

لا

المادة: آلات كهربائية (3)

الفصل الأول: 2018-2019

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

السنة الرابعة: طاقة كهربائية

أجب عن الأسئلة الآتية:

1- (4°): آلة تحريضية ثلاثية الطور ثنائية الأقطاب. بين على مقطع عرضي لاسطوانة الجزء الثابت لهذه الآلة، ملفات الثلاثة وقطبيها باعتبار اللف بطبقة واحدة و $q = 1$.

2- (6°): بين أن العزم الدوراني المتولد على محور المحركات التحريضية ثلاثية الطور يتناسب مع الفيض المغناطيسي المتولد فيها ومع المركبة الحقيقية للتيار المار في ملفات جزئها الدائر وما تأثير تغير الفجوة الهوائية على هذا العزم.

3- (6°) علل كل مما يلي:

أ. عدم مرور تيارات قصر عالية في ملفات الجزء الدائر المقصورة للمحرك التحريضي عند دورانه بسرعه النظامية.

ب. عدم نشوء عزوم دورانية على محور المحركات التحريضية عند دورانها بسرعتها التزامنية.

ت. انخفاض مردود المحركات التحريضية ثلاثية الطور عند دورانها بقيم انزلاق عالية.

4- (10°): استنتج العلاقة التي تعطي:

أ. قيمة التوتر المستمر الواجب تطبيقه على ملفات الجزء الثابت لمحرك تحريضي ثلاثي الطور لفرملته وهو موصل نجمي.

ب. سعة المكثفات اللازمة لتشغيل المحرك التحريضي كمولد ذي تهييج ذاتي يولد توتره الاسمي.

5- (4°): ما تأثير انقطاع أحد الأطوار الثلاثة المغذية للمحرك التحريضي ثلاثي الطور.

6- (12°): محرك تحريضي ثلاثي الطور رباعي الأقطاب يعمل بتردد 50Hz . المقاومة الأومية والمفاعلة التسريبية لملفات جزئه الدائر عند السكون تساوي $R_2 = 0.012\Omega/ph$ و $X_2 = 0.08\Omega/ph$. فإذا كانت القوة المحركة الكهربائية المتحيزة في كل طور من أطوار جزئه الدائر عند السكون 40V والتيار المار في ملفات جزئه الدائر يساوي 185.7A ، المطلوب حساب سرعة دوران المحرك في هذه الحالة وكذلك العزم الدوراني المتولد على محوره عندئذ.

7- (16°): محرك تحريضي ثلاثي الطور رباعي الأقطاب ذو قفص سنجابي له المعطيات الاسمية الآتية:

$$P_n = 100\text{ Hp} \quad U_n = 380/660\text{ V} \quad n_n = 1410\text{ rpm} \quad \eta_n = 80.5\% \quad \cos \varphi = 0.8$$

عند إقلاعه بطريقة Y/Δ يستجر من الشبكة تياراً قدره 293A وعند إقلاعه وهو موصل مثلثي ويتخفيض التوتر يمر في ملفات تيار قدره 346.4A . المطلوب حساب:

أ- مقدار تخفيض التوتر ب- عزم الإقلاع النسبي عند الإقلاع المباشر والإقلاع بتخفيض التوتر وإقلاع بطريقة Y/Δ ج- توتر الشبكة (الطوري والخطي) الواجب استخدامها لإقلاع هذا المحرك بطريقة Y/Δ

د- الاستطاعة الردية المستهلكة من الشبكة ه- سعة المكثفات اللازمة لتخفيض الاستطاعة الردية المستهلكة إلى النصف.

8- (12°): محرك تحريضي ثلاثي الطور رباعي الأقطاب موصل مثلثي مع شبكة توترها 380V وترددها 50Hz ومحمل بحمولة ميكانيكية ذات عزم ثابت يساوي عزمه الاسمي فيدور بسرعة اسمية قدرها 1410 rpm .

أ- احسب سرعة دوران المحرك عند تغذيته بتوتر 342V وتردد 45Hz ، وكذلك التيار النسبي الذي يستجره عندئذ من الشبكة.

