الجلسة السادسة

آلات التيار المستمر
(محركات – مولدات)

إعداد

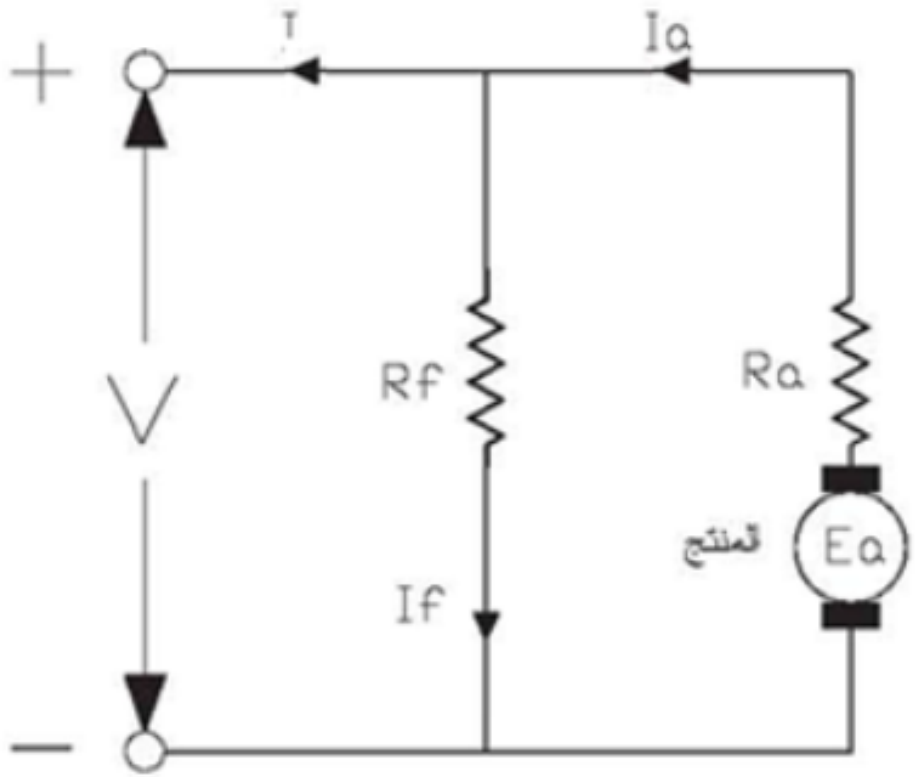
م. مهند نصور م. نزار سليمان

مسألة (1):

مولد تيار مستمر نوع توازي ، يعطي منتجه تيارا مقداره (100A) وتيار الأقطاب له (3A) ومقاومة ملفات الأقطاب له (80Ω) و مجموع المفاقيد الحديدية والميكانيكية والنحاسية تساوي (3380Watt) . احسب كفاءة المولد

الحل:

$$R_f = 80\Omega$$
$$P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 3380Watt\ ,$$
$$I_a = 100A$$
$$I_f = 3A$$



$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$
$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum P_{losses}} \times 100$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 3380 Watt$$

$$P_{out} = I \times V$$

$$I = I_a - I_f = 100 - 3 = 97A$$

$$V = I_f \times R_f = 3 \times 80 = 240V$$

$$P_{out} = I \times V = 97 \times 240 = 23280 Watt$$

$$\varepsilon\% = \frac{23280}{23280+3380} \times 100 = 87.3\%$$

مسألة (2):

مولد تيار مستمر نوع توازي ، يعطي جهدا على أطرافه مقداره (400V) وتيار الحمل الكامل له (200A) ، وكانت مقاومة منتجه (0.06Ω) ومقاومة ملفات الأقطاب له (100Ω) و مجموع المفاقيد الحديدية والميكانيكية يساوي (2kW) .

احسب :

1. القدرة الداخلة للمولد بالحصان الميكانيكي .
2. كفاءة المولد.

