



عنوان درس:

گروه درس:

نام مدرس:

تاریخ برگزاری:

سوال ۱) یک موتور القایی ۳ فاز ۱۲۰ ولتی، ۶ هرتزی، ۶ قطبی با

اقتبال مثبت دارای امپدانس استاتور ۸/۱ + j۱/۱ اهم در هر فاز را میسر

معادل روتور ۷/۲۵ ژ + j۰/۱۲ اهم در هر فاز است. شرایط سکون می باشد.

حداکثر توان مکانیکی حاصل توسط این موتور در چه درصدی رخ می دهد

این حداکثر توان حاصل چه درصدی است؟ مقدار مشاهده شده حاصل موتور

$$\sin \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{X_{mp}}{R_{mp}} \right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{0.12}{0.08} \right)^2}} = 0.8$$

$$\rightarrow \theta = \cos^{-1}(0.8) = 36.87^\circ$$

$$P_{dm} = \frac{120}{\left(1 + \frac{0.12}{0.08} \right) + j0.8} = 120 \cdot 0.8 = 96 \text{ W}$$

$$P_{dm} = 3 \times (134.14)^2 \times \frac{0.12(1-0.8)}{0.08} = 2494.4 \text{ W}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot f_s}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ rpm} \quad \omega_s = \frac{2\pi n_s}{60} = \frac{2\pi \times 1800}{60} = 377 \text{ rad/s}$$

$$\omega_m = (1-s)\omega_s = (1-0.8) \times 377 = 75.4 \text{ rad/s}$$

$$T_d = \frac{P_{dm}}{\omega_m} = \frac{2494.4}{75.4} = 33.1 \text{ N-m}$$

(۲)

سوال ۲) یک موتور القایی ۳ فاز روتوریم به پیکر شده، ۲۰۸ ولتی، ۴
 هرتزی، ۸ قطبی با اتصال ستاره دارای امپدانس استاتور ناخیز و امپدانس
 روتور ۰.۸٪ + ۰.۲٪ اهم در هر فاز در شرایط سكون می باشد گساور ماکزیم
 ولتژی که عت آن ماکزیم گساور رخ می دهد را بدست آورید. گساور
 راه اندازی تولیدی این موتور چهار است ۸۰ درصد است گساور راه اندازی
 ۸۰ درصد گساور ماکزیم سود، مقاومت اضافی که باید با هر فاز روتور
 سری شود را تعیین کنید.

$$s_{mt} = \frac{R'_r}{X'_r} = \frac{0.2}{0.8} = 0.25$$

$$T_{max} = \frac{3}{2\omega_s} \frac{V_1^2}{X'_r}$$

$$V_1 = \frac{208}{\sqrt{3}} = 120.09 \text{ V}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p} = \frac{120 \cdot 4}{4} = 9 \text{ rpm} \quad \omega_s = \frac{2\pi n_s}{60} = \frac{2\pi \cdot 9}{60} = 3\pi$$

$$T_{max} = \frac{3}{2 \times 3\pi} \times \frac{(120.09)^2}{0.8} = 2149.03 \text{ N-m}$$

$$\frac{T_{max}}{T_{st}} = \frac{1 + s_{mt}^2}{2s_{mt}} \Rightarrow \frac{2149.03}{T_{st}} = \frac{1 + (0.25)^2}{2 \times 0.25} \rightarrow T_{st} = 135.71 \text{ N-m}$$

$$\frac{T_{max}}{T_{st}} = \frac{1}{0.8} = \frac{1 + s_{mt}^2}{2s_{mt}} \rightarrow s_{mt}^2 - 0.2s_{mt} + 1 = 0$$

$$\rightarrow s_{mt} = \begin{cases} 0.25 \\ 0.75 \end{cases} \quad s_{mt} = \frac{R'_r + R_{ext}}{X'_r} \Rightarrow$$

