

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія авіаційного і радіоелектронного обладнання

МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

до лабораторних занять

із навчальної дисципліни «Основи електрики та електроніки»

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

***272 Авіаційний транспорт
(Аеронавігація)***

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією Науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, протокол від 28.08.2023 № 1.

Розробник: викладач циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Волканін Є.Є.

Рецензенти:

1. Інженер з технічного обслуговування, ремонту та діагностики авіаційної техніки ТОВ «ЕЙР ТАУРУС» Калінін О.В.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами

1.1. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин, відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 4							
Тема № 1. Основи електрики.	42	12		6	4	20	контр. робота
Тема № 2. Основи електроніки.	48	12		8	2	26	контр. робота
Всього за семестр № 4:	90	24		14	6	88	екзамен

1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Не передбачено

2. Методичні вказівки до лабораторних занять

Тема № 1. Основи електрики.

Лабораторне заняття: Послідовне, паралельне і змішане з'єднання елементів ланцюга.

Навчальна мета заняття: перевірка дослідним шляхом формул, на підставі яких виконуються розрахунки електричного кола.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Закони Ома і Кірхгофа.
2. Режими роботи і енергетичні співвідношення в ланцюгах постійного струму.
3. Складні електричні ланцюги постійного струму. Методи розрахунку їх параметрів.
4. Послідовне, паралельне і змішане з'єднання елементів ланцюга.

Обладнання:

1. Комп'ютерний клас.
2. Програмне забезпечення.

Література: 1-4.

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Теоретичні відомості.

В даній роботі використовуються резистори, в яких теплова енергія перетворюється в теплову.

Резистор – це елемент електричного кола, призначення якого створювати той чи інший опір електричному струму. Основним параметром резисторів є електричний опір. Електричне коло може складатися із резисторів з'єднаних послідовно, паралельно та змішано.

Формули для розрахунку:

1. Опір ділянки кола визначається законом Ома.
2. Еквівалентний опір кола обчислюється $R_{\text{екв}} = U / I$.
3. При послідовному з'єднанні розрахунковий опір визначається:
 $R_{\text{розр}} = R_1 + R_2 + R_3$, а загальна напруга $U_{\text{розр}} = U_1 + U_2 + U_3$.
4. При паралельному з'єднанні розрахунковий опір визначається:
 $R_{\text{розр}} = R_1 R_2 R_3 / (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)$, а загальний струм $I_{\text{розр}} = I_1 + I_2 + I_3$.

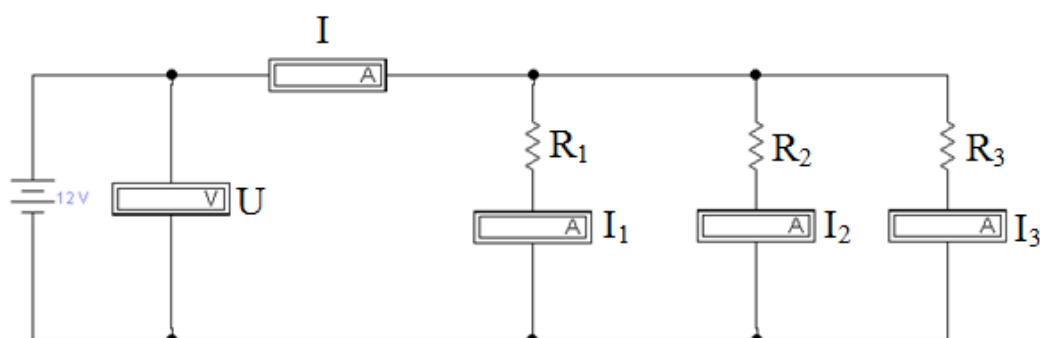
2. Хід роботи.

2.1. Відкрити Electronics Workbench, скласти електричну схему, показану на рисунку 1.

2.2. Встановити напругу живлення 220В, встановити довільні значення опорів резисторів R_1 , R_2 , R_3 . Довільно змінюючи значення опору резисторів заміряти напруги U , U_1 , U_2 , U_3 та струм I для трьох випадків. Отримані дані занести до таблиці 1.