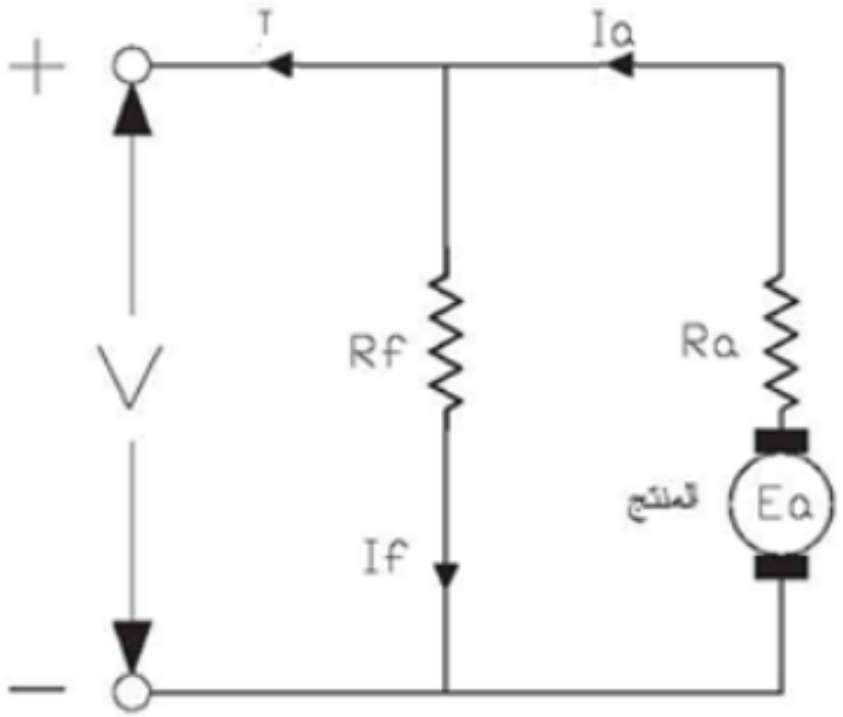
الحل:

$R_f = 100\Omega,\ R_a = 0.06\Omega$

$P_{iron} + P_{mech} = 2000Watt\ ,$

$I = 200A$

$V = 400A$



$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum P_{losses}} \times 100$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu}$$

$$P_{cu} = I_a^2 R_a + I_f^2 R_f$$

$$I_a = I - I_f$$

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{400}{100} = 4A$$

$$I_a = I - I_f = 100 - 4 = 96A$$

$$P_{cu} = 96^2 \times 0.06 + 4^2 \times 100 = 2153Watt$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 2000 + 2153 = 4153\,Watt$$

$$P_{\text{out}} = I \times V = 200 \times 400 = 80000 Watt$$

$$P_{\text{in}} = P_{\text{out}} - \sum P_{losses} = 80000 - 4153 = 75847 Watt$$

$$P_{\text{in}} = \frac{75847}{746} = 101.7\ HP$$

$$\varepsilon\% = \frac{80000}{80000+4153} \times 100 = 95.1\%$$

مسألة(3):

مولد تيار مباشر ذو تهييج توازي قدرته 100kw يدور بسرعة 800 rpm موصول على قضبان تجميع جهدها 500 v مقاومة المنتج 0.1 Ω ومقاومة ملف التهييج 100 Ω احسب سرعة دوران الآلة كمحرك إذا وصل إلى قضبان التجميع حمل قدرته 100 kw

عند عمل الآلة كمولد

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{500}{100} = 5A$$

$$I_L = \frac{P}{V} = \frac{100 \times 10^3}{500} = 200A$$

$$I_a = I_L + I_f = 200 + 5 = 205A$$

$$E_{a2} = V_a + I_a R_a = 500 + (205 \times 0.1) = 520.5v$$

عند عمل الآلة كمحرك

$$I_a = 200 - 5 = 195A$$

$$E_{a1} = V - I_a R_a = 500 - (195 \times 0.1) = 480.5v$$

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{K\phi n_1}{K\phi n_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow\rightarrow n_2 = \frac{E_{a2}}{E_{a1}} n_1 = \frac{480.5}{520.5} 800 = 738.5rpm$$

مسألة 4

آلة تيار مستمر لها (12) قطبا وعدد دارات التوازي في المنتج يساوي(2) ، وتحتوي دارة المنتج على (144) ملف وكل ملف يحتوي على (10) لفات ، ومقاومة كل لفة (0.011) أوم فإذا كان التدفق المغناطيسي لكل قطب يساوي (0.05) ويبر ، ودار المنتج بسرعة دورانية مقدارها (200) دورة / دقيقة احسب :

1. الجهد المتولد في ملفات المنتج.

