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

اسم الطالب :
الرقم الجامعي:
الدرجة : 70 درجة
المدة : ساعتان
التاريخ : 25-07-2024

السؤال الأول : (27 درجة)

أجب عن الاسئلة التالية:

1- عند تصميم المحرك التحريضي ثلاثي الطور، يتوقف اختيار القيمة الوسطية لكثافة الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية على عدة عوامل. وضّح ذلك.
2- اذكر القواعد الاساسية في اختيار عدد مجاري الثابت في المحرك التحريضي ثلاثي الطور
3- استنتج معادلة الخرج **Output Equation** الخاصة بآلات التيار المستمر **D.C Machines**.

السؤال الثاني: (25 درجة)

محرك تحريضي ثلاثي الطور (**قفص سنجابي**) يملك المواصفات الاسمية التالية : **التوصيل مثلثي ، (عدد الاقطاب P = 4)** , **12 Kw , 400 V , 50 Hz** المطلوب :

حدد ما يلي 1- الفيض المغناطيسي في حالة اللاحمل 2- طول الثغرة الهوائية 3- عدد اللفات لكل طور 4- تيار و مقطع ناقل (Bar) الدائر 5- تيار و مقطع حلقة القصر 6- الضياعات في نواقل الدائر و حلقة القصر.

المعلومات التصميمية:

- **Stator Main Dimensions** الأبعاد الرئيسية للثابت : **D = 15 Cm L= 9 Cm**
- كثافة الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية $0.45\ Wb/m^2$ ، كثافة التيار الكهربائي $6\ A/mm^2$
- عدد مجاري الثابت (36) ، عدد مجاري الدائر(30) ، طول الناقل في الدائر **15 Cm** ، القطر الوسطي لحلقة القصر **12 Cm**
- المردود **83%** ، عامل الاستطاعة **0.85**

• المقاومة النوعية $\rho = 2.1 \times 10^{-8}\ [\Omega.m]$

السؤال الثالث : (18 درجة)

محول أحادي الطور **Core-Type Single-Phase Transformer** يملك المواصفات الأسمية التالية: **400 KVA , 50 Hz** المطلوب :

حدد ما يلي 1- مساحة مقطع القلب الحديدي الصافي 2- أبعاد النافذة 3- القوة المحركة المغناطيسية (حمولة اسمية)

المعلومات التصميمية:

- ارتفاع النافذة ضعفي عرضها.
- نسبة الفيض المغناطيسي الى القوة المحركة المغناطيسية عند الحمل الاسمي 2.6×10^{-6}
- الكثافة الأعظمية للفيض المغناطيسي $1.3\ Wb/m^2$ ، كثافة التيار الكهربائي $2.7\ A/mm^2$
- عامل فراغ النافذة **0.26**، عامل التراص **0.9**

مع أطيب التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرّس المقرر د .عمّار مسعود

ب الأول (27 درجة)

1- العوامل المؤثرة في اختيار القيمة الوسطية لكثافة الفيض المغناطيسي

1- عامل الاستطاعة : يجب أن تكون الكثافة في الثغرة الهوائية بقيمة صغيرة للتقليل من تيار المغنطة.

• زيادة تيار المغنطة يؤدي إلى انخفاض عامل الاستطاعة

• عدم حدوث اشباع.

(9)

2- الصناعات الحديدية : زيادة الكثافة في الثغرة الهوائية ستؤدي إلى زيادة الضياعات الحديدية وبالتالي انخفاض مردود الآلة.

3- حمولة فوق التحميل : تزداد مع زيادة كثافة الفيض المغناطيسي في الثغرة الهوائية.

على المصمم ايجاد توافق تصميمي بين العاملين : عامل الاستطاعة وحمولة فوق التحميل

2 - قواعد اختيار العدد المناسب لمجاري الثابت

1- يجب أن يكون عدداً صحيحاً لكل طور لكل قطب

يتراوح بين (3 - 5) للآلات الصغيرة والمتوسطة.

2- خطوة المجرى [15-25] mm مجاري مفتوحة

أقل من [15] mm مجاري نصف مغلقة

(9)

3- استخدام أكبر عدد من المجاري إذا كان ذلك ممكن فنياً واقتصادياً.

4- عند استخدام لف ثنائي الطبقة يجب أن يكون عدد المجاري صحيحاً وزوجياً.