[illegible]

2.4. Встановити напругу живлення 220В, встановити довільні значення опорів резисторів R_1 , R_2 , R_3 . Довільно змінюючи значення опору резисторів заміряти напругу U , та струми I , I_1 , I_2 , I_3 для трьох випадків. Отримані дані занести до таблиці 2.

[illegible]

2.5. Провести необхідні обчислення, отримані дані занести до таблиць 1 та 2.

2.6. Зробити висновок по виконаній роботі.

3. Контрольні питання.

1. Дати визначення резистору.
2. Закон Ома.
3. Що таке еквівалентний опір ланцюга?
4. Як визначається розрахунковий опір при послідовному з'єднанні?
5. Як визначається розрахунковий опір при паралельному з'єднанні?
6. Як в ланцюг під'єднується амперметр та вольтметр?

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

Тема № 1. Основи електрики.

Лабораторне заняття: Структура трифазного ланцюга.

Навчальна мета заняття: дослідним шляхом перевірити основні співвідношення для кола трифазного струму при з'єднанні споживачів «зіркою» для симетричного навантаження фаз, а також визначити вплив нульового проводу на величину фазних напруг.

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Області застосування трифазних пристроїв, структура трифазного ланцюга. Трифазний генератор, отримання трифазної системи е.р.с.
2. Енергетичні характеристики трифазних ланцюгів. Потужність трифазної системи.

Обладнання:

1. Комп'ютерний клас.
 2. Програмне забезпечення.
- Література: 1-4.

План проведення заняття:

I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

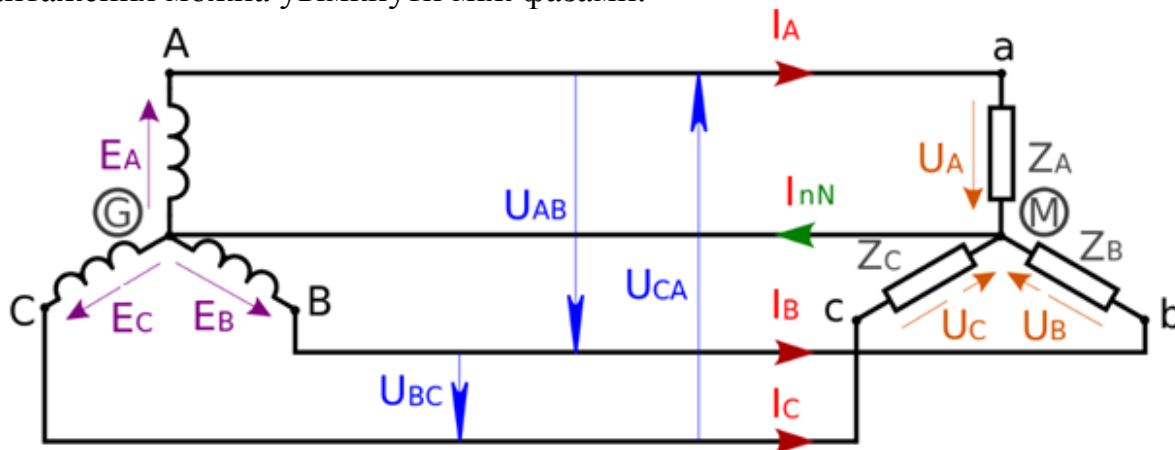
1. Теоретичні відомості.

Трифазний змінний струм — метод передачі електроенергії змінним струмом. Він є найпоширенішим способом передачі електроенергії від виробника до споживача у світі. Трифазна система передачі, як правило, є більш економічно вигідною ніж однофазні і двофазні системи, оскільки потребує менше проводів для передачі електричної енергії тієї ж потужності.

У трифазній системі використовується три проводи із змінним струмом однакової частоти, але зі зсунутими піковими значеннями напруги на фазовий

кут 120 градусів.

Трифазні системи можуть мати нейтральний провід. Нейтральний провід дозволяє використовувати більшу напругу за рівних умов, у той же час маючи нижчу напругу для однофазних приладів. У ситуаціях із високовольтною передачею електроенергії нейтральний провід, зазвичай, непотрібний, тому що навантаження можна увімкнути між фазами.



Зіркою називається таке з'єднання, коли кінці фаз обмоток генератора (G) з'єднують в одну загальну точку, звану нейтральною точкою або нейтраллю. Кінці фаз обмоток споживача (M) також з'єднують в загальну точку.

