

Тема №6: Електричні кола змінного струму

Тема: Одержання трифазного змінного струму. Будова трифазного синхронного генератора.

Контрольна робота №5

Мета: Ознайомитися з процесом одержання трифазного змінного струму та будовою і принципом роботи трифазного синхронного генератора.

Виявити рівень засвоєних знань під час вивчення теми програми.

Підручник: А.М. Гуржій, А.М. Сільвестров, Н.І. Поворознюк "Електротехніка з основами промислової електроніки", ст. 230-231

<https://drive.google.com/file/d/1X7QIJUnifZhTdoDh76YCLXWCvFaB69pk/view?usp=sharing>

I. Вивчення теоретичного матеріалу

Генератор (електромашинний генератор) - це електрична машина, призначена для перетворення механічної енергії в електричну. Трифазні генератори перетворюють механічну енергію обертального руху в електричну енергію трифазного змінного струму.

Синхронним називається такий трифазний генератор, у якого частота обертання ротора постійна і дорівнює частоті обертання магнітного поля статора.

Трифазні синхронні генератори великої потужності (300...1200 МВт) приводяться в дію турбінами теплових, гідравлічних, атомних і інших електростанцій.

Трифазний синхронний генератор складається з нерухомої частини – статора, рухомої частини - ротора, підшипникових щитів і може мати електромашинний збудник.

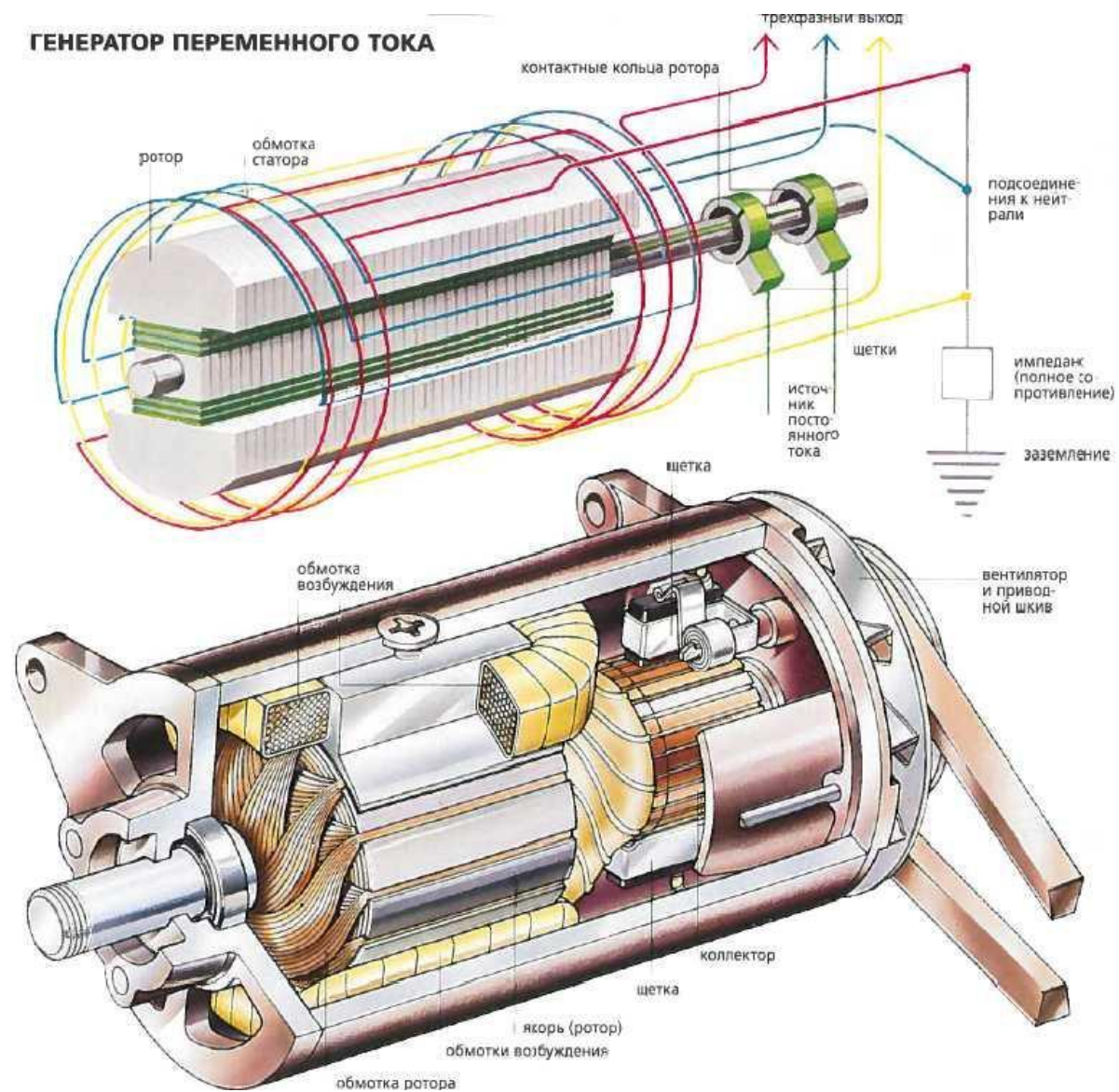
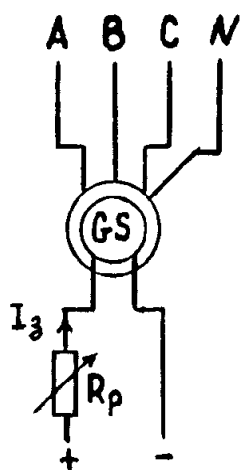


