جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
امتحان مقرر: الآلات الكهربائية /1/
لطلاب السنة الثالثة (هندسة الطاقة الكهربائية) امتحان الفصل الثاني (حملة) للعام الدراسي 2023-2024

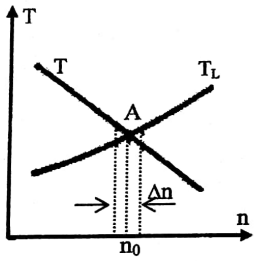
الدرجة: 70 الاسم:
المدة: 120 د الرقم:

السؤال الأول: أجب عن الأسئلة التالية:.....(35 درجة)

1- ما الشروط الضرورية لإحداث التهييج الذاتي في مولدات التيار المستمر التفرعية مع الشرح؟.....(16د)

2- ما هي الطرائق التي نلجأ إليها لإلغاء أو إضعاف رد فعل المتحرِّض في آلات التيار المستمر مع الشرح؟.....(9 د)

3- اشرح مستعيناً بالشكل التالي، الذي يبين منحني عزم المحرّك T والعزم المقاوم الستاتيكي $T_L=T_{STA}$ في أنظمة العمل المستقرة، كيف يعود المحرّك لحالة الاستقرار (الى السرعة الاولية n_0) وذلك بعد تعرضه لتغير مفاجيء في السرعة مقداره Δn.....(10د)



السؤال الثاني: ..... (15 درجة)

يُراد إنقاص سرعة محرِّك تيار مستمر ذو تهييج تفرعي بمقدار 25% وذلك بوضع مقاومة على التسلسل مع مقاومة المتحرِّض. اذا علمت أن كل من تيار التهييج وعزم المحرِّك يبقى ثابتاً دون تغيير، فاحسب قيمة هذه المقاومة اذا علمت أن هذا المحرِّك يملك المواصفات الفنية التالية:

P_n= 20 hp, U_n=450 Volts, η_n=85%, R_a=0,25 Ω, I_f=2 A.

(ملاحظة: 1hp=746W)

السؤال الثالث: ..... (20 درجة)

محرّك تفرعي جهده 200 V، مقاومة ملف التهييج 110 Ω، ومقاومة المتحرِّض 0,6 Ω، يدور على فراغ بسرعة 700 r.p.m مستهلكاً تيار قدره 4 A من المنبع.

اذا أصبحت استطاعة دخل المحرّك 8Kw، المطلوب في هذه الحالة حساب:

1- مردود المحرّك.

2- السرعة الجديدة للمحرّك.

3- العزم الناتج عن المتحرّض.

◄ انتهت الأسئلة ◄

مع تمنياتي لكم بالتوفيق و النجاح

مدرِّس المقرر: أ.د. م.طلال مساف

السؤال الأول: .....**(35 درجة)**

أجب عن الأسئلة التالية:

1- ما الشروط الضرورية لإحداث التهييج الذاتي في مولدات التيار المستمر التفرعية مع الشرح؟

(16 درجة: 4د لكل تعداد مع شرحه)

الجواب:

هناك عدة شروط ضرورية لإحداث التهييج الذاتي في مولدات التيار المستمر و هي:

1- وجود مغناطيسية متبقية: و التي تتراوح قيمتها، كما أسلفنا، بين %(3 ÷ 2) من السيالة المغناطيسية الاسمية للآلة.

2- التأكد من جهة الدوران و توصيلات دارة التهييج: يجب أن تكون كل من جهة دوران المتحرِّض و قطبية ملف التهييج متفقة مع الفيض المتبقي بحيث تسمحان بزيادة الفيض الأساسي للأقطاب و بالتالي زيادة و تنامي القوة المحرِّكة الكهربائية في المتحرِّض. فإذا كان التيار المار في ملفات التهييج لا يزيد المغناطيسية المتبقية بل يُعاكسها وينقصها فإن القوة المحرِّكة الكهربائية لن تنمو، وللتأكد من ذلك نقوم بفتح دارة التهييج وتدوير الآلة فإذا تولدت قوة محرِّكة كهربائية فمعنى ذلك أن دارة التهييج تولد مغناطيسية تُعاكس المغناطيسية المتبقية وفي هذه الحالة ينبغي إما عكس قطبية ملف التهييج (عكس وصل مربطيه) أو عكس جهة دوران المتحرِّض.

