

۳۶- در اثر یک اتصال کوتاه در شبکه، ولتاژ به شدت کاهش پیدا کرده و یک موتور القایی سه فاز  $50\text{ Hz}$  و چهار قطب به صورت ناگهانی متوقف می شود. در این حالت موتور، جریان  $100\text{ A}$  را تحت توان  $50\text{ kW}$  می کشد. گشتاور خروجی بر حسب  $\text{Nm}$  با فرض صفر بودن گشتاور چرخشی و مساوی بودن تلفات اهمی استاتور و روتور، چقدر است؟ ولتاژ کاهش یافته هم چنان متعادل باقی می ماند.

(۱)  $39,8$

(۲)  $79,6$

(۳)  $159,2$

(۴)  $318,3$

پاسخ: با کاهش ولتاژ در موتور القایی، موتور اصطلاحاً **Stall** می شود و از حرکت باز می ماند. در نتیجه حالت روتور قفل شده اتفاق می افتد و  $S=1$  می باشد.

$$I = 100\text{ A} , P = 50\text{ kW}$$

در این حالت همه توان صرف تلفات اهمی استاتور و روتور می شود.

$$P_{cu_s} + P_{cu_r} = 50\text{ kW}$$

$$P_{cu_s} = P_{cu_r} \Rightarrow P_{cu_r} = 25\text{ kW}$$

$$P_{ag} = SP_{cu_r} = P_{cu_r} = 25\text{ kW}$$

$$\omega_s = \frac{120f_s}{P} \times \frac{2\pi}{60} = \frac{120 \times 50}{4} \times \frac{\pi}{30} = 50\pi$$

$$T_{ag} = \frac{P_{ag}}{\omega_s} = \frac{25000}{50\pi} = \frac{500}{\pi} = 159.2\text{ N.m}$$

۳۷- یک موتور القایی قفسه ای گشتاور راه اندازی  $15\%$  و حداکثر گشتاور  $300\%$  گشتاور اسمی در ولتاژ اسمی و فرکانس اسمی دارد. با چشم پوشی از مقاومت استاتور و تلفات چرخشی، مقدار لغزش در حداکثر گشتاور کدام است؟

(۱)  $13,48\%$

(۲)  $16,42\%$

(۳)  $18,92\%$

(۴)  $26,79\%$

داریم:

$$\frac{T_{st}}{T_{max}} = \frac{2S_{T_{max}}}{S_{T_{max}}^2 + 1}$$

$$\frac{T_{st}}{T_{max}} = \frac{1.5T_{FL}}{3T_{FL}} = \frac{1}{2} = \frac{2S_{T_{max}}}{S_{T_{max}}^2 + 1}$$

$$\rightarrow S_{T_{max}}^2 + 1 = 4S_{T_{max}} \rightarrow S_{T_{max}}^2 - 4S_{T_{max}} + 1 = 0$$

$$S_{T_{max}} = 2 \pm \sqrt{3} \rightarrow S_{T_{max}} = 2 - \sqrt{3} = 0.268 = 26.8\%$$

۳۸- در یک موتور القایی، راندمان در یک بار مشخص برابر ۸۰ درصد است. در این بار، تلفات مسی استاتور برابر

مجموع تلفات مکانیکی و تلفات آهنی است. تلفات مسی روتور برابر  $\frac{1}{3}$  تلفات مسی استاتور است. لغزش موتور

چند درصد است؟

۱/۴۹ (۱)

۲/۲۴ (۲)

۳/۱۲ (۳)

۴/۱۷ (۴)

