Лабораторна робота
«Дослідження однофазного трансформатора»

I. Тема уроку: дослідження однофазного трансформатора

II.Мета уроку: вивчити принцип дії та дослідити режими роботи однофазного трансформатора

2.1. Навчальна: дослідити режими роботи однофазного трансформатора, розраховувати параметри трансформатора в режимі холостого ходу

2.2. Виховна: Виховувати відповідальне ставлення до предмету, логічне мислення до поставленої проблеми, ситуації

2.3. Розвиваюча: Розвивати інтелектуальні здібності учнів, увагу, аналітичне та логічне мислення;

2.4. Дидактична: Формувати у учнів загальне уявлення про необхідність вивчення роботи однофазного трансформатора

2.5. Методи і прийоми:
Робота в групі
2.6 .Міжпредметні зв'язки:
математика, фізика, спец технологія
2.7. Мотивація проведення заходу:
Практичне використання трансформатора, знання його режимів роботи надасть можливість орієнтуватися в професії, знати нюанси роботи, а саме, як зменшити втрати електроенергії, як зменшити площу перерізу проводів, обмоток та інше.
2.8. Обладнання:
Вимірювальні прилади, комп'ютер, мультимедійна дошка, екран, однофазний трансформатор, двообмоточний, латер-2М , вимикач, потенціометр, єднальні провідники, лабораторна установка типу К4222- 2

III. Хід уроку:

3.1. Організаційний момент.

Інструкція по техніки безпеки і правило поведінки учнів під час проведення лабораторної роботи:

Ознайомитися з інструкцією №2 до наказу 101-гн: « Інструктаж по техніці безпеки при виконанні лабораторної роботи за темою «Дослідження однофазного трансформатора»

При виконанні лабораторної роботи необхідно виконувати вимоги інструкції ТБ і ППБ:

1. Підготовка учнів до лабораторної роботи, перевірка ступеня готовності до виконання;
2. на лабораторних столах повинні бути всі необхідні елементи, вимірювальні прилади, та з'єднувальні провідники;
3. столи мають бути обезструмлені;
4. переконатися в справності ізоляції з'єднувальних провідників;
5. перед перемиканням у схемі обов'язково вимкнути джерело живлення;
6. після складання схеми переконатися в її надійності;
7. *при складанні кіл знижувального трансформатора пам'ятати про небезпеку помилкового з'єднання обмотки низької напруги з проводами мережі;*
8. перевірити справність заземлюючих проводів і їх приєднання до вимірювальних приладів;
9. виявивши несправність у приладах, які знаходяться під напругою, негайно від'єднати їх від мережі та повідомити про це викладача;
10. не перевіряти пальцями наявність напруги на струмопровідних частинах елементів (напруги на затискачах приладів або елементах схеми необхідно перевіряти тільки вимірювальними приладами);
11. торкатися руками відкритих струмопровідних частин приладів і апаратів, які знаходяться під напругою; розмикати кола з великою індуктивністю або ємністю без попереднього їх розрядження;
12. складати електричні схеми пі напругою;
13. користуватися проводами без наконечників або штирів;
14. вмикати прилади без дозволу викладача;
15. залишати під напругою складену електричну схему; самостійно усувати несправності приладів і апаратів;
16. після подавання високої напруги торкатися проводів, навіть якщо вони ізольовані.

3.2. Теоретичні відомості

Трансформатором називається електричний апарат, призначений для перетворення електричної енергії. Трансформатори широко застосовуються при передавання електричної енергії на великі відстані Це пояснюється тим, що при високих напругах (100кВ і вище) зменшується переріз проводів, по яких передається така напруга Крім того, існує кількість побутових приладів (електроприймачів, телевізорів, зварювального обладнання та інше).

Залежно від конструкції та практичного використання трансформатори можна згрупувати і класифікувати за такими ознаками:
- призначенням: на трансформатори напруги, високовольтні, досліджу вальні, із регульованою напругою під навантаженням, трансформатори струму і

спеціального призначення;
- схемним призначенням: на силові, силові спеціальні (грубні, електрозварювальні), вимірювальні, узгоджувальні, імпульсні в електротехніці;
- числом фаз джерела енергії: на одно - і трифазні;
- за найвищою напругою однієї з обмоток: на низько - і високовольтні;
- потужністю: малої, середньої і великої;
- типом конструкції сердечників: на броньові, стержневі, стрічкові і тероїдальні;
- способом охолодження: із природним повітряним, примусовим, рідинним і паро рідинним;
- режимом роботи: тривалого, короткого і короткочасного;
- залежно від схеми за кількістю обмоток: одно -, двох - і багатообмоточні.
Трансформатори бувають: одно - та трифазні, низько - та високочастотні; знижувальні та підвищувальні; вимірювальні, зварювальні, узгоджуючи, вихідні, силові, перехідні та інші.