Проводи, що з'єднують початки фаз генератора і споживача, називаються лінійними. Провід, що з'єднує дві нейтралі, називається нейтральним.

Трифазний ланцюг, що має нейтральний провід, називається чотирьохпровідним. Якщо нейтрального проводу немає – трьохпровідним.

Якщо опори Z_a , Z_b , Z_c споживача рівні між собою, то таке навантаження називають симетричним.

Напруга між лінійним проводом і нейтраллю (U_a , U_b , U_c) називається фазною. Напруга між двома лінійними проводами (U_{AB} , U_{BC} , U_{CA}) називається лінійною. Для з'єднання обмоток зіркою, при симетричному навантаженні, справедливі співвідношення між лінійними і фазними струмами і напругами:

$$I_L = I_F; \quad U_L = \sqrt{3} \times U_F.$$

При рівномірному навантаженні фаз $I_a = I_b = I_c$, при цьому $I_a + I_b + I_c = I_0 = 0$.

При нерівномірному навантаженні фаз $I_a \neq I_b \neq I_c$, при цьому $I_0 = I_a + I_b + I_c = I_0 \neq 0$.

Фазний опір дорівнює:

$$Z_a = U_a / I_a; \quad Z_b = U_b / I_b; \quad Z_c = U_c / I_c.$$

Активна потужність при рівномірному навантаженні фаз: $P_{3\phi} = \sqrt{3} U_L I_L$.

При нерівномірному навантаженні фаз активна потужність визначається:

$$P_{3\phi} = U_a I_a + U_b I_b + U_c I_c.$$

2. Хід роботи.

2.1. Відкрити Electronics Workbench, скласти електричну схему, показану на рисунку 1.

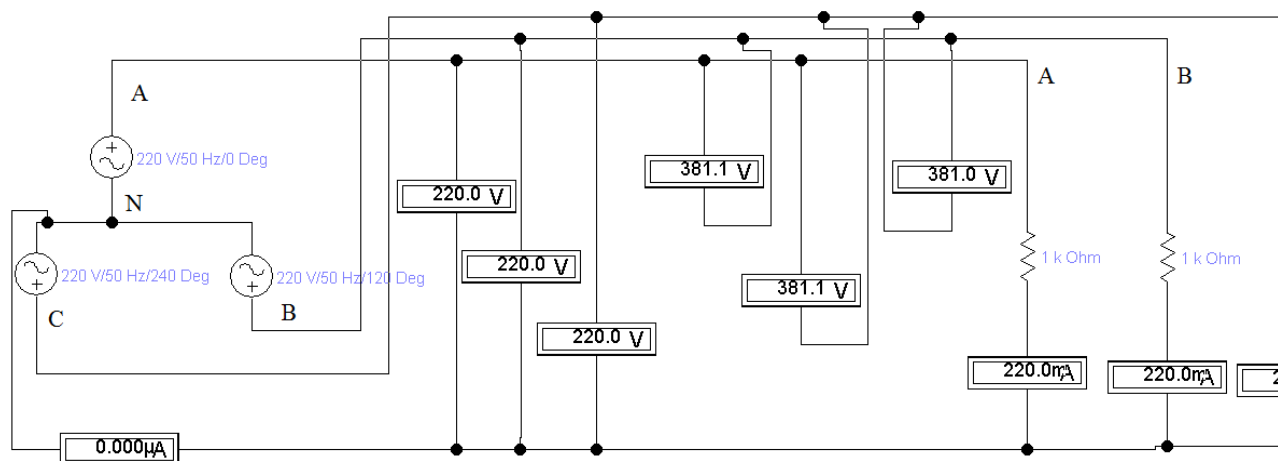


Рисунок 1. Трифазне коло при з'єднанні споживачів «зіркою»

2.2. Параметри генераторів в фазах встановити 220В, 50Гц та зсув фаз на 120^0 .

Всі вимірювальні прилади перемкнуті на вимірювання змінного струму (АС).

2.3. Встановити значення навантаження в фазах 1кОм. Увімкнути схему, показання приладів занести до таблиці 1 (дослід №1 – рівномірне навантаження з нульовим проводом).

2.4. Встановити нерівномірне навантаження в фазах. Увімкнути схему, показання приладів занести до таблиці 1 (дослід №2 – нерівномірне навантаження з нульовим проводом).