ب- إذا تغير عزم الحمل المطبق على محور المحرك بحيث ظل يدور بسرعه الاسمية وغذي من منبع توتره 320V وتردده 50Hz ، المطلوب حساب عزم الحمل النسبي الجديد عندئذ وكذلك التيار النسبي الجديد الذي سيستجره هذا المحرك من الشبكة.

ملاحظة: يرجى من جميع الطلاب عدم وضع علامة العملي على ورقة الإجابة.

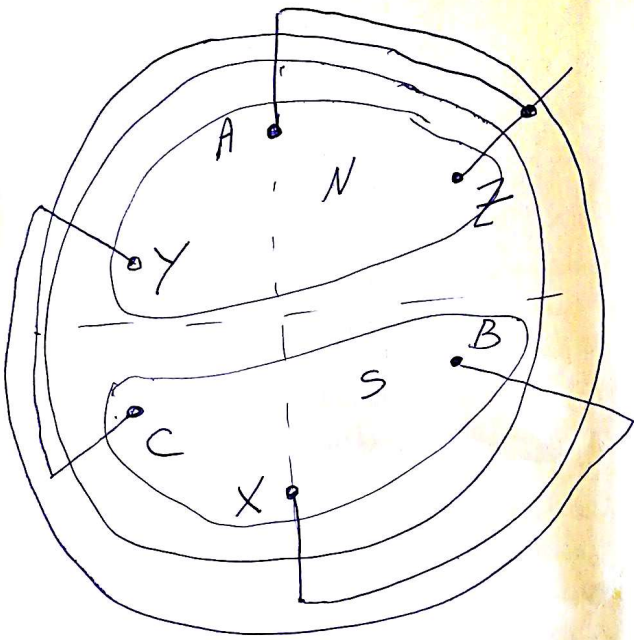
23/1/2019

د. راند الشرع

د. هاكوب بوغوص



(4):



النافي: (6°)

$$M = \frac{P_{12}}{\omega_1} = \frac{P_{c2}}{s\omega_1} = \frac{3 E_2 s I_2 \cos \varphi_2}{s\omega_1} = \frac{3 S E_2 I_2 \cos \varphi_2}{s\omega_1}$$

$$H = \frac{3 S 4.44 f_1 \omega_1 \phi_{KW1} I_2 \cos \varphi_2}{S/2\pi f_1} = C_m \phi I_2 \cos \varphi_2$$

$$M = \frac{3 R_2 U^2}{s\omega_1 [(R_1 + \frac{R_2}{s})^2 + (X_1 + X_2)^2]}$$

تغير الخطوة الهوائية، أي،
تغير $X_1 + X_2$ وبالتالي تغير العزم M

الثالث: (6°)

أ- لأنه عند الدوران بالسرعة النظامية تكون $E_2 = sE_1$ بعزلة كهربائية، وبالتالي الساتر الناتجة عن العزلة

ب- عند الدوران بالسرعة التزامنية $n = n_1$ تكون $s = 0$ ، وبالتالي $E_2 = 0$ ، وبالتالي الناتجة عن العزلة صفر، كما تكون عزم الدوران صفر

ج- لأنه عند دوران المحرك التوافقي يتم كسب التيار، لأنه يكون صحيح f_2 كبيرة، وبالتالي الضايف المتناهي $f_2 = s f_1$ ، وبالتالي كسب كبير، كما أن $P_{c2} = s P_{12}$ يتم P_{c2} تكون كبيرة، وبالتالي صفر عزم الدوران (ج)

المادة: آلات كهربائية (2)
الفصل الثاني: 2017-2018

1- (4°): بين بالرسم فقط منحني الضياعات النحاسية والمغناطيسية بدلالة تيار الحمولة في المحولة الكهربائية وعين عليه المحولة التي من أجلها يكون مردود المحولة أعظمياً.

2- (6°): إذا كانت السيلة المغناطيسية للتوافقية الثالثة في المحولة هي 35% من التوافقية الأساسية ، فاستنتج قيمة الضياعات المغناطيسية الناتجة عن التوافقية الثالثة بالنسبة لهذه الضياعات والناتجة عن التوافقية الأساسية.