За конструкцією всі вони майже однакові і складаються з магнітної системи (замкненого стального магнітопроводу) та котушки. У силових, одно - та трифазних, а також у ряді інших трансформаторів магнітопровід виконується з окремих пластин (0,35…0,55 мм) електротехнічної сталі, складених у пакет. Для зменшення втрат від вихрових струмів ці пластини одну від одної ізолюють (покривають лаком або на поверхні їх створюють окисну плівку0 Обмотки трансформатора, як правило, намотуються ізольованим мідним проводом. Обмотка на яку продається напруга називається *первинною*, а обмотка, з якої знімається напруга, - *вторинною*. (Додаток №)

Принцип дії трансформатора ґрунтується на явищі електромагнітної індукції. Якщо до первинної обмотки трансформатора підвести змінну напругу мережі, то під дією змінного струму, що проходитиме по ній, навколо обмотки виникає змінне магнітне поле. Магнітний потік пронизуватиме витки вторинної обмотки трансформатора та індукуватиме в ній ЕРС. Під дією останньої у вторинній обмотці трансформатора проходитиме електричний струм. Таким чином, електрична енергія, трансформуючись, передається з первинної обмотки у вторинну.

Змінний магнітний потік, збуджений у магнітопроводі змінним струмом первинної обмотки, наводить в обох обмотках ЕРС, які визначаються виразами

$$E_1 = 4{,}44\ \Phi_m \cdot f \cdot \omega_1; \qquad E_2 = 4{,}44 \Phi_m \cdot f \cdot \omega_2$$

Відношення цих ЕРС

$$E_1 / E_2 = \omega_1 / \omega_2 = K$$

Де ω_1 і ω_2 - кількість витків первинної та вторинної обмоток трансформатора

К – коефіцієнт трансформації

Якщо не враховувати втрати в індуктивному та активному опорах первинної обмотки трансформатора, то можна констатувати, що при К > 1 він буде *знижувальним,*

При К < 1 – підвищувальним, при К = 1 – перехідним.

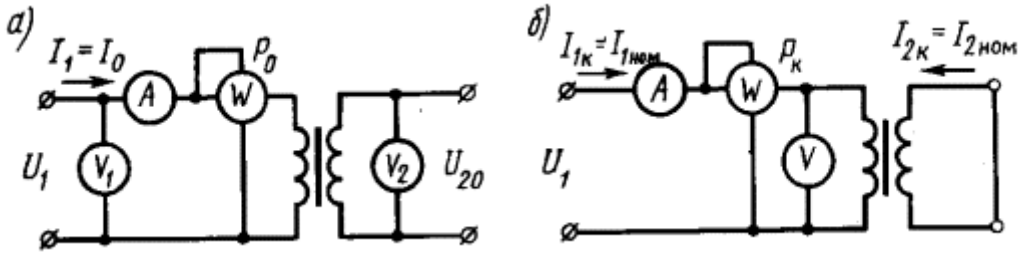
Параметри трансформатора (коефіцієнт трансформації. Втрати в сталі та проводах, опори обмоток тощо) можна визначити, провівши досліди холостого ходу та короткого замикання.

Холостим ходом трансформатора називається такий його стан, коли первинну обмотку ввімкнено на напругу мережі, а вторинну розімкнено.

Дослідження трансформатора у *робочому режимі* (під навантаженням) дає змогу дістати дані для побудови зовнішньої характеристики та визначення ККД трансформатора.

У режимі *короткого замикання* вторинну обмотку трансформатора замикають накоротко, а на первинну обмотку подають невелику напругу від лабораторного автотрансформатора, при якій струми в обмотках досягають номінальних значень.

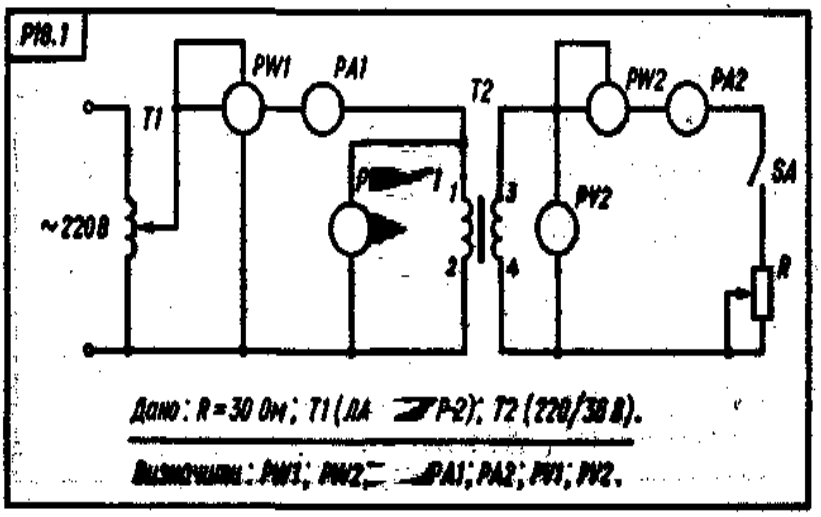
Електрична схема роботи однофазного трансформатора в режимі холостого ходу (а) і короткого замикання (б)



3.3. Порядок виконання роботи

3.3.1. Ознайомитися з лабораторною установкою

3.3.2. Скласти електричне коло за схемою для дослідження однофазного трансформатора



Визначити: PW1 PW2 PA1 PA2 PV1 PV2.