2.5. Встановити значення навантаження в фазах 1кОм. Розірвати ланцюг нульового проводу. Увімкнути схему, показання приладів занести до таблиці 1 (дослід №3 – рівномірне навантаження без нульового проводу).

2.6. Встановити нерівномірне навантаження в фазах. Розірвати ланцюг нульового проводу. Увімкнути схему, показання приладів занести до таблиці 1 (дослід №4 – нерівномірне навантаження без нульового проводу).

2.7. Встановити значення навантаження в фазах 1кОм. Розірвати ланцюг однієї із фаз. Увімкнути схему, показання приладів занести до таблиці 1 (дослід №5 – рівномірне навантаження з обривом фази).

Таблиця 1.

№ досліду	U_{AB} В	U_{BC} В	U_{CA} В	U_a В	U_b В	U_c В	I_a А	I_b А	I_c А	I_0 А	Z_a Ом	Z_b Ом	Z_c Ом	$P_{3\phi}$ Вт
1														
2														
3														
4														
5														

2.8. Обчислити активну потужність. Отримані дані занести до таблиці 1.

2.9. Зробити висновок по виконаній роботі.

3. Контрольні питання.

1. Дати визначення трифазному змінному струму.
2. Дати визначення нейтральному проводу.
3. Дати визначення з'єднанню «зірка».
4. Навести вираз для обчислення активної потужності трифазного ланцюга.
5. Що таке фазна напруга?
6. Що таке лінійна напруга?

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

Тема № 2. Основи електроніки.

Лабораторне заняття: Дослідження напівпровідникового діода.

Навчальна мета заняття: дослідити основні властивості, характеристики і параметри напівпровідникових діодів, експериментально визначити їх вольтамперні характеристики (ВАХ).

Кількість годин - 2 (денна форма); 0 (заочна форма).

Місце проведення: аудиторія коледжу.

Навчальні питання:

1. Електронно-дірковий перехід напівпровідників.
2. Контактний перехід метал – напівпровідник.
3. Напівпровідникові діоди.
4. Випрямні діоди.

Обладнання:

1. Комп'ютерний клас.
2. Програмне забезпечення.

Література: 1-4.

План проведення заняття:

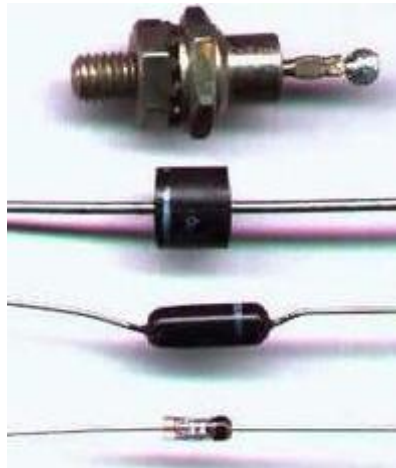
I. Вступ до заняття. Проведення попереднього контролю теоретичних знань, практичних умінь і навичок здобувачів вищої освіти.

II. Основна частина заняття.

1. Теоретичні відомості.

Діод – електронний елемент, що володіє різною провідністю залежно від напрямку електричного струму. Електроди діода носять назви анод і катод. Якщо до діода докладено пряма напруга (тобто анод має позитивний потенціал щодо катода), то діод відкритий (через нього тече прямий струм, він має малий опір). Навпаки, якщо до діода докладено зворотню напругу (катод має позитивний потенціал щодо анода), то діод закритий (його опір великий, зворотний струм малий, і може вважатися рівним нулю у багатьох випадках).

Напівпровідникові діоди використовують властивість односторонньої провідності р-п переходу – контакту між напівпровідниками з різним типом домішкової провідності, або між напівпровідником і металом (Діод Шотткі).



Різні типи діодів

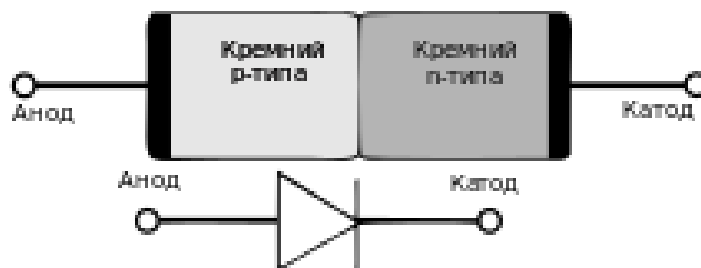


Схема напівпровідникового кремнієвого діода. Нижче наведено його символічне зображення на електричних принципових схемах.

