

مسائل حل شده ماسک ۲ (سری ۲)

بسمه تعالی



دانشگاه یاسوج

پاسخنامه امتحانات پایان ترم

نمره

نام و نام خانوادگی :

شماره دانشجویی :

شماره ۱۱۲۵۶۵

عنوان درس :

گروه درس :

نام مدرس :

تاریخ برگزاری :

(۱) امپدانس های مدار معادل هر فاز یک موتور القایی ۳ فاز ۴۰ ولتی

۲۵ اسب بخاری، ۹۰ هر تری، ۴ قطبی با اتصال ستاره عبارتند از:

$$R_1 = 0.1441 \Omega \quad R_2 = 0.1332 \Omega$$

$$X_1 = 1.106 \Omega \quad X_2 = 0.464 \Omega \quad X_M = 26.3 \Omega$$

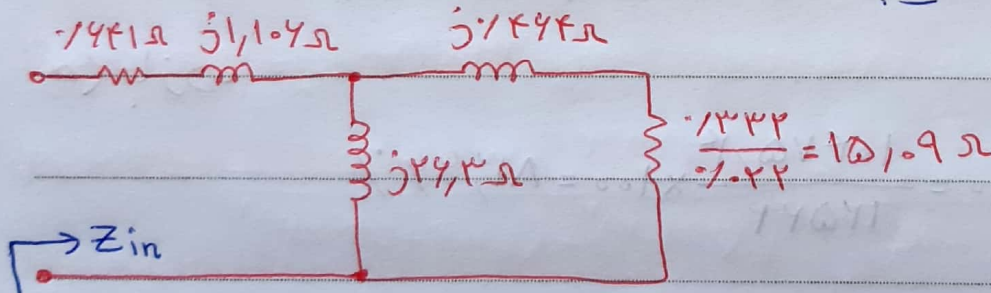
تلفات برقی کل ۱۱۰۰ W است و ثابت فرض می شود. اگر لغزش موتور

در ولتاژ و فرکانس نامی ۲/۲ درصد باشد، کمیات زیر را بیابید. سرعت:

$$n_s = (120 \times 60) / 4 = 1800 \text{ rpm} \quad (\text{حل})$$

$$n = (1 - 0.022) \times 1800 = 1760.4 \text{ rpm}$$

(ب) جریان استاتور و ضریب توان



$$Z_{in} = (0.1441 + j1.106) + \left[(j26.3) \parallel (15.09 + j0.464) \right] =$$

$$11.498 + j7.794 = 14.057 \angle 33.48^\circ$$

$$I_1 = \frac{(40/\sqrt{3}) \angle 0^\circ}{14.057 \angle 33.48^\circ} = 18.19 \angle -33.48^\circ$$

$$PF = \cos(33.48^\circ) = 0.832 \text{ lag}$$

ج) توان حاصله و توان خروجی

$$P_{in} = 317,115,1 \cos \theta_1 = 3 \times (49.0/\sqrt{3}) \times 18,89 \times 0.832 = 12522 \text{ W}$$

$$P_{cu_1} = 3 I_1^2 R_1 = 3 (18,89)^2 (0.041) = 484,2 \text{ W}$$

$$P_{ag} = P_{in} - P_{cu_1} = 12522 - 484,2 = 11835,8 \text{ W}$$

$$P_d = P_{mech} = (1 - 0.22) \times 11835,8 = 11575,4 \text{ W}$$

$$P_{sh} = P_{out} = P_d - P_{rot} = 11575,4 - 1100 = 10475,4 \text{ W}$$

د) گشتاور الکتریکی و گشتاور مکانیکی

$$T_{em} = P_{ag} / \omega_s$$

$$\omega_s = 2\pi n_s / 60 = 2\pi \times 1800 / 60 = 40\pi \text{ rad/s}$$

$$T_{em} = (11835,8) / (40\pi) = 42,79 \text{ N-m}$$

$$\omega_m = (1 - 0.22) \times 40\pi = 114,35 \text{ rad/s}$$

$$T_{sh} = P_{sh} / \omega_m = (10475,4) / (114,35) = 54,82 \text{ N-m}$$

ه) بازده

$$\eta(\%) = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{10475,4}{12522} \times 100 = 83,44\%$$



(۲) یک موتور القایی ۲ قطبی ۵۰ هرتزی با سرعت 2950 rpm به یک

بار 15 kW توان می دهد. از تلفات مکانیکی موتور صرف نظر کنید.

