

توجه:

- زمان پاسخگویی به سوالات ۱۳۵ دقیقه است.
- پاسخ به سوالات با مداد پررنگ بلا مانع است.
- پاسخ مسائل ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ را در پاسخنامه از ابتدای یک صفحه جدید شروع نمایید.

۱- در یک ماشین سنکرون سه فاز. استاتور دارای سیم پیچ ۱۰۰ دوری در هر فاز است و فاقد جریان است. قطر داخلی و طول محور استاتور 0.1 m فرض میشود ($r = 0.1\text{ m}, l = 0.1\text{ m}$).

شرایط کار به گونه ای است که می توان چگالی فاصله هوایی را بر حسب تسلا بصورت زیر بیان کرد:

$$B(\theta) = 0.8\cos\theta + 0.1\cos3\theta + 0.03\cos5\theta$$

اگر رتور با سرعتی بچرخد که فرکانس برق القایی 60 Hz باشد، مطلوبست تعیین (۳ نمره)

الف) ولتاژ القایی یک فاز بر حسب زمان

ب) مقدار موثر ولتاژ القایی یک فاز

ج) مقدار موثر ولتاژ القایی خط به خط

(توجه: مقدار موثر یک تابع پیروی از رابطه $A_{rms} = \sqrt{A_0^2 + \sqrt{\sum_{n=1}^{\infty} A_n^2}}$ بدست می آید. A_0 مقدار dc تابع A_n مقدار موثر هارمونی n ام تابع می باشد.)

۲- شکل مقابل نمایش شماتیک یک ماشین سنکرون دو فاز

قطب برجسته را نشان می دهد. اندوکتانس خودی سیم پیچ رتور

L_f و ثابت است. اندوکتانس متقابل سیم پیچهای استاتور با سیم

پیچهای رتور به ترتیب برابر است با:

$$M_{bf} = M\sin\theta_0 \quad \text{و} \quad M_{af} = M\cos\theta_0$$

اندوکتانس خودی و متقابل سیم پیچهای استاتور عبارتند از:

$$L_{bb} = L_0 - L_2\cos2\theta_0 \quad \text{و} \quad L_{aa} = L_0 + L_2\cos2\theta_0$$

$$M_{ab} = L_2\sin2\theta_0$$

جریان سیم پیچهای استاتور نیز عبارتند از:

$$i_b = \sqrt{2}I_m\sin\omega t \quad \text{و} \quad i_a = \sqrt{2}I_m\cos\omega t$$

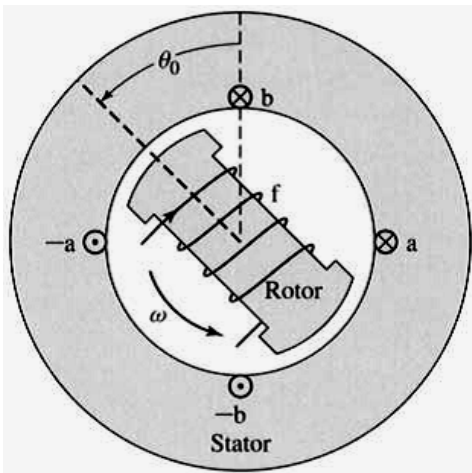
L_0 و L_2 اعداد ثابتی هستند. اگر $\theta_0 = \omega t + \delta$ باشد که در آن ω سرعت زاویه ای رتور است،

مطلوبست تعیین گشتاور لحظه ای و متوسط ماشین سنکرون در صورتیکه جریان رتور ماشین صفر باشد.

(راهنمایی: ابتدا کوانرزی را برای یک سیستم با سه تحریک نوشته و با مشتقگیری از آن به نتیجه مطلوب برسید.)

(۳ نمره)

$$(\sin 2x = 2\sin x \cos x \quad \text{و} \quad \cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x)$$



صفحه دوم

۳- مشخصه مدار باز یک ژنراتور سنکرون رتور سیلندری 9375 KVA ، $13/8 \text{ KV}$ ، 60 Hz ، دو قطب که با سرعت سنکرون چرخانیده می شود، در جدول زیر تعیین شده است.

I_f (برحسب A)	۱۶۴	۱۹۲	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰
V_{ta} (برحسب V)	۱۳۰۰۰	۱۳۸۰۰	۱۴۱۰۰	۱۵۲۰۰	۱۶۰۰۰	۱۶۶۰۰

در آزمایش اتصال کوتاه نیز به ازای جریان تحریک ۱۶۴ آمپر جریان آرمیچر برابر با ۳۹۲ آمپر گردیده است.