۳۸-

$$P_{cus} = P_{fe} + \Delta P_{mech} \quad \therefore P_{cur} = \frac{1}{3} P_{cus}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{cus} + \underbrace{P_{fe} + \Delta P_{mech}}_{P_{cus}} + P_{cur}}$$

$$= \frac{P_{out}}{P_{out} + 6P_{cur} + P_{cur}} = \frac{P_{out}}{P_{out} + 7P_{cur}} = \frac{80}{100} = \frac{4}{5}$$

$$\rightarrow P_{out} = 28 P_{cur} = 28 s P_{ag}$$

باتوجه به اینکه رابطه مشخصی برای  $\Delta P_{mech}$  بر حسب  $P_{cur}$  نداریم. از آنجا که  $P_{fe} = 0$

$$\rightarrow \Delta P_{mech} = P_{cus} = 3P_{cur} \rightarrow P_{ag} = P_{out} + \Delta P_{mech} + P_{cur}$$

$$\rightarrow P_{ag} = 32s P_{ag} \rightarrow s = \frac{1}{32} = 0.0312 = 3.12\%$$

۳۹- یک موتور القایی سه فاز ۶ قطبی با روتور سیمبندی شده از یک منبع با ولتاژ ثابت و فرکانس ۵۰ هرتز تغذیه می شود. از این موتور جهت چرخاندن یک بار با گشتاور ثابت استفاده می شود. تلفات مکانیکی موتور قابل چشم پوشی است. جهت تغییر سرعت موتور از یک مقاومت خارجی از طریق حلقه های لغزان استفاده شده است. نسبت تلفات سیم پیچی روتور در سرعت ۹۰۰rpm به تلفات روتور در سرعت ۶۰۰rpm چقدر است؟

(۱) ۴

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳)  $\frac{3}{2}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

$$N_s = \frac{120 \times 50}{6} = 1000 \text{ rpm}$$

$$N_{m1} = 900 \text{ rpm} \rightarrow S_1 = \frac{N_s - N_{m1}}{N_s} = \frac{1000 - 900}{1000} = 0.1$$

$$N_{m2} = 600 \text{ rpm} \rightarrow S_2 = \frac{N_s - N_{m2}}{N_s} = \frac{1000 - 600}{1000} = 0.4$$

$$T_{Load} = cte. \rightarrow P_{Load} = cte. \xrightarrow{\Delta P_{mech}=0} P_{ag} = cte.$$

$$\rightarrow \frac{P_{cu,1}}{P_{cu,2}} = \frac{S_1 P_{ag}}{S_2 P_{ag}} = \frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{4}$$

۴۰- افت ولتاژ بار کامل مربوط به مقاومت در یک ترانسفورماتور تک فاز ۲٪ است. تلفات بی باری این ترانسفورماتور نصف تلفات بار کامل آن است. بازده ترانسفورماتور در بار نامی و ضریب قدرت ۰/۹۶ کدام است؟

(۱) ۰/۹۷

(۲) ۰/۹۶

(۳) ۰/۹۳

(۴) ۰/۹۰

$$R_{cu} = 0.02 \text{ pu} \rightarrow P_{cu_n} = 0.02 \text{ pu}$$

$$P_{oc} = \frac{1}{2}(P_{cu_n} + P_{oc}) \rightarrow P_{oc} = \frac{1}{2}P_{cu_n} + \frac{1}{2}P_{oc} \rightarrow P_{oc} = P_{cu_n} = 0.02 \text{ pu}$$

$$\eta = \frac{S \cos \phi}{S \cos \phi + P_{cu} + P_{oc}} = \frac{1 \times 0.96}{1 \times 0.96 + 0.02 + 0.02} = 0.96$$

۴۱- یک موتور القایی سه فاز، ۵۰ Hz و چهار قطب در سرعت ۱۳۵۰ rpm، توان ۱۰ kW را از شبکه دریافت می کند. تلفات کل استاتور ۲۰۰ W و بازدهی آن ۸۵٪ است. تلفات مکانیکی این موتور چند وات است؟

- (۱) ۳۲۰
- (۲) ۵۶۵
- (۳) ۱۵۰
- (۴) ۸۱

(۴۱)

