

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра загальної фізики та методики викладання фізики

Затверджено
Проректор з навчальної роботи
проф. Гаврилюк С.В.
«16» _____ 2014



Основи сучасної електроніки

Робоча програма

нормативної навчальної дисципліни
підготовки бакалавра
напряму 6.040203 – Фізика

Луцьк – 2014

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи сучасної електроніки» для студентів за напрямом підготовки 6.040203 «Фізика». – 18 березня 2014 року. – 25 с.

Розробники:

доцент кафедри загальної фізики
та методики викладання фізики,
канд. пед. наук



Мартинюк О.С.

Рецензент:

доцент кафедри фізики твердого тіла
та інформаційно-вимірjuвальних технологій
канд. фіз.-мат. наук



Федосов С. А.

**Робоча програма навчальної дисципліни
затверджена на засіданні кафедри
загальної фізики та методики викладання фізики**

протокол № 6 від 26.02.2014 р.

Завідувач кафедри:  (Головіна Н. А.)

**Робоча програма навчальної дисципліни
схвалена науково-методичною комісією
фізичного факультету**

протокол № 5 від 28.02.2014 р.

Голова науково-методичної
комісії факультету  (Муляр В. П.)

**Робоча програма навчальної
схвалена науково-методичною радою університету**

протокол № 8 від 16.04.2014 р.

© Мартинюк О.С., 2014 р.

Вступ

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи сучасної електроніки» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки ОКР «бакалавр» напряму «Фізика».

Курс «Основи сучасної електроніки» для студентів-фізиків університету розрахований на 216 навчальних годин, з яких 48 годин відводяться на лекції і 48 годин - на лабораторний практикум. Значна частина навчального матеріалу вноситься на самостійне опрацювання студентами.

Основою лекційного курсу має служити ґрунтовне з'ясування фізичного змісту розглядуваних процесів і явищ в електричних колах, приладах і машинах.

Лекційний матеріал має супроводжуватись розбором прикладів розв'язування задач, постановкою демонстрацій, показом таблиць, відеофільмів.

Лабораторний практикум необхідно організувати таким чином, щоб при виконанні робіт студенти максимально використовували набуті ними теоретичні знання.

1. Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна
Кількість кредитів 6	0402 фізико-математичні науки	нормативна
	6.040203 фізика	
Модулів 6	фізика	Рік підготовки 3
Змістових модулів 4		Семестр 5, 6
ІНДЗ: є		Лекції 48 год.
Загальна кількість годин 216		Лабораторні – 48 год.
Тижневих годин (для денної форми навчання):	бакалавр	Самостійна робота 60 год.
Аудиторних 1,5 у 5 семестрі 4 у 6 семестрі		Індивідуальна робота 60 год.
самостійної роботи_1,5 індивідуальної роботи_2		Форма контролю: екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Курс має на меті:

а) забезпечити опанування студентами основ сучасної електротехніки і радіоелектроніки;

б) стати основою для глибокого розуміння студентами технічних застосувань законів електродинаміки, які вивчаються в курсі фізики;

в) забезпечити вироблення у студентів специфічних електротехнічних і радіоелектронних умінь та навичок, необхідних для організації лабораторії чи фізичного кабінету в школі, на виробництві, догляду за устаткуванням, для модернізації фізичного експерименту;

г) розширити політехнічний кругозір майбутнього спеціаліста, підготувати його до проведення й організації гурткової роботи з електро- та радіоелектронної техніки.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати:

- принципи генерації, передавання, розподілу й використання електричної енергії; первинні джерела електричної енергії;
- основні характеристики кіл змінного струму; символічний метод, закони Ома, Кірхгофа; трифазні кола;
- принципи дії електровимірювальних приладів
- основні закономірності випрямлення змінного струму;
- принцип дії та будову трансформатора;
- основи роботи машин змінного струму (асинхронна машина, синхронний генератор);
- принцип дії машин постійного струму;
- основні поняття сигналів повідомлень та радіосигналів;
- основні закономірності лінійних радіоелектронних кіл;
- принципи роботи електронних приладів;
- основні характеристики підсилювачів електричних сигналів;
- принципи роботи електронних генераторів;
- закономірності нелінійних перетворень сигналів;
- принципи роботи радіоприймальних пристроїв;
- основи цифрової радіоелектроніки.

вміти:

- користуватися символічним методом та законами Ома та Кірхгофа, здійснювати вимірювання струмів, напруг, потужностей у трифазних колах;
- користуватися електровимірювальними приладами, знаходити зведену, абсолютну та відносні похибки;
- збирати схеми випрямлення змінного однофазного та трифазного струму;
- проводити вимірювання для визначення характеристик трансформаторів;
- вмикати машини змінного струму(асинхронний двигун, синхронний генератор;
- використовувати машини постійного струму для сервісних цілей та у ШФЕ;
- використовувати спектральний метод аналізу для вивчення характеристик радіоелектронних кіл;
- вимірювати параметри транзисторів (біполярних та польових), користуватися малосигнальними параметрами електронних приладів;
- визначати АЧХ підсилювачів;
- визначати параметри самозбудження генераторів;
- здійснювати амплітудну, частотну та фазову модуляцію;
- визначати параметри супергетеродинних приймачів;
- будувати таблиці істинності; складати з тригерів та логічних елементів функціональні вузли ЦОМ (регістри, лічильники, дешифратори й суматори);
- використовувати АЦП та ЦАП;
- визначати вузли машини структури ПЕОМ.

3.Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ І.

Тема 1. Вступ до розділу “Основи електротехніки”

Предмет електротехніки. Структурна схема генерації, передавання, розподілу і використання електричної енергії. Первинні джерела електричної енергії.

Тема 2. Лінійні кола змінного струму.

Елементи кіл змінного струму та їх характеристики. Лінійні кола. Кола з резистивним, індуктивним та ємнісним елементами. Закон Ома для ділянки кола. Потужність в колах змінного струму. Коефіцієнт потужності.

Поняття про символічний метод. Закон Ома в символічній формі. Закони Кірхгофа. Пасивний двополюсник. Трикутники напруг, струмів, опорів, провідностей і потужностей.

Трифазні кола. Системи напруг генератора і споживача. Кола типу зірка-зірка і зірка-трикутник.

Тема 3. Електровимірювальні прилади та електричні вимірювання.

Класи точності ЕВП. Прилади магнітоелектричної, електромагнітної, електродинамічної та індукційної систем. Ватметри та лічильники енергії. Вимірювання потужності та енергії в трифазних колах. Поняття про цифрові ЕВП.

Тема 4. Нелінійні електричні кола. Випрямлячі.

Напівпровідникові діоди і тиристри. Схеми однофазного та трифазного випрямлення. Середнє значення випрямленої напруги. Згладжувальні фільтри.

Тема 5. Трансформатори.

Принцип дії та будова однофазного трансформатора. Фізичні процеси в неробочому та робочому режимах. Рівняння напруг і струмів. Векторна діаграма. Автотрансформатори. Вимірювальні трансформатори.

Трифазні трансформатори. Стандартні схеми та групи сполучень. Трифазні групи однофазних трансформаторів.

Тема 6. Машини змінного струму.

Будова трифазного асинхронного двигуна. Виникнення обертового магнітного поля. Швидкість обертання поля. Принцип дії двигуна. Швидкість обертання ротора. Ковзання. Обертаючий момент двигуна. Робота асинхронної машини в режимі генератора. Режим противімкнення. Вмикання трифазного двигуна в однофазну електромережу. Однофазні асинхронні двигуни.

Будова трифазного синхронного генератора. ЕРС статорної обмотки в неробочому режимі. Робочий режим генератора. Спрощена векторна діаграма. Вмикання генератора на паралельну роботу з енергосистемою.

Тема 7. Машини постійного струму.

Будова машини постійного струму. Якірні обмотки. ЕРС якоря та електромагнітний момент. Генератори і двигуни постійного струму.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II.

Тема 8. Вступ до розділу “Основи радіоелектроніки”.

Предмет радіоелектроніки. Принцип передавання повідомлень. Структурна схема каналу зв'язку.

