

Лекція 2

Поняття про змінний струм

Поняття про змінний струм

В теперішній час майже вся електрична енергія генерується у вигляді енергії змінного струму.

Постійний струм необхідний в деяких галузях промисловості: електрохімія, транспорт, зв'язок — який можна отримати шляхом випрямлення змінного струму.

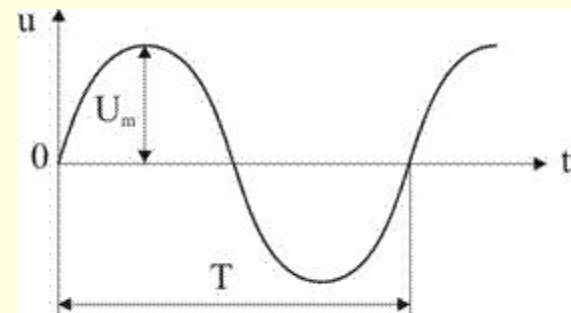
Переваги змінного струму

- Можливість просто, за допомогою трансформатора, перетворювати напругу, отримуючи високу для передачі електроенергії на великі відстані та низьку для передачі електроенергії на маленькі відстані й живлення приймачів.
- Менші втрати при передачі напруги на змінному струмі, ніж на постійному.
- Електричні машини змінного струму мають більш просту конструкцію, надійніші в роботі й простіші в експлуатації ніж машини постійного струму.

Поняття про змінний струм

- **Змінним** називається струм, що змінює свою величину та напрям за 1 період.
- **Період T** - це проміжок часу, за який струм повністю змінюється, вимірюється в секундах.
- Кількість періодів в одиницю часу, тобто величина зворотна періоду, називаються **частотою f** та вимірюється в герцах Гц.
- В Європі промисловою частотою є частота 50 Гц.

$$f = \frac{1}{T}$$



Перевірка

Дайте відповідь на запитання:

Якщо промислова частота 50 Гц, яке значення має період?

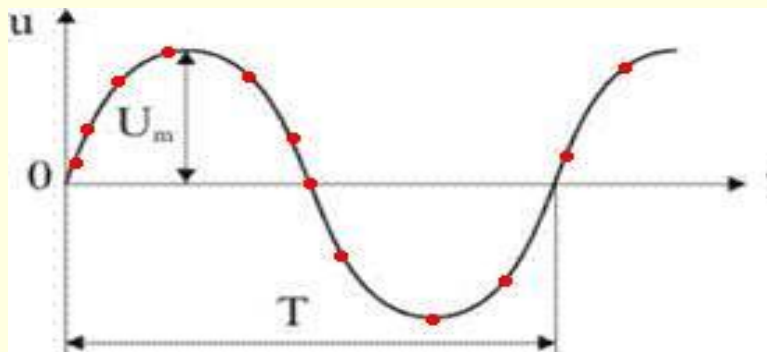
Відповідь, отримане значення (наприклад 15 с) напишіть у чаті.

Змінні величини характеризують наступними значеннями

- **Миттєве значення** - значення струму, напруги та ЕРС у довільний момент часу. Миттєві величини позначаються малими латинськими літерами e , u , i , p .

$$i = i(t), \quad u = u(t), \quad e = e(t)$$

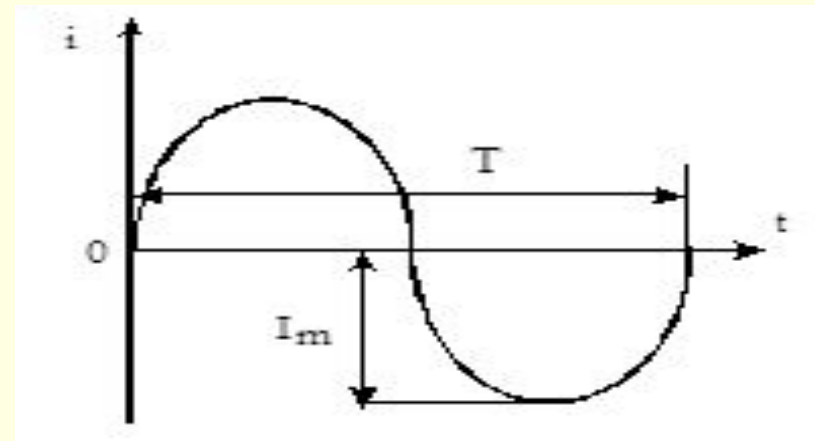
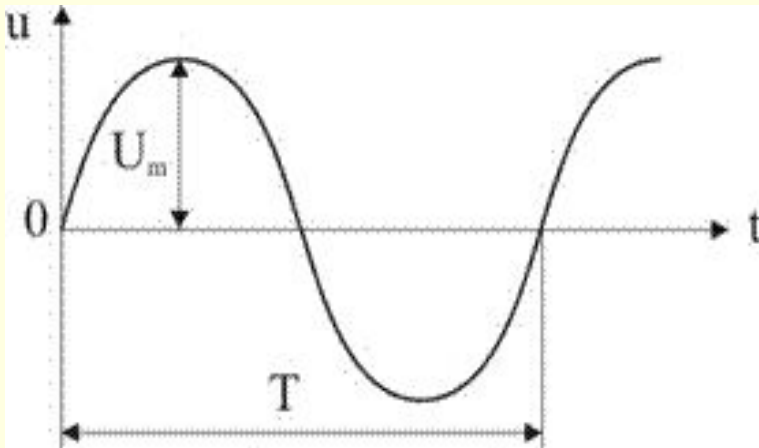
- Миттєвих значень за 1 період безкінечна кількість.