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

$$S = \frac{1500 - 1350}{1500} = 0.1$$

$\int_{-}^{+} : P_{cus} + P_{fes} = 200 \text{ W} \quad ; \quad P_{in} = 10 \text{ kW} \rightarrow P_{ag} = 9.8 \text{ kW}$   
 $\rightarrow \Delta P_{mech} = P_{ag} - P_{cur} - P_{out} \quad ; \quad P_{out} = \frac{85}{100} P_{in} = 8.5 \text{ kW}$   
 $\rightarrow \Delta P_{mech} = 9.8 \text{ kW} - 9.8 \times 0.1 \text{ kW} - 8.5 \text{ kW} = 0.32 \text{ kW} = 320 \text{ W}$

۴۲- یک ترانسفورماتور تک فاز ۵۰ kVA، ۲۲۰ V/۲۰ kV، ۵۰ Hz مفروض است. اگر از این ترانسفورماتور در شبکه ۴۰ Hz بهره برداری شود، مقادیر نامی آن کدام است؟

- (۱) ۱۲٫۸ kV/۱۴۰٫۸ V، ۴۰ kVA
- (۲) ۱۲٫۸ kV/۱۴۰٫۸ V، ۵۰ kVA
- (۳) ۱۶ kV/۱۷۶ V، ۵۰ kVA
- (۴) ۱۶ kV/۱۷۶ V، ۴۰ kVA

در ترانسفورماتور با تغییر فرکانس باید شار بیشینه ثابت بماند از این رو داریم:

$$V_{rms} = 4.44 N f \phi_{max} \rightarrow V_{rms} \sim f$$

$$V_1' = V_1 \times \frac{40}{50} = 20 \text{ kV} \times \frac{4}{5} = 16 \text{ kV} ; V_2' = V_2 \times \frac{40}{50} = 220 \text{ V} \times \frac{4}{5} = 176 \text{ V}$$

با توجه به اینکه جریان سیم پیچی با فرکانس تغییر نمی کند داریم:

$$\frac{S'}{S} = \frac{V'}{V} = \frac{4}{5} \rightarrow S' = \frac{4}{5} \times 50 \text{ kVA} = 40 \text{ kVA}$$

۴۳- در یک ترانسفورماتور تک فاز ۱۰۰۰kVA، تلفات در بی باری ۵kW و در ۰٫۸ بار کامل ۶kW است. اگر تنظیم ولتاژ این ترانسفورماتور در ۰٫۸ بار کامل و ضریب توان ۰٫۸ پیش فاز، صفر باشد، امپدانس pu این ترانسفورماتور کدام است؟

$$\frac{1}{64} + j\frac{1}{48} \quad (1)$$

$$\frac{1}{80} + j\frac{1}{60} \quad (2)$$

$$\frac{1}{64} + j\frac{3}{256} \quad (3)$$

$$\frac{1}{100} + j\frac{4}{300} \quad (4)$$

$$P_{oc} = 5 \text{ kW} \quad k = 0.8 \rightarrow P_{cu} = 6 \text{ kW} - 5 \text{ kW} = 1 \text{ kW} \quad (۴۳)$$

$$\rightarrow k^2 P_{cun} = P_{cu} \rightarrow P_{cun} = \frac{P_{cu}}{k^2} = \frac{1}{0.64} \text{ kW} = \frac{100}{64} \text{ kW}$$

$$\rightarrow P_{cun} = \frac{\frac{100}{64} \text{ kW}}{100 \text{ kVA}} = \frac{1}{64} \text{ pu} = R_{eq}^{pu}$$