3.3.3. Дослідити трансформатор у режимі холостого ходу, для чого

1. Розімкнути вимикач SA;
2. подати напругу на первинну обмотку трансформатора Т2 від автотрансформатора Т1;
3. дослідити співвідношення між струмами та напругами в схемі, експериментальні дані занести до таблиці 1

Таблиця 1

№	Експериментальні дані				Результати обчислень				
	U_1в	I_1а	U_2в	P_1 вт	Z_1 ом	R_1 ом	X_1 ом	$Cos\varphi_1$	K
1									
2									

3.3.4. Використовуючи експериментальні данні, розрахувати такі параметри трансформатора в режимі холостого ходу:

А) повний опір первинної обмотки

$Z_1 = U_1/I_1$;

Б) її активний опір

$X_1 = \sqrt{Z_1^2 - R_1^2}$;

Г) коефіцієнт трансформації

$K = U_1 / U_2$;

Д) коефіцієнт потужності

$Cos\varphi_1 = R_1 / R_2$

Результати обчислень заносимо до таблиці 1

Дослідити робочий режим трансформатора

А) встановити на його первинній обмотці напругу 220В;

Б) замкнути вимикач SA

В) за допомогою реостата міняти струм у вторинній обмотці трансформатора через кожні 0,5 А, експериментальні дані заносимо в таблицю 2

Таблиця 2

№	Експериментальні дані					Результати обчислень				
	I_1 а	I_2 а	U_2 в	P_1вт	P_2 вт	Z_1ом	R_1ом	X_1ом	$Cos\varphi_1$	K
1	1,5									
2	2									
3	2,5									
4	3									
5	3,5									
6	4									
7	4,5									
8	5									

3.3.5 Використовуючи експериментальні данні, розрахувати такі параметри трансформатора в робочому режимі:

А) ККД

$H = P_2 / P_1 \cdot 100\%$

Б) коефіцієнт потужності

$P_{втр} = P_1 - P_2$

3.3.6. Результати обчислень занести в таблицю 2

3.3.7. За даними таблиці 2 побудувати графіки залежності

$U_2 = f(I_2)$ $h = f(I_2)$

3.3.8. Дослідити трансформатор у режимі короткого замикання, для чого:

А) замкнути вимикачSA;

Б) повзунок реостата установити у верхнє положення на мінімальне значення опору;

В) установити на первинній обмотці трансформатора напругу, що дорівнює нулю;

Г) подати живлення на схему і, плавно збільшуючи напругу на первинній обмотці трансформатора, встановити у вторинній обмотці номінальний струм, який дорівнює 5а. Експериментальні данні занести в таблицю 3.

Таблиця 3

№	Експериментальні дані				Результати обчислень				
	$U_{1к}$ в	$I_{1к}$ а	$I_{2к}$ а	$P_{1к}$ вт	$Z_к$ ом	$R_к$ ом	$X_к$ ом	$Cos\varphi_к$	
1									
2									

Використовуючи експериментальні дані, розрахувати такі параметри трансформатора в режимі короткого замикання:

А) повний опір

$Z_k = U_{1k} / (I_{1k})^2$;

Б) активний опір

$R_k = P_{1k} / (I_{1k})^2$;

В) індуктивний опір

$X_k = \sqrt{(Z_k)^2 - (R_k)^2}$;

Г) коефіцієнт потужності

$Cos\varphi_k = P_{1k} / (U_{1k} I_{1k})$

3.3.9. Результати обчислень занести в таблицю 3

IV. Зробити висновок

V. Відповісти на контрольні запитання та завдання

5.1 Що називається трансформатором?

5.2 Яка конструкція трансформатора?

5.3 Якій принцип дії трансформатора?

5.4 Де застосовуються трансформатори?

5.6 Для чого магнітопровід трансформатора виконується з електротехнічної сталі, а не з звичайної?

5.7 Чому магнітопровід трансформатора складається з окремих пластин, ізольованих одна від одної?

5.8 Що називається коефіцієнтом трансформації?

5.9 Що називається холостим ходом трансформатора?

5.10 Що називається коротким замиканням трансформатора?

5.11 Чому втрати потужності в магнітопроводі трансформатора не залежать від струму навантаження?

5.12 Як і з якою метою проводиться дослід короткого замикання трансформатора?

5.13 Чому при зміні струму у вторинній обмотці трансформатора змінюється і в первинній його обмотці?

5.14 Як впливає характер навантаження на зовнішню характеристику трансформатора?

5.15 Які переваги та недоліки автотрансформаторів порівняно з трансформаторами?

5.16 Де використовуються трансформатори спеціального призначення?

5.17 Покажіть схемне означення трансформатора.