3- عدم تجاوز قيمة مقاومة دارة التهييج للقيمة الحدية الحرجة: إن زيادة مقاومة دارة التهييج عن القيمة R_{f-cr} لن يسمح للمولدة بأن تتهيج ذاتياً أبداً و بالتالي لن تتولد قوة محرِّكة كهربائية في المتحرِّض و بالتالي لن يتصاعد الجهد على مرابط المولد و كما رأينا سابقاً فإن حل هذه المشكلة يكمن في تخفيض قيمة R_f.

4- أن لا تكون سرعة دوران المتحرِّض أصغر من قيمة معينة تدعى بالسرعة الحرجة n_{cr}: من المعروف أن منحني اللاحمل (منحني المغنطة) يتغير كتابع للسرعة و بالتالي فإن قيمة المقاومة الحرجة R_{f-cr} تتغير أيضاً مع السرعة حيث تنخفض، بشكل عام، قيمتها كلما انخفضت سرعة دوران المتحرِّض.

2- ما هي الطرائق التي نلجأ إليها لإلغاء أو إضعاف رد فعل المتحرِّض في آلات التيار المستمر مع الشرح؟....

.....(9 درجات: 3د لكل طريقة)

لإلغاء أو إضعاف رد فعل المتحرِّض نلجأ إلى الطرق الآتية:

أ- استخدام ملفات إضافية على الأقطاب:

نلجأ لإزاحة المسفرات باتجاه دوران المتحرِّض في حالة عمل الآلة كمولدة، أو عكس اتجاه الدوران في حالة عمل الآلة كمحرِّك، وذلك لتحسين عملية التبديل.

وجدنا من الدراسة السابقة لرد فعل المتحرِّض عند إزاحة المسفرات أن المركّبة الطولية لرد فعل المتحرِّض (المركّبة المباشرة) تُخفِض قيمة السيالة الرئيسية في الثغرة الهوائية، لذلك عندما نلجأ لمثل هذه الإزاحة نستخدم ملفات إضافية على الأقطاب توصل على التسلسل مع المتحرِّض وظيفتها توليد قوة محرِّكة مغناطيسية مساوية ومعاكسة للمركّبة الطولية لرد فعل المتحرِّض.

ب- زيادة قيمة الفجوة الهوائية تحت الأقطاب الرئيسية:

غالباً ما تكون نقطة عمل الآلة عند بداية منطقة التشبع والمسفرات تتوضع على المحور الحيادي (المحور العمودي) وبالتالي فإن رد الفعل العمودي أو العرضي يسبب غالباً هبوط في التوتر إضافة إلى الإساءة إلى عملية التبديل، لذلك نلجأ في الآلات

ذات الاستطاعة الصغيرة إلى جعل الثغرة الهوائية عند أطراف الأقطاب أكبر منها في منتصف القطب، عند ذلك تزداد قيمة المقاومة المغناطيسية بالنسبة للسيالة الناشئة عن المركّبة العمودية لرد فعل المتحرّض.

ج- استخدام ملفات التعويض:

تُعد طريقة استخدام ملفات التعويض في آلات التيار المستمر أكثر الطرق فعالية في إلغاء أو الإقلال من تأثير رد فعل المتحرّض.

3- اشرح مستعيناً بالشكل التالي، الذي يبين منحني عزم المحرّك T والعزم المقاوم الستاتيكي $T_L=T_{STA}$ في أنظمة العمل المستقرة، كيف يعود المحرّك لحالة الاستقرار (الى السرعة الاولية n_0) وذلك بعد تعرضه لتغير مفاجيء في السرعة مقداره Δn.....(10 درجات)

الجواب: في أنظمة العمل المستقرة للمحرّك، عند زيادة مفاجئة في السرعة مقدارها Δn، لسبب ما، يصبح العزم المقاوم T_L أكبر من العزم الحركي T فينشأ على محور المحرّك عزم ديناميكي سالب $T_{dyn}=T-T_L\langle 0$ تبدأ تحت تأثيره سرعة المحرّك بالتناقص حتى تصل إلى السرعة الأولية n_0. و في الحالة المعاكسة اذا انخفضت سرعة الدوران يصبح العزم المقاوم أصغر من العزم الحركي فينشأ على محور المحرّك عزم ديناميكي موجب $T_{dyn}=T-T_L\rangle 0$ تبدأ تحت تأثيره سرعة المحرّك بالتزايد حتى تصل إلى السرعة الأولية n_0.

