

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

О.С. Захарченко

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ

Домашня контрольна робота

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра
за освітньою програмою «Інтелектуальні технології радіоелектронної техніки»
«Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія»
«Радіотехнічні комп'ютеризовані системи»
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
172 Електронні комунікації та радіотехніка

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Рецензент *Мовчанюк А.В.*, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної радіоелектроніки радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського

Відповідальний редактор *Мартинюк С.Є.*, кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри радіоінженерії

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 7 від 27.04.2023 р.)
за поданням Вченої ради радіотехнічного факультету
(протокол № 15/2022 від 19.12.2022 р.)*

Захарченко Оксана Степанівна, ст. викладач кафедри радіоінженерії

ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЇ. Домашня контрольна робота

Основи метрології: Домашня контрольна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / О.С. Захарченко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл 426 кбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 18с.

Посібник містить методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи з прикладами розв'язку та варіантами завдань з дисципліни «Основи метрології». Посібник розраховано на студентів спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

© Захарченко О.С.
© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ВКАЗІВКИ ДО ПОРЯДКУ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	5
2 Приклад розв’язання завдань домашньої контрольної роботи	6
3 Варіанти завдань для домашньої контрольної роботи.....	11
Література	18

ВСТУП

Нема сумнівів, що однією з найважливіших питань під вимірювань, випробувань та досліджень в будь якій науці, техніці та сучасності є достовірність даних, точність вимірювань та правильно поставлений експеримент.

Сучасна наука розвивається дуже швидко і, відповідно, вимоги до вимірювальної техніки також швидко зростають. Обладнання стає складним і високоточним. Досліджуванні сигнали давно перейшли в область терагерців і, відповідно, вимірювальна техніка стала такою. Метрологія, як наука, повинна забезпечити потрібну точність вимірювань.

Метою вивчення дисципліни «Основи метрології» є ознайомлення з основними поняттями вимірювань, похибками, видами сигналів та основними методами оброблення вимірювальної інформації щодо параметрів радіотехнічних пристроїв. Від вибору вимірювальної техніки в першу чергу залежить результат досліджень. І саме тому велику долю в викладеному матеріалі займають ознайомлення з вимірювальними приладами.

Навчальний посібник спрямований на отримання практичних знань студентами в ході вивчення дисципліни «Основи метрології».

Завдання зроблені таким чином, щоб студенти змогли перевірити та вдосконали свій рівень знань в межах самостійної роботи.

1 ВКАЗІВКИ ДО ПОРЯДКУ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1.1. Контрольну роботу слід виконувати на окремих аркушах, залишаючи поля 30 мм для зауважень рецензента.

1.2. На титульній сторінці необхідно чітко вказати: назву дисципліни, прізвище, ім'я та по-батькові (повністю) студента, назву факультету, номер групи.

1.3. Не слід починати виконання контрольної роботи, не вивчивши відповідних розділів курсу і не розв'язавши рекомендованих типових задач. Якщо основні положення теорії засвоєні слабо і мало уваги приділено розв'язкам типових задач, то при виконанні контрольних робіт виникнуть серйозні труднощі. Роботи, виконані несамоостійно, рецензуванню не підлягають; роботи, що надійшли пізніше планових строків, розглядаються за окремим графіком.

1.4. *Перед розв'язком кожної задачі слід записати повністю її умову з числовими даними і виконати акуратний ескіз, на якому вказати всі величини, необхідні для розв'язку.*

1.5. Розв'язок має супроводжуватися короткими (без скорочування слів) поясненнями та чіткими ескізами, на яких мають бути показані всі величини, що використовуються при розрахунках. Пояснення мають бути короткими, не слід переповідати підручника; мова техніки – креслення та формули. При використанні формул чи інших даних робити посилання на джерело, а перелік літератури навести в кінці роботи.

1.6. Розв'язок задач слід виконувати в алгебраїчній формі (без підстановки чисел) лише тоді, коли вивчають вплив різних параметрів.

1.7. Результати розрахунків мають утримувати в собі розумну кількість значущих цифр.