الف) لغزش موتور چند است؟

ب) در این شرایط، گشتاور الکتریکی و مغناطیسی موتور به چه N.m قدر است؟

ج) اگر گشتاور بار موتور ۲ برابر شود، سرعت کار موتور چند خواهد شد؟

د) با دو برابر شدن گشتاور بار، توانی که موتور تأمین می کند چند خواهد شد؟

$$n_s = (120 \times 50) / 2 = 3000 \text{ rpm}$$

$$s = (3000 - 2950) / 3000 = 0.0167$$

$$T_{em} = P_{mech} / \omega_m$$

$$P_{mech} = P_{out} = 15 \text{ kW}$$

$$\omega_m = 2\pi \times 2950 / 60 = 308.92 \text{ rad/s}$$

$$T_{em} = (15000) / (308.92) = 48.54 \text{ N.m}$$

ج) در ناحیه عملکرد موتور با لغزش های کم، مشخص گشتاور - لغزش خطی است.

بنابراین، اگر گشتاور ۲ برابر شود، لغزش نیز ۲ برابر می شود.

$$n = (1 - 0.333) \times 3000 = 2000 \text{ rpm}$$

$$P_{out} = P_{mech} = T_{em} \omega_m$$

$$= (48.54 \times 2) \times (2\pi \times 2900 / 60) = 29.494 \text{ kW}$$

۳) امید اسن های یک موتور القایی با روتور سیم پیچی شده ۴۰٪ ولتی، ۲۵ اسب بخاری، ۹۰ درصدی، ۴ قطبی با اتصال ستاره در مدار استاتور، بر حسب اهم بر فاز عبارتند از:

$$R_1 = 0.441 \Omega$$

$$R_2 = 0.332 \Omega$$

اهم بر فاز عبارتند از:

$$X_1 = 1.104 \Omega$$

$$X_2 = 0.464 \Omega$$

$$X_M = 24.3 \Omega$$

الف) گشتاور ماکزیمم این موتور چقدر است؟ این گشتاور به ازای چه لغزشی و چه سرعتی رخ می دهد؟

ب) گشتاور راه اندازی این موتور چقدر است؟

ج) اگر مقاومت روتور دو برابر شود، گشتاور ماکزیمم (در چه سرعتی) حاصل می شود؟ گشتاور راه اندازی جدید چقدر است؟

$$K_{th} = X_M / (X_1 + X_M) = (24.3) / (1.104 + 24.3) = 0.9596 \quad \text{حل}$$

$$V_{th} = K_{th} V_1 = 0.9596 \times 440 / \sqrt{3} = 254.84 \text{ V}$$

$$X_{th} \approx X_1 = 1.104 \Omega \quad R_{th} = K_{th}^2 R_1 = (0.9596)^2 \times 0.441 = 0.5902 \Omega$$

$$n_s = (120 \times 60) / 4 = 1800 \text{ rpm} \quad \omega_s = 2\pi \times 1800 / 60 = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$S_{mt} = \frac{R_r}{\sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_r)^2}} = \frac{0.332}{\sqrt{(0.5902)^2 + (1.104 + 0.464)^2}} = 0.1979$$

$$n = (1 - 0.1979) \times 1800 = 1443.7 \text{ rpm}$$

$$T_{max} = \frac{3}{2\omega_s} \frac{V_{th}^2}{R_{th} + \sqrt{R_{th}^2 + (X_{th} + X_r)^2}}$$

$$= \frac{3}{(2 \times 4\pi)} \frac{(254.84)^2}{0.5902 + \sqrt{(0.5902)^2 + (1.104 + 0.464)^2}} = 227.94 \text{ N-m}$$

$$T_{em} = \frac{\mu}{\omega_s} \frac{V_{th}^2}{(R_{th} + R_r/s)^2 + (X_{th} + X_r)^2} \frac{R_r}{s}$$

$$T_{st} = \frac{\mu}{\omega_s} \frac{V_{th}^2}{(R_{th} + R_r)^2 + (X_{th} + X_r)^2} R_r$$

$$= \frac{\mu}{(4.0)} \times \frac{(254,84)^2}{(0.59.2 + 0.332)^2 + (1.1.4 + 0.444)^2} \times 0.332 = 103,52 \text{ N.m}$$