Тема 9. Сигнали повідомлень і радіосигнали.

Повідомлення і сигнал повідомлення. Основні сигнали повідомлень. Неперервні і дискретні сигнали. Часові і спектральні характеристики сигналів. Вузькосмугові і широкосмугові сигнали. Дискретизація сигналів. Теорема Котельникова.

Радіосигнали. Часові і спектральні характеристики радіосигналів при амплітудній і частотній модуляціях. Ширина каналу радіозв'язку. Поняття про імпульсну модуляцію.

Тема 10. Лінійні радіоелектронні кола.

Елементи радіоелектронних кіл та їх характеристики. Лінійні кола. Принцип суперпозиції. Спектральний метод аналізу.

Лінійні чотириполюсники. Комплексний коефіцієнт передачі. Амплітудно- і фазо-

частотна характеристики. Умова проходження сигналів без спотворень. Електричні фільтри. Фільтри верхніх і нижніх частот, смуговий та загороджувальний фільтри. Фільтруючі властивості послідовного і паралельного контурів.

Лінійні кола з розподіленими параметрами. Двопровідні лінії. Хвилеводи. Об'ємні та квазиоптичні резонатори.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ III.

Тема 11. Електронні прилади.

Біполярний транзистор. Принцип дії. Статичні характеристики. Робота біполярного транзистора з навантаженням.

Польові транзистори з керуючим р-n переходом і транзистори з ізольованим затвором. Принцип дії. Статичні характеристики і параметри. Робота польового транзистора з навантаженням.

Малосигнальні параметри електронних приладів. Еквівалентні схеми.

Тема 12. Підсилювачі електричних сигналів.

Загальні відомості про підсилювачі. Основні характеристики підсилювачів. Аперіодичний ступінь підсилення на біполярному та польовому транзисторах. Еквівалентні схеми. АЧХ. Частотно-вибірні ступені підсилення. Двотактні вихідні ступені ПЗЧ. Зворотні зв'язки в підсилювачах.

Тема 13. Електронні генератори.

LC-генератор коливач з самозбудженням. Диференціальне рівняння для коливач в його контурі. Умови самозбудження. Частота коливач. Практичні схеми LC-генераторів. RC-генератори синусоїдних коливач.

Тема 14. Нелінійні перетворення сигналів.

Нелінійні елементи і чотириполюсники. Способи апроксимації їх характеристики. Нелінійний резонансний підсилювач. Методи здійснення амплітудної модуляції. Діодне детектування АМ радіосигналів.

Тема 15. Радіоприймальні пристрої.

Супергетеродинний радіоприймач. Перетворення несучої частоти радіосигналів. Дзеркальні радіозавади. Спряження контура гетеродина з контурами преселектора. Телебачення. Принцип дії передавальної та приймальної трубок. Розгортка зображення. Формування повного телевізійного сигналу і телевізійного радіосигналу. Телевізійні радіоканали. Структурна схема телевізійного приймача. Поняття про кольорове телебачення.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ IV.

Тема 16. Основи цифрової радіоелектроніки.

Логічні функції та логічні елементи. Таблиці істинності та умовні позначення елементів. Тригери. Характеристичні формули і таблиці переходів. Умовні позначення тригерів. Функціональні вузли цифрових обчислювальних машин: регістри, лічильники, дешифратори і суматори. Приклади реалізації. Поняття про аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Структура ЕОМ. Мікропроцесори.

4. Структура навчальної дисципліни

Структура навчальної дисципліни представляється у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

Тема				
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальну роботу	Самостійна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. Електротехніка				
Тема 1. Вступ до розділу “Основи електротехніки”	2	2	3	3
Тема 2. Лінійні кола змінного струму	4	2	3	3
Тема 3. Електровимірювальні прилади та електричні вимірювання.	4	2	3	3
Тема 4. Нелінійні електричні кола. Випрямлячі.	2	2	3	3
Тема 5. Трансформатори.	4	2	3	3
Тема 6. Машини змінного струму.	4	2	3	3
Тема 7. Машини постійного струму.	4	2	3	3
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ II. Радіоелектроніка				
Тема 8. Вступ до розділу “Основи радіоелектроніки”.	2	3	3	3
Тема 9. Сигнали повідомлень і радіосигнали.	2	3	3	3
Тема 10. Лінійні радіоелектронні кола.	4	3	3	3
Тема 11. Електронні прилади.	4	3	3	3
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ III. Радіоелектроніка				
Тема 12. Підсилювачі електричних сигналів.	4	3	3	3
Тема 13. Електронні генератори.	2	3	3	3
Тема 14. Нелінійні перетворення сигналів.	2	3	3	3
Тема 15. Радіоприймальні пристрої.	2	3	3	3
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ IV.				
Тема 16. Основи цифрової радіоелектроніки.	2	10	15	15
Σ	48	48	60	60

5. Темы лабораторних занятий

У системі практичної підготовки студентів-фізиків до лабораторних робіт з курсу “Основи сучасної електроніки” відводиться значна роль. Як слідує із аналізу діяльності вчителя фізики в умовах школи (та і спеціаліста у галузі виробництва), знання студентів з цього курсу повинні бути доведені до відбивально-творчого рівня, що може бути досягнуто тільки у результаті доцільної організації їх активної самостійної роботи.

Отже, робота студента в лабораторії повинна не тільки сприяти закріпленню теоретичних знань, й глибокому розумінню процесів, що відбуваються у електрорадіотехнічних пристроях, але й створювати передумови для прояву творчих підходів у його діяльності, розвитку самостійності.

Не вивчення готовий пристроїв, а глибокий самостійний аналіз їх роботи, створення найпростіших з них, доведення параметрів та характеристик пристроїв до потрібних значень повинно бути основною задачею роботи студента-фізика в лабораторіях електро й радіотехніки.

Перелік лабораторних робіт

1. Вступне заняття. Правила техніки безпеки. Обрахунок похибок. (Загальні правила роботи в фізичній лабораторії, правила техніки безпеки, правила вимірювання, правила обрахунку похибок вимірювання). – 2 год.
2. Складання й дослідження схем випрямлення змінного струму. (Розгляд та вивчення робочих схем одно та двохперіодного випрямлення змінного однофазного та трифазного струму). – 4 год.
3. Дослідження однофазного трансформатора. (Зняття параметрів роботи однофазного трансформатора в режимі робочого ходу, холостого ходу та короткого замикання). – 4 год.
4. Вивчення цифрового вольтметра та робота з ним (Ознайомлення з принципом роботи приладу в різних режимах, здійснення вимірювань, оцінка похибок вимірювань). – 4 год.
5. Вимірювання потужності в трифазних колах (Дослідження роботи схем зірки та трикутника при різних навантаженнях). – 4 год.
6. Вивчення електронного осцилографа та робота з ним (Вивчення принципу дії та використання осцилографа ОМШ у лабораторному ШФЕ). – 4 год.
7. Вивчення двопровідної вимірювальної лінії (Дослідження розподілу вузлів та пучностей стоячої НВЧ хвилі, визначення λ). – 4 год.
8. Вивчення підсилювачів, заснованих на використанні інтегральних мікросхем (Зняття параметрів підсилювачів, побудова АЧХ). – 4 год.
9. Вивчення електронно-лічильного частотоміра та робота з ним (Ознайомлення із принципом дії приладу, методиками його використання). – 4 год.
10. Вивчення логічних елементів та тригерів (Вивчення роботи ЛЕ та тригерів та деяких конструкцій, що з них складені). – 4 год.
11. Монтаж та дослідження параметричного стабілізатора напруги (Дослідження роботи параметричних стабілізаторів напруги). – 4 год.
12. Вивчення та перевірка типових функціональних вузлів ЦОМ (Здійснення зборки різних цифрових конструкцій на стенді, дослідження їх характеристик). – 4 год.
13. Вивчення полігона логічних схем (Ознайомлення з роботою моделі – полігона логічних схем, дослідження його роботи). – 2 год.