$$0.25 = \frac{0.2 + R_{ext}}{0.8} \rightarrow R_{ext} = 0.2 \Omega$$

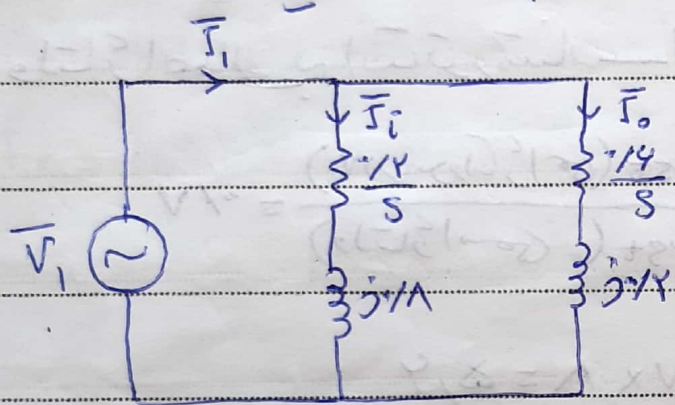


عنوان درس :
گروه درس :
نام مدرس :
تاریخ برگزاری :

پاسخنامه امتحانات پایان ترم
نمره

نام و نام خانوادگی :
شماره دانشجویی :
شماره ۱۰۷۱۳۸

۳) برای یک موتور (وقتی) ۳ فاز ۴ قطبی، امپدانس قفس‌های درونی و بیرونی به ترتیب برابر $1/4 + j0.18 \text{ pu}$ و $1/4 + j0.12 \text{ pu}$ در حالت سگور است. نسبت گساورهای ایجاد شده توسط دو قفس را در شرایط سگور و نیز در اغزش ۲٪ بدست آورید.



$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{V}_1}{\frac{1}{4} + j0.18}$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{V}_1}{\frac{1}{4} + j0.12}$$

$$T_e = \frac{P_g}{\omega_s} \rightarrow \frac{T_{e0}}{T_{e1}} = \frac{P_{g0}}{P_{g1}} = \frac{150^2 R_g / s}{150^2 R_g / s} = \frac{150^2 R_o}{150^2 R_i}$$

$$\frac{T_{e0}}{T_{e1}} = \frac{\frac{150^2}{(\frac{1}{4} + j0.18)^2} \times 0.18}{\frac{150^2}{(\frac{1}{4} + j0.12)^2} \times 0.12} = \frac{(\frac{1}{4})^2 + (0.18)^2}{(\frac{1}{4})^2 + (0.12)^2} \times \frac{0.18}{0.12}$$

$$\frac{T_{e0}}{T_{e1}} (s=1) = 5.1$$

$$\frac{T_{e0}}{T_{e1}} (s=0.02) = 0.34$$

تقریباً: امپدانس بیرونی استاتور موتور قبلی برابر $1/4 + j0.18 \text{ pu}$ است. اگر این موتور از طریق یک منبع ولتاژ ۱۱۰ ولتی ۴۰ هرتزی تغذیه شود، گساور راه اندازی حاصل را حساب کنید.

(۴) جریان راه اندازی یک موتور القایی تحت ولتاژ اسمی ۸ برابر
جریان بار کامل آن است. این موتور در بار کامل با لغزش
۳ درصد کار می کند. اگر این موتور از طریق یک اتو ترانس با
۷۰ درصد ولتاژ اسمی راه اندازی شود، پس گشتاور راه اندازی
به گشتاور بار کامل مقدری شود. ۸ از اِمپدانس استاتور کم می
گردد.

چون از اِمپدانس استاتور صرف نظر می شود بنا بر این جریان روتور
با ولتاژ اعمالی به استاتور متناسب است یعنی داریم:

$$\frac{I_{rst} (70\% \text{ ولتاژ اسمی})}{I_{rst} (\text{ولتاژ اسمی})} = \frac{\text{جریان روتور تحت } 70\% \text{ ولتاژ اسمی}}{\text{جریان روتور تحت ولتاژ اسمی استاتور}} = 0.7$$

$$\rightarrow \frac{I_{rst} (70\% \text{ ولتاژ اسمی})}{I_{rpl}} = 0.7 \times 8 = 5.6$$

$$\frac{T_{st} (70\% \text{ ولتاژ اسمی})}{T_{pl}} = \frac{\frac{3}{\omega_s} [I_{rst} (70\% \text{ ولتاژ اسمی})]^2 \frac{R_r}{s}}{\frac{3}{\omega_s} [I_{rpl}]^2 \frac{R_r}{0.3}}$$

$$= \left[\frac{I_{rst} (70\% \text{ ولتاژ اسمی})}{I_{rpl}} \right]^2 \times 0.3 = (5.6)^2 \times 0.3 = 94.08$$

