибка вимірювання не перевищувала $\pm 0,5 \%$

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василук, Р. Борюк, А Ковальчик; За

ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.

3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №10 ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТ ТА ІНТЕРВАЛУ ЧАСУ

Мета роботи: вивчення правил та порядку розрахунку похибок частот та інтервалу часу.

Завдання для практичної роботи

1. При вимірюванні частоти сигналу частотоміром типу Д146 класу точності 2,5 в діапазоні 450...550 Гц, одержано показання $f = 520$ Гц. Записати результат вимірювання, якщо експеримент виконано при температурі повітря $T = 10$ °C та напруженості зовнішнього магнітного поля $H < 400$ А/м.
2. На ділянці $l = 7,1$ см робочої частини екрана осцилографа одержано 5 періодів сигналу невідомої частоти f_x . Записати результат вимірювання частоти, якщо перемикач коефіцієнта розгортки встановлено в положенні 10 мкс/см.
3. Визначити відносну похибку вимірювання частоти $f_x = 100$ кГц цифровим частотоміром типу Ф5034, в якого відносна похибка частоти генератора імпульсів не перевищує $\pm 5 \cdot 10^{-8}$, а час вимірювання $T_B = 1$ с.
4. Частотомір типу Ф5041 має час вимірювання $T_B = 10^{-2}; 10^{-1}; 1; 10; 10^2$ с, а відносна похибка частоти генератора імпульсів не перевищує $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ упродовж доби. Вибрати час T_B вимірювання частоти $f_x = 1$ МГц з тим, щоб відносна похибка вимірювання не перевищувала $\pm 10^{-5}$ %.
5. Визначити крок квантування цифрового частотоміра і відносну похибку квантування, якщо показання приладу 560,7 Гц.
6. При вимірюваннях частоти сигналу частотоміром типу Ф5043 класу точності 0,5 в діапазоні 0...1000 Гц одержано показання $f = 500$ Гц. Записати результат вимірювання, якщо експеримент виконано при температурі повітря $T = 12$ °C та напруженості зовнішнього магнітного поля $H = 400$ А/м.
7. Записати результат вимірювання частоти за допомогою осцилографа з ділянкою робочої частини екрана 10 см та коефіцієнтом розгортки 100 мкс/см, якщо на екрані отримано 10 періодів сигналу.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №11-12 МОСТОВІ ВИМІРЮВАЛЬНІ КОЛА

Мета роботи: придбання навичок аналізування причин виникнення похибок вимірювання при використанні одинарних та подвійних мостів постійного струму, а також мостів змінного струму.