6. Самостійна робота

(ПИТАННЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ)

1. Діоди **VD1** і **VD2** мають вольт-амперні характеристики, які подано на рис. 1, б. З яким опором резистор **R** потрібно увімкнути послідовно з одними із діодів, щоб при загальному струмі $I = 4$ А через діоди проходили однакові струми $I_1 = I_2 = 2$ А ?

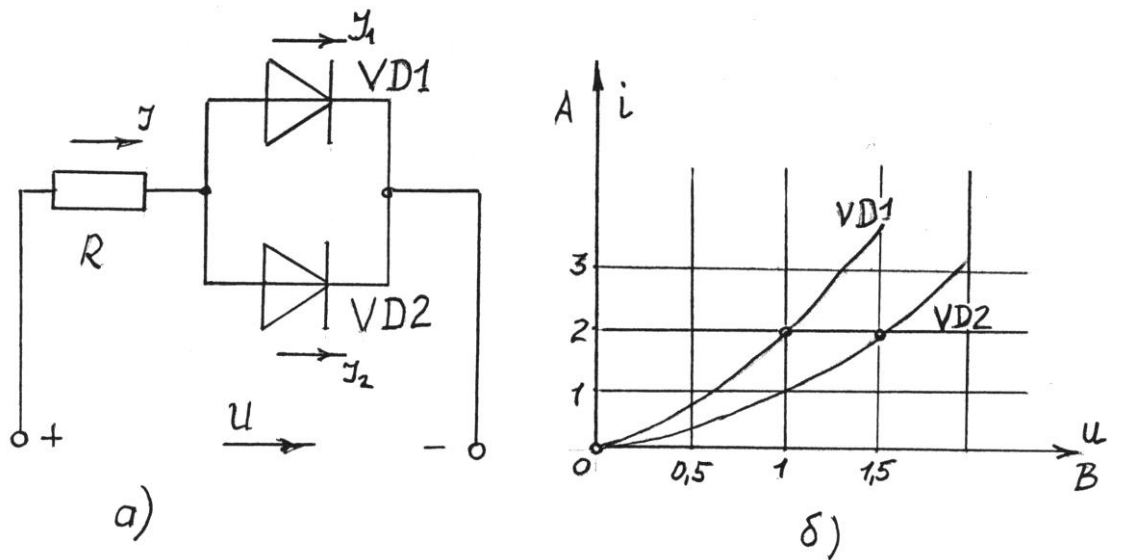


Рис. 1.

2. Резистор з яким опором потрібно увімкнути паралельно з одним із діодів, щоб зворотні напруги на діодах були однакові? Вольт-амперні характеристики діодів для зворотних напруг подано на рисунку. $U = 120$ В.

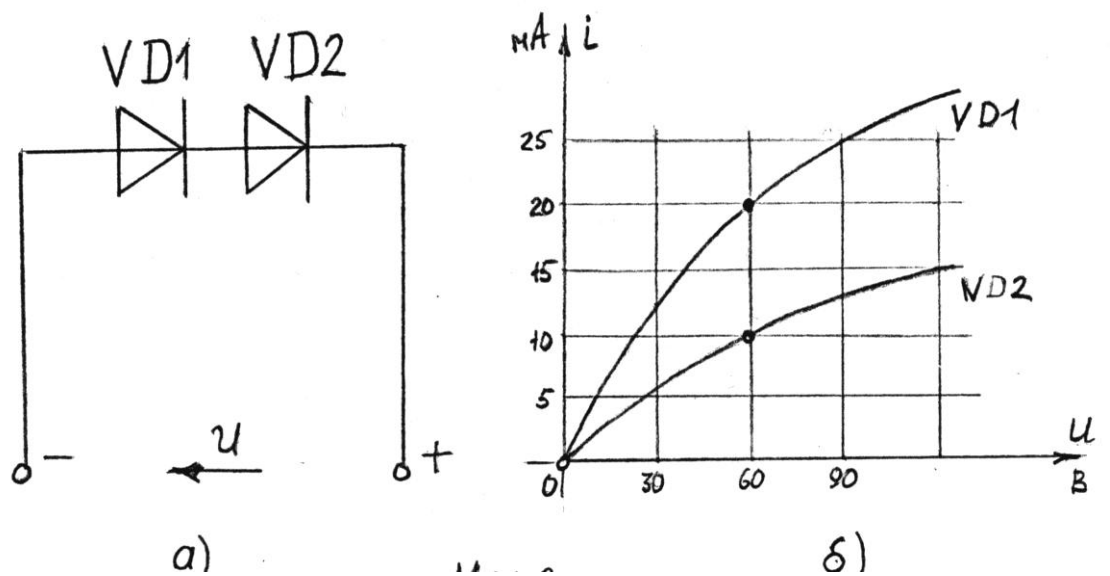


Рис. 2.

3. Визначити індуктивність котушки з феромагнітним осердям (рис.3а), криву намагнічування якої подано на рис.3б, якщо $I = 0,2 \text{ А}$, $S = 5 \text{ см}^2$, $l = 20 \text{ см}$, $n = 1000$ витків.

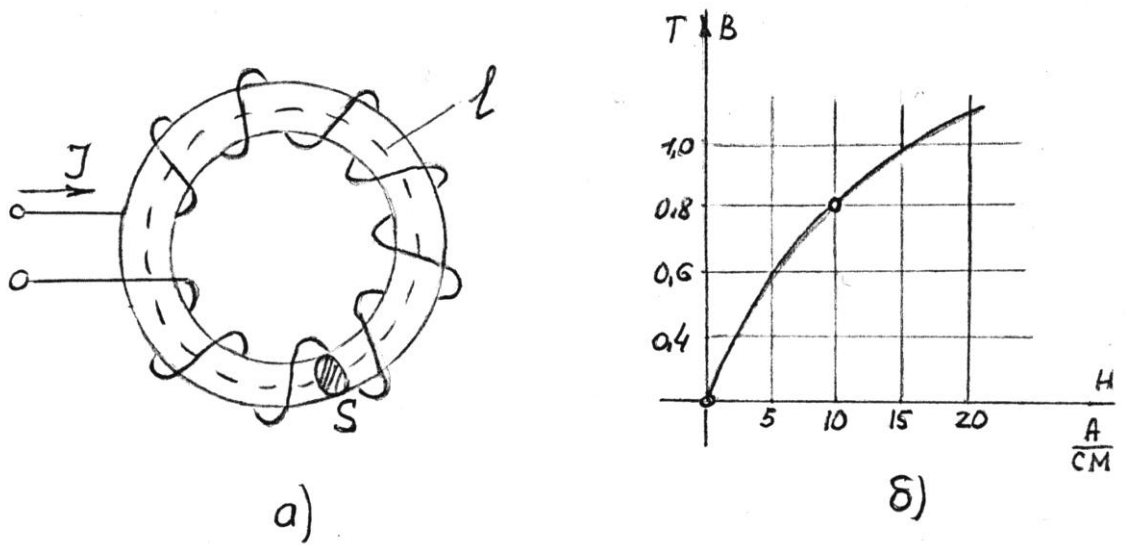


Рис. 3.

4. Параметри схем, які подано на рис. 4а та рис. 4б, такі $U = 180 \text{ В}$, $C_1 = 5 \text{ мкФ}$, $C_2 = 15 \text{ мкФ}$, $C_3 = 30 \text{ мкФ}$, $R_1 = 5 \text{ кОм}$, $R_2 = 3 \text{ кОм}$, $R_3 = 2 \text{ кОм}$. Визначити напруги U_1 , U_2 , U_3 для обох схем.

