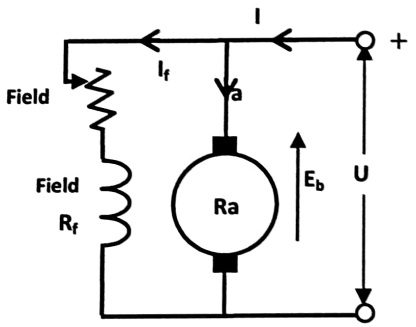
السؤال الأول: .....(30درجة- توزع كما هو مبين)

1- ارسم الدارة الكهربائية المكافئة لآلة تيار مستمر في حالة العمل كمحرِّك و حالة العمل كمولد و ذلك في حالات التهييج التالية: أ- تفرعي ب- تسلسلي ج- مختلط تفريعة طويلة

مع تحديد اتجاه U, E, I, I_a, I_f, I_s **و كتابة معادلة الجهود لكل دارة**.....(15 د: 5د لكل حالة)

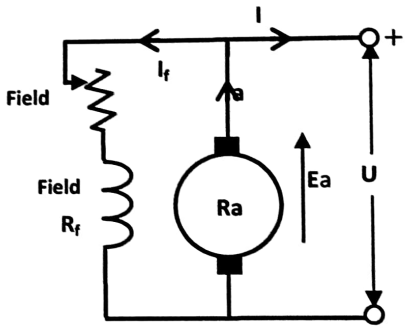
الحل:

أ- تفرعي: (5 درجات)



محرِّك ذو تهييج تفرعي

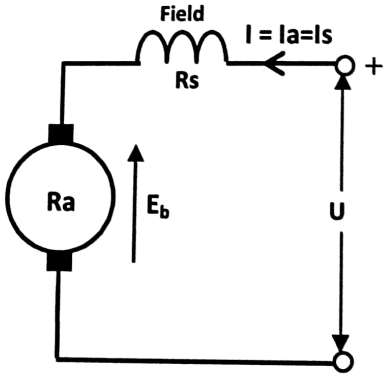
$$U = E_b + I_a.R_a$$



مولد ذو تهييج تفرعي

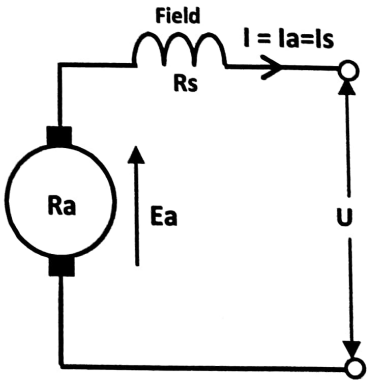
$$U = E_a - I_a.R_a$$

ب- تسلسلي: (5 درجات)



محرِّك ذو تهييج تسلسلي

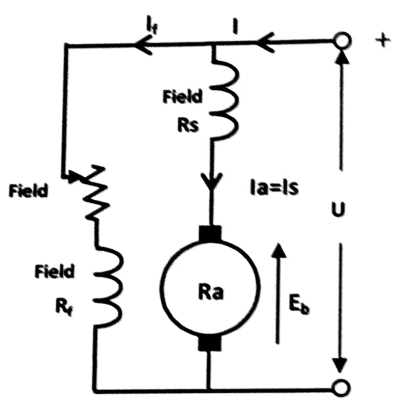
$$U = E_b + I_a.(R_a + R_s)$$



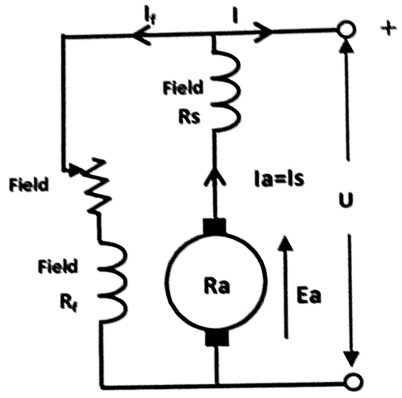
مولد ذو تهييج تسلسلي

$$U = E_a - I_a.(R_a + R_s)$$

حط تفريعة طويلة: (5 درجات)



