جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية و الكهربائية
امتحان مقرر : الآلات الكهربائية /4/
السنة الرابعة – قسم هندسة الطاقة الكهربائية
دورة الفصل الثاني 2023 - 2024

اسم الطالب :
الرقم الجامعي:
الدرجة : 70 درجة
المدة : ساعتان
التاريخ : 5-8-2024

السؤال الأول : (20 درجة)

أجب عن الاسئلة التالية:

1- محرك تحريضي ثلاثي الطور ثنائي الأقطاب (P=2) يوصل الى منبع ثلاثي الطور متوازن، وضح مستعينا بالرسم:
اتجاه التيارات الكهربائية ضمن نواقل الثابت - الحقول المغناطيسية المتشكلة (قيمة واتجاها) – توضع اقطاب الالة
وفقا للحالتين التاليتين (وضح كل حالة بشكل منفصل):

$1 - \theta = wt = 120^o$
$2 - \theta = wt = 270^o$

2- قارن بين المحركات Class A و Class D من حيث النمط ، الانزلاق الأعظمي Smax و تيار الإقلاع.

السؤال الثاني : (20 درجة)

محرك تحريضي ثلاثي الطور **قفص سنجابي** يملك المواصفات الأسمية التالية:

RATING	**60 hp**	FREQUENCY	**60 Hz**	POLES	**6**	VOLTAGE	**2200 V**
CONNECTION	**STAR (Y)**	Class	**A**	**(X1 = 0.5 X_{LR} , X2'= 0.5 X_{LR})**		Speed	**1160 rev/min**

(1 hp = 0.746 Kw)

تم الحصول على المعطيات التالية (مخبريا):

No Load Test	:	**2200**	V	**4.5**	A	**1.6** Kw	**60** Hz
Locked Rotor Test	:	**270**	V	**25**	A	**9** Kw	**15** Hz
DC Test	:	**140**	V	**25**	A		

المطلوب حدد ما يلي:
3- قيم عناصر الدارة المكافئة للمحرك التحريضي
4- قيمة تيار الإقلاع المباشر للمحرك
5- قيمة الجهد الواجب تطبيقه على أطراف المحرك لإقلاعه باستخدام المحول الذاتي (شروط الإقلاع : تيار اقلاع الشبكة يساوي التيار الاسمي للمحرك)

السؤال الثالث : (30 درجة)

محرك تحريضي ثلاثي الطور دائر ملفوف يملك المواصفات الاسمية التالية:

RATING **25 hp** FREQUENCY **60 Hz** POLES **4** VOLTAGE **460 V** CONNECTION **STAR(Y)**
SPEED 1720 rev/min

قيم عناصر الدارة المكافئة للمحرك :

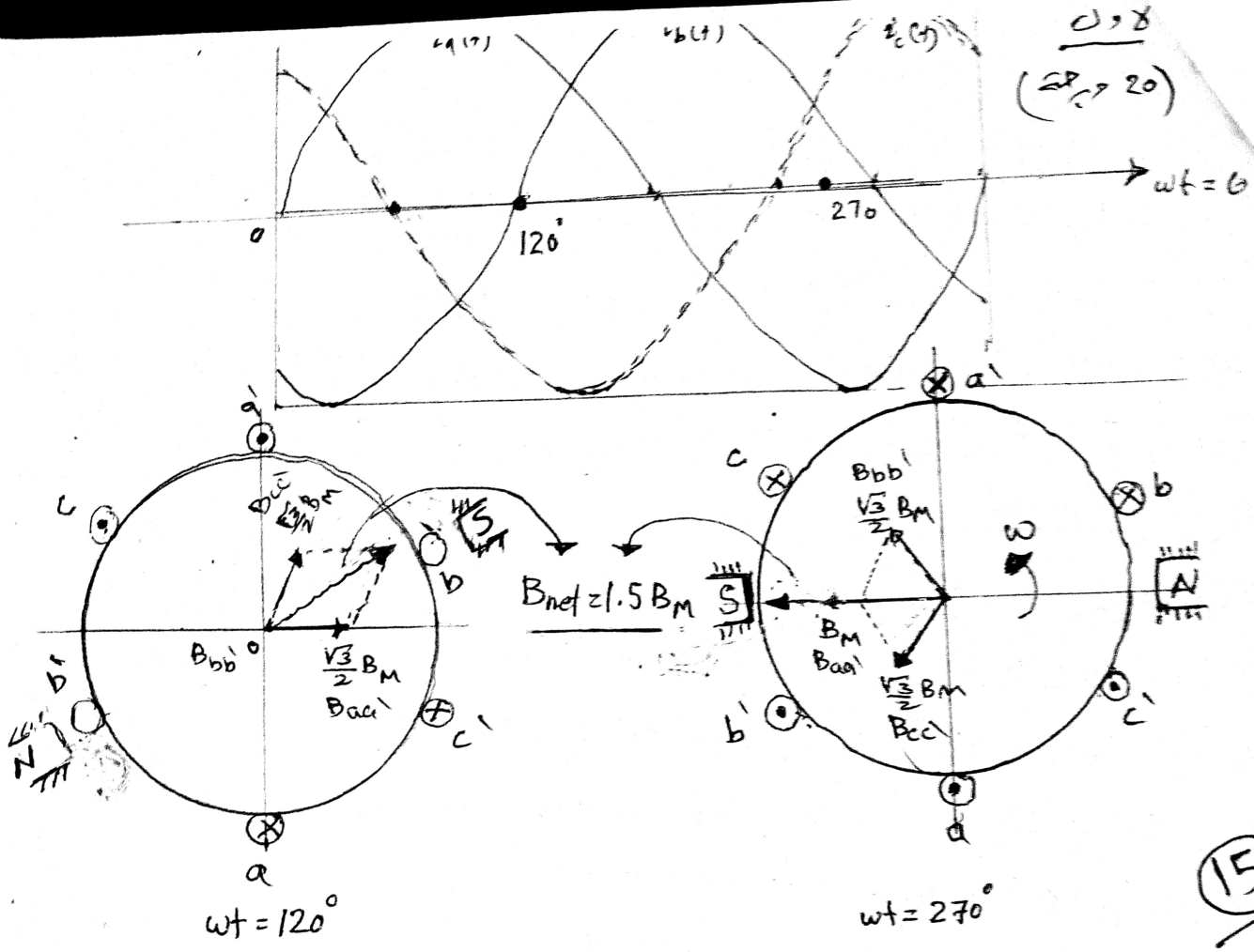
$R_1 = 0.641\ \Omega$ $X_1 = 1.106\ \Omega$ $R_2' = 0.332\ \Omega$ $X_2' = 0.464\ \Omega$ $R_C = \infty\ \Omega$ $X_M = 26.3\ \Omega$