2. مقدار مقاومة ملفات المنتج الفعلية.

1. الجهد المتولد في ملفات المنتج:

$$E_a = K_a \times \emptyset \times \omega_m$$

$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60} \ (rad/\sec)$$

$$E_a = K_a \times \emptyset \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$K_a = \frac{NP}{\pi A} = \frac{ZP}{2\pi A}$$

$P = 12$ قطب, $A = 2$, $\emptyset = 0.05\ web$, $n = 200RPM$

$Z = 144 \times 10 \times 2 = 2880$ موصل

$$K_a = \frac{2880 \times 12}{2\pi \times 2} = 2750.2$$

$$E_a = 2751 \times 0.05 \times \frac{2\pi \times 200}{60} = 2880V$$

2. مقدار مقاومة ملفات المنتج الفعلية:

بما أن عدد دارات التوازي للمنتج A=2 فإن :

فأن عدد الموصلات في كل دارة :

$$\frac{Z}{2} = \frac{28800}{2} = 1440 \text{ موصل/دارة}$$

أي أن عدد اللفات / دارة :

$$\frac{1440}{2} = 720 \text{ لفة/دارة}$$

بما أن مقاومة كل لفة تساوي (0.011Ω) لكل لفة

لذلك فإن مقاومة دارات المنتج الكلية :

$$\text{دارة}/\ \Omega = 7.92\ \ \Omega/\text{لفة} \times 0.011 \text{لفة}/\ \text{دارة} 720$$

بما أن هناك دارتين في المنتج (على فرض أن مقاومة كل دارة مساوية للأخرى) فإن المقاومة الفعلية للمنتج R_a :

$$R_a = \frac{7.92}{2} = 3.96\ \Omega$$

مسألة 5

آلة تيار مستمر نوع توازي مقاومة العضو الدوار فيها (0.1Ω) ومقاومة ملفات الأقطاب (60Ω) ، وصلت مع منبع جهد ($240V$) احسب القوة الدافعة الكهربائية المتولدة إذا عملت الآلة :

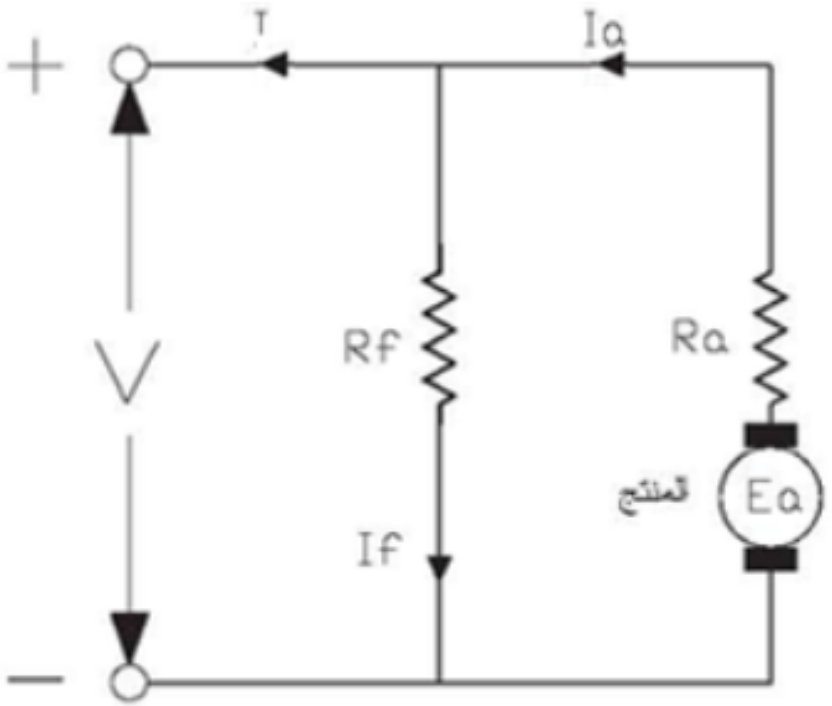
1. كمولد يعطي تيارا مقدارة ($180A$) .
2. كمحرك يسحب تيارا مقدارة ($160A$).

