

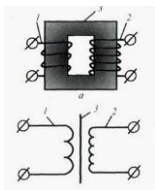
Тема: Вивчення конструкції і роботи трансформатора

Мета: Вивчити будову і дослідити роботу трансформатора в режимах холостого ходу, короткого замикання і під навантаженням.

Обладнання: трансформатор з осердям, ампервольтметр, реостат повзунковий, ключ, комплект з'єднувальних провідників.

Теорія: Однією з важливих переваг змінного струму над постійним є те, що силу струму і напругу змінного струму можна в найширших межах перетворювати (трансформувати) без істотних втрат потужності. Для зменшення витрат електричної енергії в лініях електропередач силу струму в них зменшують, а напругу збільшують до сотень тисяч і більше вольт, а в місцях споживання електроенергії напругу знижують до необхідних значень (сила струму при цьому відповідно зростає).

Трансформатор (мал.3. 21) в основному складається з двох (або більшої кількості) котушок, намотаних на феромагнітне (наприклад, сталеве) осердя. Одну з цих котушок (обмоток), яка приєднується до лінії від генератора, називають первинною.



Мал. 3.21. Будова та схематичне зображення трансформатора

Споживачі (електродвигуни, лампи, нагрівальні елементи тощо) приєднуються до вторинної обмотки трансформатора.

Осердя багатьох трансформаторів виготовляють із трансформаторної сталі і роблять замкненим, щоб зменшити втрати енергії в ньому. Сталь беруть у вигляді пластин, ізольованих одна від одної, що зменшує втрати енергії в разі виникнення вихрових струмів.

Змінний струм, що проходить у колі первинної обмотки 1 з кількістю витків N_1 , створює в осерді змінне магнітне поле. Це поле є спільним для обох обмоток трансформатора. У вторинній обмотці трансформатора 2 з кількістю витків N_2 індукуюється електрорушійна сила.

Оскільки обмотки трансформатора мають спільне змінне магнітне поле, то в кожному їх витку виникає однакова електрорушійна сила.

За допомогою трансформаторів можна в широких межах змінювати сили струму і напруги змінних струмів без істотних втрат потужності сила. Електрорушійна сила в обмотках пропорційна кількості витків у них:

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Якщо коло вторинної обмотки розімкнене, то таке явище називають **холостим ходом трансформатора**. У цьому разі напруга U_2 дорівнює електрорушійній силі $\mathcal{E}_2$. У первинній обмотці при цьому проходить струм невеликої сили — струм холостого ходу.

$$U_1 \approx \mathcal{E}_1.$$

Отже, під час холостого ходу напруги на обмотках трансформатора можна вважати пропорційними кількостям витків у них:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = k$$

де k — коефіцієнт трансформації.

Якщо $k < 1$, то $U_2 > U_1$ і трансформатор є **підвищувальним**; якщо $k > 1$, напруга U_2 менша від U_1 і трансформатор є **знижувальним**.

Коли до вторинної обмотки приєднують споживачі, вторинне коло замикається — це так званий **робочий хід трансформатора**. Струм I_2 вторинної обмотки є індукційним, тому його магнітне поле відповідно до закону Ленца послаблює магнітне поле, яке його викликало. Отже, магнітний потік в осерді зменшується, а відповідно зменшується і $\mathcal{E}_1$. Сила струму I_1 зростає до значення, коли магнітний потік в осерді стане таким, як і був раніше.

[illegible]

Коли активні опори обмоток трансформатора незначні, можна вважати, що $U_1 \approx \mathcal{E}_1$ і $U_2 \approx \mathcal{E}_2$.

Сучасні трансформатори мають коефіцієнти корисної дії від 90 до 99,5%, тобто втрати енергії в них незначні. Тому наближено

$$P_1 \approx P_2; I_1 U_1 \approx I_2 U_2.$$

При розімкненому колі вторинної обмотки трансформатора явище називають його холостим ходом

Коефіцієнт трансформації при холостому ході визначається відношенням кількостей витків в обмотках трансформатора

$$k = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{звідки}$$

$$\frac{I_2}{I_1} \approx \frac{U_1}{U_2}.$$

Коли активні опори обмоток трансформатора незначні, то можна вважати, що

$$U_1 \approx \mathcal{E}_1 \text{ і } U_2 \approx \mathcal{E}_2;$$

$$P_1 \approx P_2$$

Один і той самий трансформатор, якщо в ньому є кілька обмоток, може бути як підвищувальним, так і знижувальним, або якщо за наявності лише двох обмоток поміняти їх місцями.

Хід роботи

1. Розрахувати потужність первинної обмотки P_1 та вторинної обмотки P_2 .

$$\frac{P_2}{P_1}$$

2. Розрахувати ККД трансформатора $\eta = \frac{P_2}{P_1} 100\%$, де P_2 – потужність корисна, P_1 – потужність споживана.

Результати занести в таблицю.

N	Первинна обмотка			Вторинна обмотка			ККД, %
	U_1 , В	I_1 , А	P_1 , Вт	U_2 , В	I_2 , А	P_2 , Вт	
1.	220	0,37		137	0,5		
2.	220	0,43		135,6	0,6		
3.	220	0,7		133,4	1		

Зробити висновок.

Дати відповіді на контрольні питання.

Контрольні питання:

1. Які функції електричного трансформатора?
2. З яких основних частин складається трансформатор?
3. З яких речовин виготовляються осердя трансформаторів?
4. Які обмотки трансформаторів вважають первинними і які вторинними?
5. Що таке коефіцієнт трансформації?
6. Що таке холостий і робочий хід трансформатора?
7. Який коефіцієнт корисної дії мають сучасні трансформатори?
8. Як змінюються втрати напруги в лінії електропередачі в разі підвищення напруги в ній?
9. Як змінюються втрати потужності в лінії електропередачі в разі підвищення напруги в ній?
10. Що таке коефіцієнт корисної дії лінії електропередачі?
11. Для чого потрібні трансформатори?
12. Знижувальний трансформатор з коефіцієнтом трансформації 24 ввімкнено в мережу з напругою 120 В. Вторинну обмотку трансформатора ввімкнено до приладу, через який проходить струм 0,5 А. Визначити опір приладу, якщо опір вторинної обмотки дорівнює 2 Ом, а ККД 95 %.