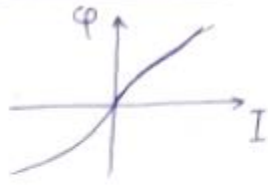
$$\cos \phi_{cr} = 0.8 = \frac{R_{eq}}{|Z_{eq}|} \rightarrow \frac{R_{eq}}{|Z_{eq}|} = 0.6$$

$$\rightarrow \frac{R_{eq}}{X_{eq}} = \frac{3}{4} \rightarrow X_{eq} = \frac{4}{3} R_{eq} = \frac{4}{3} \times \frac{1}{64} = \frac{1}{48}$$

$$\rightarrow Z_{eq}^{pu} = R_{eq}^{pu} + j X_{eq}^{pu} = \frac{1}{64} + j \frac{1}{48}$$

۴۴- ولتاژ  $v = V_m \cos(\omega t + \alpha)$  در لحظه  $t = 0$  به یک ترانسفورماتور تک فاز اعمال می شود. در کدام یک از حالات زیر مقدار جریان در لحظات اولیه حداکثر است؟

- (۱)  $\alpha = 0^\circ$  ، با وجود شار پس ماند  
 (۲)  $\alpha = 0^\circ$  ، بدون وجود شار پس ماند  
 (۳)  $\alpha = 90^\circ$  ، با وجود شار پس ماند  
 (۴)  $\alpha = 90^\circ$  ، بدون وجود شار پس ماند



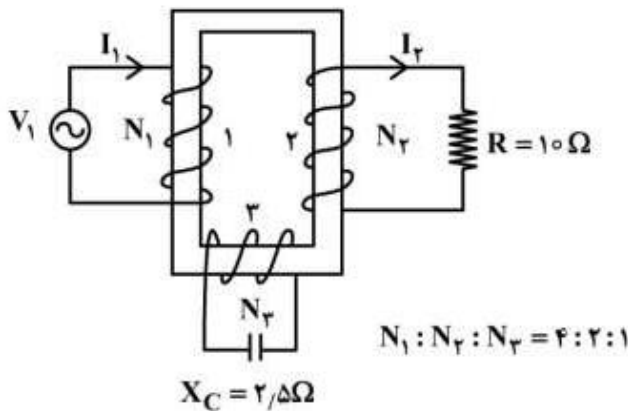
۴۴) معنی شار و عبور جریان به صورت در ولت :

انرژی ورودی که شار رساند به بار در زمان  $t$  است.

$$\varphi \propto \int v dt = \frac{V_m}{\omega} \sin(\omega t + \alpha) \xrightarrow{t=0} \frac{V_m}{\omega} \sin \alpha$$

که در نتیجه به از  $\alpha = 90^\circ$ ، شار در نتیجه جریان کار نمی‌کند.

۴۵- سه سیم پیچ ترانسفورماتور مطابق شکل زیر، روی یک هسته پیچیده شده و یک مقاومت  $10 \Omega$  به دو سر سیم پیچ ۲ بسته شده است. یک خازن با راکتانس  $2.5 \Omega$  به دو سر سیم پیچ ۳ وصل می‌شود. سیم پیچ ۱ با ولتاژ  $V_1 = 400V \angle 0^\circ$  تغذیه می‌شود. جریان ورودی  $I_1$  بر حسب آمپر کدام است؟ نسبت دورها در شکل داده شده است.



(۱)  $10 + j0$

(۲)  $10 - j0$

(۳)  $-10 + j0$

(۴)  $-10 - j0$

$$V_1 = 400V \angle 0$$

$$\frac{V_1}{N_1} = \frac{V_2}{N_2} = \frac{V_3}{N_3} \rightarrow V_2 = 200V \angle 0 ; V_3 = 100V \angle 0$$

$$I_2 = \frac{V_2}{10} = 20A ; I_3 = \frac{V_3}{-jX_c} = \frac{100}{-j2.5} = 40j$$

$$N_1 I_1 + N_2 I_2 = N_3 I_3 \rightarrow I_1 = \frac{N_3}{N_1} I_3 - \frac{N_2}{N_1} I_2 = \frac{1}{4}(40j) - \frac{1}{2}(20) = 10j - 10 = -10 + 10j$$