1. القوة الدافعة الكهربائية العكسية إذا عملت الآلة كمولد يعطي تيارا مقدارة (180A) :

$R_f = 60\Omega, R_a = 0.1\Omega$

$I = 180A$

$V = 240A$



تيار الأقطاب :

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{240V}{60} = 4A$$

تيار المنتج :

$$I_a = I + I_f$$

$$I_a = 180 + 4 = 184A$$

القوة الدافعة الكهربائية العكسية :

$$E_a = V + I_a R_a$$

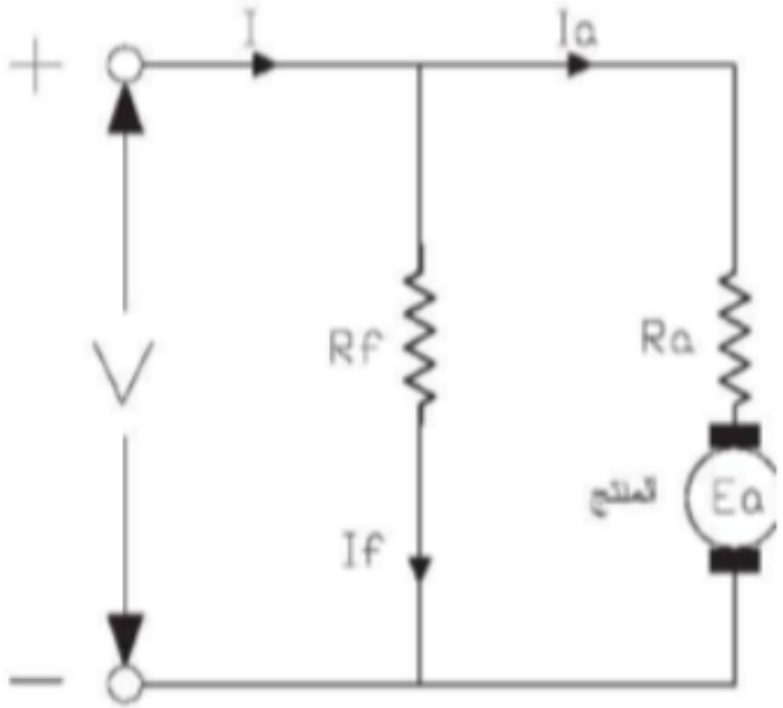
$$E_a = 240 + 184 \times 0.1 = 258.4V$$

2. القوة الدافعة الكهربائية العكسية إذا عملت الآلة كمحرك يسحب تيارا مقداره (160A) :

$R_f = 60\Omega, R_a = 0.1\Omega$

$I = 160A$

$V = 240A$



تيار الأقطاب :

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{240V}{60} = 4A$$

تيار المنتج :

$$I = I_a + I_f$$

$$I_a = I - I_f$$

$$I_a = 160 - 4 = 156A$$

القوة الدافعة الكهربائية العكسية :

$$E_a = V - I_a R_a$$

$$E_a = 240 - 156 \times 0.1 = 224.4V$$

مسألة 6

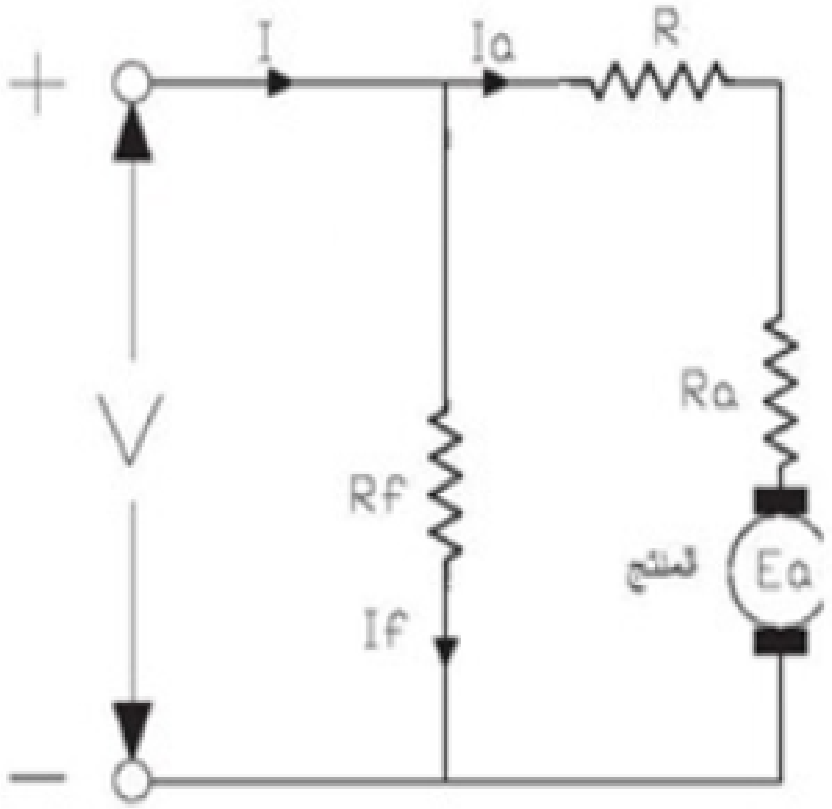
محرك تيار مستمر نوع تفرعي يعمل على جهد مقداره (220) فولت ومقاومة متحرضه ($0.4\ \Omega$) المطلوب:

1. حساب قيمة المقاومة اللازم وصلها على التسلسل مع ملفات المتحرض حتى يكون تيار المتحرض مساوياً لـ(170 A) وذلك عند بدء حركة المحرك.
2. القوة المحركة الكهربائية العكسية عندما يصل تيار المتحرض إلى (20 A) مع بقاء المقاومة متصلة مع ملفات المتحرض.

$R_a = 0.4\Omega$,

$I_a = 170A$ عند بدء الحركة

$V = 220V$,



عند بدء الحركة القوة الدافعة العكسية تساوي صفر ، وبالتالي :

$$E_a = V - I_a(R_a + R)$$

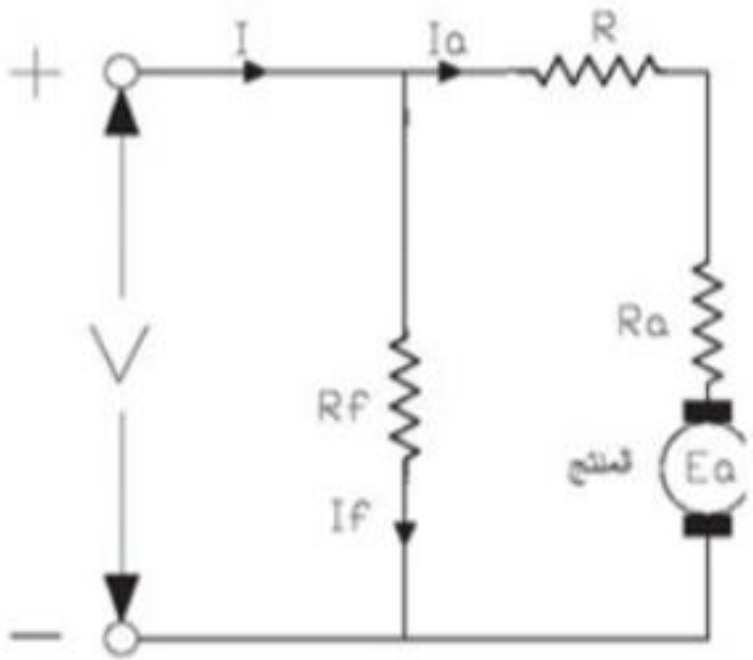
$$0 = 220 - 170(0.4 + R)$$

$$(0.4 + R) = \frac{220}{170}$$

$$R = \frac{220}{170} - 0.4 = 0.9\Omega$$

2. القوة الدافعة الكهربائية العكسية عندما يصل تيار المنتج الى (20A) مع بقاء المقاومة متصلة مع ملفات المنتج.:

$R_a = 0.4\Omega$, $R = 0.9\Omega$
$I_a = 20A$,
$V = 220V$,



$$E_a = V - I_a(R_a + R)$$

$$E_a = 220 - 20(0.4 + 0.9) = 194\ \text{V}$$

مسألة 7

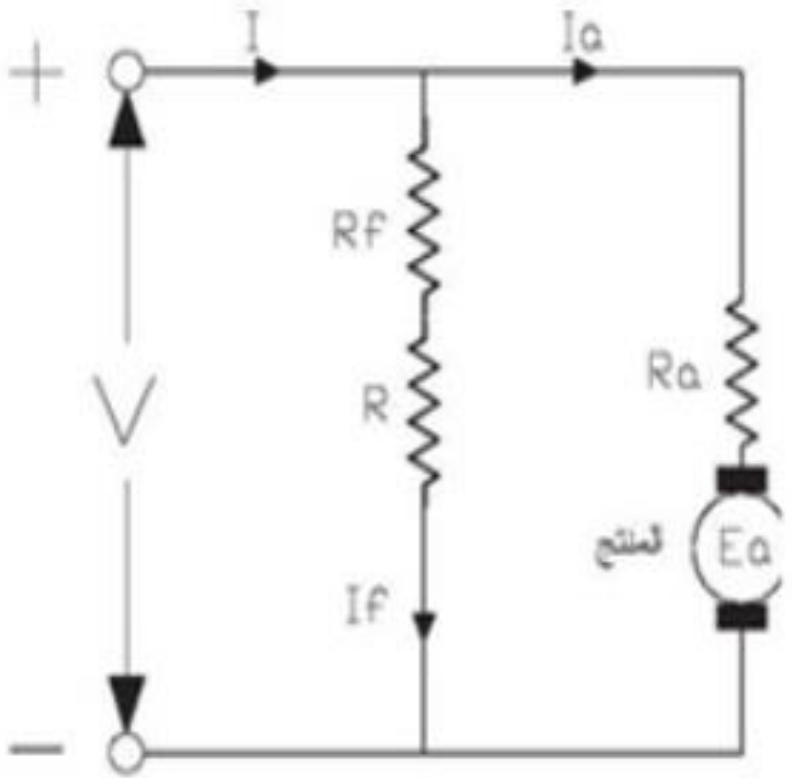
محرك تيار مستمر نوع تفرعي يعمل على جهد مقداره (220) فولت وعدد دوراته في حالة اللاحمل (700) د/د المطلوب:

1. حساب قيمة المقاومة اللازم وصلها على التسلسل مع ملفات التهييج لتصبح السرعة (850) د/د وتيار المتحرض (15A) علماً بأن قيمة مقاومة ملفات التهييج (الأقطاب) هي (150Ω) ومقاومة ملفات المتحرض (المنتج) هي (0.4Ω) وعلى فرض أن التدفق المغناطيسي الناتج من ملفات التهييج يتناسب مع تيار التهييج مع اهمال الضياعات الميكانيكية.

$R_a = 0.4\Omega$, $R_f = 150\Omega$, A=4,

$n_m = 700\ RPM$ في حالة اللاحمل

$V = 220V$,



في حالة اللاحمل مع اهمال الخسائر الميكانيكية ، فإن تيار المصدر يساوي صفر ، وبالتالي :

$$E_{a1} = V - I_a R_a$$

$$E_{a1} = 220 - 0 = 220V$$

$$E_{a1} = K \times \emptyset_1 \times n_1$$

$$\emptyset_1 \times K = \frac{220}{700}$$

$$I_{f1} = \frac{V}{R_f} = \frac{220V}{150} = 1.47A$$

حيث I_{f1} : تيار الأقطاب في الحالة الأولى

بإضافة المقاومة على التوالي مع دارة الأقطاب ، ووجود الحمل ، حيث يسحب (15) أمبير ، فإن:

$$E_{a2} = V - I_a R_a$$

$$E_{a2} = 220 - 15 \times 0.4 = 214V$$

$$E_{a2} = K \times \emptyset_2 \times n_2$$

$$\emptyset_2 \times K = \frac{214}{850}$$

بما أن $\emptyset$ تتناسب مع I_f فإن :

$$\frac{\emptyset_1}{\emptyset_2} = \frac{I_{f1}}{I_{f2}}$$

$$\frac{\emptyset_1 \times K}{\emptyset_2 \times K} = \frac{\frac{220}{700}}{\frac{214}{850}} = \frac{220}{700} \times \frac{850}{214}$$

$$\frac{\emptyset_1}{\emptyset_2} = \frac{220}{700} \times \frac{850}{214} = \frac{I_{f1}}{I_{f2}}$$