Типи діодів за призначенням.

Випрямні діоди призначені для перетворення змінного струму в постійний.

Імпульсні діоди мають малу тривалість перехідних процесів, призначені для застосування в імпульсних режимах роботи.

Детекторні діоди призначені для детектування сигналу.

Змішувальні діоди призначені для перетворення високочастотних сигналів в сигнал проміжної частоти.

Обмежувальні діоди призначені для захисту радіо та побутової апаратури від підвищення напруги.

2. Хід роботи.

2.1. Зняти пряму гілку ВАХ діода на основі кремнію (1N914). Для її виміру скласти схему, показану на рисунку 1.

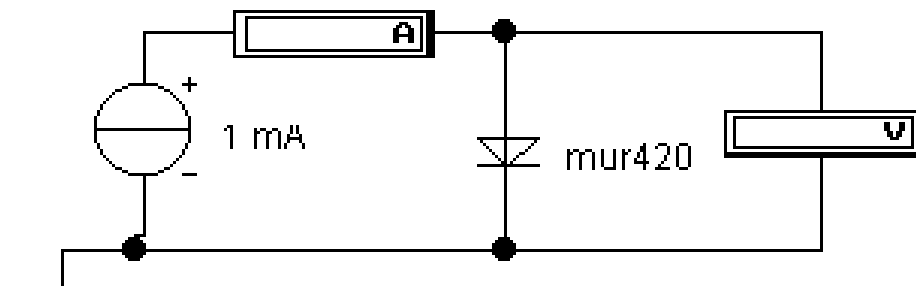


Рисунок 1.

2.2. Послідовно встановлюючи значення прямого струму $I_{пр}$ діода, що

задається струмом джерела струму, рівним: 0 - 10мА, запишіть значення напруги $U_{пр}$ і струму $I_{пр}$ діода до таблиці 1.

Таблиця 1.

$I_{пр}(mA)$	0	1	2	4	6	8	10
$U_{пр}(V)$							

2.3. Зняти зворотню гілку ВАХ діода на основі кремнію (1N914). Скласти схему (рис. 2). Переверніть діод. Послідовно встановлюючи ЕРС джерела рівними 0 - 50 В, запишіть значення струму $I_{звор}$ і напруги $U_{звор}$ до таблиці 2.

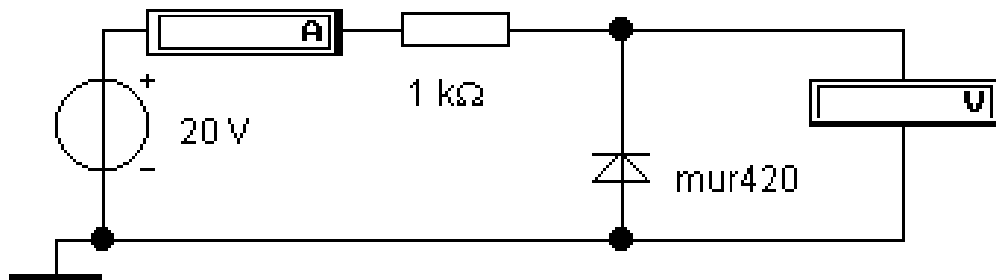


Рисунок 2.

Таблиця 2.

$I_{звор}(mA)$							
$U_{звор}(V)$	0	5	10	20	30	40	50

2.4. За отриманими даними побудуйте графіки $I_{пр}$ ($U_{пр}$) і $I_{звор}$ ($U_{звор}$).

2.5. Зняти статичну вольтамперних характеристику (ВАХ) діода використовуючи осцилограф. Це найбільш швидкий і зручний спосіб дослідження ВАХ, безпосередньо спостерігаючи її на екрані осцилографа.

2.6. Скласти схему, наведену на рис.3.