Завдання для практичної роботи

1. Виміряти опір $R_X \approx 8 \text{ Ом}$ з допустимою похибкою вимірювання $\pm 0,1 \%$, якщо опір з'єднувальних проводів $0,01 \text{ Ом}$, а номінальна потужність вимірювального опору $P_{Xн} = 0,1 \text{ Вт}$.
2. Вибрати засоби вимірювальної техніки, необхідні для метрологічної перевірки шунта з такими характеристиками: клас точності 0,2; номінальний струм 30 А ; номінальна напруга 75 В . опори з'єднувальних проводів $0,005 \text{ Ом}$.
3. При вимірюванні ємності мостом змінного струму типу Р571М одержано показання $C_n = 8,513 \text{ мкФ}$. Записати результат вимірювання ємності, якщо вимірювання здійснене за таких умов: температура повітря $27 \text{ }^\circ\text{C}$; напруга живлення моста 200 В , частота сигналу 1000 Гц , індукція зовнішнього магнітного поля $0,08 \text{ мТл}$.
4. Обрати схему під'єднання досліджуваного об'єкта з орієнтовним значенням опору $1,5 \text{ Ом}$ до моста, опори плечей якого дорівнюють: $R_{нор} = 15 \text{ Ом}$; $R_A = 10 \text{ Ом}$; $R_B = 100 \text{ Ом}$, а опори з'єднувальних проводів – по $0,1 \text{ Ом}$.
5. При вимірюванні опору мостом типу Р39 за схемою одинарного моста з двопровідним під'єднанням об'єкта отримано такі значення опорів плечей: $R_{нор} = 1256,63 \text{ Ом}$; $R_A = 10000 \text{ Ом}$; $R_B = 1000 \text{ Ом}$, а опори з'єднувальних проводів – по $0,15 \text{ Ом}$. Записати результат вимірювання опору.
6. Для вимірювання опору застосовано одинарний міст, опори плечей якого в зрівноваженому стані дорівнюють: $R_{нор} = 5 \text{ кОм}$; $R_A = 100 \text{ кОм}$; $R_B = 10 \text{ кОм}$, внутрішній опір нуль-індикатор $R_{HI} = 1 \text{ кОм}$, а напруга джерела живлення 10 В . визначити мінімально можливу чутливість нуль-індикатора за струмом, щоб цей опір можна було виміряти з похибкою, не більше від $\pm 0,1 \%$.
7. Визначити, якому значенню опору відповідає стан рівноваги подвійного мосту, якщо опори плечей $R_{нор} = R'_{нор} = 52,17 \text{ кОм}$; $R_A = R_B = 1000 \text{ кОм}$, а опори зразкової міри $R_N = 0,1 \text{ Ом}$.
8. Обрати метод вимірювання, встановити оптимальні значення опорів плечей моста МОД-61, допустимий струм і напругу живлення моста і обрати схему під'єднання об'єкта до мосту для вимірювання опору $0,12 \text{ Ом}$ за умови, щоб гранична похибка вимірювання не перевищувала $\pm 0,02 \%$. Допустима потужність об'єкта $0,1 \text{ Вт}$, а опори з'єднувальних проводів $0,005 \text{ Ом}$.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. – 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.

3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №13 КОМПЕНСАЦІЙНІ ВИМІРЮВАЛЬНІ КОЛА

Мета роботи: практичне засвоєння правил розрахунку похибок вимірювання компенсаційних вимірювальних кіл

Завдання для практичної роботи

1. Нехай ЕРС НЕ при температурі T $E_{HE,T} = 1,018625$ В, а необхідне значення робочого струму компенсатора $0,0004$ А. Визначити опір R_y .
2. Оцінити похибку вимірювання напруги 1 В компенсатором типу Р363/2 при температурі 24 °С, якщо при вимірюванні використано нормальний елемент Х488/2.
3. Обрати подільники напруг та нормальний елемент, необхідні для вимірювання напруги 420 В компенсатором типу Р363/3 у нормальних умовах з допустимою граничною похибкою вимірювання $\pm 0,01$ %.
4. Обрати необхідні засоби вимірювальної техніки для вимірювання струму 3 А компенсаційним методом, якщо допустиме значення довірчої похибки вимірювання $\pm 0,02$ %, при довірчій ймовірності $0,95$. Умови вимірювання вважати нормальними.
5. Компенсатором типу Р363/3 здійснено пряме вимірювання напруги і отримано відлік $1,874532$ В. Записати результат вимірювання, якщо експеримент виконано при температурі 23 °С і було використано нормальний елемент типу Х485.
6. Обрати подільник напруги та нормальний елемент, необхідні для вимірювання напруги 35 В компенсатором типу Р363/2 у нормальних умовах з допустимою похибкою $\pm 0,005$ %.
7. Визначити максимально можливий крок квантування компенсатора типу Р363/3, який застосовують для вимірювання напруги $1,5$ В, за умови, щоб граничне значення похибки вимірювання не перевищували $\pm 0,02$ %, при довірчій ймовірності $0,95$. Умови вимірювання вважати нормальними.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василюк, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №14 КОМПАРАТОРИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

Мета роботи: практичне засвоєння правил розрахунку похибок вимірювання компараторів електричних величин.