السؤال الثاني: ..... **(15 درجة)**

يملك محرّك تيار مستمر ذو تهييج تفرعي المواصفات الفنية التالية: P_n= 20 hp, U_n=450 Volts, η_n=85%, R_a=0,25 Ω, I_f=2 A. **يُراد إنقاص سرعة هذا المحرّك بمقدار** 25% **وذلك بوضع مقاومة على التسلسل مع مقاومة المتحرّض. اذا علمت أن كل من تيار التهييج وعزم المحرّك يبقى ثابتاً دون تغيير، فاحسب قيمة هذه المقاومة.** (**ملاحظة:** 1hp=746W)

الحل:

$$P_{out}=20\times 746=14920\ \ W,\qquad Pin=\frac{14920}{0,85}=17550\ \ W$$

$$I_{in}=\frac{17550}{450}=39\ \ A\Rightarrow I_{a1}=39-2=37\ \ A$$

وبما أن عزم المحرك يبقى ثابتاً يكون $I_{a1}=I_{a2}$ و بالتالي فان:

$$E_{b1}=450-(37\times 0,25)=440,8\ \ V$$
$$E_{b2}=450-(37R_t)$$

$$\frac{E_{b2}}{E_{b1}}=\frac{n_2}{n_1}=0,75\Rightarrow\frac{450-(37R_t)}{440,8}=0,75$$
$$\Rightarrow R_t=3,23\ \ \Omega\Rightarrow R=R_t-R_a=3,23-0,25=2,97\ \ \Omega$$

السؤال الثالث: (20د توزع كالآتي: 10د للطلب الاول+ 5د للطلب الثاني+ 5د للطلب الثالث)

1- عند العمل على فراغ:

$P_{in} = \sum \Delta p = U \cdot I_0 = 200 \times 4 = 800\ W$; $I_f = \frac{U}{R_f} = \frac{200}{110} = 1,82\ A$

$I_{a0} = I_0 - I_f = 4 - 1,82 = 2,18\ A$, $\Delta P_{cua_0} = I_{a_0}^2 R_a = 2,85\ W$

$\Delta P_0 = (\Delta P_{cuf} + \Delta P_{mec} + \Delta P_f) = \sum \Delta p - \Delta P_{cua_0} = 800 - 2,85 = 797,15\ W$

عندما يزود مستهلك 8KW :

$I_{in} = \frac{P_{in}}{U} = \frac{8000}{200} = 40\ A$, $I_{a_1} = 40 - 1,82 = 38,18\ A$

$\Delta P_{cua} = I_{a_1}^2 \cdot R_a = 874,62\ W \Rightarrow \sum \Delta p = \Delta P_0 + \Delta P_{cua_1} = 1671,77\ W$

$P_{out} = P_{in} - \sum \Delta p = 8000 - 1671,77 = 6328,23\ W$

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{6328,23}{8000} = \boxed{0,791}$

2- $E_{b0} = U - I_{a_0} \cdot R_a = 200 - (2,18 \times 0,6) = 198,69\ \Omega$

$E_{b1} = U - I_{a_1} \cdot R_a = 200 - (38,18 \times 0,6) = 177,1\ \Omega$

$n_1 = n_0 \frac{E_{b1}}{E_{b0}} = \boxed{624}\ rpm$

3- $T_a = T_{em} = \frac{P_a}{\omega} = \frac{E_a \cdot I_a}{\frac{2\pi n}{60}} = \frac{177,1 \times 38,18}{\frac{2\pi \times 624}{60}} = \boxed{103,15}\ N.m$

انتهى السلم

أ.د.م طلال عساف