(5)

۵) یک موتور القایی ۳ فازه لغزشی در وضعیت کار می کند. فرکانس موتور در این حالت f_r درصدی می شود. اگر توانی فاز به هم استاتور بصورت سریع عوض شود، فرکانس جریان موتور بلافاصله برابر با این تغییر کدام است؟ f_r فرکانس استاتور $\times$ لغزش = فرکانس موتور

$$\rightarrow f_r = 1.5 f_s \rightarrow f_s = 20 f_r$$

اگر توانی فاز استاتور عوض شود لغزش جدید برابر است با

$$2 - s = 1.5 \rightarrow 2 - s = 1.95$$

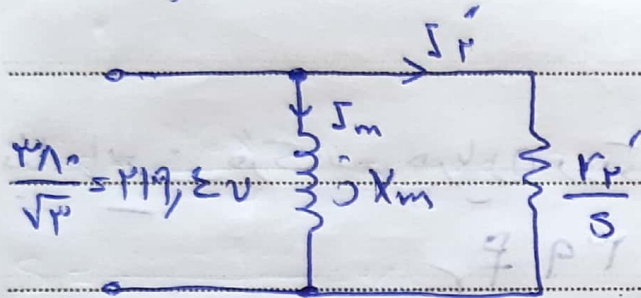
بنابراین فرکانس جریان موتور بلافاصله برابر با تغییر توانی فاز برابر است با

$$f_r = 1.95 f_s = 1.95 \times 20 f_r = 39 f_r$$

(4)

۴) یک موتور القایی ۳ فاز ۳۸ ولت، ۴ قطبی، با اتصال ستاره در
 بی باری ۳ آمپر و در بار کامل ۵ آمپر از شبکه می کشد. از
 مقاومت استاتور، راکتانس ریزکتی استاتور و روتور، تلفات هسته
 و تلفات چرخشی صرف نظر می شود. اگر در شبکه ایط بار نامی لغزش
 ۵ درصد باشد توان خروجی موتور چقدر است؟

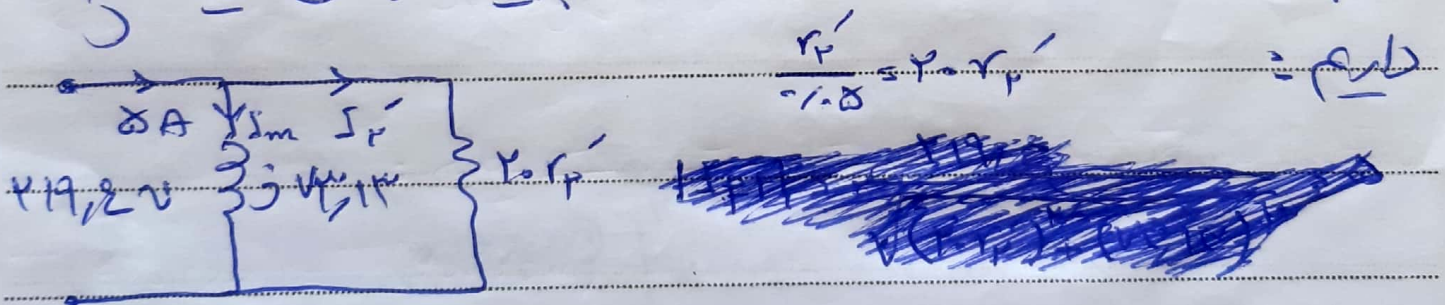
با توجه به توصیفات مسئله مدار معادل موتور در هر فاز را بصورت
 زیر می بینیم:



مدار معادل بی باری شامل X_m می باشد چون $\frac{r_p'}{s}$ خیلی زیاد است.

