

План уроку 101

Тема: Коливання та хвилі.

Тема уроку: Зміна струму та його характеристики. Діючі значення напруга і сили струму.

Мета уроку: сформувати в учнів уявлення про змінний струм як вимушені електричні коливання.

Змінний електричний струм

О Змінний струм – електричний струм, що періодично змінюється за модулем і напрямком.

О Вимушені електромагнітні коливання – незатухаючі коливання заряду, напруги, сили струму й інших фізичних величин,

зумовлених ЕРС, що періодично змінюється:

$$e = \xi_{\max} \sin \omega t.$$

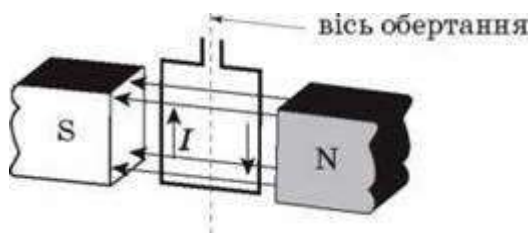
Яскравим прикладом вимушених коливань є змінний струм:

$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0).$$

2. Як одержувати змінну ЕРС

Джерело електричної енергії, що створює періодично змінювану ЕРС, називають генератором змінного струму.

Генератором змінного струму може служити дротяна рамка, що обертається в однорідному магнітному полі індукцією $\vec{B}$ з деякою постійною кутовою швидкістю?



Магнітний потік через рамку $\Phi = BS \cos \alpha$. Залежність кута α від часу має вигляд $\alpha = \omega t$. Тоді $\Phi = BS \cos \omega t$.

Зміна магнітного потоку призводить до виникнення в рамці ЕРС

індукції ξ . Відповідно до закону електромагнітної індукції $\xi = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$. Швидкість зміни магнітного потоку $\Phi/\omega t$ з погляду математики є похідною функції $\Phi(t)$, тому

$$\xi = -\Phi'(t) = \omega BS \sin \omega t.$$

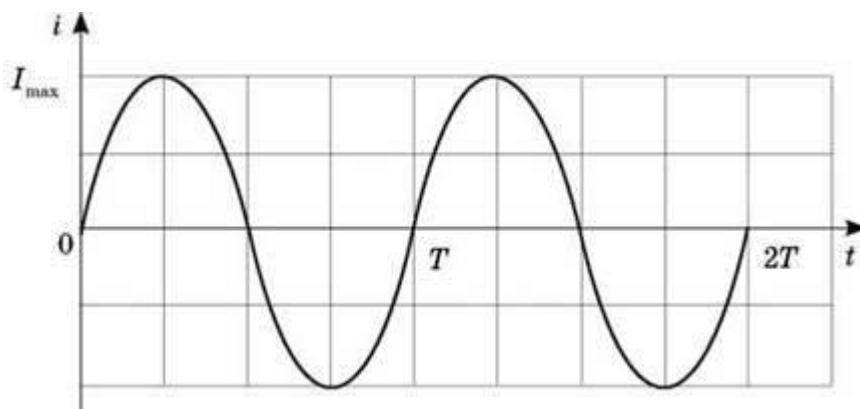
Таким чином, розглянута рамка є джерелом ЕРС, що зазнає гармонічних коливань амплітудою $\mathcal{E}_{\max} = \omega BS$. Якщо рамка містить N витків провідника, амплітуда ЕРС збільшується в N разів:

$$\mathcal{E}_{\max} = \omega NBS.$$

Щоб скористатися отриманою ЕРС, необхідно приєднати рухомі кінці рамки до нерухомих контактів зовнішнього електричного кола. Можна зробити так, щоб металеве кільце від кожного з кінців рамки ковзало по своєму нерухомому контакту (щітці). Тоді щітки можна розглядати як полюси джерела струму. Якщо приєднати до цих полюсів резистор, опір R якого в багато разів перевищує опір рамки й контактів, напруга на ньому дорівнюватиме ЕРС у рамці $u(t) = \mathcal{E} \sin \omega t$, а сила струму в резисторі буде:

$$i(t) = \frac{u(t)}{R} = \frac{\omega NBS}{R} \sin \omega t.$$

На рисунку показаний графік залежності сили струму від часу ($I_{\max} = \mathcal{E}/R$).



$$T = \frac{2\pi}{\omega}, \quad \nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}.$$

Період змінного струму: частота:

3. Генератор змінного струму

Найпростіший генератор змінного струму являє собою металевий сердечник, у пази якого вкладається обмотка. Кінці обмотки з'єднані з кільцями. Сердечник з обмоткою обертається в магнітному полі нерухомого постійного магніту або електромагніту. Обертovu частину генератора називають ротором, нерухому – статором.

Швидкість обертання ротора можна зменшити, якщо використати електромагніт, що має кілька пар магнітних полюсів. Частота ν змінного струму пов'язана із частотою обертання ротора генератора $\nu_{\max}$ співвідношенням: $\nu = p\nu_{\max}$, де p – кількість пар магнітних полюсів генератора.

ПИТАННЯ ДО УЧНІВ У ХОДІ ВИКЛАДУ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Перший рівень

1. За яких умов в електричному колі виникають вимушені електромагнітні коливання?

2. Яке явище використовують під час виробництва електроенергії на електростанціях?
3. Чому ми не помічаємо мерехтіння лампочок, увімкнених в освітлювальну мережу змінного струму?

Другий рівень

1. Яка енергія перетворюється в електричну енергію?
2. На якому явищі заснована дія генераторів електричного струму?
3. Чому під час рівномірного обертання рамки в постійному магнітному полі в ній індукується не постійний, а змінний струм?

ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

1). Якісні питання

1. Чи можна виміряти чутливим електрометром напругу в колі змінного струму?
2. Що обертають на генераторах електростанцій – рамки чи магніти? Чим це обумовлено?

2). Навчаємося розв'язувати задачі

1. ЕРС змінного струму задана рівнянням $e = 100 \sin 20\pi t$. Визначте частоту й період струму.
2. Дротяна прямокутна рамка розміром 20 x 30 см, що має 20 витків мідного проводу діаметром 1 мм, перебуває в однорідному магнітному полі індукцією 0,5 Тл. Рамку замикають на резистор опором 6,6 Ом і починають обертати із частотою 10 об/с. Визначте максимальну силу струму, що виникає в рамці.

ЩО МИ ДІЗНАЛИСЯ НА УРОЦІ

– Змінний струм – електричний струм, що періодично змінюється за модулем й напрямком.

$$i = I_{\max} \sin(\omega t + \varphi_0).$$

– Вимушені електромагнітні коливання – незатухаючі коливання заряду, напруги, сили струму й інших фізичних величин, зумовлених ЕРС, що періодично змінюється:

$$e = \mathcal{E}_{\max} \sin \omega t.$$

– Джерело електричної енергії, яке створює ЕРС, що періодично змінюється, називають генератором змінного струму.

Домашнє завдання