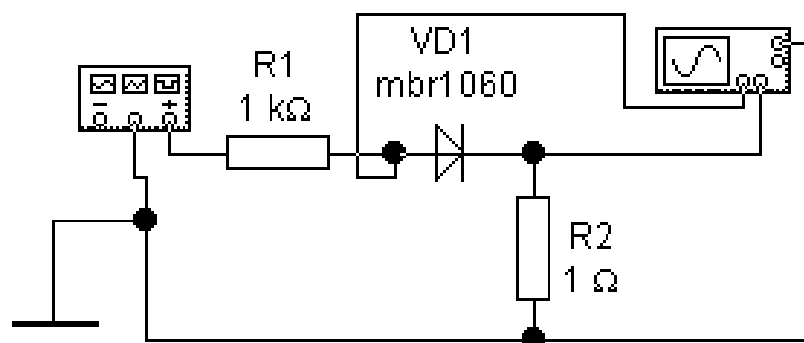


Рисунок 3.

2.7. Отримати на екрані осцилографа зображення ВАХ. Для цього: на виході генератора встановити трикутний сигнал з амплітудою 10В, частотою 10Гц і шпаруватістю 50%.

Осцилограф поставити в режим В / А. При такому підключенні координата точки променя по горизонтальній осі осцилографа буде пропорційна напрузі, що подається на А-вхід, а по вертикальній - току через діод. Оскільки напруга в вольтах на резисторі 1 Ом чисельно дорівнює току через діод в амперах ($I = U / R = U / 1=U$), по вертикальній осі можна безпосередньо зчитувати значення струму. Це і дозволить отримати вольтамперну характеристику безпосередньо на екрані осцилографа. Таким чином, струм і напруга в кожній точці ВАХ обчислюються з співвідношень: $I = Y \text{ Ку.канВ}$, $U = X \text{ Ку.канА}$, де Y, X - координата точки променя, в поділках шкали осцилографа; Ку.канА, Ку.канВ - масштабні множники осцилографа по осі Y каналів А і В.

Підібрати значення Ку.канА, Ку.канВ так, щоб промінь не виходив за межі екрану, а зображення ВАХ було по можливості максимальним. Осьові лінії на сітці екрану збігаються з осями ВАХ.

2.8. Зробити висновок по виконаній роботі.

3. Контрольні питання.

1. Дати визначення напівпровідниковому діоду.
2. Принцип роботи діода.
3. Типи та застосування діодів.
4. ВАХ діоду.
5. Як підключити осцилограф в схему?

III. Заключна частина заняття. Перевірка і оцінювання виконаних завдань. Підведення підсумків лабораторного заняття, акцентування уваги на основних помилках при його виконанні.

3. Рекомендована література.

Основна література:

1. В.І. Мілих «Електроніка та електромеханіка» Навчальний посібник, К.: Каравела, 2006 р. – 376 с.
2. Клонтаєвський Ю.П., Сосков Л.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. 2-е вид./За ред. А.Г. Соскова. - К.: Каравела, 2009. -416 с.
3. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський, О.Ю. Юр'єва; за ред. В.І. Мілих. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – 452 с.
4. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник. – Львів: видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
5. Aircraft General Knowledge 2 - Electrics and Electronics - 2014

Допоміжна література:

1. Промислова електроніка: навч. посібник / укл.: Г.О. Андрушак, І.П. Козярський, Е.В. Майструк. – Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2021. 120 с.
2. Power electronics handbook / Muhammad H. Rashid Ph.D., Fellow IEEE / Professor and Director. University of West Florida Joint Program and Computer Engineering / Printed in Canada, 2010. – 892 pages.
3. Aircraft Electrical and Electronic Systems Principles, operation and maintenance/Mike Tooley and David Wyatt/Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, First edition 2009

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

1. https://library.kre.dp.ua/Books/2-4%20kurs/Електронні%20прилади%20та%20мікроелектроніка/Колонтаєвський_Промислова%20електроніка%202004.pdf
2. http://eprints.kname.edu.ua/11615/1/Electron_SE.pdf
3. <https://www.coursehero.com/file/50550879/060-Navigation-2-Radio-Navigation-2014pdf/>
4. <https://www.pooleys.com/shop/cae-oxford-aviation/cae-oxford-aviation-atpl-manual-3-electrics-and-electronics/>
5. https://www.academia.edu/8446456/Aircraft_Electrical_and_Electronic_Systems_Principles_operation_and_maintenance