$$|I_{NL}| = \frac{219.4}{X_m} = 3 \rightarrow X_m = \sqrt{3} \times 13.5 \Omega$$

در بار کامل لغزش ۰.۰۵ است و جریان ورودی ۵ آمپر است



$$\frac{r_p'}{0.05} = 20 r_p' \rightarrow r_p' = 2.74 \Omega$$

$$I_m = \frac{219.4}{\sqrt{3} \times 13.5} = 3 \text{ A} \quad I_r'(A) = \sqrt{5^2 - 3^2} = \sqrt{25 - 9} = \sqrt{16} = 4 \text{ A}$$

$$P_{ag} = 3 |I_r'|^2 \times 20 r_p' = 20 r_p' \times \frac{219.4}{4} \Rightarrow r_p' = 2.74 \Omega$$

$$3 \times (4)^2 \times 20 \times 2.74 = 2633.3 \text{ W}$$

$$P_{out} = P_{mech} = (1 - 0.05) \times 2633.3 = 2501.7 \text{ W}$$

- ⑦ (۷) در یک موتور القایی، رانندگی در یک بار مشخص برابر ۸۰ درصد است.
 در این بار، تلفات مسی استاتور برابر مجموع تلفات مکانیکی و هسته‌ای است.
 تلفات مسی روتور برابر $\frac{1}{3}$ تلفات مسی استاتور است. لغزش موتور
 چند درصد است؟

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} = \frac{(1-s)P_{ag} - P_{rot}}{P_{ag} + P_{cu1}}$$

$$P_{cu1} = \lambda P_{cu2} = \lambda s P_{ag} = P_{rot}$$

$$\rightarrow \eta = \frac{(1-s)P_{ag} - \lambda s P_{ag}}{P_{ag} + \lambda s P_{ag}} = \frac{(1-\lambda s)P_{ag}}{(1+\lambda s)P_{ag}} \rightarrow$$

$$\eta + \lambda s = 1 - \lambda s \rightarrow \lambda s = \frac{1-\eta}{2} \rightarrow s = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{3} = 33.33\%$$

۸) یک موتور القایی ۳ فاز ۴ قطبی با موتور سیم پیچی شده از یک منبع با ولتاژ ثابت و فرکانس ۵۰ هرتز تغذیه می شود. از این موتور جهت خنک کردن یک بار با گشتاور ثابت استفاد می شود. تلفات مکانیکی موتور قابل چشم پوشی است. جهت تعیین سرعت موتور، از یک مقاومت خارجی از طریق حلقه های لغزان استفاده شده است. نسبت تلفات سیم پیچی موتور در سرعت 900 rpm به تلفات موتور (در سرعت 400 rpm) مقدار است $\frac{9}{8}$.

$$n_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$S_1 = \frac{1500 - 900}{1500} = 0.4$$

$$S_2 = \frac{1500 - 400}{1500} = 0.73$$

لغزش به ازای سرعت 900 rpm

لغزش به ازای سرعت 400 rpm

$$\frac{P_{cu_r}(900 \text{ rpm})}{P_{cu_r}(400 \text{ rpm})} = \frac{S_1 P_{ag}(900 \text{ rpm})}{S_2 P_{ag}(400 \text{ rpm})}$$

$$\frac{P_{cu_r}(900 \text{ rpm})}{P_{cu_r}(400 \text{ rpm})} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{0.4}{0.73} = \frac{1}{1.825}$$

گشتاور بار یکسان هر دو سرعت ثابت است یعنی:

$$T(900 \text{ rpm}) = T(400 \text{ rpm})$$

$$\rightarrow \frac{P_{ag}(900 \text{ rpm})}{\omega_s} = \frac{P_{ag}(400 \text{ rpm})}{\omega_s} \rightarrow P_{ag}(900 \text{ rpm}) = P_{ag}(400 \text{ rpm})$$

$$\rightarrow \frac{P_{cu_r}(900 \text{ rpm})}{P_{cu_r}(400 \text{ rpm})} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{0.4}{0.73} = \frac{1}{1.825}$$