

ЗАНЯТТЯ 2 (2 семестр)

Тема: ЗМІННИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ. ГЕНЕРАТОР ЗМІННОГО СТРУМУ

Коли ви вмикаєте світло, кімната освітлюється рівномірно і якщо придивитися до волоска лампи розжарення, то не помітно, що його світіння змінюється. Чому ж струм ми називаємо змінним?

Обертання прямокутної рамки в однорідному магнітному полі.

Досліджуючи явище електромагнітної індукції, з'ясували, що у випадку обертання рамки в магнітному полі в ній виникає індукційний струм.

Нехай у початковий момент часу рамка розташована так, що напрямок нормалі \vec{n} до рамки збігається з напрямком індукції магнітного поля \vec{B} , у якому рамка обертається.

Нехай магнітне поле є однорідним: індукція $\vec{B} = const$ і контур обертається рівномірно з кутовою швидкістю $\omega = const$.

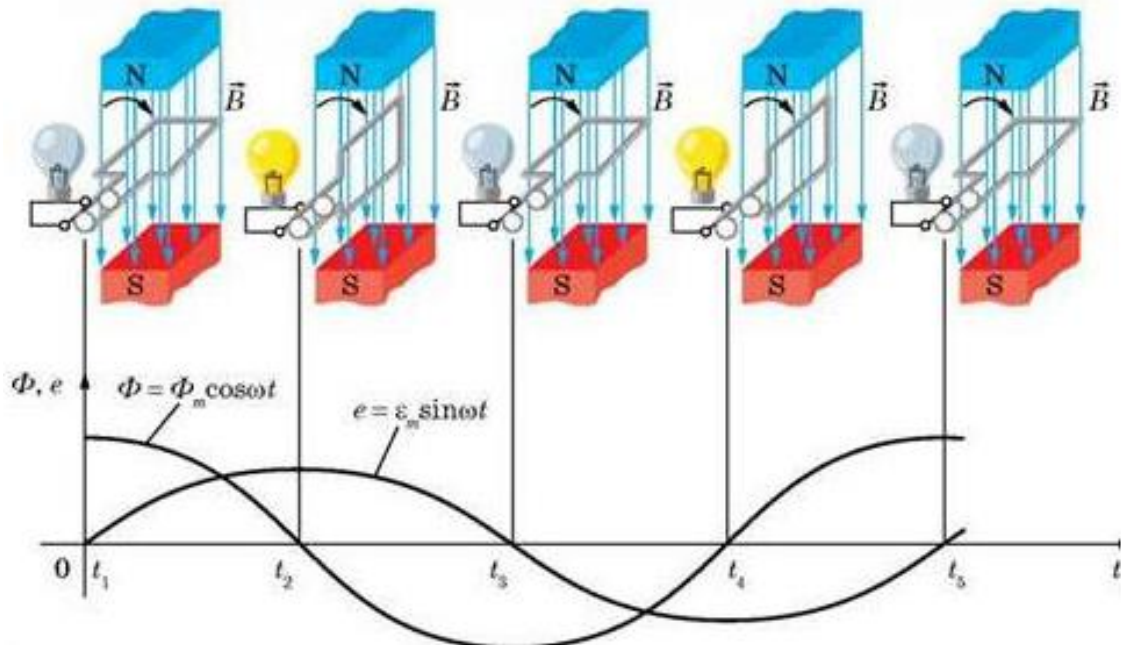
Тоді магнітний потік Φ , який пронизує контур у будь-який момент часу t , дорівнюватиме:

$$\Phi = BS \cos \varphi$$

де S - площа, обмежена контуром, а $\varphi = \omega t$ - кут повороту контуру, який відлічується від початкового положення контуру, за якого $B \perp S$.

Під час обертання контуру потік Φ періодично змінюється. В зв'язку з цим у контурі виникає періодично змінна ЕРС індукції, котра, згідно з законом електромагнітної індукції дорівнює:

$$\varepsilon_i = -\dot{\Phi} = BS\omega \sin \omega t$$



Якщо рамка має N витків, то ЕРС індукції на її клеммах буде в N разів більшою:
 $\varepsilon_i = NBS\omega \sin \omega t$.