3- (6°): بين طريقة توصيل الملفات في التوصيل المتعرج لمحولة ثلاثية الطور، ثم ارسم المخطط الشعاعي للتوترات واستنتج قيمة القوة المحركة الكهربائية المتحرضة في كل طور من أطوارها.

4- (4°): بين بالرسم فقط طريقة استخدام المحولة ثلاثية الطور للتحويل من دائرة ثلاثية الطور إلى دائرة سداسية وذلك باستخدام توصيلة Y المزدوجة وارسم المخطط الشعاعي الموافق.

5- (8°): محولتان ثلاثيتا الطور استطاعة كل منهما 400KVA و 600KVA ولهما نفس التوترات الاسمية. توترات الدارة القصوى النسبية المئوية للمحولة الأولى 5% وللثانية 8%. احسب الاستطاعة العظمى التي يمكن للمحولتين أن تغذيها معاً عند ربطهما على التوازي دون أن تتجاوز حمولة أي منهما الاسمية.

6- (16°): محولة أحادية الطور استطاعتها الاسمية 200KVA. عند تحميلها بحمولة تحريضية عامل استطاعتها 0.8 يبلغ مردودها الاسمي 97.2% ومردودها الأعظمي يحدث عند تحميلها ب 75% من حمولتها الاسمية، وعند تشغيلها بدون حمولة تستجر هذه المحولة استطاعة ردية قدرها 8KVAR، كما يبلغ تنظيم التوتر فيها 3.342% عند تحميلها ب 80% من حمولتها الاسمية التحريضية التي عامل استطاعتها 0.8. تحمل هذه المحولة يومياً 8 ساعات بحمولة قدرها 80KW وعامل استطاعتها 0.8 متأخر و 6 ساعات بحمولة قدرها 60KW وعامل استطاعتها 0.6 متأخر وتبقى بدون حمولة خلال الفترة الباقية. المطلوب حساب قيم: أ- الضياعات المغناطيسية والنحاسية الاسمية للمحولة ، ب- التنظيم الأعظمي عند الحمولة الاسمية ، ج- المردود اليومي ، د- تيار اللاحمل النسبي المئوي وتوتر الدارة القصوى النسبي المئوي وعامل الاستطاعة في حالة اللاحمل.

7- (18°): محولة ثلاثية الطور استطاعتها الاسمية 600KVA موصلة بشكل Y/Δ-11 وتوتراتها الاسمية $U_o = 400V$ $I_o = 34.64A$ $P_o = 4.8KW$ أعطت تجربتنا اللاحمل والقصر النتائج الآتية:

$$U_o = 400V \quad I_o = 34.64A \quad P_o = 4.8KW$$

$$U_{sc} = 522V \quad I_{sc} = 34.64A \quad P_{sc} = 9KW$$

يوصل ملفا التوتر المرتفع على التفرع وتغذى المحولة من منبع ثلاثي الطور متوازن قدره 5000V، بينما يوصل ملفا التوتر المنخفض على التسلسل لتغذي حمولة تحريضية عامل استطاعتها 0.707 بتبار قدره 736.1A وذلك عن طريق خط نقل ثلاثي الطور مقاومته $0.01733\Omega/ph$ ومعاصلته $j0.04666\Omega/ph$. المطلوب حساب: أ- عناصر الدارة المكافئة لطور واحد من جملة المحولة وخط النقل والمحولة بالقيم الواحدة ب- التوتر على طرفي المحولة ج- التيار وعامل الاستطاعة في طرف التغذية د- المخطط الشعاعي للتوترات الخطية في كل من الأولى والثانوي.

8- (8°): محولة أحادية الطور ذات ملفين استطاعتها 20KVA وتوتراتها 1000/200V. يراد تحويلها إلى محولة ذاتية خافضة للتوتر عندما يكون الملف المشترك ملف التوتر المرتفع في المحولة العادية. احسب الاستطاعة التي ستقدمها حينئذ هذه المحولة وذلك بجزأيهما التحريضي والنقلي.