Завдання для практичної роботи

1. При вимірюванні напруги компаратором Р3003 на границі вимірювання 1,111110 В за нормальних умов його застосування отримано відлік декад калібратора 0,9856 В та показ диференційного мікровольт метром 12 мкВ. Записати результат вимірювання.
2. При вимірюванні напруги компаратором Р3003 на границі вимірювання 11,111110 В за нормальних умов його застосування отримано відлік декад калібратора 5,873 В та показ диференційного мікровольт метром 15 мкВ. Записати результат вимірювання.
3. При вимірюванні напруги компаратором Р3003 на границі вимірювання 1,111110 В за нормальних умов його застосування отримано відлік декад калібратора 0,7234 В та показ диференційного мікровольт метром 17 мкВ. Записати результат вимірювання напруги, якщо у схемі використали подільник напруги типу Р313 класу точності 0,001 з номінальним коефіцієнтом поділу 100.
4. При вимірюванні напруги компаратором Р3003 на границі вимірювання 1,111110 В за нормальних умов його застосування отримано відлік декад калібратора 0,3752 В та показ диференційного мікровольт метром 13 мкВ. Записати результат вимірювання напруги, якщо у схемі використали зразкову міру опору типу Р4015 класу точності 0,005 з номінальним значенням опору 100000 Ом.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. - 95 с.
 2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
- Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.

Практична робота №15 ВИМІРЮВАННЯ МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН

Мета роботи: придбання навичок розрахунку похибок вимірювання магнітних величин.

Завдання для практичної роботи

1. Оцінити відносну та абсолютні похибки вимірювання магнітного потоку 7,5 мВб мілівольтметром М1119 з метрологічними характеристиками: допустима зведена похибка $\pm 1,0 \%$, верхня межа вимірювання 10 мВб. Вимірювальна котушка має один виток опором 20 Ом.
2. Обрати вольтметр для вимірювання змінного потоку несинусоїдальної форми, приблизне значення якого 0,3 мВб, за допомогою вимірювальної котушки, яка має 100 витків і опір 10 Ом, на промисловій частоті 50 Гц. Оцінити відносну і абсолютні похибки вимірювання потоку.
3. Обрати ватметр, а також вольтметр та амперметр для вимірювання феромагнітних втрат у зразку з електротехнічної сталі з такими даними $H_m = 50$ А/м; $B_m = 0,5$ Тл; $L = 0,14$ м; $S = 0,001$ м²; $W_1 = 100$; $W_2 = 200$; $f = 50$ Гц; режим синусоїдної напруги магнітного поля. Оцінити відносну похибку вимірювання втрат.
4. Оцінити відносну та абсолютні похибки вимірювання магнітного потоку 5 мВб мілівольтметром М1119 з метрологічними характеристиками: допустима зведена похибка $\pm 1,0 \%$, верхня межа вимірювання 10 мВб. Вимірювальна котушка має один виток опором 10 Ом.
5. Обрати оптимальну межу вимірювання та оцінити відносну та абсолютну похибки вимірювання магнітного потоку 50 мкВб цифровим мікровеберметру типу Ф5050 з такими характеристиками: верхня межа вимірювання 100 мкВб; похибка вимірювання $\pm(0,03\Phi_x + 0,002\Phi_k)$. Опір джерела сигналу 100 Ом.

Література для підготовки

1. Конспект лекцій з дисципліни «Методи та засоби вимірювань» (Тематичний модуль «Методи та засоби вимірювань електричних величин») для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 175 «Інформаційно-вимірювальні технології» / Уклад: М.О. Голофєєва. – Одеса: «Одеська політехніка», 2025. – 95 с.
 2. Основи метрології та вимірювальної техніки: Т1 Основи метрології / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
- Основи метрології та вимірювальної техніки: Т2 Вимірювальна техніка / М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В.Василіук, Р. Борюк, А Ковальчик; За ред.. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 656 с.