محرّك مختلط ذو توصيلة طويلة



مولد مختلط ذو توصيلة طويلة

$$U = E_b + I_a.(R_a + R_s)$$

$$U = E_a - I_a.(R_a + R_s)$$

2- اشرح كيف تقوم التجهيزة المكوّنة من المجمّع و المسفرات في مولدات التيار المستمر بتحويل القوة المحرّكة الكهربائية المتناوبة، المتولدة في المتحرّض، إلى قوة محرّكة كهربائية مستمرة بعد المسفرتين.....(05 درجات)

الجواب: تتبدل القوة المحرّكة الكهربائية المتناوبة، المتولدة في المتحرّض، إلى ق.م.ك مستمرة بعد المسفرتين و ذلك بفضل التجهيزة المكوّنة من المجمّع و المسفرات حيث تبقى (إحدى المسفرتين) دوماً متصلة بصفيحة المجمّع المتصلة مع الناقل الواقع تحت القطب الشمالي، و تبقى المسفرة الثانية دوماً متصلة بصفيحة المجمّع المتصلة مع الناقل الواقع تحت القطب الجنوبي و بذلك تظل قطبية المسفرتين ثابتة دون تغيير.

3- في آلات التيار المستمر، ما هو الفرق التصميمي بين ملف التهييج التسلسلي و ملف التهييج التفرعي ؟.....(5درجات)

الجواب: يصمم ملف التهييج التسلسلي ليتحمل كامل تيار الآلة لذلك يصنع بحيث يكون عدد لفاته قليل نسبيا و مقطع ناقله كبير نسبياً بينما يصمم ملف التهييج التفرعي ليتحمل كامل الجهد المطبق على الآلة لذلك يصنع بحيث يكون عدد لفاته كبير نسبيا و مقطع ناقله صغير نسبياً

4 - استنتج معادلة المميزات الميكانيكية لمحرّك تسلسلي و ذلك انطلاقاً من معادلة المميزات الكهروميكانيكية لهذا المحرّك. .....(05 درجات)

الحل: تُمثل العلاقة (1) التالية العلاقة العامة للمميزات الكهروميكانيكية لمحرّكات التيار المستمر ذات التهييج التسلسلي

$$\omega = \frac{U}{C_m.\Phi} - \frac{I_a(R_a + R_s + R_r)}{C_m.\Phi} \Bigg\} \quad (1)$$

و هي علاقة غير خطية ومعقدة نسبياًو ذلك نظراًلتعلق قيمة الفيض المغناطيسي بقيمة تيار المتحرِّض. من أجل تبسيط الحسابات يتم إهمال الإشباع المغناطيسي للمحرِّك واعتبار العلاقة التي تربط بين الفيض وتيار المتحرِّض خطية في مجال العمل النظامي للمحرِّك، وانطلاقاً من ذلك نجد:

$$\Phi = \alpha.I_a \quad (2)$$

وبالتالي يمكننا كتابة علاقة العزم بالشكل:

$$\left.\begin{aligned} T = C_m \Phi.I_a = C_m.\alpha.I_a^2 \\ \Rightarrow I_a = \sqrt{\frac{T}{C_m.\alpha}} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

و بتعويض قيمة Φمن العلاقة (2) و قيمة I_a من (3) في العلاقة (1) نجد:

$$\omega = \frac{U}{C_m.\alpha.\sqrt{\frac{T}{C_m\alpha}}} - \frac{R_a + R_s + R_r}{C_m.\alpha} \Bigg\}$$

وهي المعادلة العامة للمميزات الميكانيكية لمحرِّكات التيار المستمر ذات التهييج التسلسلي.

السؤال الثاني: .... (25 **درجة: 4 د لحساب** n_0 + 7**د للطلب الأول** + 7 **د للطلب الثاني**+ 7 **د للطلب الثالث)**

يملك محرك تيار مستمر ذو تهييج تفرعي المواصفات الفنية التالية:

P_n=21 Kw, U_n=220 Volts, I_n=113 A, n_n=980 r.p.m, R_a=0,155 Ω

و المطلوب حساب المقاومة الخارجية R_r اللازم وصلها على التسلسل مع R_a للمحرك الذي يعمل بعزمه الاسمي و ذلك في الحالات التالية:

1- في حالة الكبح مع إعادة القدرة إلى الشبكة و بسرعة دوران 1200 r.p.m

2- في حالة الكبح الديناميكي و سرعة دوران 210 r.p.m

3- في حالة الكبح على التضاد و بسرعة دوران 210 r.p.m

الحل:

$$\frac{n_0}{n_n}=\frac{U_n}{U_n-I_n.Ra}\Rightarrow n_0=n_n\frac{U_n}{U_n-I_n.Ra}=980\frac{220}{220-113\times0,155}=1064,77r.p.m$$

1- في حالة الكبح مع إعادة القدرة إلى الشبكة و بسرعة دوران 1200 r.p.m :ينعكس اتجاه التيار وبالتالي:

$$\frac{n_0}{n}=\frac{U_n}{U_n+(Ra+Rr)I_n.}\Rightarrow\frac{1064,77}{1200}=\frac{220}{220+(0,155+Rr)113.}\Rightarrow Rr=0,093\Omega$$

2- في حالة الكبح الديناميكي و سرعة دوران 210 r.p.m: يتم فصل التغذية عن المتحرض أي Un=0 بالنسبة للمتحرض وبالتالي:

$$\frac{n_0}{n}=\frac{U_n}{(Ra+Rr)I_n.}\Rightarrow\frac{1064,77}{210}=\frac{220}{(0,155+Rr)113.}\Rightarrow Rr=0,23\Omega$$

3- في حالة الكبح على التضاد و بسرعة دوران 210 r.p.m: يتم عكس الجهد المطبق على المتحرض أي:

$$\frac{n_0}{n}=\frac{U_n}{-U_n+(Ra+Rr)I_n.}\Rightarrow\frac{1064,77}{210}=\frac{220}{-220+(0,155+Rr)113.}\Rightarrow Rr=2,17\Omega$$

السؤال الثالث: ..... (15 درجة)

مولدة تيار مستمر ذات تهييج تفرعي موصولة إلى شبكة جهدها 500 V ، وتدور بسرعة 400 r.p.m وتغذي الشبكة باستطاعة مقدارها 100 Kw. **احسب سرعة الآلة** عندما تعمل كمحرِّك يستهلك استطاعة قدرها 100 Kw من نفس الشبكة، علماً أن مقاومة المتحرِّض هي 0,2 Ω ومقاومة ملف التهييج 50 Ω.

الحل:

لدينا، من نص المسألة، المعطيات التالية:

حالة العمل كمولدة:

$P_{out}=100\ kW,\quad n=400\ r.p.m,\ U=500\ V,\ R_a=0,2\ \Omega,\ R_f=50\ \Omega$

حالة العمل كمحرِّك: $P_{in}=100\ kW,\ U=500\ V,\quad n=?$

نقوم بحساب القوة المحرِّكة الكهربائية في حالتي التشغيل ثم ننسبهما إلى بعض من أجل حساب سرعة المحرِّك.

عند العمل كمولدة: لدينا

$$E_a = U + I_a R_a; \qquad I_a = I + I_f;$$
$$I = \frac{p}{U} = \frac{100\times10^3}{500} = 200\ A, \qquad I_f = \frac{500}{50} = 10\ A$$
$$\Rightarrow I_a = 200 + 10 = 210\ A, \qquad \Rightarrow E_a = 500 + 210\times 0{,}2 = 542\ V$$

عند العمل كمحرِّك: لدينا

$$E_b = U - I_a R_a; \qquad I_a = I - I_f;$$
$$I = \frac{p}{U} = \frac{100\times10^3}{500} = 200\ A, \qquad I_f = \frac{U_f}{R_f} = \frac{500}{50} = 10\ A$$
$$\Rightarrow I_a = 200 - 10 = 190\ A, \qquad \Rightarrow E_b = 500 - 190\times 0{,}2 = 462\ V$$

بما أن تيـار التهييج ثابت و لم يتغيير أي:

$$I_f = const \Rightarrow \quad \Phi \approx const$$

نستطيع أن نكتب:

$$\frac{E_M}{E_G} = \frac{E_b}{E_a} = \frac{Ce.\Phi.n'}{Ce.\Phi.n} = \frac{n'}{n}$$

و بالتالي تكون سرعة الآلة عند العمل كمحرّك هي:

$$n' = n\ \frac{E_b}{E_a} = 400\ \frac{462}{542} = 341\ r.p.m$$

انتهى السلم

أ.د.طلال عساف