خطوة المجرى $Y_{ss} = \frac{\pi . D}{S_s}$

د. سامر المحمد

د. هلا الحلبي

سؤال إضافي (25 درجة)

$\phi = 0.768$ [mwb]

3| معادلة الجزع (آلة التيار المستمر)

الاستطاعة المتولدة على محرض الآلة

$P_{ind} = P_{DEV} = 0$

$$P_o = E \times I_a \times 10^{-3} \quad [KW]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = K \cdot \phi \cdot N \\ E = \left(\frac{Z \cdot P}{60 \cdot a}\right) \cdot \phi \cdot N \qquad n = \frac{N}{60} \ [r.p.s] \end{array} \right\}$$

$$E = \phi \cdot Z \cdot n \cdot \frac{P}{a}$$

$$P_o = \left(\phi \cdot Z \cdot n \cdot \frac{P}{a}\right) \cdot I_a \cdot 10^{-3}$$

$$= (P \cdot \phi) \cdot \left(\frac{I_a}{a} \cdot Z\right) \cdot n \cdot 10^{-3} \qquad \left(I_Z = \frac{I_a}{a}\right)$$

$$= (P \cdot \phi) \cdot (I_Z \cdot Z) \cdot n \cdot 10^{-3} \qquad (*)$$

لأن :

$$B_{av} = \frac{P \cdot \phi}{\pi \cdot D \cdot L} \quad , \quad AC = \frac{I_Z \cdot Z}{\pi \cdot D}$$

بالتعويض في (*)

$$P_o = (\pi \cdot D \cdot L \cdot B_{av}) \cdot (\pi \cdot D \cdot ac) \cdot n \cdot 10^{-3}$$

$$= (\pi^2 \cdot B_{av} \cdot ac \cdot 10^{-3}) \cdot D^2 \cdot L \cdot n$$

$$= C_o \cdot D^2 \cdot L \cdot n$$

C_o : ثابت الجزع

$$\left\{ C_o = \pi^2 \cdot B_{av} \cdot ac \cdot 10^{-3} \right\}$$

9

السؤال الثاني (25 درجة)

$$\phi_m = (0.45)\ \frac{\pi (0.15)(0.09)}{4} = 4.768 \text{ [mwb]}$$

$$Lg = 0.2 + 2\sqrt{0.15 \times 0.09} = 0.432 \text{ [mm]}$$

(15) $$T_s = \frac{400}{4.44(50)(4.768)\cdot 10^{-3}\cdot(0.955)} = 396 \text{ [Turn]}$$

$$I_s = \frac{12 \times 10}{3(400)(0.93)(0.85)} = 14.174 \text{ [A]}$$

معزز mmf (rotor) = 0.85 mmf (stator)

- تيار ناقل الدائر $I_b = 0.85\ \frac{6(14.174)(396)}{30} = 954.19$ [A]
- مقطع ناقل الدائر $a_b = \frac{954.19}{6} = 159.03 \text{ [mm}^2\text{]}$

تيار حلقة القصر $I_e = \frac{30(954.19)}{\pi(4)} = 2279.11$ [A]

مقطع حلقة القصر $a_e = \frac{2279.11}{6} = 379.85 \text{ [mm}^2\text{]}$

(10) مقاومة ناقل الدائر $r_b = \underbrace{(2.1)\times 10^{-8}}_{\rho\ [\Omega\cdot m]}\ \frac{(15)\times 10^{-2}}{(159.03)\times 10^{-6}} = 19.8 \times 10^{-6}$ [Ω]

الضياعات النحاسية

Total copper loss in all bars $= (954.19)^2 (19.8 \times 10^{-6})(30)$
$= 541.031$ [W]

مقاومة حلقة القصر $r_e = (2.1)\times 10^{-8}\ \frac{\pi(12)\,10^{-2}}{(379.85)\,10^{-6}} = 20.83 \times 10^{-6}$ [Ω]

Total copper loss in all end rings $= 2(2279.11)^2 (20.83 \times 10$
$= 216.4$ [W]

وبالتالي: الضياعات الكلية في الدائر $= 541.031 + 216.4$
$= 757.44$ [W]

السؤال الثالث (ص 18)

$$K = \sqrt{4.44 f \left(\frac{\phi_m}{AT}\right) \cdot 10^3} = \sqrt{4.44 \times 50 \times 2.6 \times 10^{-6} \times 10^3}$$

$$= 0.76$$

$$E_L = K\sqrt{\varphi} = 0.76\sqrt{400} = 15.2 \text{ [V]}$$

(9)

$$\phi_m = \frac{E_L}{4.44 f} = \frac{15.2}{4.44 \times 50} = 0.068 \text{ [wb]}$$

$$A_i = \frac{\phi_m}{B_m} = \frac{0.068}{1.3} = 0.052 \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_w = \frac{\varphi}{2.22 f \cdot B_m \cdot K_w \cdot A_i \cdot 10^{-3} \cdot S} = \frac{400}{2.22 \times 50 \times 1.3 \times 2.7 \times 10^6 \times 0.26 \times 0.052 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.076 \text{ [m}^2\text{]}$$

(9)

$$A_w = W_w \times H_w = W_w \times 2W_w = 2W_w^2$$

$$W_w = \sqrt{\frac{A_w}{2}} = 0.194 \text{ [m]}$$

$$H_w = 2W_w = 0.389 \text{ [m]}$$

$$AT = \frac{\phi_m}{2.6 \times 10^{-6}} = \frac{0.068}{2.6 \times 10^{-6}} = 26153 \text{ [A. Turn]}$$

(full load)