(ج) با توجه به اینکه S_{mT} با R_r رابطه مستقیم دارد بنابراین با μ برابر شدن R_r ، لغزش به ازای حداکثر گشتاور نیز μ برابر می شود یعنی:

$$S_{mT} = \mu \times 0.1979 = 0.3958$$

$$n_m = (1 - S_{mT}) n_s = (1 - 0.3958) \times 1800 = 1087,54 \text{ rpm}$$

در این شرایط، گشتاور ماکزیمم بدون تغییر باقی می ماند یعنی:

$$T_{max} = 227,94 \text{ N.m}$$

گشتاور راه اندازی در این شرایط برابر می شود با:

$$T_{st} = \frac{\mu}{(4.0)} \frac{(254,84)^2}{(0.59.2 + 0.444)^2 + (1.1.4 + 0.444)^2} \times 0.444 =$$

$$170 \text{ N.m}$$

(۳) نتایج زیر از آزمایش‌های انجام شده بر روی یک موتور القایی ۷.۵ hp، چهار قطبی، ۲۰۸ ولت، ۶۰ هرتزی بدست آمده است. این موتور به صورت ۲ متصل شده است و جریان نامی آن ۲۸ A است.

آزمایش DC: $V_{DC} = 13.4 \text{ V}$ $I_{DC} = 28 \text{ A}$

آزمایش بی باری: $V_T = 208 \text{ V}$ $f = 60 \text{ Hz}$

$I_A = 1.12 \text{ A}$ $I_B = 1.20 \text{ A}$ $I_C = 1.18 \text{ A}$ $P_{in} = 420 \text{ W}$

آزمایش موتور قفل شده: $V_T = 25 \text{ V}$ $f = 15 \text{ Hz}$

$I_A = 28.1 \text{ A}$ $I_B = 28 \text{ A}$ $I_C = 27.4 \text{ A}$ $P_{in} = 920 \text{ W}$

پارامترهای مدار معادل موتور را بدست آوریم.

حل: از آزمایش DC داریم: $R_1 = \frac{V_{DC}}{2I_{DC}} = \frac{13.4 \text{ V}}{2 \times 28 \text{ A}} = 0.243 \Omega$

از آزمایش بی باری: $I_{NL(av)} = (1.12 + 1.20 + 1.18) / 3 = 1.17 \text{ A}$

$V_{NL(ph)} = 208 / \sqrt{3} = 120 \text{ V}$

$Z_{NL} = \frac{120}{1.17} = 102.5 \Omega$ و $R_{NL} = (420) / (3 \times 1.17^2) = 2.1 \Omega$

$X_{NL} = \sqrt{(102.5)^2 - (2.1)^2} = 102.5 \Omega$

$X_L + X_m = X_{NL} = 102.5 \Omega$

از آزمایش موتور قفل: $I_{BR(av)} = (28.1 + 28 + 27.4) / 3 = 27.9 \text{ A}$

$R_{BR} = 920 / (3 \times 27.9^2) = 0.394 \Omega$

$R_r' = R_{BR} - R_1 = 0.394 - 0.243 = 0.151 \Omega$

$Z_{BR} = 102.5 / 27.9 = 3.67 \Omega$

$V_{BR(ph)} = 25 / \sqrt{3} = 14.43 \text{ V}$

$$X_{BR} = \sqrt{(\cdot/5173)^2 - (\cdot/394)^2} = \cdot/3352 \Omega \quad (\text{فرکانس ۱۵ هرتز})$$

$$X_1 = X'_1 = X_{BR}/2 = (\cdot/3352)/2 = \cdot/1676 \Omega \quad (\text{فرکانس ۱۵ هرتز})$$

$$X_1(\cdot/4 \text{ Hz}) = X_1(10 \text{ Hz}) \times \frac{4}{10} = \cdot/4704 \Omega$$

$$X_r(4 \text{ Hz}) = X_r(10 \text{ Hz}) \times \frac{4}{10} = \cdot/4704 \Omega$$

$$X_M = X_{NL} - X_1 = 14,55 - \cdot/4704 = 13,88 \Omega$$

$$P_{\text{out}} = P_{NL} - 2(I_{NL})^2 R_1 \quad \text{تلفات در سلفی:}$$

$$= 420 - 2(1,17)^2 \times \cdot/243 = 371,34 \text{ W}$$

$$R_1 = \cdot/243 \quad R'_1 = \cdot/121 \quad \text{پارامترهای مدار معادل:}$$

$$X_1 = X'_1 = \cdot/4704 \Omega \quad X_M = 13,88 \Omega$$

معادله R'_r بصورت دقیق:

$$R'_r = \left(\frac{X'_1 + X_M}{X_M} \right)^2 \times R = \left(\frac{\cdot/4704 + 13,88}{13,88} \right)^2 \times \cdot/121 = \cdot/144 \Omega$$