1.8. Підсумкові результати слід виділити підкреслюванням. В них має бути наведена розмірність.

2 ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ ДОМАШНЬОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1. Якою є розмірність електричної напруги?

Розв'язок:

Розмірністю електричної напруги є Вольт [1]. Позначається [В].

2. Записати результати вимірювань 1999810000 Гц та 0,0000000075 мм в нормалізованому вигляді до трьох значущих цифр.

Розв'язок:

$$f = 1999810000 \text{ Гц} = 2,00 \cdot 10^9 \text{ Гц} = 2 \text{ ГГц};$$
$$0,0000000075 \text{ мм} = 750 \cdot 10^{-12} \text{ м} = 750 \text{ пм}$$

3. Для визначення опору R_x складають коло згідно рис.1. Класифікуйте такі вимірювання.

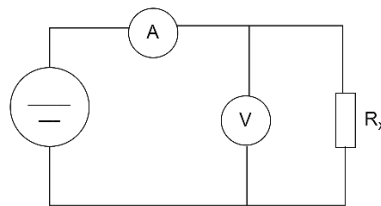


Рис.1. Вимірювальне коло

Розв'язок:

Вимірювання даного типу класифікуються, як непрямі, опосередковані.

Непрямі вимірювання [2] – це вимірювання, що проводяться непрямим методом, при якому шукане значення фізичної величини визначається на підставі результатів прямих вимірювань інших фізичних величин, функціонально пов'язаних з шуканою величиною.

Опосередковані вимірювання - це непряме вимірювання однієї величини з перетворенням її роду чи обчисленнями за результатами вимірювань інших величин, з якими вимірювана величина, пов'язана явною функційною залежністю. Характерним для опосередкованих вимірювань з функціональним вимірювальним перетворенням, яке здійснюється або шляхом фізичного вимірювального перетворення, або шляхом числового вимірювального перетворення.

4. Як зміняться функціональні можливості електронного осцилографа, якщо з його складу вилучити лінію затримки?

Розв'язок:

Лінія затримки забезпечує спостереження переднього фронту імпульсного сигналу при запуску розгортки самим досліджуваним сигналом.

В разі вилучення лінії затримки в осцилографі ми втратимо можливість спостереження переднього фронту сигналу.

5. Чи можна стверджувати, що тахометр класу точності 1, розрахований на вимірювання до 1000 об/хв, виміряє частоту в 50 Гц з похибкою 2 % ? Обґрунтуйте відповідь.

Розв'язок:

Клас точності [3] — узагальнена характеристика засобу вимірювальної техніки, що визначається границями його допустимих основних і додаткових похибок, а також іншими характеристиками, що впливають на його точність, значення яких регламентуються стандартами на окремі види засобів вимірювань. Отже, клас точності — це відносна похибка від верхньої межі вимірювання, виражена у відсотках.

Тобто клас точності 1 свідчить про максимально допустиму похибку 1%.

1000 об/хвилину відповідає частоті $1000:60 = 16,7$ Гц

Відповідно наш тахометр фізично не зможе виміряти частоту в 50 Гц незалежно від похибки вимірювань.

6. Класифікуйте сигнал на рис. 2 і визначіть частоту, якщо $T/2=25$ нс

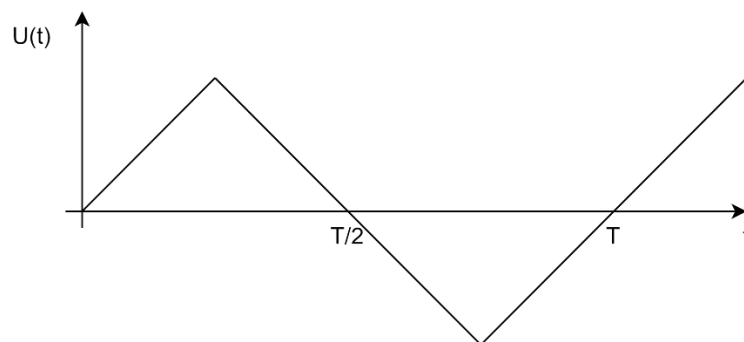


Рис. 2. Досліджуваний сигнал

Розв'язок:

Відповідно до класифікації даний сигнал є трикутним імпульсом.