Схема трехфазного синхронного генератора на рис. 1. Його ротор обертають будь-яким двигуном з незмінною синхронною кутовою швидкістю



$$\Omega_0 = \frac{2\pi f}{p},$$

якій відповідає частота обертання $n_0 = \frac{60 f}{p}$.
Магнітне поле ротора перетинає вітки обмоток статора, тому в кожній її фазній обмотці збуджуються ЕРС

$$e_A = E_m \sin \omega t,$$

$$e_B = E_m \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right),$$

$$e_C = E_m \sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right).$$

Рис. 1. Схема трехфазного синхронного генератора.

Якщо регулювати змінним резистором R_p струм збудження I_z , будуть змінюватися амплітуди ЕРС та одночасно будуть змінюватись і напруга на приймачах.

Статор складається з чавунної станини, закріпленого в ній сталюого осердя й обмоток осердя має форму пустотілого циліндра, який роблять з тонких (0.35...0.5 мм) кільце видних листків електротехнічної сталі. Окремі листки ізолюють один від одного тонкою лакованою чи окисною плівкою на поверхні листа (для зменшення втрат енергії на нагрівання осердя вихровими струмами, зумовленими процесом перемагнічування осердя). Після повного складання осердя статора на його внутрішній частині утворюються поздовжні напівзакриті пустоти - пази осердя статора. В ці пази вміщують обмотки статора у вигляді котушок прямокутної форми, навитих з мідного ізольованого дроту. Окремі котушки з'єднують між собою у групи, кількість таких груп – три. В найпростішому випадку група може складатись з однієї котушки. Групи чи окремі котушки зсунуті в просторі осердя статора на рівні відстані, що в поперечному перерізі можна відобразити як зміщення на рівні відстані, що в поперечному перерізі можна відобразити як зміщення на рівні кутів, кожен кут - 120 або $2\pi/3$ радіан. Котушки чи групи мають початки і кінці, які позначають відповідно: С1 - С4 – перша, С2 – С5 – друга, С3 – С6 – третя котушка чи група. Окрема котушка чи група одержала назву фаза. Фази статора трифазного синхронного генератора найчастіше з'єднують у трифазну групу з'єднань – зірку.

Ротор синхронного генератора представляє собою тіло обертання, тобто має вал і потовщену частину круга в перерізі і за діаметром дещо меншу внутрішнього діаметра осердя статора. На потовщеній частині ротора утворюють полюси електромагнітів, на яких розміщують обмотки збудження. Полюсів може бути тільки парне число – 2,4,6 і т.д. Обмотки збудження з'єднують послідовно, а кінці приєднують до двох кілець, що роз розміщуються на валу ротора. Кільця ізолювані від вала і одне від одного. На кільця накладають щітки з графіту. При обертанні ротора щітки ковзають по поверхні кілець, зберігаючи контакт. До щіток приєднують виводи джерела постійного струму, наприклад, збудника чи випрямляча. Ротор генератора обертається в підшипниках, які закріплені в підшипникових щитах.