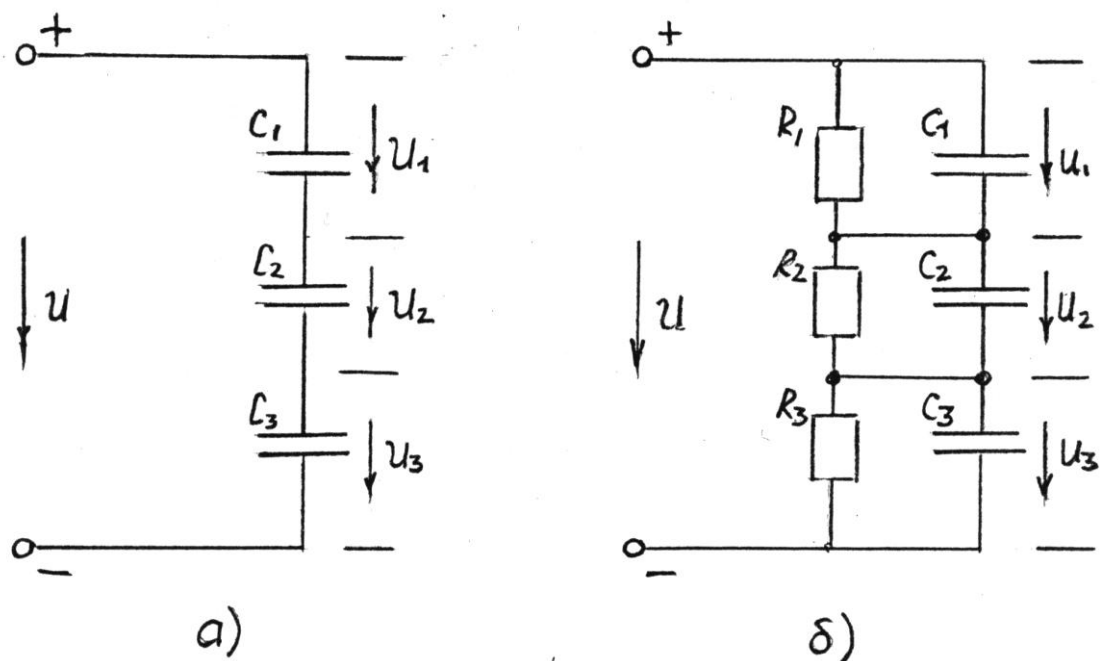


Рис. 4.

5. Визначити величину опору X_c , якщо $U = 200 \text{ В}$. Ватметр показує 640 Вт , амперметр - 4 А .

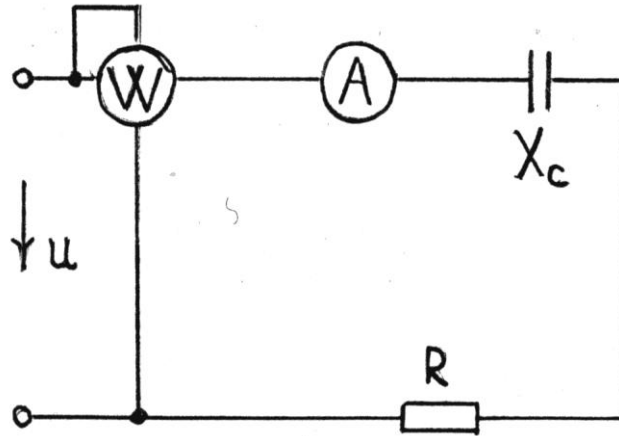


Рис. 5.

6. Визначити величини опорів R та X_c , якщо прилади показують $P = 90$ Вт, $I_1 = 5$ А, $I_2 = 4$ А.

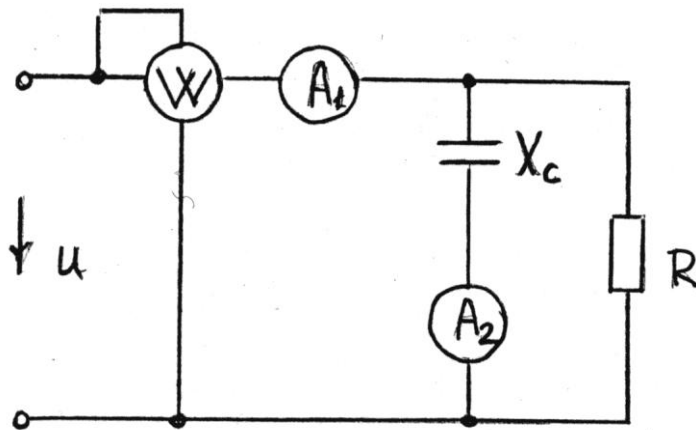


Рис.6

7. Визначити комплексний, повний, активний та реактивний опір ділянок коло, схеми яких подано на рис.7а та рис.7б, якщо $X_L = X_c = R$.

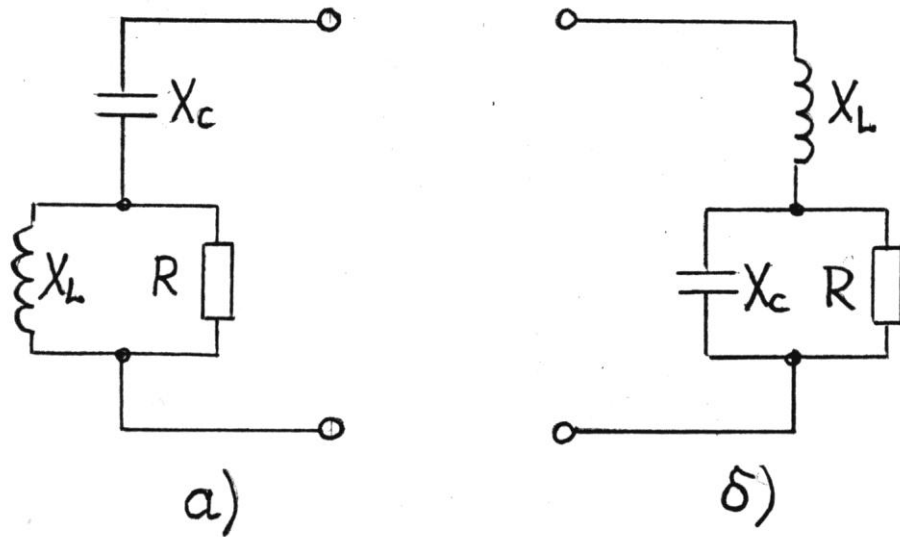


Рис. 7.

8. Коефіцієнт потужності установки (рис.8), яка містить опори X_L та R , складає $\cos \varphi = \sqrt{3}/2 = 0,865$. Напряга мережі $U = 380$ В, струм установки $I = 24$ А, частота $f = 50$ Гц. Визначити величину ємності батареї конденсаторів, яка забезпечить роботу установки з $\cos \varphi = 1$.

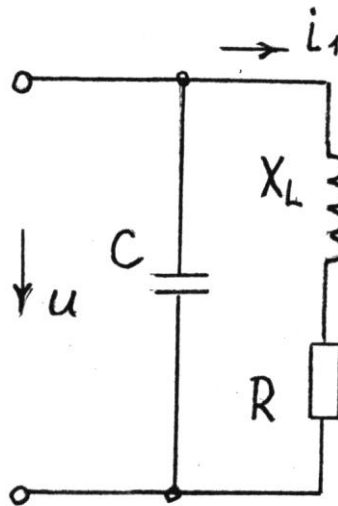


Рис.8.

9. Визначити напруги U_R , U_L , U_C , U_I й струм I при резонансі напруг в колі, схему якого подано на рис. 9, якщо $U = 220$ В, $R = 22$ Ом, $X_L = 200$ Ом.

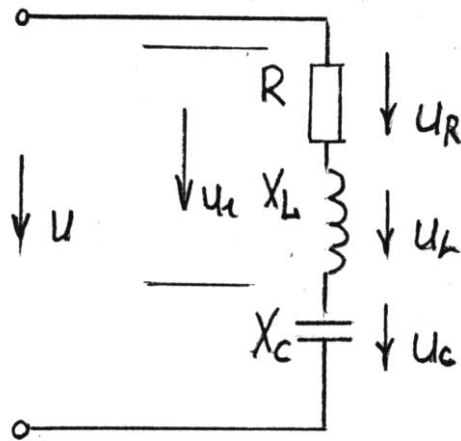


Рис. 9.

10. Повітряний конденсатор (рис.10) складається з нерухомих пластин А та В і рухомої пластини D. Знайти залежність ємності між нерухомими пластинами А та В від кута повороту рухомої пластини α . Побудувати приблизний графік цієї залежності. Максимальна ємність між пластиною D і однією з пластин А або В рівна C_0 .