Період сигналу $T = 25 \text{ нс} * 2 = 50 \text{ нс}$

Частота сигналу величина оберненопропорційна до періоду. Тобто

$$f = 1/T = 50 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} = 50 \text{ ГГц}$$

7. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги дорослої людини.

Розв'язок:

Зазвичай вага дорослої людини коливається в межах від 60 кг до 80 кг. Терези для визначення ваги тіла людини показують з точністю до 0,1 кг. Звідси логічно визначати і вагу дорослої людини в таких же межах, окрім випадків де медичні показники варто враховувати до 0,01 кг або навіть точніше. Але в загальних випадках цього не потребується.

8. Напруга сигналу на вході підсилювача 0,5 В, на виході 25 В. На скільки децибел змінилася напруга сигналу?

Розв'язок:

Розрахуємо коефіцієнт підсилення сигналу

$$K = 25\text{В} / 0,5\text{В} = 50$$

Відповідно дізнатися величину зміни напруги можна наступним чином

$$N = 20\lg 50 = 20\lg 100 - 20\lg 2 = 40\text{дБ} - 6\text{дБ} = 34\text{дБ}$$

9. Знайти, якою буде напруга на виході відрізка кабелю РК-75-4-14 довжиною $l = 50$ м, якщо до його входу прикладено напругу 8 В частотою 100 МГц, при цьому коефіцієнт затухання α , $= -0,13$ дБ/м.

Розв'язок

Вочевидь, що затухання на кабелі можна розрахувати наступним чином:

$$K = -0,13 \text{ дБ/м} \cdot 50 \text{ м} = -6,5 \text{ дБ}.$$

Це значення відповідає зменшенню напруги приблизно в 2 рази.

$$\text{Звідси напруга на виході кабеля } U_2 = 8 \text{ В} \cdot 0,5 = 4 \text{ В}.$$

10. Покази ввімкненого в мережу стрілкового вольтметра класу точності 2 і верхньою межею шкали 300 В, склали 220 В. Запишіть коректно результат вимірювання.

Розв'язок

Клас точності K вимірювального приладу — це задане у відсотках відношення допустимої (максимально можливої) основної відносної похибки вимірювального приладу в робочій частині шкали до верхньої межі діапазону вимірювань. Розрахуємо значення допустимої основної абсолютної похибки вольтметра ΔU для нашого випадку:

$$\Delta U = K \cdot U_{\max} = 0,02 \cdot 300 = 6 \text{ В}$$

Підкреслимо, що це отримане значення абсолютної похибки вимірювань, хоча і розраховувалося для максимального значення шкали, але стосується будь-якого значення шкали напруги. Так, при вимірюванні на цьому діапазоні значення напруги 30 В, значення допустимої абсолютної похибки буде тим же, тобто, відносна похибка вимірювань в цьому разі складе вже не 2%, а 20%. Стосовно конкретного випадку вимірювання, сформульовані в умові задачі, результат вимірювань може бути представлений у вигляді:

$$U_{\text{вим}} = 220 \pm 6 \text{ В}$$

а отже, істинне значення вимірюваної напруги лежить в межах: від 214 В до 226 В, тобто:

$$U_{\text{вим}} \in (226 \div 214) \text{ В}$$

а якщо врахувати, що відносна похибка вимірювання складе в такому разі $6/200$ або 2,7%, то можна ще й таким чином коректно представити результати вимірювання:

$$U_{\text{вим}} = (220 \pm 2,7\%) \text{ В}$$

11. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 220 В.

- а) Яким є розмах цієї напруги?
- б) Чому дорівнює середнє значення цієї напруги?
- в) Яку постійну складову має ця напруга?
- г) Чому дорівнює середньовипрямлене значення цієї напруги?

