

Дія змінного(імпульсного) 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?

Змінний електричний струм.

З явищ Фарадея випливає, що під час зміни магнітного потоку, що пронизує контур в ньому виникає змінна ЕРС індукції. Щоб електрорушійна сила змінювалася періодично і гармонічно можна рівномірно обертати рамку в магнітному полі і разом з тим отримати незатухаючі коливання інших величин з незмінними амплітудами.

Вимушені електромагнітні коливання – незатухаючі коливання заряду, напруги, сили струму й інших фізичних величин викликані електрорушійною силою що періодично змінюється:

$$e = I_{max} \sin \omega t,$$

де e – миттєве значення ЕРС, В; I_{max} - амплітудне значення ЕРС;
 ω - циклічна частота змінної ЕРС, рад/с.

Яскравим прикладом вимушених коливань є змінний струм.

Змінний електричний струм – електричний струм, сила якого змінюється за гармонічним законом:

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

i – миттєве значення сили струму, А; I_{max} - амплітудне значення сили струму,
 ω – циклічна частота змінного струму, що збігається з частотою змінної ЕРС, φ_0 – початкова фаза.

На відміну від постійного, змінний струм весь час змінює своє значення і напрямок.

Одержання змінного струму.

Якщо до дротяної рамки, що обертається в магнітному полі, за допомогою спеціальних контактів підключити активне навантаження (наприклад, лампу розжарювання), то електричне коло буде замкнено, і в колі виникне змінний електричний струм. Джерелом струму в колі слугуватиме обертова рамка, а споживачем – лампа.

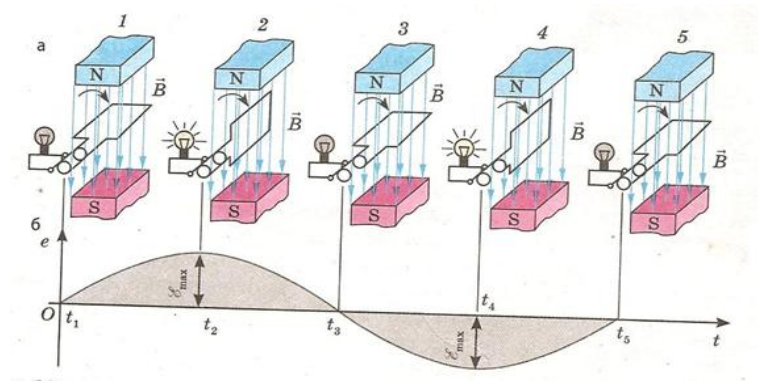


Рис. Створення змінної ЕРС індукції в рамці, яка обертається в магнітному полі постійного магніту.

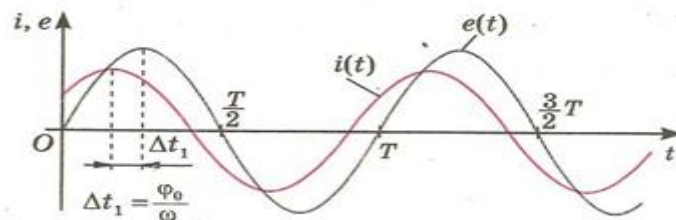
Згідно із законом Ома сила струму в лампі змінюватиметься:

$$i = \frac{e}{R+r} = \frac{\max \sin \omega t}{R+r} = \frac{\max}{R+r} \sin \omega t = I_{\max} \sin \omega t,$$

де R – опір активного навантаження, Ом, r – опір джерела(рамки),

$$I_{\max} = \frac{\max}{R+r} - \text{амплітудне значення сили струму.}$$

В колах з ємнісними та індуктивними опорами фази коливань сили струму та електрорушійної сили не збігаються.