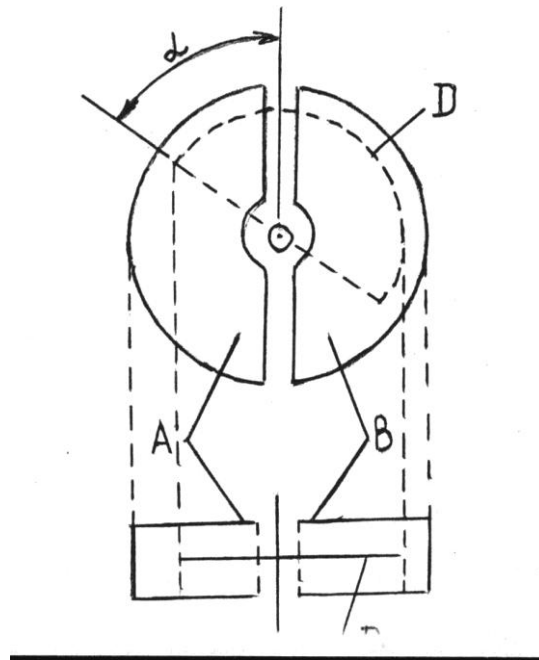


Рис. 10.

11. Проаналізувати роботу однофазного трансформатора в холостому режимі.

12. Проаналізувати роботу однофазного трансформатора в режимі навантаження.

13. Намалювати місткову схему двопівперіодного випрямлення синусоїдної напруги. Вивести формулу середнього значення випрямленої напруги. Якою має бути амплітуда змінної напруги U_m , щоб середнє значення випрямленої напруги було рівне $U_0 = 20$ В? У скільки разів має понижувати напругу живильний трансформатор, якщо напруга мережі рівна 220 В? Діоди вважати ідеальними вентилями.

14. Вам потрібно одержати дві двопівперіодно випрямлені напруги з однаковими постійними складовими але різні полярністю. Для цього Ви маєте тільки чотири ідентичні напівпровідникові діоди **VD1**, **VD2**, **VD3**, **VD4**. Якою має бути схема випрямляча? Подати графіки зміни обох випрямлених напруг. Навантаженням випрямляча служить резистор.

15. Вам потрібно здійснити двопівперіодне випрямлення синусоїдної напруги, для чого ви можете використати тільки два ідентичні напівпровідникові діоди **VD1** і **VD2**. Якою має бути схема випрямлення? Подати графіки зміни напруг, що діятимуть в колах діодів і графік випрямленої напруги. Випрямляч буде навантажуватись резистором

16. Ви придбали точило, яке приводиться у рух за допомогою трифазного асинхронного двигуна. В паспорті двигуна є такі дані: напруга: - 220/127 В; потужність: 250Вт. Чи можна увімкнути цей двигун в однофазну мережу з напругою 220 В? Якщо можна, то за якою схемою? Якою має бути ємність фазозсувного конденсатора?

17. Ви придбали точило, яке приводиться у рух за допомогою трифазного асинхронного двигуна. В паспорті двигуна є такі дані: напруга: - 380/220 В; потужність - 300 Вт. Чи можна увімкнути цей двигун в однофазну мережу з напругою 220 В? Якщо можна, то за якою схемою? Якою має бути ємність фазозсувного конденсатора?

Програмована контрольна робота

1. Предмет радіоелектроніки:

- це наука, яка вивчає теорію й практику передавання й приймання на відстані інформації за допомогою електричних сигналів, насамперед за допомогою радіохвиль;
- це наука, яка вивчає радіотехнічні кола та процеси які відбуваються в них;
- це наука, яка вивчає радіотехнічні пристрої, та принципи їх роботи в радіотехнічних колах.

2. Канал зв'язку – це

- радіотехнічний пристрій, за допомогою якого можна здійснювати передачу інформації від джерела до приймача;
- сукупність пристроїв, що використовуються для передачі інформації, а також середовище, в якому розповсюджуються електромагнітні хвилі, утворюють канал зв'язку;
- це “ефірне” середовище, що виділяється, для поширення радіохвиль певної довжини.

3. Модуляція

- це перетворення електричних сигналів, що несуть відповідну інформацію про зміну параметрів коливного процесу високої частоти;
- це зміна структури радіосигналу для збільшення швидкості передачі його до приймача радіосигналів;
- це фізичний процес перетворення радіосигналу в електричну напругу певної частоти з амплітудою рівною амплітуді радіосигналу.

4. Повідомлення це

- звукова та світлова індикація про надходження сигналу;
- текстова інформація про проходження та отримання відповідного сигналу;
- форма представлення інформації. Повідомлення може бути представлено у вигляді мови, тексту, зображення, цифр, літер, умовних знаків.

5. Які види сигналів повідомлення Вам відомі

- аналоговий, дискретний, цифровий;
- світловий, вібраційний та вібраційно-світловий;

- звуковий сигнал, телеграфний сигнал, телевізійний сигнал радіолокаційний сигнал

6. Радіосигнали

- при передаванні повідомлень за допомогою ЕМ хвиль в передавальному пристрої здійснюється модуляція РЧ напруги у відповідності з сигналом повідомлення;

- при передаванні повідомлень за допомогою ЕМ хвиль в передавальному пристрої здійснюється модуляція РЧ струму у відповідності з сигналом повідомлення;

- при передаванні повідомлень за допомогою ЕМ хвиль в передавальному пристрої не здійснюється модуляція РЧ напруги та струму, а сигнал повідомлення передається баз спотворень.

7. Які способи модуляції Вам відомі:

- застосовується тільки амплітудна (утворюється АМ сигнал);

- застосовується три способи модуляції: амплітудна (утворюється АМ сигнал), частотна (ЧМ – радіосигнал) і фазова (ФМ – радіосигнал);

- застосовується тільки частотна (ЧМ- радіосигнал).

8. Радіотехнічне коло

- це набір відповідних радіотехнічних пристроїв з'єднаних певним чином;

- це електричне коло, призначене для виконання будь-яких операцій з сигналами повідомлення або радіосигналами;

- це схематичне зображення радіотехнічних пристроїв, здатних перетворювати відповідні сигнали.

9. Коло називається лінійним якщо,

- лінійні всі його елементи;

- всі його елементи з'єднані в пряму лінію;

- між елементами кола існує лінійна залежність.

10. Радіоелектронний пристрій

- це компонент радіоелектронної схеми;

- це радіоелектронний вузол схеми, що застосовується для перетворення радіосигналу;

- це виріб, що складається з окремих електронних функціональних вузлів, кожен з яких виконує відповідну операцію.

11. Функціональний вузол складається

- з пасивних, активних елементів, сполучення яких утворює електричне коло;

- з'єднання двох і більше радіоелементів;

- місце з'єднання радіоелементів кола, вказаних на схемі.

12. Активні елементи

- містять в собі власне джерело живлення;

- є джерелом живлення для інших елементів кола;

- (радіолампи, ЕПТ, діоди і транзистори, ІМС) мають здатність підсилювати, обробляти і перетворювати сигнали.

13. Пасивні елементи

- елементи, що не містять вбудовані джерела живлення;

- напівпровідникові пристрої робота яких не залежить від величини прикладеної напруги;

- (резистори, конденсатори) - накопичувати або витратити енергію сигналу.

14. Залежність модуля коефіцієнта передачі від частоти називається

- амплітудно частотною (або просто частотною) характеристикою;

- фазочастотною (або фазовою) характеристикою;

- коефіцієнтом підсилення сигналу.

15. Як ще називають фільтр верхніх частот:

- диференціюючий;
- інтегруючий;
- обмежуючий.

16. Як ще називають фільтр нижніх частот:

- Диференціюючий;
- інтегруючий;
- відсікаючий.