Розв'язок

а) Діюче значення змінної напруги в електромережі U пов'язане з її амплітудним значенням U_T через коефіцієнт амплітуди: $K_A = U_T / U$. Як було сказано в матеріалі розділу, для синусоїдального сигналу $K_A = \sqrt{2}$. Таким чином, в мережі з діючою (ефективною, середньоквадратичною) напругою 220 В максимальне (амплітудне, пікове) значення напруги складає:

$$U_m = K_A U = 220 \cdot 1,41 \approx 310 \text{ В}$$

А це означає, що розмах напруги в цій мережі складає:

$$U_p = 2U_m \approx 622 \text{ В.}$$

б,в) Середнє значення цієї напруги U_{cp} або її постійна складова U_0 в силу симетрії осцилограми цієї напруги дорівнює нулю: протягом одного періоду напруги дія додатного півперіоду очевидно є такою ж, як і дія від'ємного півперіоду, а це означає, що в межах періоду вони взаємно зрівноважуються і їх сумарна дія є нульовою.

$$\begin{aligned} U_{cp} = U_0 &= \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T U_m \sin(\omega t) dt = \frac{U_m}{T} \int_0^T \sin(\omega t) dt = \frac{U_m}{T} \left(-\frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \right)_0^T = \\ &= \frac{U_m}{T} \left(-\frac{T}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \right)_0^T = -\frac{U_m}{T} \cdot \frac{T}{2\pi} (\cos(2\pi) - \cos(0)) = -\frac{U_m}{2\pi} (1 - 1) = 0 \end{aligned}$$

г)

Як відомо:

$$U_{cp.вип} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

Слід підставити в цю формулу вираз для гармонічної напруги і виконати операцію інтегрування. Для спрощення цієї процедури, інтегрування проведемо в межах від 0 до $T/2$, відповідно, опосередковуючи отриманий результат інтегрування також в межах півперіоду. Очевидно, що результат такого інтегрування буде таким же, як в загальному випадку:

$$\begin{aligned} U_{cp.вип} &= \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt = \frac{2}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} U_m \sin(\omega t) dt = \frac{2U_m}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \sin(\omega t) dt = \frac{2U_m}{T} \left(-\frac{1}{\omega} \cos(\omega t) \right)_0^{\frac{T}{2}} = \\ &= \frac{2U_m}{T} \left(-\frac{T}{2\pi} \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right) \right)_0^{\frac{T}{2}} = -\frac{2U_m}{T} \cdot \frac{T}{2\pi} (\cos(\pi) - \cos(0)) = -\frac{U_m}{\pi} (-1 - 1) = \frac{2U_m}{\pi} \end{aligned}$$

Відповідно

$$U_{cp.вип} = \frac{2U_m}{\pi} = \frac{2 \cdot U \cdot \sqrt{2}}{\pi} = \frac{2\sqrt{2} \cdot 220}{\pi} = 198 \text{ В}$$

3 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ДЛЯ ДОМАШНЬОЇ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Варіанти домашньої контрольної роботи:

Варіант 1.

1. Що таке 1 процент?
2. Яка розмірність потужності?
3. Класифікуйте сигнал на рис. 3.1.1 і визначте частоту, якщо $T=39$ мс
4. Покази ввімкненого в мережу стрілкового вольтметра класу точності 0,2 і верхньою межею шкали 100 В, склали 80 В. Запишіть коректно результат вимірювання.
5. Класифікуйте сигнал на рис. 3.1.1 і визначте частоту, якщо $T/2=147$ нс.

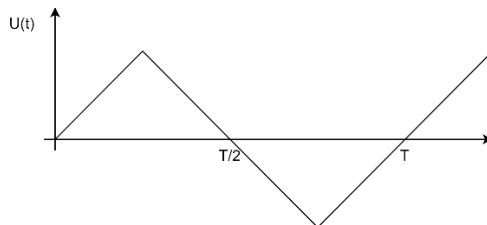


Рис. 3.1.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 2.