Збудником, якщо він входить до складу синхронного генератора, є генератор постійного струму, тобто перетворювач механічної в електричну енергію постійного струму. Потужність збудника складає 0.3...3% потужності синхронного генератора. Якір збудника і його колектор розміщується на подовженні вала ротора а станина приєднується нерухомо до статора.

Принцип дії синхронного генератора. Перший двигун приводить у дію ротор синхронного генератора. В обмотки ротора від збудника чи іншого джерела постійного струму посиляється струм збудження, який збуджує магнітне поле ротора. Обертаючись з такою ж частотою, як ротор, силові лінії магнітного поля ротора перетинають нерухомі проводи обмоток статора і за законом електромагнітної індукції індукують в обмотках електрорушійну силу (ЕРС). На виводах обмоток статора синхронного генератора виникає напруга, що дорівнює величині ЕРС. Частота ЕРС залежить від частоти обертання ротора і кількості магнітних полюсів.

$$f = p \cdot n / 60$$

де: f - частота ЕРС синхронного генератора, Гц;

p - число пар магнітних полюсів ротора;

n - частота обертання ротора, об/хв.

Якщо до виводів статорних обмоток синхронного генератора приєднати зовнішнє електричне коло, під дією ЕРС виникне змінний струм, у колі буде споживатись вироблена синхронним генератором електрична енергія.

Характеристиками генератора є зміни його електричних параметрів при зміні зовнішніх умов. Найважливіші - це характеристика холостого ходу, коли навантаження відсутнє, а змінюється струм збудження ЕРС генератора, зовнішня характеристика, коли змінюється зовнішнє навантаження, а струм збудження залишається незмінним; регульована характеристика, коли змінюється і навантаження і струм збудження, але напруга на виводах залишається незмінною; характеристика короткого замикання, коли виводи обмоток статора заморочені, а змінюється струм збудження і струм в обмотках статора.

Для оволодіння методиками досліджень трифазного синхронного генератора передбачається експериментальне визначення двох характеристик – зовнішньої і регульованої.

Зовнішньою характеристикою синхронного генератора називається залежність напруги U на його виводах від струму навантаження I при незмінних величині струму збудження $I_{зб}$ і частоті f ЕРС (що відповідає частоті n обертання ротора), тобто

$$U = f(I) \text{ при } I_{зб} = \text{const} (n = \text{const}). \quad (2.2)$$

Зовнішню характеристику визначають при струмі збудження, який забезпечує номінальну напругу на виводах генератора при відсутності зовнішнього навантаження.

Регульована характеристика трифазного синхронного генератора відображає таку зміну струму збудження $I_{зб}$ при зміні зовнішнього навантаження (струму I) і незмінній частоті f ЕРС, щоб напруга залишалася сталою, тобто:

$$I_{зб} = f(I) \text{ при } U_n = \text{const}, f = \text{const} (n = \text{const}). \quad (2.3)$$

Виходячи з вигляду зовнішньої характеристики, можна дійти висновку, що для збільшення напруги при зростанні сили струму навантаження необхідно збільшувати силу струму збудження.

Це збільшення приведе до зростання магнітного потоку ротора (потoku збудження), а зростання потоку збудження приведе до збільшення ЕРС і напруги на виводах обмоток статора синхронного генератора.

Виходячи з відношення (2.1), можна зробити висновок: щоб змінити частоту ЕРС трифазного синхронного генератора, треба змінити частоту обертання валів первинного двигуна і ротора синхронного генератора.

<https://www.youtube.com/watch?v=7kIhqlZok8c> Принцип роботи генератора змінного струму (вибачте, російською)

II. Закріплення нового матеріалу

1. Опрацювати теоретичний матеріал.
2. Виписати основні означення та формули.

Виконання контрольної роботи у вигляді тестування

<https://naurok.com.ua/test/join?gamecode=8822988>

III. Домашнє завдання

Повторити пройдений матеріал