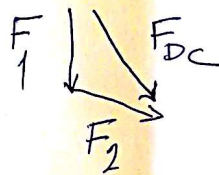
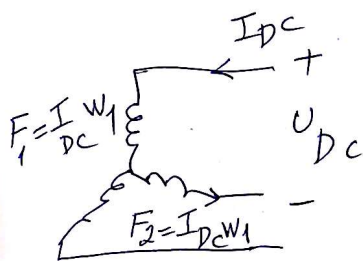
د. هادي بوعوض

د. رالد الشرع

2018/6/9



(10°):



$$F_{DC} = F_1 + F_2 = I_{DC} W_1 + I_{DC} W_1$$

$$F_{DC} = 2 I_{DC} \sin \frac{120^\circ}{2} W_1$$

$$F_{DC} = 2 I_{DC} \frac{\sqrt{3}}{2} W_1 = \sqrt{3} I_{DC} W_1$$

$$F_{DC} = F_{Ac}$$

$$\sqrt{3} I_{DC} W_1 = \frac{3}{2} I_{max} W_1 = \frac{3}{2} \sqrt{2} I_{eff} W_1$$

$$I_{DC} = 1.22 I_{eff}$$

$$U_{DC} = 2 R_1 I_{DC} = 2 R_1 1.22 I_{eff} = 2.44 R_1 I_{eff}$$

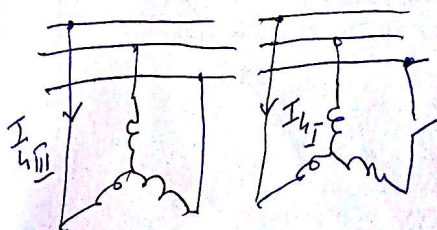
$$Q_c = Q_G + Q_L = P_G \tan \phi_G + P_L \tan \phi_L = P_n (\tan \phi_G + \tan \phi_L)$$

$$Q_c = 3 U_c I_c = 3 U_c \frac{U_c}{X_c} = 3 \frac{U_c^2}{X_c} \omega c = 6 \pi f C U^2$$

$$6 \pi f C U^2 = P_n (\tan \phi_G + \tan \phi_L)$$

$$C = \frac{P_n (\tan \phi_G + \tan \phi_L)}{6 \pi f U^2} \cdot 10^6 \text{ (}\mu\text{F)}$$

(4°):



$$P_{III} = \sqrt{3} U_{hIII} I_{hIII} \cos \phi_{III}$$

$$P_I = U_{hI} I_{hI} \cos \phi_I$$

$$P_{III} = P_I \Rightarrow$$

$$\sqrt{3} U_{hIII} I_{hIII} \cos \phi_{III} = U_{hI} I_{hI} \cos \phi_I \Rightarrow I_{hI} \approx 2 I_{hIII}$$

التيار في المرحلة I هو ضعف التيار في المرحلة III

(2) 20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

$$I_2 = \frac{E_2}{\frac{R_2}{s} + jX_2} \Rightarrow 185.7 = \frac{40}{\frac{0.012}{s} + j0.08} \quad (12)$$

$$\frac{0.012}{s} + j0.08 = 0.2154 \Rightarrow \left(\frac{0.012}{s}\right)^2 + (0.08)^2 = (0.2154)^2$$

$$\left(\frac{0.012}{s}\right)^2 = 0.04 \Rightarrow s^2 = 0.0036 \Rightarrow s = 0.06 \Rightarrow n = 1410 \text{ rpm}$$

$$P_{C2} = 3 \times 0.012 \times (185.7)^2 = 1241.44 \text{ W} \quad 2$$

$$P_{12} = \frac{1241.44}{0.06} = 20690.7 \text{ W} \quad 2$$

$$M = \frac{20690.7}{2\pi \times \frac{1500}{60}} = 131.72 \text{ Nm} \quad 2$$

$$I_n = \frac{100 \times 746}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.805 \times 0.8} = 176 \text{ A} \quad 2 \quad (16)$$