1. Що таке 1 парсек?
2. Яка розмірність електричної ємності?
3. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги дорослої людини.
4. Гармонічний сигнал частотою 2000 Гц (рис.3.2.1.) виміряли вольтметром електромагнітної системи класу точності 2 на межі 50 мВ і отримали значення 35,4 мВ. При вимірюванні цього сигналу за допомогою електронного осцилографа, що має чутливість відхилення по вертикалі 20 мВ/см, на екрані отримали світну смугу заввишки 50 мм. Чи можна вважати результати вимірювань однаковими? Відповідь пояснити.
5. Сигнал калібратора має форму меандру з амплітудою $U_m = \pm 1$ В. Визначити середньоквадратичне значення напруги цього сигналу.

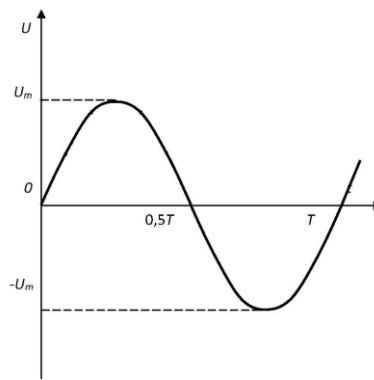


Рис. 3.2.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 3.

1. Що таке 1 децибел?
2. Яка розмірність електричної напруги
3. Покази ввімкненого в мережу стрілкового вольтметра класу точності 2,5 і верхньою межею шкали 200 В, склали 150 В. Запишіть коректно результат вимірювання.
4. Ємність конденсатора C_x вимірюють в колі згідно рис.3.3.1: Класифікуйте такі вимірювання.
5. Класифікуйте сигнал на рис. 3.3.2 і визначіть частоту, якщо $T/2=147$ нс

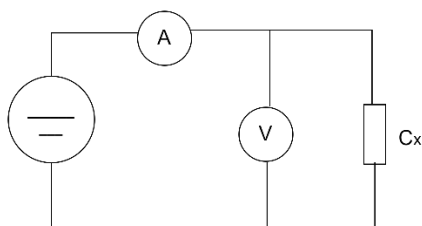


Рис. 3.3.1 Вимірювальне коло

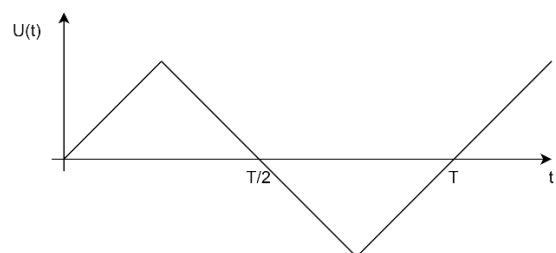


Рис. 3.3.2 Досліджуваний сигнал

Варіант 4.

1. Що таке 1 парсек?
2. Яка розмірність електричної ємності?
3. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 220 В Чому дорівнює середньовипрямлене значення цієї напруги?
4. Класифікуйте сигнал на рис. 3.4.1 і визначіть частоту, якщо $T/2=47$ мкс

5. При визначенні за допомогою шалькових терезів маси злитка золота він був зрівноважений сталевими різновагами 1000,0 г та 2000,0 г. Якою є справжня маса золотого злитка? Якою є похибка такого зважування? Якою є ціна похибки зважування?

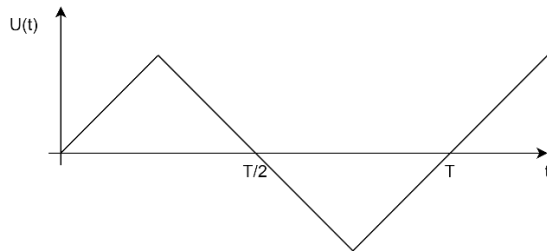


Рис. 3.4.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 5.

1. Що таке 1 децибел?
2. Що таке 1 Ангстрем?
3. Гармонічний сигнал частотою 2000 Гц (рис.3.5.1) виміряли вольтметром електромагнітної системи класу точності 2 на межі 50 мВ і отримали значення 35,4 мВ. При вимірюванні цього сигналу за допомогою електронного осцилографа, що має чутливість відхилення по вертикалі 20 мВ/см, на екрані отримали світну смугу заввишки 50 мм. Чи можна вважати результати вимірювань однаковими? Відповідь пояснити.
4. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 380 В. Яким є розмах цієї напруги?
5. Напруга сигналу на вході підсилювача 2 В, на виході 70 В. На скільки децибел змінилася напруга сигналу?