المطلوب حدد ما يلي:

1- القيم الاسمية التالية : المردود - العزم الكهرومغناطيسي (80%)
2- قيمة المقاومة **Rext** التي يجب إضافتها الى الدائر حتى يقلع بعزم يساوي % من قيمة العزم الأعظمي للمحرك . ثم حدد قيمة السرعة الموافقة للعزم الاعظمي بعد الاضافة.
3- بالعودة للعمل وفق الحالة الاسمية (بدون إضافة مقاومة) , وضح تأثير تخفيض جهد التغذية الى مقدار النصف (230 V) على قيمة العزم الأعظمي للمحرك والسرعة الموافقة لهذا العزم.

مع أطيب التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرّس المقرر د .عمار مسعود



(15)

	Class A	class D
النمط	يستخدم لمختلف الأغراض	• ذو عزم اقلاع عالي
تيار الاقلاع	يصل لحدود $800\% I_n$	
S_{max} الانزلاق الاعظمي	< 0.2 أقل من 0.2	• قد يصل لـ 1

(5)

الاسم: دعاء الحلبي

السؤال الثاني (20 من 20)

• عناصر الآلة الكاملة

$$Z_L = \frac{140}{25} = 5.6 \ [\Omega]$$

$$R_1 = R_L - L/2 = 2.8 \ [\Omega]$$

$$Z_{NL} = X_1 + X_M = \frac{2200/\sqrt{3}}{4.5} = 282.26 \ [\Omega]$$

$$P_{Cu_1} = 3(4.5)^2 \cdot (2.8) = 170 \ [W]$$

$$P_{Rot} = P_{NL} - P_{Cu_1} = 1600 - 170 = 1430 \ [W]$$

(10)

$$Z_{LR} = \frac{270/\sqrt{3}}{25} = 6.24 \ [\Omega]$$

$$\theta_{LR} = \cos^{-1}\left(\frac{9\times10^3}{\sqrt{3}\times270\times25}\right) = 39.66^\circ$$

$$Z_{LR} = 6.24 \angle 39.66 = 4.8 + j3.98 \ [\Omega]$$

$$X_1 + X_2' = j3.98\left[\frac{60}{15}\right] = 15.92 \ [\Omega]$$

$$X_1 = X_2' = \frac{X_{LR}}{2} = 7.96 \ [\Omega] \quad \text{(Class A)}$$

$$R_2 = R_{LR} - R_1' = 4.8 - 2.8 = 2 \ [\Omega]$$

$$X_M = 282.26 - 7.96 = 274.3 \ [\Omega]$$

• بـ- الاقلاع المباشر ($S=1$)

$$Z_R = 2 + j7.96 = 8.2 \angle 75.9 \ [\Omega]$$

$$Z_P = \frac{8.2\times274.3\angle 165.9}{2 + j7.96 + j274.3} = 7.96\angle 176.3$$

$$= 0.005 + j7.96 \ [\Omega]$$

(5)

$$Z_T = Z_1 + Z_P = (2.8 + j7.96) + (0.005 + j7.96)$$

$$= 16.16 \angle 80^\circ \ [\Omega]$$

$$I_{st} = \frac{2200/\sqrt{3}}{16.16} = 78.6 \ [A]$$

• الجهد المطبق على أطراف المحرك (جهد ثانوي المحول V_L) التي يعطي للمحرك

(5) (اقلاع مباشر)