За один оберт рамки електрорушійна сила змінює своє значення і знак двічі, тобто здійснює **одне повне коливання**.

Вимушені електромагнітні коливання - незатухаючі коливання заряду, напруги, сили струму й інших фізичних величин, спричинені електрорушійною силою, що періодично змінюється.

Змінний струм.

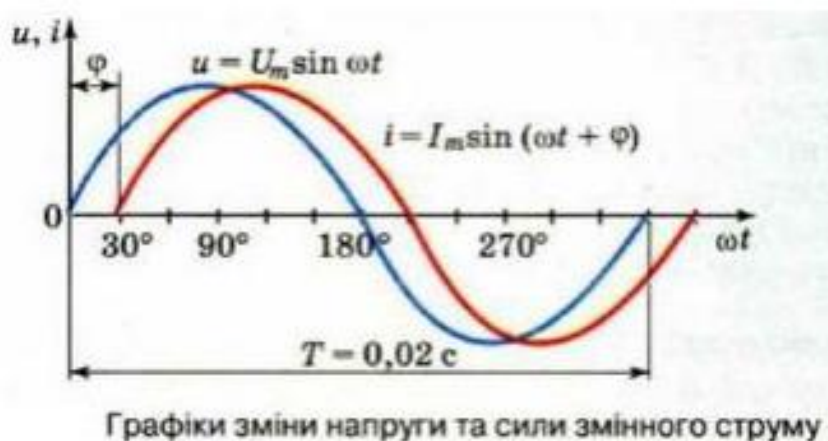
Особливо важливим прикладом вимушених електромагнітних коливань є **змінний струм**, який широко використовується для освітлення, приведення в рух верстатів, механізмів і машин.

Змінними вважають струми, які змінюються як за значенням, так і за напрямком.

Найбільш важливими є струми, сила яких змінюється за гармонічним законом, тобто за законом синуса чи косинуса. Саме такі змінні струми виробляють генератори на електростанціях; вони часто застосовуються в радіотехніці. Щоб дістати в колі змінний струм, сила якого змінюється за законом синуса, необхідно увімкнути в коло джерело ЕРС, яка періодично змінюється за синусоїдальним законом

$$x = x_0 \sin \omega t$$

де x_0 – амплітудне значення, ω – циклічна частота змінної ЕРС



Діючі значення сили струму та напруги.

У колі змінного струму напруга й сила струму повсякчас змінюються. Тому для характеристики змінного струму зручно використовувати будь-яку властивість, яка не залежить від напрямку струму. Такою властивістю є, теплова дія струму. Оскільки

$$Q = I^2 R t,$$

то вже середнє значення квадрата сили струму за період не дорівнює нулю.

Тому вводять характеристику змінного струму - **ефективне (або діюче) значення сили змінного струму**.

Ефективним (або діючим) значенням сили змінного струму називають силу такого постійного струму, який за один період змінного струму виділяє стільки ж тепла, скільки останній виділяє за той самий час.

Діюче значення сили змінного струму:

$$I = \frac{I_M}{\sqrt{2}},$$

Аналогічно:

$$U = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$$

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_M}{\sqrt{2}}$$

Усі амперметри та вольтметри, показують ефективні значення сили струму та напруги. У США й Канаді, наприклад, стандартна напруга мережі змінного струму дорівнює 120 В, що відповідає 170 В амплітудного значення. У Європі ефективна напруга 240 В, амплітудна відповідно - 340 В. У нашій країні ефективна напруга 220 В, амплітудна - 310 В.

Потужність у колі змінного струму.

У випадку постійного струму потужність визначається за формулою $P = UI$. Для кола змінного струму ця формула не застосовна, оскільки сила струму й напруга змінюються. Середня потужність струму за період обчислюється за формулою:

$$P = \frac{1}{2} I_m U_m \cos \varphi$$

Генератор змінного струму - це прилад, який перетворює механічну енергію в електричну на основі явища електромагнітної індукції.