$$\frac{220}{700} \times \frac{850}{214} = \frac{1.47}{I_{f2}}$$

$$I_{f2} = \frac{1.47 \times 700 \times 214}{220 \times 850} = 1.18A$$

$$I_{f2} = \frac{V}{R_f + R} = \frac{220V}{150 + R} = 1.18$$

$$\frac{220V}{150 + R} = 1.18 \times (150 + R) = 220$$

$$(150 + R) = \frac{220V}{1.18}$$

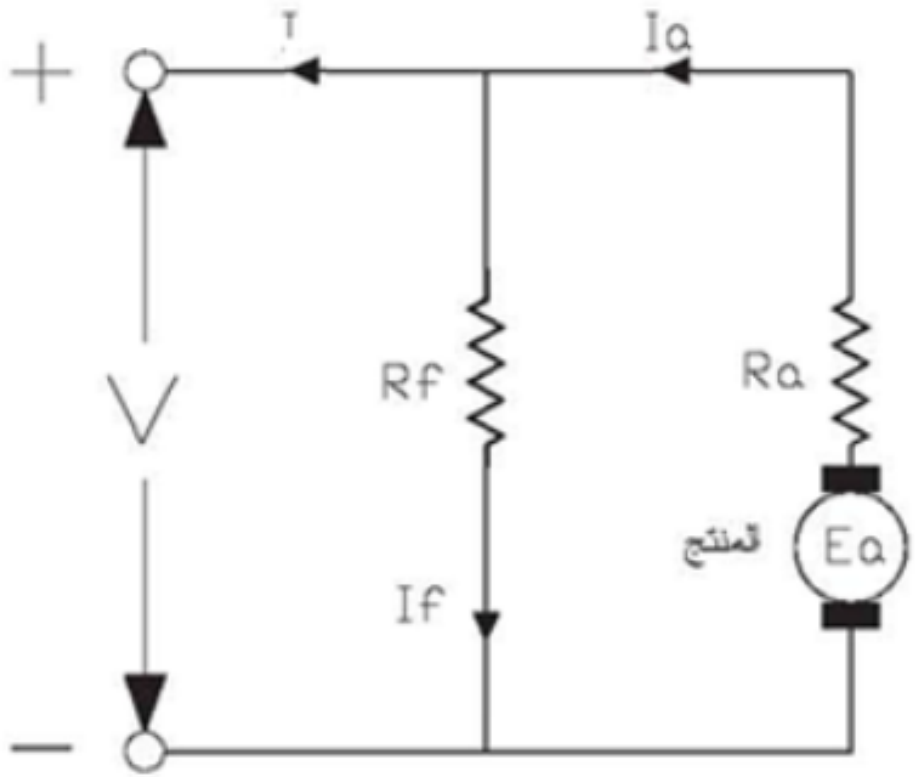
$$R = \frac{220V}{1.18} - 150 = 36.44\Omega$$

مسألة 8

مولد تيار مستمر نوع تفرعي يعطي متحرضه تيارا مقداره (100A) وتيار التهييج له (3A) وقيمة مقاومة ملفات التهييج (الأقطاب) هي (80Ω) و مجموع المفاقيد الحديدية والميكانيكية والنحاسية تساوي (3380W) المطلوب حساب مردود المولد.

الحل:

$$R_f = 80\Omega$$
$$P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 3380Watt\ ,$$
$$I_a = 100A$$
$$I_f = 3A$$



$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$
$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum P_{losses}} \times 100$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 3380 Watt$$

$$P_{out} = I \times V$$

$$I = I_a - I_f = 100 - 3 = 97A$$

$$V = I_f \times R_f = 3 \times 80 = 240V$$

$$P_{out} = I \times V = 97 \times 240 = 23280 Watt$$

$$\varepsilon\% = \frac{23280}{23280+3380} \times 100 = 87.3\%$$

مسألة 9

مولد تيار مستمر تفرعي يعطي جهداً على أطرافه مقداره (400V) وتيار الحمل الكامل له (200A) وقيمة مقاومة ملفات التهييج (الأقطاب) هي (100Ω) ومقاومة ملفات المتحرض (0.06Ω)

مجموع المفاقيد الحديدية والميكانيكية تساوي (2Kw) المطلوب :

1. الاستطاعة الداخلة للمولد بالحصان الميكانيكي.
2. حساب مردود المولد.