$I_n = 25 \ [A]$ (LR) – مع أفضل

$(I_{st(net)} = I_n)$: الشرط

$$I_{st(net)} = \frac{I_{st}}{K_a^2}$$

$$2.5 = \frac{78.6}{K_a^2} \Rightarrow K_a = 1.77$$

نسبة تحويل المحول الذاتي

$$K_a = \frac{V_H}{V_L} \Rightarrow 1.77 = \frac{2200}{V_L} \Rightarrow V_L = 1243 \ [V]$$

سؤال الثالث (30 درجة)

$$N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ rev/min}$$

$$S = \frac{1800 - 1720}{1800} = 0.044 \text{ [P.U]}$$

$$Z_R = \frac{0.332}{0.044} + j0.464 = 7.55 \angle 3.52 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$Z_P = \frac{(7.55)(26.3) \angle 93.52}{7.54 + j26.764} = 7.14 \angle 19.26 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$= 6.74 + j2.5$$

$$Z_T = 0.641 + j1.106 + 6.74 + j2.35$$

$$= 8.14 \angle 25^\circ \text{ [}\Omega\text{]}$$

(10)

$$I = \frac{460/\sqrt{3}}{8.14} = 32.62 \angle -25^\circ \text{ [A]}$$

$$P_{in} = \sqrt{3}(460)(32.62)\cos(25) = 23.55 \text{ [kW]}$$

$$P_{GAP} = 23.55 - 3(32.62)^2 \cdot (0.641) \times 10^{-3} = 21.5 \text{ [kW]}$$

$$T_{DEV} = \frac{21500}{\frac{2\pi}{60}(1800)} = 114 \text{ [N.m]}$$

• العزم
• الطرد
} الدائم

$$\eta_{in} = \frac{25 \times 0.746}{23.55} = 0.792 \quad (79.2\%)$$

$$V_{Th} = \frac{(266)(26.3)}{\sqrt{(0.641)^2 + (0.464 + 1.106)^2}} = 255.2 \text{ [V]}$$

$$R_{Th} = (0.641)\left(\frac{26.3}{1.106 + 26.3}\right)^2 = 0.59 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$X_{Th} = 1.106 \text{ [}\Omega\text{]}$$

$$T_{max} = \frac{3(255.2)^2}{2(188.5)\left[0.59 + \sqrt{(0.59)^2 + (1.106 + 0.464)^2}\right]} = 229 \text{ [N.m]}$$

(15)

$T_{st} = 0.8\, T_{max}$ (عزم مقاوم)

$= 0.8 \times 229 = 183.2$ [N.m]

$$T_{st} = \frac{3(220.7)^2 (0.332 + R_{ext})}{(188.5)\left[(0.59 + 0.332 + R_{ext})^2 + (1.106 + 0.464)^2\right]}$$

$$183.2 = \frac{195075\,(0.332 + R_{ext})}{(188.5)\left[(0.922 + R_{ext})^2 + (1.57)^2\right]}$$

بإصلاح المعادلة نحصل على المعادلة التالية :

$$R_{ext}^2 - 3.8\,R_{ext} + 1.44 = 0$$

الجواب هي :

$$R_{ext1} = 0.426$$

$$R_{ext2} = 3.37$$

بما أن $R_{ext1} = 0.426\ \Omega$ نحصل

$$S_{max1} = \frac{0.332 + 0.426}{\sqrt{(0.59)^2 + (1.57)^2}} = 0.45\ [P.u]$$ مقبول < 1

لذلك نختار $R_{ext} = 0.426\ [\Omega]$

$$S_{max2} = \frac{0.332 + 3.37}{\sqrt{(1.59)^2 + (1.57)^2}} = 2.3\ [P.u]$$ مرفوض > 1

السرعة الموافقة للعزم الأعظمي بعد اضافة المقاومة ($0.426\ \Omega$)

$$N = (1 - 0.45)(1800) = 990\ rev/min$$

(5)

• إن تخفيض الجهد (التغذية) مقدار النصف سيؤدي إلى :

١ ـ تخفيض العزم الأعظمي إلى ($\frac{1}{4}$) قيمته في الحالة الأصلية .

$\frac{1}{4}(229) = 57.25\ [N.m]$. العزم يتناسب طرداً مع مربع الجهد

٢ ـ لن يؤثر على S_{max} في الحالة الأصلية (ثابتة)، (مستقل عن الجهد)

$$S_{max\,FL} = \frac{0.332}{\sqrt{(0.59)^2 + (1.57)^2}} = 0.198\ [P.u]$$