

Тема №2: Електричне коло та його основні закони

Тема: Активний опір провідників

Мета: Опрацювати інформацію про види з'єднань елементів кола змінного струму. Розглянути фазові співвідношення між струмом і напругою в колі змінного струму активного опору. Навчитись виконувати розрахунок кіл змінного струму.

I. Опрацювання нового матеріалу

Вивчаючи постійний струм, ми дізналися, що всі провідники мають електричний опір. Провідники чинять опір і на змінний струм. Однак у колах змінного струму існують різні види опорів: активні й реактивні опори.

Елемент електричного кола, у якому електрична енергія незворотно перетворюється у внутрішню енергію, називають **активним опором R**.

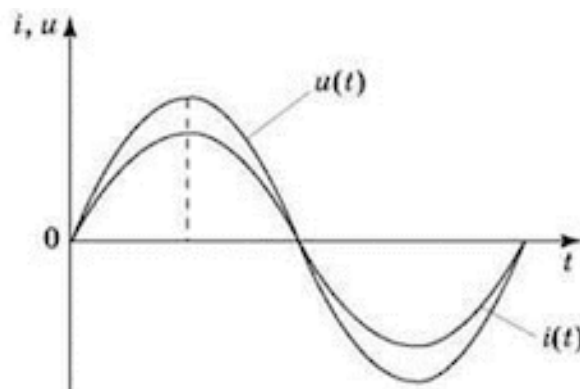
Нехай коло складається зі з'єднувальних проводів і має навантаження малої індуктивності й значного опору R. Будемо вважати, що напруга на полюсах джерела струму змінюється за законом: $u = U_{\max} \cos \omega t$.

Як і у випадку постійного струму, миттєве значення сили струму прямо пропорційно миттєвому значенню напруги. Тому для знаходження миттєвого значення сили струму можна застосувати закон Ома:

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_{\max} \cos \omega t}{R} = I_{\max} \cos \omega t.$$

У провіднику активного опору коливання сили струму за фазою збігаються з коливаннями напруги, а амплітуда сили струму визначається рівністю:

$$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R}.$$



Діючі значення сили струму й напруги

З поняттями миттєвого й амплітудного значення струму, напруги й ЕРС ми вже обізнані. Постає питання, яке значення сили струму або напруги прийняти для характеристики цього струму. Адже миттєве значення змінного струму увесь час змінюється, коливаючись між нулем і максимальним значенням. Можна було б схарактеризувати величину змінного струму його амплітудою. Це в принципі можливо, але практично дуже незручно, тому що складно побудувати такі прилади, які вимірювали б амплітуду змінного струму.

Середнє значення сили струму за період дорівнює нулю й також не може служити його характеристикою. Справді, якщо увімкнути амперметр постійного струму в коло змінного струму, то він покаже нуль.

Зручно використовувати для характеристики змінного струму яку-небудь властивість, що не залежить від напрямку струму. Такою властивістю є, наприклад, теплова дія струму. Оскільки $Q = I^2 R t$, то вже середнє значення квадрата сили струму за період не дорівнює нулю.

Нехай сила струму змінюється за законом $i = I_{\max} \sin \omega t$.

Тоді можна записати:

$$i^2 = I_{\max}^2 \sin^2 \omega t.$$

З урахуванням $\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$ можна записати:

$$i^2 = \frac{I_{\max}^2}{2} (1 - \cos 2\omega t).$$

Середнє значення косинуса за період дорівнює нулю, отже, $\overline{i^2} = \frac{I_{\max}^2}{2}$. Таким чином, у випадку синусоїдального струму діюче значення струму пов'язане з

$$I = \sqrt{\overline{i^2}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}.$$

амплітудою в такий спосіб:

Діюче значення сили змінного струму дорівнює силі такого постійного струму, що виділить у провіднику ту саму кількість теплоти, що й змінний струм за той самий час. Аналогічно:

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}}, \quad \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_{\max}}{\sqrt{2}}.$$

Шкали вимірювальних приладів змінного струму градуують саме в діючих значеннях. У паспортах електротехнічних машин, апаратів і приладів змінного струму зазначені діючі значення сили струму й напруги.