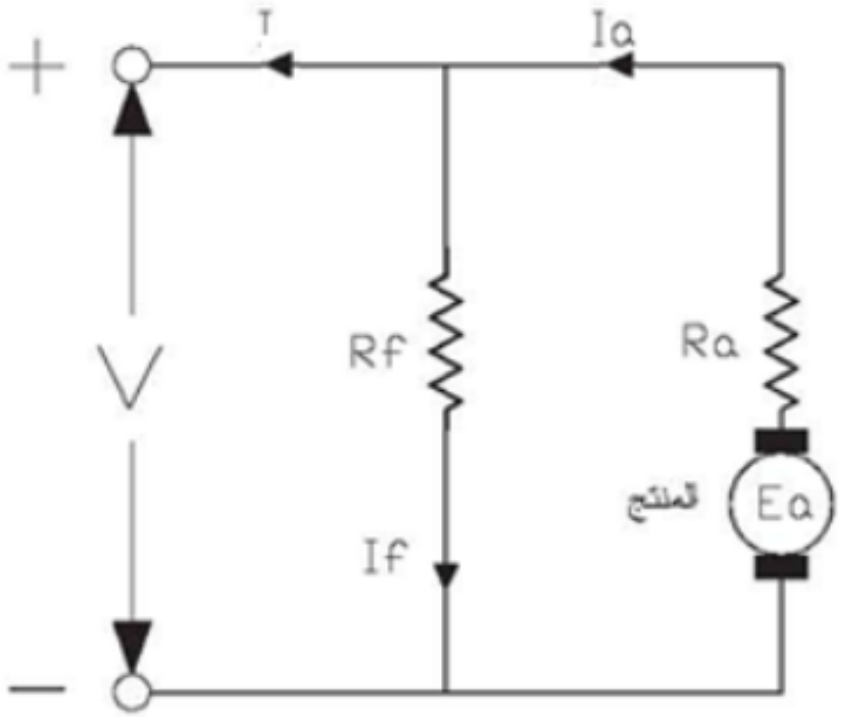
الحل:

$R_f = 100\Omega,\ R_a = 0.06\Omega$

$P_{iron} + P_{mech} = 2000Watt\ ,$

$I = 200A$

$V = 400A$



$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$$\varepsilon\% = \frac{P_{out}}{P_{out} + \sum P_{losses}} \times 100$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu}$$

$$P_{cu} = I_a^2 R_a + I_f^2 R_f$$

$$I_a = I - I_f$$

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{400}{100} = 4A$$

$$I_a = I - I_f = 100 - 4 = 96A$$

$$P_{cu} = 96^2 \times 0.06 + 4^2 \times 100 = 2153Watt$$

$$\sum P_{losses} = P_{iron} + P_{mech} + P_{cu} = 2000 + 2153 = 4153\,Watt$$

$$P_{\text{out}} = I \times V = 200 \times 400 = 80000 Watt$$

$$P_{\text{in}} = P_{\text{out}} - \sum P_{losses} = 80000 - 4153 = 75847 Watt$$

$$P_{\text{in}} = \frac{75847}{746} = 101.7\ HP$$

$$\varepsilon\% = \frac{80000}{80000+4153} \times 100 = 95.1\%$$

مسألة 10

مولد تيار مستمر تفرعي استطاعته (قدرته) هي (100Kw) يدور بسرعة 800 rpm موصول على قضبان تجميع جهدها (500V) وإذا علمت أن قيمة مقاومة ملفات التهييج (الأقطاب) هي (100Ω) ومقاومة ملفات المتحرض (0.1Ω) ، أحسب سرعة دوران الآلة عندما تعمل كمحرك إذا تم وصل حمل قدرته (100Kw) إلى قضبان التجميع.

عند عمل الآلة كمولد

$$I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{500}{100} = 5A$$

$$I_L = \frac{P}{V} = \frac{100 \times 10^3}{500} = 200A$$

$$I_a = I_L + I_f = 200 + 5 = 205A$$

$$E_{a2} = V_a + I_a R_a = 500 + (205 \times 0.1) = 520.5v$$

عند عمل الآلة كمحرك

$$I_a = 200 - 5 = 195A$$

$$E_{a1} = V - I_a R_a = 500 - (195 \times 0.1) = 480.5v$$

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{K\phi n_1}{K\phi n_2} = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow\rightarrow n_2 = \frac{E_{a2}}{E_{a1}} n_1 = \frac{480.5}{520.5} 800 = 738.5rpm$$