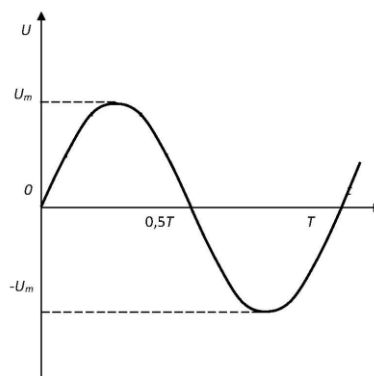


Рис. 3.5.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 6.

1. Яка розмірність індуктивності?
2. Що таке 1 проміле?
3. Як зміняться функціональні можливості електронного осцилографа, якщо з його складу вилучити коло синхронізації від каналу Y?
4. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги дорослої людини.
5. Напруга сигналу на вході підсилювача 1 В, на виході 20 В. На скільки децибел змінилася напруга сигналу?

Варіант 7.

1. Що таке 1 Ангстрем?
2. Яка розмірність індуктивності?
3. Для визначення частоти гармонічного сигналу методом фігур Ліссажу його подали на вхід Y електронного осцилографа, а на вхід X цього ж осцилографа подали гармонічний сигнал з частотою 1000 Гц. Описаний на екрані осцилографа довкола фігури Ліссажу прямокутник торкається її своєю вертикальною стороною у 5 точках, а горизонтальною – у 3-х. Якою є частота досліджуваного сигналу?
4. При визначенні за допомогою шалькових рівноплічних терезів маси проби водню, вона була зрівноважена платиновими різновагами 50,00 та 25,00 г. Якою є маса проби водню, якщо маса колби, що вміщує цей водень, дорівнює 80,00 г? Обрахуйте похибку такого зважування.
5. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги немовляти.

Варіант 8.

1. Яка розмірність електричного опору?
2. Яка розмірність струму?
3. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги дорослої людини.
4. Напруга сигналу на вході підсилювача 1 В, на виході 20 В. На скільки децибел змінилася напруга сигналу?

5. Класифікуйте сигнал на рис. 3.8.1 і визначіть частоту, якщо $T=39$ мс

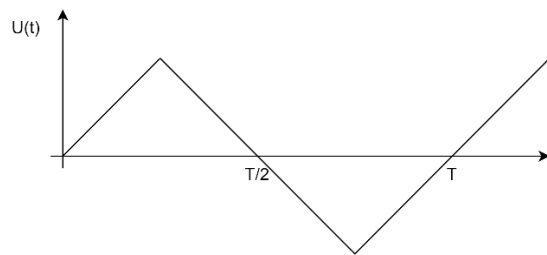


Рис. 3.8.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 9.

1. Що таке 1 процент?
2. Яка розмірність потужності?
3. Покази ввімкненого в мережу стрілкового вольтметра класу точності 2,5 і верхньою межею шкали 200 В, склали 150 В. Запишіть коректно результат вимірювання.
4. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 380 В. Яким є розмах цієї напруги?
5. Для визначення частоти гармонічного сигналу методом фігур Ліссажу його подали на вхід Y електронного осцилографа, а на вхід X цього ж осцилографа подали гармонічний сигнал з частотою 1000 Гц. Описаний на екрані осцилографа довкола фігури Ліссажу прямокутник торкається її своєю вертикальною стороною у 5 точках, а горизонтальною – у 3-х. Якою є частота досліджуваного сигналу?

Варіант 10.

1. Що таке «нормалізований» вигляд представлення числових результатів вимірювань?
2. Що таке 1 ppm?
3. Сигнал калібратора має форму меандру з амплітудою $U_m = \pm 1$ В. Визначити середнє значення напруги цього сигналу.
4. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 380 В Яку постійну складову має ця напруга?
5. Сигнал калібратора має форму меандру з амплітудою $U_m = \pm 1$ В. Визначити середньоквадратичне значення напруги цього сигналу.

Варіант 11.