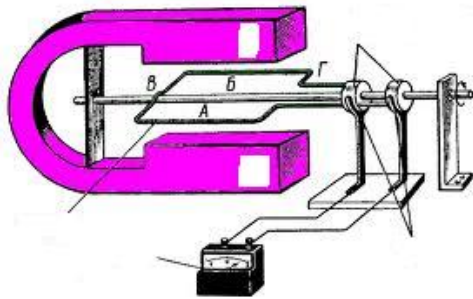


Оскільки струм змінний, волосок лампи має розжарюватись періодично. Однак якщо частота змінного струму є досить великою око людини не буде вловлювати змін розжарення, що ми й спостерігаємо в побутовій електричній мережі (промислова частота змінного струму 50 Гц). Кількість виділеної енергії також дуже швидко змінюється з часом. Цих змін ми не помічаємо, оскільки за великої частоти змінного струму волосок чи спіраль не встигають охолонути за моменти часу, коли сила струму дорівнює нулю .

Цікаво знати:

Найпростіший індукційний генератор

Майкл Фарадей відкрив явище електромагнітної індукції (1831), яке полягає у виникненні індукційного струму під дією змінного магнітного поля. Після відкриття цього явища деякі скептики, маючи сумніви, запитували: «Яка від цього користь»? На що Фарадей відповів: «Яка може бути користь від новонародженого?» Пройшло небагато ніж половина століття і як сказав американський фізик Р. Фейман: «Безкорисний новонароджений перетворився в чудо – богатиря і змінив вигляд Землі, так, як його гордий батько не міг собі і уявити»? І цим богатирем, що змінив вигляд Землі, являється генератор змінного струму - джерело електричної енергії, що створює ЕРС, яка періодично змінюється.



Найпростіший індукційний генератор змінного струму являє собою металеве осердя, в пази якого вкрито обмотку. Кінці обмотки з'єднані з кільцями. До кожного з яких притиснута щітка для відведення напруги до споживача. Осердя з обмоткою обертається в магнітному полі нерухомого

постійного магніту або електромагніту.

Ротор – обертова частина генератора;

Статор – нерухома частина.

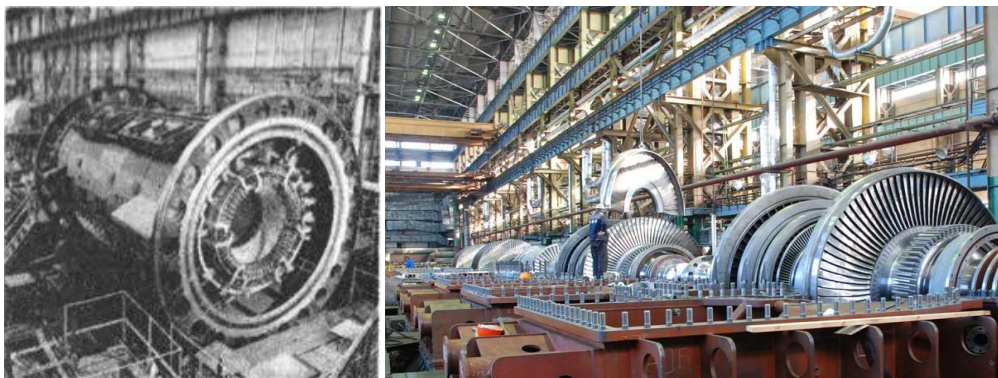
Недоліки такої конструкції генераторів:

а) у разі зняття струмів високої напруги виникає сильне іскріння в рухливих контактах (кільце – щітка), що призводить до значних втрат енергії та передчасного зношення;

б) частота змінного струму є досить великою, отже ротор має обертатися з частотою 50 об/с, що важко здійснити технічно.

Сучасний потужний генератор

В сучасних потужних генераторах ротором є електромагніт, що являє собою великий циліндр, у пази якого вкрито обмотку; до обмотки ротора через колектор подається напруга від джерела постійного струму – збуджувача. Обмотки статора, в яких створюється ЕРС індукції, вкладають у пази нерухомого порожнистого важкого металевих циліндра, виготовленого, як і осердя електромагніту, з листової сталі (для зменшення струмів Фуко). Обмотку статора легко ізолювати, від неї простіше відвести значний струм у зовнішнє коло.