$$I_{se \gamma ph} = I_{st \gamma L} = 293 \text{ A} \Rightarrow I_{st \Delta ph} = 293 \sqrt{3} \quad 2$$

$$I'_{st ph} = 346.4 \text{ A} \Rightarrow 346.4 = \frac{293 \sqrt{3}}{X} \Rightarrow X = 1.465 \quad 2$$

$$\frac{M_{st}}{M_n} = 0.06 \left(\frac{293 \sqrt{3}}{176 / \sqrt{3}} \right)^2 = 1.5 \quad 2$$

$$\frac{M_{st \gamma}}{M_n} = \frac{1.5}{3} = 0.5 \quad 1; \quad \frac{M'_{st}}{M_n} = \frac{1.5}{(1.465)^2} = 0.7 \quad 1$$

$$Q_1 = \frac{100 \times 746}{0.805} \times 0.75 = 69503.1 \text{ Var} \quad 2$$

$$Q_c = \frac{69503.1}{2} = 34751.55 = 3U_c I_c = 3U_c \frac{U_c}{X_c} = 3U_c^2 \omega C$$

$$Q_c = 3U_c^2 \cdot 2\pi f C = 6\pi f U_c^2 C = 34751.55$$

$$C = \frac{34751.55}{6\pi \times 50 \times (380)^2} \cdot 10^6 = 255.35 \mu F \quad 2$$

$$\frac{U}{f} = \frac{380}{50} = 7.6 \quad ; \quad \frac{U'}{f_1} = \frac{342}{45} = 7.6$$

(12)

$$\frac{U'}{f_1} = \frac{U}{f} \Rightarrow s'f' = sf \Rightarrow 45 \times s' = 0.06 \times 50 \Rightarrow$$

$$s' = 0.0666 \Rightarrow n'_1 = \frac{60 \times 45}{2} = 1350 \text{ rpm}$$

$$n' = (1 - 0.0666) 1350 = 1260 \text{ rpm}$$

$$M = \frac{3RI^2}{s\Omega} \quad ; \quad M' = \frac{3RI'^2}{s'\Omega_1} \Rightarrow \frac{I'^2}{s'\Omega_1} = \frac{I^2}{s\Omega}$$

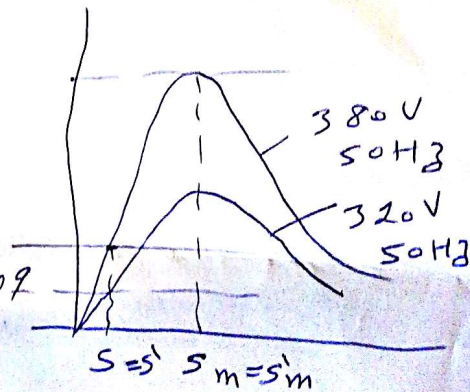
$$\frac{I'^2}{I^2} = \frac{s'\Omega_1}{s\Omega} = \frac{0.0666 \times 45}{0.06 \times 50} = 1 \Rightarrow \frac{I'}{I} = 1 \Rightarrow I' = I$$

$$\frac{s'}{s'_m} = \frac{M'}{M'_m} \quad ; \quad \frac{s}{s_m} = \frac{M}{M_m}$$

$$\frac{s' \cdot s_m}{s \cdot s'_m} = \frac{M' \cdot M_m}{M \cdot M'_m} = 1 \Rightarrow$$

$$\frac{M'}{M} = \frac{M'_m}{M_m} = \frac{U'^2/f'^2}{U^2/f^2} = \frac{320^2}{380^2} = 0.709$$

$$M' = 0.709 M = 70.9\% M$$



$$M' = \frac{I'^2}{s'\Omega_1} \quad ; \quad M = \frac{I^2}{s\Omega}$$

$$\frac{M'}{M} = \frac{I'^2}{I^2} \frac{s\Omega}{s'\Omega_1} \Rightarrow \frac{I'}{I} = 0.842 \Rightarrow$$

$$\frac{I'}{I} = 0.842 \Rightarrow I' = 0.842 I$$