1. Що таке 1 світловий рік?
2. Що таке 1 проміле?
3. Покази ввімкненого в мережу стрілкового вольтметра класу точності 2,5 і верхньою межею шкали 200 В, склали 150 В. Запишіть коректно результат вимірювання.
4. Обґрунтуйте доцільну ціну поділки пристрою для визначення ваги дорослої людини.
5. Знайти, якою буде напруга на виході відрізка кабелю РК-75-4-14 довжиною $l = 70$ м, якщо до його входу прикладено напругу 5 В частотою 100 МГц, при цьому коефіцієнт затухання $\alpha, = -0,13$ дБ/м.

Варіант 12.

1. Що таке 1 парсек?
2. Що таке 1 проміле?
3. Як зміняться функціональні можливості електронного осцилографа, якщо з його складу вилучити лінію затримки?
4. Записати результати 438192 мЛ та 26,1385 мкВ в нормалізованому вигляді з точністю чотири знаки.
5. Класифікуйте сигнал на рис. 3.12.1 і визначіть частоту, якщо $T/2=147$ нс

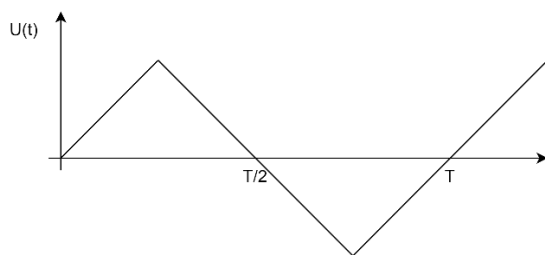


Рис. 3.12.1 Досліджуваний сигнал

Варіант 13.

1. 1. Яка розмірність потужності?,
2. Що таке 1 ppm?
3. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 220 В Чому дорівнює середньовипрямлене значення цієї напруги?

4. Знайти, якою буде напруга на виході відрізка кабелю РК-75-4-14 довжиною $l = 70$ м, якщо до його входу прикладено напругу 5 В частотою 100 МГц, при цьому коефіцієнт затухання $\alpha, = -0,13$ дБ/м.

5. Записати результати 563958 мГн та 17,2365 мкм в нормалізованому вигляді з точністю три знаки.

Варіант 14.

1. Що таке 1 світловий рік?
2. Що таке 1 проміле?
3. Як зміняться функціональні можливості електронного осцилографа, якщо з його складу вилучити кола синхронізації?
4. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 380 В Яку постійну складову має ця напруга?
5. Ємність конденсатора СХ вимірюють в колі згідно рис.3.14.1: Класифікуйте такі вимірювання.

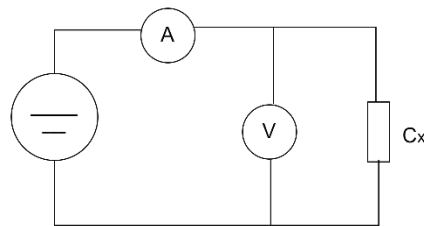


Рис. 3.14.1 Вимірювальне коло

Варіант 15.

1. 1. Що таке 1 Ангстрем?
2. Яка розмірність індуктивності?
3. Як зміняться функціональні можливості електронного осцилографа, якщо з його складу вилучити коло синхронізації від каналу Y?
4. В мережі діюче значення (середньоквадратичне) напруги 220 В Чому дорівнює середньовипрямлене значення цієї напруги?
5. Чи можна стверджувати, що тахометр класу точності 1, розрахований на вимірювання до 3000 об/хв, вимірює частоту в 200 Гц з похибкою 1,5 % ? Обґрунтуйте відповідь.

ЛІТЕРАТУРА

1. Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник / Є.С.Поліщук, М.М.Дорожовець, В.О.Яцук, В.М.Ванько, Т.Г.Бойко; За ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2003. – 544 с.
2. Вікіпедія — Режим доступу:
[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C_\(SI\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C_(SI)) — Назва з екрана
3. Основи метрології: Навчальни посібник [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: П. О. Дем'яненко, Ю. Ф. Зіньковський. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,33 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 237 с.