(۳ نمره)

الف) راکتانس سنکرون اشباع و نسبت اتصال کوتاه (SCR) را تعیین نمایید.
 ب) اگر این ژنراتور مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی ژنراتور شده باشد و جریان نامی خود را با ضریب قدرت $0/8$ پس فاز به شبکه تحویل می دهد، جریان تحریک ژنراتور چقدر است؟
 ج) رگولاسیون ولتاژ ژنراتور را در بار نامی و ضریب قدرت $0/8$ پس فاز تعیین نمایید.

۴- در یک ماشین سنکرون سه فاز رتور سیلندری هریک از اندوکتانس های خودی و متقابل سیم پیچ های آرمیچر و تحریک چقدر است؟ مختصراً توضیح دهید. (اثبات لازم نیست)

بر اساس این اندوکتانس ها، مدار معادل سیم پیچ موتور را در شرایط زیر بدست آورید. (۳ نمره)

الف) از سیم پیچ سه فاز آرمیچر جریان سه فاز متقارن و از رتور جریان dc ثابت می گذرد و رتور با سرعت ثابت و برابر با سرعت سنکرون می چرخد.

ب) از سیم پیچ سه فاز آرمیچر جریان سه فاز متقارن و از رتور جریان dc ثابت می گذرد و رتور با سرعت ثابت و مخالف با سرعت سنکرون می چرخد.

صفحه سوم

ژنراتور سنکرون سه فاز نیروگاه طوس دارای اتصال ستاره، ضریب قدرت 0.8 پس فاز، دو قطبی $187.5 MVA$ ، $50 Hz$ ، $11500 V$ خط به خط، دارای راکتانس سنکرون اشباع $1/6 P.U.$ میباشد. به ازای جریان تحریک $972 A$ در آزمایش مدار باز، ولتاژ ترمینالها نامی می باشد. حداکثر جریان مجاز مدار تحریک برابر 2275 آمپر است. به مسائل ۵ و ۶ و ۷ و ۸ با استفاده از این اطلاعات پاسخ داده شود.

۵- فرض کنید ژنراتور مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی خود متصل شده است. جریان تحریک ژنراتور را به گونه ای تنظیم نمایید که در حالیکه توان $150 MW$ تولید می کند، $90 MVAR$ نیز مصرف کند. (در صورت امکان) (۲ نمره)

۶- فرض کنید ژنراتور مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی خود متصل شده است و جریان تحریک ژنراتور برابر با $2000 A$ می باشد. مطلوبست تعیین ماکزیمم توان اکتیو (P) و ماکزیمم توان راکتیو (Q) که ژنراتور می تواند تحویل دهد. برای هر حالت دیاگرام فازوری مجزا رسم نموده و در هر حالت جریان آرمیچر را محاسبه نمایید. (۲ نمره)

۷- فرض کنید ژنراتور مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی خود متصل شده است و توان ظاهری آن $125 MVA$ و ضریب قدرت آن در ترمینالهای ژنراتور 0.8 پس فاز است. الف) توان اکتیو و راکتیو و جریان تحریک ژنراتور را محاسبه نمایید. ب) در حالیکه توان توربین ثابت است، توان راکتیو تولیدی ژنراتور را افزایش می دهیم. حداکثر توان راکتیو تولیدی ژنراتور با توجه به محدودیت جریان سیم پیچ آرمیچر و سیم پیچ تحریک چقدر است؟ ج) توان توربین بتدریج افزایش می یابد اما سیستم کنترل اتوماتیک ژنراتور، توان راکتیو ژنراتور را ثابت نگه می دارد. با توجه به محدودیت جریان سیم پیچ آرمیچر و سیم پیچ تحریک توان توربین تا چه مقدار قابل افزایش است؟ (۳ نمره)

۸- فرض کنید ژنراتور از طریق یک ترانس به راکتانس $0.16 P.U.$ به شین بی نهایت متصل شده است. ژنراتور $150 MW$ تولید می کند. ولتاژ ترمینالها نامی است و ضریب قدرت در محل ترمینالها 0.8 پس فاز می باشد. مطلوبست تعیین: الف) جریان تحریک ژنراتور

ب) ولتاژ شین بی نهایت و توان راکتیو شین بی نهایت (تولید یا مصرف)

ج) ماکزیمم توانی که ژنراتور می تواند تولید نماید بدون اینکه ژنراتور از پایداری خارج گردد