Потужність у колі змінного струму

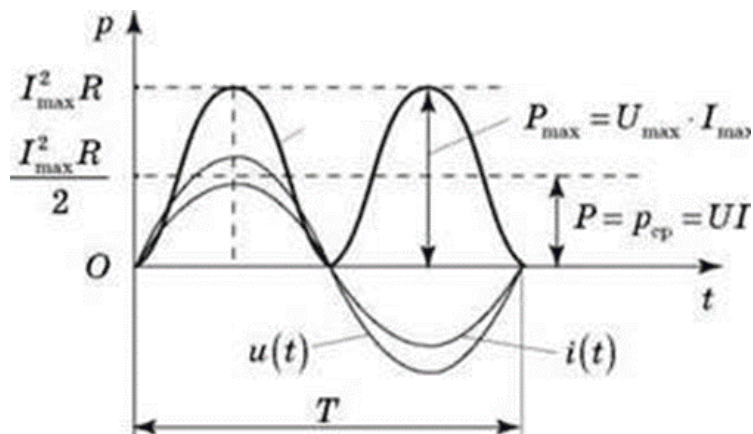
Потужність постійного струму можна обчислити за формулою: $P = I^2 R$.

Визначимо середнє значення $p_{\text{ср}}$ потужності змінного струму. Миттєву потужність можна визначити за формулою $p = i^2 R$. Тоді

$$p = I_{\max}^2 R \sin^2 \omega t = I_{\max}^2 R \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}.$$

Звідси:

$$P = p_{\text{ср}} = \frac{I_{\max}^2 R}{2}.$$



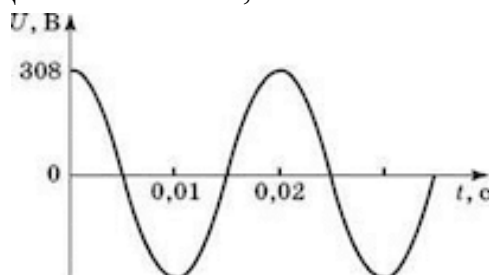
II. Закріплення нового матеріалу

Усне опитування:

1. Які енергетичні перетворення відбуваються в колах змінного струму, що містять тільки активний опір?
2. Чому ми не помічаємо мерехтіння лампочок, увімкнених в освітлювальну мережу змінного струму?
3. Чи можна виміряти чутливим електрометром напругу в колі змінного струму?
4. Амперметр, увімкнений у коло змінного струму, показує 1 А. Яке амплітудне значення сили цього струму?
5. Чи можна в коло змінного струму напругою 220 В вмикати конденсатор, пробивна напруга якого 250 В?
6. У який момент часу від початку коливання миттєве значення змінного струму дорівнює його діючому значенню?

Тренувальні вправи з розв'язку задач

1. Напруга в мережі змінюється за законом $u = 310 \sin \omega t$. Яка кількість теплоти виділиться за 1 хв. в увімкненій у цю мережу електричній плитці активного опору 60 Ом?
2. На ділянці кола активного опору 900 Ом сила струму змінюється за законом $i = 0,5 \sin 100 \pi t$ (А). Визначте: діючі значення сили струму й напруги; потужність, що виділяється на ділянці. Запишіть рівняння залежності $u(t)$.
3. На рисунку наведений графік залежності напруги в мережі від часу. За який час закипить вода в чайнику, що містить 1,5 л води, якщо опір нагрівального елемента чайника 20 Ом, ККД чайника 72 %, а початкова температура води 20 °С?



III. Домашнє завдання

- Опрацювати теоретичний матеріал, скласти конспект.
- Дати відповідь на питання:

В освітлювальних колах змінного струму застосовують напруги 220 і 127 В. На які напруги може бути розрахована ізоляція в цих колах?