17. Послідовним резонансом або резонансом напруг називається

- явище, при якому реактивний опір контура максимальний, причому контурний струм стає рівний нулю;
- явище, при якому реактивний опір контура рівний активному опору, причому контурний струм стає максимальним;
- явище, при якому реактивний опір контура рівний нулеві, причому контурний струм стає максимальним.

8. Хвильовий опір контура – це індуктивний або ємнісний опір на частоті послідовного резонансу;

- це індуктивний або ємнісний опір на частоті паралельного резонансу;
- це активний опір на частоті паралельного резонансу.

19. Під полозою (смугою) пропускання розуміють

- інтервал, на кінцях якого $y = 1$;
- інтервал, на кінцях якого $y = 0$;
- інтервал, на кінцях якого $y = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

20. Вхідне коло

- це антена, та елементи її кріплення;
- це контур, що пов'язує коло антени з вхідним колом першого підсилювача;
- це місце з'єднання антени з пристроєм.

21. Паралельним резонансом або резонансом струмів називається

- явище, при якому уявна складова провідності контуру дорівнює нулю;
- явище, при якому уявна складова провідності контуру дорівнює одиниці;
- явище, при якому уявна складова провідності контуру набуває максимального значення.

22. При резонансі величина струму в вітках

- в Q разів більша ніж в нерозгалуженому колі;
- в Q разів менша ніж в нерозгалуженому колі;
- струми рівні між собою.

23. Напівпровідниковими приладами називається

- прилади, дія яких ґрунтується на використанні властивостей напівпровідників;
- прилади виготовлені з напівпровідникових матеріалів;
- прилади провідність яких за даних умов наполовину менша за номінальну.

24. В напівпровідникових резисторах використовується

- політропний матеріал, їх електричні характеристики визначаються електричними властивостями однорідного активного провідника;
- ізотропний матеріал, їх електричні характеристики визначаються електричними властивостями однорідного активних провідників;
- ізотропний матеріал, їх електричні характеристики визначаються електричними властивостями однорідного напівпровідника.

25. В напівпровідникових діодах використовуються

- напівпровідники з різними типами електропровідності які утворюють один р-n-перехід. Електричні характеристики діода визначаються електричними властивостями цього р-n –переходу;

- напівпровідники з одним типом електропровідності які утворюють декілька р-n-переходів. Електричні характеристики діода визначаються типом провідності цих р-n –переходів;

- напівпровідники з різними типами електропровідності які утворюють декілька р-n-переходів. Електричні характеристики діода визначаються електричними властивостями цих р-n –переходів.

26. В біполярних транзисторах використовуються

- три р-n-переходи. Електричні характеристики біполярних транзисторів визначаються взаємодією цих переходів;

- два р-n-переходи. Електричні характеристики біполярних транзисторів визначаються взаємодією цих переходів;

- один n-p-n-перехід. Електричні характеристики біполярних транзисторів визначаються взаємодією цього переходу.

27. В польових транзисторах використовуються

- напівпровідники з різними типами електропровідності, які утворюють три р-n-переходи. Електричні характеристики польових транзисторів залежать в основному від взаємодії ізотропного напівпровідникового каналу з р-n – переходом;

- напівпровідники з різними типами електропровідності, які утворюють один р-n-перехід. Але в відмінності від діодів та біполярних транзисторів електричні характеристики польових транзисторів залежать в основному від взаємодії ізотропного напівпровідникового каналу з р-n – переходом;

- напівпровідники з однаковими типами електропровідності, які утворюють декілька поляризованих р-n-перехід.

28. Напівпровідниковим резистором називають

- резистор, що виготовлений з напівпровідникових матеріалів опір якого не залежить від зовнішніх факторів;

- напівпровідниковий прилад з двома виводами, в якому використовується залежність електричного опору напівпровідника тільки від напруги, температури, освітленості або інших керуючих факторів на нього не діють;

- напівпровідниковий прилад з двома виводами, в якому використовується залежність електричного опору напівпровідника від напруги, температури, освітленості або інших керуючих факторів.

29. Лінійний резистор

- напівпровідниковий резистор, в якому використовується слабо легований матеріал типу кремнію або арсеніду галія;

- резистор з активних матеріалів опір якого лінійно залежить від напруги;

- резистор, лінійність опору якого, залежить від схеми включення в електричне коло.

30. Варистор

- напівпровідниковий прилад /резистор/, опір якого не залежить від прикладеної напруги, тому його вольт-амперна характеристика лінійна;

- напівпровідниковий прилад /резистор/, опір якого залежить від прикладеної напруги, тому його вольт-амперна характеристика нелінійна;

- напівпровідниковий прилад /резистор/, опір якого залежить від прикладеної напруги, тому його вольт-амперна характеристика лінійна.

31. Терморезистор

- напівпровідниковий резистор, в якому при проходженні через нього електричного струму, виділяється теплота енергія;

- опір, що використовується для термічної компенсації дії струму в електричних колах;
- напівпровідниковий резистор, в якому використовується залежність електричного опору напівпровідника від температури.

32. Фоторезистор

- напівпровідниковий резистор, опір якого залежить від освітленості;
- прилад, який при проходженні через нього електричного струму, має здатність до свічення;
- напівпровідниковий резистор, при збільшенні опору якого, він починає світитися.

33. Тензорезистор

- напівпровідниковий резистор, при проходженні через який електричного струму, в ньому починаються вібрації;
- напівпровідниковий резистор, в якому використовується залежність електричного опору від механічних деформацій;
- напівпровідниковий резистор, опір якого не залежить від механічних деформацій.

34. Напівпровідниковим діодом називається

- напівпровідниковий прилад з двома неоднорідними р-п- переходами та двома виводами, в якому використовуються властивості переходу;
- напівпровідниковий прилад з одним р-п- переходом та двома виводами, в якому використовуються властивості переходу;
- напівпровідниковий прилад з одним р-п-р переходом та двома виводами, в якому використовуються властивості переходу.

35. Випрямляючий напівпровідниковий діод

- напівпровідниковий діод, призначений для випрямлення змінного струму;
- напівпровідниковий діод, призначений для згладження пульсацій змінного струму;
- напівпровідниковий діод, призначений для перетворення змінного струму в пульсуючий.

36. Напівпровідниковий стабілітрон

- пристрій, який використовують для стабілізації напруги в колі;
- напівпровідниковий діод, напруга на якому в області електричного пробоя сильно залежить від струму і який служить для стабілізації і напруги;
- напівпровідниковий діод, напруга на якому в області електричного пробоя слабо залежить від струму і який служить для стабілізації і напруги.

37. Тунельний діод

- напівпровідниковий діод на основі виродженого напівпровідника, в якому тунельний ефект призводить до появи вольт-амперної характеристики при зворотній напрузі дільниці з від'ємною диференціальною електричною провідністю;

- напівпровідниковий діод на основі виродженого напівпровідника, в якому тунельний ефект призводить до появи вольт-амперної характеристики при прямій напрузі дільниці з від'ємною диференціальною електричною провідністю;

-

- напівпровідниковий діод на основі виродженого напівпровідника, в якому тунельний ефект не приводить до появи вольт-амперної характеристики при прямій напрузі дільниці з додатною диференціальною електричною провідністю.

38. Обернений діод

- діод на основі напівпровідника з критичною концентрацією домішків, в якому електрична провідність при прямій напрузі внаслідок тунельного ефекту значно менша, ніж при зворотній напрузі;

– діод на основі напівпровідника з надмірною концентрацією домі шків , в якому електрична провідність при зворотній напрузі внаслідок тунельного ефекту значно менша , ніж при прямій напрузі;

– діод на основі напівпровідника з критичною концентрацією домі шків , в якому електрична провідність при зворотній напрузі внаслідок тунельного ефекту значно більша , ніж при прямій напрузі.

39. Варикап

- напівпровідниковий діод , в якому використовується залежність ємності (p-n) – переходу від зворотної напруги і який призначений для використання в якості елемента з електрично керованою ємністю;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується залежність індуктивності (p-n) – переходу від зворотної напруги і який призначений для використання в якості елемента з електрично керованою ємністю;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується залежність ємності (p-n) – переходу від прямої напруги і який призначений для використання в якості елемента з електрично керованою індуктивністю.