Основні частини генератора:

ротор - рухома частина;

статор - нерухома частина;

колектор - кільце, розрізане на сектори;

щітки - металеві пластинки, які щільно прилягають до кілець;

індуктор - частина генератора, що створює магнітне поле;

якір - провідник, в якому наводиться е.р.с.

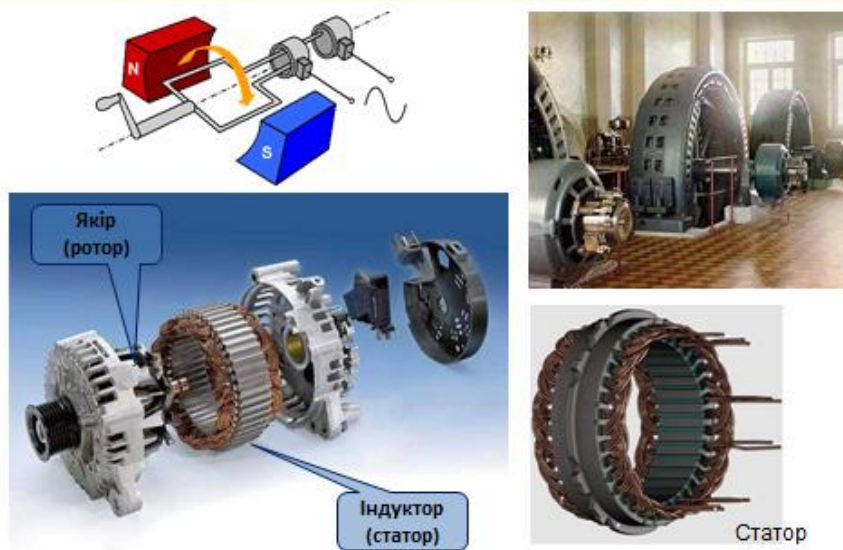
Кожен генератор складається з двох основних частин: електромагніту або постійного магніту, який створює магнітне поле, і обмотки, в якій індукується змінна е.р.с. Для збільшення е.р.с. необхідно збільшувати магнітний потік через витки. Тому магнітну систему генераторів роблять майже замкнутою, такою, що складається з двох залізних осердь: зовнішнього кільцеподібного нерухомого і внутрішнього обертового осердя, а повітряний зазор між ними доводять до мінімальних розмірів. У великих сучасних генераторах обертається саме електромагніт, який є ротором, тоді як обмотки, в яких збуджується е.р.с., вкладені в пазах статора і залишаються нерухомими.

Основні конструктивні елементи генератора змінного струму

- Електромагніт (чи постійний магніт) – індуктор
- Обмотка в якій індукується ЕРС – якір
- Металічні півкільця – колектор
- Щітки для з'єднання рухомих та нерухомих частин генератора



Генератор змінного струму



Нині налагоджено виробництво сучасних генераторів змінного струму потужністю 200,300,500,800 МВт.

Сучасні генератори змінного струму потужністю 200, 300, 500 і 800 МВт.



Приклади розв'язування задач

Задача 1. Рамка, що має площу 200 см^2 , обертається з частотою 8 с^{-1} в однорідному магнітному полі, індукція якого $0,4 \text{ Тл}$. Напишіть формули залежності магнітного потоку та ЕРС від часу, якщо за $t = 0$ нормаль до площини рамки перпендикулярна до ліній індукції поля. Знайти амплітуду ЕРС індукції.

Дано:

$$S = 200 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$\nu = 8 \text{ с}^{-1}$$

$$B = 0,4 \text{ Тл}$$

$$\Phi(t) - ?$$

$$\varepsilon(t) - ?$$

$$\varepsilon_m - ?$$

Розв'язання:

$$\Phi(t) = \Phi_0 \cos \omega t = BS \cos 2\pi \nu t$$

$$\varepsilon(t) = BS \omega \sin \omega t.$$

$$\Phi(t) = 0,4 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cos 2\pi 8t = 0,008 \cos 16\pi t$$

$$\varepsilon(t) = 0,008 \cdot 16\pi \sin 16\pi t = 0,13 \pi \sin 16\pi t$$

$$\varepsilon_m = 0,13\pi \text{ В} = 0,4 \text{ В}$$