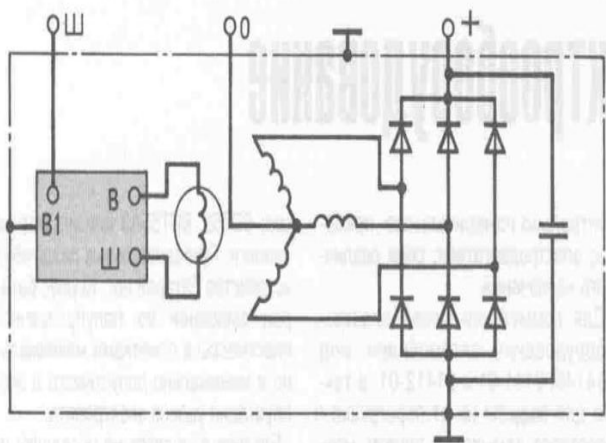
Нині налагоджено виробництво сучасних генераторів змінного струму потужністю 200, 300, 500 і 800 МВт.

Автомобільний трифазний генератор

На сучасних автомобілях установлюються трифазні генератори змінного струму з випрямлячами на кремнієвих діодах.

Статор.

Статор виготовляють у вигляді кільця з окремих сталевих пластин, ізольованих одна від одної лаком. На його внутрішній поверхні є обмотка, яку розподілено на три фази, розташовані під кутом 120° одна відносно одної. Кожна фаза утворюється з шести котушок. Котушки однієї фази з'єднані між собою послідовно, а групи котушок — зіркою, тобто одні кінці трьох груп з'єднані між собою, а інші — виводяться в коло.



Ротор.

Ротор складається з вала, втулки, на якій встановлена обмотка збудження, і шести пар полюсів, що створюють магнітне поле. На валу ротора встановлено два контактних кільця, через які в обмотку збудження подається електричний струм. По контактних кільцях ковзають мідно-графітові щітки. Ротор обертається в шарикових підшипниках, установлених у кришках статора. Задля запобігання перегріву в генератор встановлюють вентилятор. Генератор кріпиться до двигуна за допомогою нижнього кронштейна та верхньої натяжної планки з лівого або з правого боку.

Випрямляч.

Для випрямлення змінної напруги в корпусі генератора вмонтовано 6 кремнієвих діодів, по 2 на кожен фаза. У деяких моделях генераторів встановлюють ще конденсатор.

Період змінного струму, що виробляється генератором, індуктор якого має два полюси, дорівнює часові одного повного оберту. Тому для отримання змінного струму такої частоти ротор слід обертати зі швидкістю 50 обертів за секунду або 3000 обертів за хвилину. Одну пару полюсів роблять у турбогенераторів, ротори яких приводяться в обертання швидкохідною паровою чи газовою турбіною. Однак часто ротори генераторів доводиться обертати за допомогою тихохідних двигунів, наприклад гідротурбін. У цих випадках для отримання змінного струму з частотою 50 Гц виготовляють багатополюсні генератори. Справді, якщо за ротор узяти електромагніт, що має 4, 6, 8, 10 ... полюсів, то для отримання змінного струму з частотою 50 Гц ротор можна обертати в 2, 3, 4, 5, ... разів повільніше, ніж двополюсний ротор. Ротори тихохідних генераторів гідроелектростанцій мають кілька десятків пар полюсів. Отже швидкість обертання ротора можна зменшити, якщо використати електромагніт, що має декілька пар магнітних полюсів. Частота змінного струму, який виробляє генератор, пов'язана з частотою обертання ротора генератора співвідношенням:

$$\nu = p\nu_{\text{об}}, \quad \text{де } p - \text{кількість пар магнітних полюсів генератора.}$$