40. Магніодіод

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна магнітного поля під дією електричного поля;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна вольт-амперної характеристики під дією магнітного поля ;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна ширини прямого p-n переходу під дією магнітного поля.

41. Тензодіод

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна вольт-амперної характеристики під дією електричного поля;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна вольт-амперної характеристики під дією магнітного поля;

- напівпровідниковий діод , в якому використовується зміна вольт-амперної характеристики під дією механічних деформацій .

42. Транзистор

- це напівпровідниковий прилад, що має три та більше зовнішніх виводів, призначений для підсилення або генерації електричних сигналів, а також для комутації електричних кіл;

- це напівпровідниковий прилад, що має два зовнішніх виводи, призначених для комутації електричних кіл;

- це напівпровідниковий прилад, що має три та більше зовнішніх виводів, призначений для зміни опору в електричних колах.

43. Пристрій, призначений для збільшення амплітуди напруги або сили струму, а також потужності електричних сигналів, називається

- генератором;

- підсилювачем;

- приймачем.

44. Еквівалентною схемою називають

- електричну схему, яка подібна і повністю відтворює електричне коло;

- електричну схему, складену із лінійних елементів електричних кіл(опорів, ємностей, індуктивностей, генераторів струму або напруги), властивості яких однакові із властивостями реального пристрою(приладу);

- електричну схему, складену із лінійних елементів електричних кіл(опорів, ємностей, індуктивностей, генераторів струму або напруги), властивості яких в основному подібні із властивостями реального пристрою(приладу).

45. В тiристорах використовуються

- напiвпровiдники з однаковими типами електропровiдностi, якi утворюють три р-п-переходи. Основнi електричнi характеристики тiристорiв визначаються взаємодiєю цих переходiв;

- напiвпровiдники з рiзними типами електропровiдностi, якi утворюють два р-п-переходи. Основнi електричнi характеристики тiристорiв визначаються взаємодiєю цих переходiв;

- напiвпровiдники з рiзними типами електропровiдностi, якi утворюють три р-п-переходи або бiльше. Основнi електричнi характеристики тiристорiв визначаються взаємодiєю цих переходiв.

46. В напiвпровiдникових фотоелектричних приладах використовуються

- ефекти генерацiї свiтла та змiни електричних характеристик напiвпровiдникових структур пiд дiєю оптичного випромiнювання. Комбiнованi напiвпровiдниковi прилади являють собою декiлька рiзних напiвпровiдникових приладiв, об'єднаних в одному корпусi;

- ефекти генерацiї свiтла;

- ефекти генерацiї свiтла без змiни електричних характеристик напiвпровiдникових структур. Комбiнованi напiвпровiдниковi прилади являють собою декiлька однотипних напiвпровiдникових приладiв, об'єднаних в одному корпусi.

47. Напiвпровiдниковi мiкросхеми

- мiкроелектроннi вироби, що виконують вiдповiдну функцiю перетворення та обробки сигналу, всi елементи та мiжелементнi сполучення яких виконанi в об'ємi i на поверхнi диелектрика;

- мiкроелектроннi вироби, що виконують вiдповiдну функцiю перетворення та обробки сигналу, всi елементи та мiжелементнi сполучення яких виконанi в об'ємi i на поверхнi напiвпровiдника;

- мiкроелектроннi вироби, що мають дуже маленькi розмiри виконують вiдповiдну функцiю.

48. Електронним генератором називається

- електронна схема, що перетворює сигнал в напругу (струм), який змiнюється в часi за вiдповiдним законом;

- електронна схема, що перетворює напругу живлення в сигнал, який змiнюється в часi за вiдповiдним законом;

- електронна схема, що перетворює напругу живлення в напругу (струм), який змiнюється в часi за вiдповiдним законом.

49. Приймачi звукового мовлення (ПЗМ) призначенi

- для прийому сигналiв РМВ станцiй, що працюють у дiапазонi кiлометрових, гектаметрових, декаметрових та метрових радiохвиль;

- для прийому сигналiв РМВ станцiй, що працюють у дiапазонi метрових та дециметрових радiохвиль;

- для прийому сигналiв РМВ станцiй, що працюють у дiапазонi мiлiметрових радiохвиль.

50. Цифровi електронно-обчислювальнi машини (ЦЕОМ) призначенi

- для розв'язання рiзноманiтних математичних задач, значний обсяг яких приходить на передачу iнформацiї;

- для розв'язання рiзноманiтних математичних задач, значний обсяг яких приходить на обробку iнформацiї;

- для обчислення великих масивiв цифрових значень.

51. Згiдно з К. Шенноном(1948 р.), iнформацiя

– це мiра тiєї неозначеностi, яка зникає пiсля отримання вiдомостей про систему;

- певна кiлькiсть даних, поданих певним чином;

- сукупність відомостей поданих про дану систему.

52. Логічні перетворення двійкових сигналів складаються

- з парної кількості елементарних операцій;
- тільки однієї елементарної операції;
- з трьох елементарних операцій.

53. Тригером називається пристрій

- що може знаходитися в трьох станах стійкої рівноваги й здатний стрибком переходити з одного стану в інші під впливом зовнішнього сигналу керування;
- що може знаходитися у двох станах стійкої рівноваги й поступово (пропорційно до підвищення напруги) переходити з одного стану в інший.

- що може знаходитися у двох станах стійкої рівноваги й здатний стрибком переходити з одного стану в інший під впливом зовнішнього сигналу керування.

54. Регістром (від англ. register – журнал запису) називається

- прилад для вводу інформації;
- операційний вузол, що служать для запам'ятовування;
- прилад для виводу інформації.

55. Цифровим лічильником імпульсів називають

- пристрій виводу інформації про кількість імпульсів;
- панель на якій відображається кількість імпульсів;
- пристрій, реалізуючий рахунок числа вхідних імпульсів і фіксує цей число в будь-якому коді.

56. Шифратор (кодер)

- цифровий вузол з 1 входом та n виходами, що перетворює сигнал „1” на вході в n – елементний паралельний код на виходах;
- цифровий вузол з m входами та n виходами, що перетворюють сигнал „1” на одному із входів в n – елементний паралельний код на виходах;
- цифровий вузол з m входами та m виходами, що перетворюють сигнал „1” на одному із входів в m – елементний паралельний код на виходах.

57. Дешифратор (декодер)

- цифровий вузол, що виконує операції перетворення m – елементного вхідного коду в сигнал „1” на одному з виходів (дешифратор високого рівня), або у сигнал „0” на одному із виходів (дешифратор низького рівня);
- цифровий вузол, що виконує операції перетворення одно – елементного вхідного коду в сигнал „1” на одному з виходів (дешифратор високого рівня), або у сигнал „0” на одному із виходів (дешифратор низького рівня);
- цифровий вузол, що виконує операції перетворення m – елементного вхідного коду в сигнал „0” на одному з виходів (дешифратор високого рівня), або у сигнал „0” на одному із виходів (дешифратор низького рівня).

58. Мультиплексиром називається

- керований кодом комутатор декількох входів на один вихід;
- керований кодом комутатор з одним входом на один вихід;
- керований кодом комутатор декількох входів на декілька виходів.

59. Суматори

- прилад підсумовуючий імпульси;
- прилади, здійснюючі арифметичну операцію – підсумовування чисел у двійковому коді;
- прилад, здійснюючий логічну операцію – підрахунку кількості прийнятих сигналів.

60. Аналогово-цифровий перетворювач

– це пристрій, за допомогою якого вхідна цифрова величина A перетворюється в еквівалентний код, частіше всього в двійковій N -розрядній, тобто: $v = A(b_1 2^{-1} + b_2 2^{-2} + \dots + b_N 2^{-N})$, де b_1, b_2, b_N - розрядні коефіцієнти, що приймають значення “1” або “0”;

– це пристрій, за допомогою якого вхідна аналогова величина A перетворюється в електричний сигнал, амплітудне значення якого можна розписати в ряд, тобто: $v = A(b_1 2^{-1} + b_2 2^{-2} + \dots + b_N 2^{-N})$, де b_1, b_2, b_N - розрядні коефіцієнти;

– це пристрій, за допомогою якого вхідна аналогова величина A перетворюється в еквівалентний код, частіше всього в двійковій N -розрядній, тобто: $v = A(b_1 2^{-1} + b_2 2^{-2} + \dots + b_N 2^{-N})$, де b_1, b_2, b_N - розрядні коефіцієнти, що приймають значення “1” або “0”.