Змінні величини характеризують наступними значеннями

■ **Максимальне значення** (амплітудне) - найбільше миттєве значення за період. Максимальні величини позначаються Великими латинськими літерами з індексом m :

$$I_m, \quad U_m, \quad E_m$$



Змінні величини характеризують наступними значеннями

- Величину змінного струму, еквівалентну постійному струму та рівною йому чисельно називають діючим значенням змінного струму. Діючі значення позначають латинськими буквами без підстрочних індексів:

$$I, \quad U, \quad E$$

- На шкалі вимірювальних приладів електромагнітної системи та у технічній документації на устаткування, вказують ці значення струму та наруги.

Діюче значення змінного струму

- Діюче значення змінного струму - це таке значення постійного струму, який протікаючи скрізь той же опір, що і змінний струм, та виділяє у ньому за період ту же кількість тепла.
- Діюче значення синусоїдного струму - це його середньоквадратичне значення за період і воно менше за амплітудне у $\sqrt{2}$ раз:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707 I_m \qquad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \qquad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

Кожна змінна величина характеризується

- Максимальним значенням I_m , U_m , E_m
- Змінюється за законом $\sin$.
- Обертається з кутовою швидкістю ωt .

$$i = I_m \sin \omega t$$

$$u = U_m \sin \omega t$$

$$e = E_m \sin \omega t$$

Перевірка

- 1) Максимальне значення струму 10 А. Чому дорівнює діюче значення струму?
- 2) Діюче значення напруги 36 В. Чому дорівнює максимальне значення напруги?
- 3) Змінний струм математично виражається формулою: $i(t) = 5 \sin \omega t$
Чому дорівнює діюче значення?

Одержання синусоїдної ЕРС

■ Синусоїдний струм проходить лише в замкненому колі, в якому діє синусоїдна ЕРС. За допомогою генератора механічна енергія перетворюється в електричну енергію змінного струму. Генератор складається з нерухомої частини - статора та рухомої частини - ротора.

■ Статор набирається з тонких листів електротехнічної сталі. Він має форму полого циліндра. У пази, які зроблені уздовж внутрішньої поверхні статора, вкладені ізольовані провідники - обмотка статора, в якій індукуються змінні ЕРС.

Одержання синусоїдної ЕРС

■ Ротор являє собою електромагніт. В обмотку ротора струм збудження подається через мідні кільця (колектор). При обертанні ротора вже змінний магнітний потік перетинає обмотку статора та індукуює в ній змінну ЕРС:

$$e = Blv \sin \alpha,$$

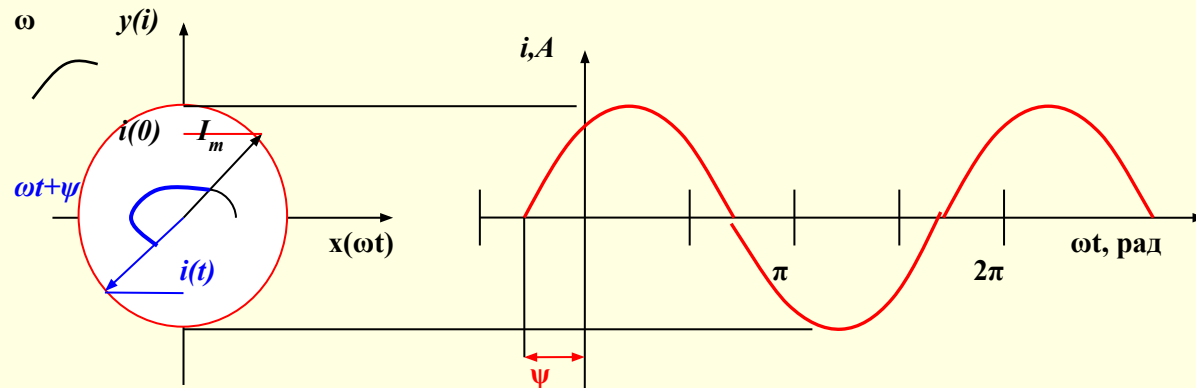
■ Магнітна індукція розподілена уздовж поверхні ротора синусоїдно завдяки формі полюсів: від середини полюсів до його країв повітряний проміжок поступово збільшується, а індукція зменшується. При цьому вектори індукції у будь-якій точці перпендикулярні поверхні ротора. В деяких точках на поверхні ротора індукція дорівнює нулю, так звана нейтральна площина.

$$e = Blv \sin \alpha,$$

- де B - магнітна індукція в пазу, в якому знаходиться даний провідник, Тл.
- l - активна довжина цього провідника, м
- v - швидкість руху магнітного потоку по відношенню до провідника, м/с
- α - кут між магнітними лініями та провідниками обмотки статора, який змінюється з поворотом контуру.

Одержання синусоїдної ЕРС

Швидкість обертання ротора підтримується постійною, тому змінна ЕРС при обертанні ротора викликається лише зміною магнітної індукції уздовж поверхні ротора. Так як ця індукція розподілена уздовж поверхні ротора синусоїдно, то і ЕРС змінюється з часом теж синусоїдно. У зв'язку з цим генератори змінного струму розраховують так, щоб розподілення індукції уздовж поверхні ротора було синусоїдною. Тобто, щоб ротор обертався з постійною кутовою швидкістю в однорідному магнітному полі.



Струм та напруга замкненому колі

$$i = \frac{e}{R} = \frac{E_m}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

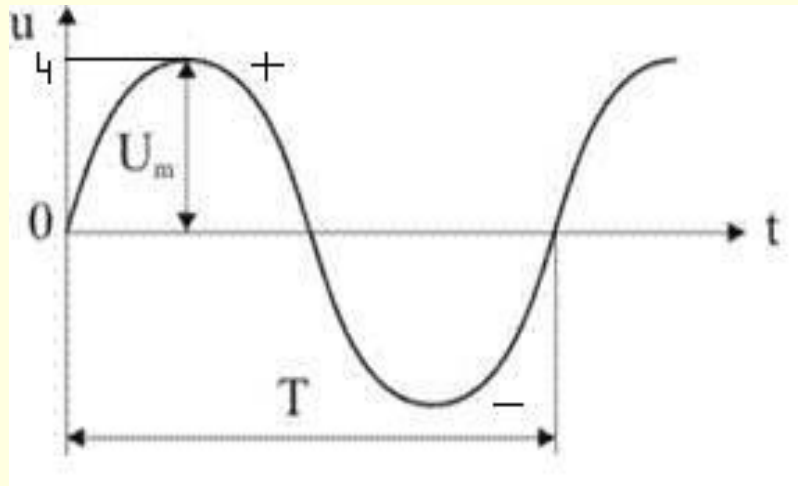
де R - еквівалентний опір кола, Ом.

Знаючи миттєве значення струму та опір приймача енергії , можна визначити миттєве значення напруги на затискачах генератора:

$$u = iR_H = I_m R_H \sin \omega t = U_m \sin \omega t$$

Струм та напруга замкненому колі

Так як ці величини гармонічні, то у перший півперіод значення цих величин позитивне і змінюється, але напрямок не змінюється. В другому півперіоді значення негативне (напрямок руху зарядів змінюється на протилежний).



$$u = 4 \sin \omega t$$

Домашнє завдання

- 1) Законспектувати матеріал презентації.
- 2) За наведеними нижче виразами необхідно:
побудувати графік, знайти діюче та
максимальне значення; розрахувати опір та
потужність.

$$e = 360 \sin \omega t$$

$$i = 5 \sin \omega t$$

Підсумок



- Розглянуто основні поняття про змінний струм.
- Розглянуто переваги змінного струму.
- Розглянуто основні величини, що характеризують змінний струм.
- Розглянуто метод отримання синусоїдної ЕРС.

