

■ زمان پاسخگویی به سوالات ۱۳۵ دقیقه است.

۱- در یک ماشین سنکرون دئ قطبی رتور سیلندری، هارمونی اول ولتاژ مغناطیسی در فاصله هوایی به ازای جریان آرمیچر I_a به صورت $F_{1a} = \frac{4}{\pi} \frac{N I_a}{2}$ می باشد. N تعداد دورهای سیم پیچ است. مطلوبست محاسبه اندوکتانس خودی سیم پیچ بر حسب پارامترهای سیم پیچ. (قطر داخلی استاتور D و طول محوری آن L و طول فاصله هوایی را g فرض کنید.) (۲/۵ نمره)

۲- در یک ماشین الکتریکی ابتدا کوانرژری در فاصله هوایی را بر حسب ولتاژ مغناطیسی سیم پیچ رتور و استاتور (F_s و F_r) تعیین و سپس گشتاور تولیدی ماشین را بر حسب ولتاژ مغناطیسی سیم پیچ رتور و استاتور محاسبه نمایید. با استفاده از فرمول بدست آمده، گشتاور را بر حسب فلوی مغناطیسی برآیند (Φ_{sr}) و ولتاژ مغناطیسی رتور (F_r) محاسبه کنید. مشخص نمایید که زاویه استفاده شده در هر فرمول چه زاویه ای است. (۲/۵ نمره)

۳- در آزمایش مدار باز یک ژنراتور سنکرون دو قطبی، 60 Hz، با اتصال ستاره، $V_{L-L} = 13800$ به ازای جریان تحریک ۱۹۲ آمپر ولتاژ ترمینال ها به مقدار نامی خود می رسد. در این ولتاژ تلفات هسته ژنراتور 68 KW است. در آزمایش اتصال کوتاه نیز به ازای جریان تحریک ۱۶۹ آمپر، جریان آرمیچر به مقدار نامی خود می رسد. تلفات بار اتصال کوتاه در این شرایط با فرض دمای سیم پیچ ها 75° سانتیگراد برابر 50 KW است. مقاومت هر فاز آرمیچر در دمای 25° سانتیگراد برابر 0.064Ω است. مقاومت مدار تحریک در دمای 75° سانتیگراد برابر 0.285Ω است. فرض کنید تلفات باد و اصطکاک در سرعت سنکرون برابر 87 KW باشد. مطلوبست:

الف) تعیین نسبت $\frac{R_{ac}}{R_{dc}}$ در دمای 75° سانتیگراد

(راهنمایی: تغییر مقاومت هادی مسی در دو دمای مختلف از رابطه $\frac{R_1}{R_2} = \frac{234.5+T_1}{234.5+T_2}$ بدست می آید. T_1 و T_2 دما بر حسب سانتیگراد هستند.)

ب) راندمان ژنراتور سنکرون در بار نامی (ولتاژ و جریان نامی) و ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز

۴- موتور سنکرون ۱۴۹۲ KVA، $V_{L-L} = 2300$ ، سه فاز با ضریب قدرت ۱، اتصال ستاره، 30° قطبی دارای راکتانس های $X_d = 1/95 \Omega/Phase$ و $X_q = 1/40 \Omega/Phase$ می باشد. موتور به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی متصل شده است و جریان تحریک به گونه ای تنظیم شده است که در جریان نامی آرمیچر، ضریب قدرت موتور برابر با یک می باشد. اگر بار محور موتور به تدریج افزایش یابد، حداکثر بار موتور که می تواند موتور تحویل دهد بدون اینکه از پایداری خارج گردد، تعیین نمایید. (۲/۵ نمره)

ژنراتور سنکرون سه فاز نیروگاه طوس دارای اتصال ستاره، ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز، دو قطبی ، 187.5 MVA، 50 Hz، 11500 V خط به خط ، دارای راکتانس سنکرون اشباع ۱/۶P.U. میباشد. به ازای جریان تحریک ۹۷۲ A در آزمایش مدار باز، ولتاژ ترمینالها نامی می باشد. به مسائل ۴ و ۵ و ۶ و ۷ با استفاده از اطلاعات این ژنراتور پاسخ داده شود.

۵- فرض کنید ژنراتور نیروگاه طوس 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 ۱۵۰ MW تولید می کند، ۹۰ MVAR نیز مصرف کند. (در صورت امکان) (۲ نمره)

۶- فرض کنید ژنراتور نیروگاه طوس مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی خود متصل شده است و توان اکتیو ۹۳/۷۵ MW را به شین بی نهایت تحویل می دهد. اگر جریان تحریک ژنراتور برابر با ۹۷۲ A باشد (۱ P.U. جریان تحریک)، مطلوبست تعیین توان راکتیو و ضریب قدرت ژنراتور سنکرون (پس فاز یا پیش فاز) (۲/۵ نمره)

۷- فرض کنید ژنراتور نیروگاه طوس مستقیماً به یک شین بی نهایت با ولتاژ نامی خود متصل شده است. بر اثر مرور زمان، سیستم تبرید سیم پیچ های روتور و استاتور ضعیف شده و در نتیجه جریان آرمیچر حداکثر می تواند به ۹۵٪ مقدار نامی افزایش یابد و جریان تحریک نیز به ماکزیمم ۲۰۰۰ آمپر محدود گردیده است. در این حالت ضریب قدرت نامی ژنراتور سنکرون چقدر خواهد بود؟ (۲/۵ نمره)

۸- فرض کنید ژنراتور نیروگاه طوس از طریق یک ترانس به امپدانس 0.16 P.U. به یک شین بی نهایت متصل شده است. ژنراتور بار نامی خود را با ضریب قدرت ۰/۸ پس فاز در ترمینالهای خود تولید می کند. جریان تحریک به گونه ای تنظیم شده است که ولتاژ ترمینالها نامی می باشد. (۲/۵ نمره)
الف) ولتاژ شین بی نهایت را تعیین نمایید.
ب) توان اکتیو ژنراتور به 120 MW تقلیل می یابد. جریان تحریک به گونه ای تغییر می کند که ولتاژ ترمینال ثابت می ماند. ولتاژ تحریک E_{af} چقدر می باشد؟

۹- معادلات حاکم بر یک ماشین سنکرون تحت تبدیل dq0 به شکل زیر است:

$$\lambda_q = -L_q i_q \text{ و } \lambda_d = L_{af} i_f - L_d i_d \text{ و } \lambda_f = L_{ff} i_f - \frac{3}{2} L_{af} i_d$$

$$v_q = \frac{d\lambda_q}{dt} + \omega \lambda_d \text{ و } v_d = \frac{d\lambda_d}{dt} - \omega \lambda_q \text{ و } v_f = \frac{d\lambda_f}{dt}$$

در حالت پایدار جریان مدار تحریک برابر با I_{f0} است. اگر در ترمینالهای ماشین سنکرون یک اتصال کوتاه سه فاز متقارن ناگهانی رخ دهد، چه رابطه ای بین جریان رتور و جریان محور d (i_d) برقرار است؟ چرا؟ اگر بعد از اتصال کوتاه λ_d را بتوانیم بصورت $\lambda_{dt} = -L'_d i_d$ نشان دهیم، با استدلال لازم مقدار L'_d را تعیین نمایید. (۲ نمره)