7. Індивідуальне завдання

18. Вам потрібно визначити частоту напруги на виході генератора дециметрового діапазону хвиль. Як використати з цією метою вимірювальну двопровідну лінію?

19. На вхід осцилографа подано синусоїдну напругу з частотою f . Осцилограф настроєно таким чином, що на екрані видно три періоди цієї напруги. Якою обрано частоту розгортки?

20. Біполярний транзистор структури **p-n-p** увімкнено за схемою зі спільним емітером. Вкажіть на схемі полярність напруг живлення.

21. Біполярний транзистор структури **n-p-n** увімкнено за схемою зі спільним емітером. Вкажіть на схемі полярність напруг живлення.

22. Польовий транзистор з керуючим **p-n** переходом, який має канал р-типу, увімкнено за схемою із спільним витоком. Вкажіть на схемі полярність напруг живлення.

23. Польовий транзистор з керуючим **p-n** переходом, який має канал n-типу, увімкнено за схемою із спільним витоком. Вкажіть на схемі полярність напруг живлення.

24. В генераторі синусоїдних сигналів за допомогою атенюатора вихідну напругу послабили на 60 дБ. У скільки разів зменшилася амплітуда (діюче значення) вихідної напруги?

25. На корпусі транзистора міститься надпис: КТ603Б. Розшифруйте цей надпис.

26. Довжина відхиляючих пластин ЕПТ $l = 4$ см. Визначте час руху електрона у проміжку між пластинами, якщо напруга між катодом та другим анодом дорівнює 2000 В.

27. Визначте швидкості електронів, якщо між катодом та другим анодом створена напруга 2000 В.

28. Транзисторний ключ побудований на транзисторі ГТ309Б за схемою із спільним емітером. При якій максимальній напрузі живлення може він працювати? Яким може бути максимальне значення струму у колі ключа?

29. Підсилювач забезпечує отримання амплітуди на виході 9 В. При якій амплітуді струму у навантаженні буде отримана потужність 10 Вт? Яким повинний бути опір навантаження?

30. Запропонуйте варіант **RC**-генератора із містком Віна, у якому можна було б регулювати частоту коливань у широких межах.

8. Методи навчання – словесний, практичний, ілюстративний, метод проблемного викладу, евристичний.

9. Форма підсумкового контролю успішності навчання – *екзамен*

10. Методи та засоби діагностики успішності навчання – усне опитування, контрольні роботи, самостійні роботи, виконання ІНДЗ, екзамен

11. Розподіл балів, які отримують студенти

1 семестр

Модуль 1		Модуль 2 (ІНДЗ)	Модуль 3 (Модульний контроль)		Сума балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	10	МКР № 1	МКР № 2	100
15	15		30	30	

2 семестр

Модуль 1		Модуль 2 (ІНДЗ)	Модуль 3 (Модульний контроль)		Сума балів
Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	10	МКР № 3	МКР № 4	100
15	15		30	30	

Шкала оцінювання

Академічні успіхи студента визначаються за допомогою системи оцінювання, що використовується у вищому навчальному закладі, з обов'язковим переведенням оцінок до національної шкали та шкали ECTS.

Шкала оцінювання академічних успіхів студента – 100-бальна. Переведення оцінки в шкалу ECTS та національну шкалу здійснюється за схемою:

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	

90 – 100	А	Відмінно
82 – 89	В	Добре
75 - 81	С	
67 -74	Д	Задовільно
60 - 66	Е	
1 – 59	Фх	Незадовільно

12. Список джерел

Основна література

1. Пантюшин В. Электротехника / В. Пантюшина. – М., 1976.
2. Блажкин А. Т. Общая электротехника / А. Т. Блажкин. – М., 1986.
3. Касаткин А. С. Электротехника / А. С. Касаткин, М. В. Немцов. – М., 1983.
4. Вартабедян В. А. Загальна електротехніка / В. А. Вартабедян. – К., 1986.
5. Молчанов А. М. Курс электротехники и радиотехники / А. М. Молчанов, П. Н. Занадворов. – М., 1976.
6. Гершензон Е. М. Радиотехника / Е. М. Гершензон, Г. Д. Полянина, Н. В. Соина. – М., 1986.
7. Ранський Є. Г. Радіотехніка / Є. Г. Ранський, Є. Й. Фіалко. – К., 1969.
8. Гоноровський И. С. Радиотехнические цепи и сигналы / Гоноровский И. С. – М., 1971.
9. Домбругов Р. М. Телевидение / Р. М. Домбругов. – К., 1988
10. Ефимов И. Е. Основы микроэлектроники / И. Е. Ефимов, И. Я. Козырь. – М., 1983.
11. Куликовский А. А. Справочник по радиоэлектронике / А. А. Куликовский– Т1. – М., 1967.

Додаткова література

1. Ямпольский В. С. Основы автоматики и электронно-вычислительной техники / В. С. Ямпольский. – М. : Просвещение, 1991. – 223 с.
2. Основы автоматики, импульсной и вычислительной техники / Грицевский П. М. и др. – М. : Радио и связь, 1987. – 384 с.
3. Мячев А. А. Персональные ЭВМ / А. А. Мячев. – М. : Финансы и статистика, 1992. – 384 с.
4. Справочник по ЭВМ / Грубов и др. – К. : Наук. думка, 1989. – 544 с.
5. Информатика / А. Р. Есаян и др. – М. : Просвещение, 1991. – 288 с.
6. Извозчиков В. А. Информатики в понятиях и терминах / В. А. Извозчиков. – М. : Просвещение, 1991. – 208 с.
7. Мирский Г. Я. Микропроцессоры в измерительных приборах / Г. Я. Мирський. – М. : Радио и связь, 1984. – 160 с.
8. Янсен Й. Курс цифровой электроники / Й. Янсен; пер. с голланд., в 4-х т. – М. : Мир, 1987.
9. Периферийные устройства ЭВМ и систем / Е. Л. Иванов [и др.]. – М. : Высш. шк., 1987. – 319 с.
10. Белевцев А. Т. Ремонт и обслуживание вычислительных машин: практ. пособие / Белевцев А. Т.– М. : Высш. шк., 1990. – 319 с.

11. Эксплуатация и ремонт ЭВМ, организация работы вычислительного центра / И. А. Орлов [и др.]. – Энергоатомиздат, 1989. – 400 с.
12. Соловьёв Г. И. Электронные вычислительные машины: лабораторный практикум: учеб. пособие / Г. И. Соловьёв. – М. : Высш. шк., 1987. – 319 с.
13. Самофалов К. С. Цифровые ЭВМ: практикум / К. С. Самофалова. – К. : Вища шк., 1990. – 215 с.
14. Соломатин Н. М. Элементы ЦВМ. Лабораторный практикум: учеб. пособ. для студ. спец. ЭВМ вузов / Н. М. Соломатин. – М. : Высш. шк., 1984. – 143 с.
15. Сисоев В. М. Радіотехніка з елементами обчислювальної техніки / В. М. Сисоев, В. П. Чернявський. – К. : Вища шк., 1986. – 184 с.
16. Калапуша Л. Р. Навчальний фізичний експеримент у системі сучасних педагогічних технологій: навч. посіб. / Л. Р. Калапуша, О. С. Мартинюк, І. Г. Мірошніченко. – Луцьк : Ред.-вид. відд. “Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2002. – 204 с.
17. Мірошніченко І. Г. Оптимізація використання радіоелектронного обладнання та комп’ютерної техніки у шкільному фізичному експерименті / І. Г. Мірошніченко. – Луцьк : Ред.-вид. відд. ”Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Л. Українки, 2003. – 332 с.