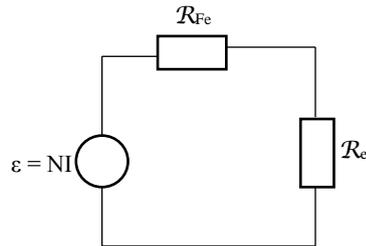


Solution exercice.3. (Serie.1. Circuit magnétique)

Le circuit équivalent est



La longueur moyenne du circuit est :

$$L = 0,54\text{m}$$

La section du circuit du fer :

$$S = (4 \times 4) \text{ cm}^2 = 0,0016\text{m}^2$$

La réluctance du fer est :

$$\mathcal{R}_{Fe} = \frac{L}{\mu_r \cdot \mu_0 \cdot s} = \frac{0,54}{2500(4\pi \times 10^{-7}) \times 0,0016}$$
$$\mathcal{R}_{Fe} = 107429.5866 \text{ H}^{-1}$$

La réluctance de l'entrefer est :

$$\mathcal{R}_e = \frac{L}{\mu_0 \cdot s} = \frac{0,005}{(4\pi \times 10^{-7}) \times 0,0016}$$
$$\mathcal{R}_e = 2486795.986 \text{ H}^{-1}$$

Le flux magnétique est :

$$\varphi = \frac{NI}{\mathcal{R}_{eq}} = \frac{NI}{\mathcal{R}_{Fe} + \mathcal{R}_e} = \frac{250 \times 2}{107429.5866 + 2486795.986} = 1,927 \times 10^{-4}$$
$$\varphi = 1,927 \times 10^{-4} \text{Wb}$$

La densité de flux est :

$$B = \frac{\varphi}{S} = \frac{1,927 \times 10^{-4}}{0,0016}$$
$$B = 0.12\text{T}$$

Solution exercice.7. (Serie.2. Transformateur)

- En utilisant le théorème de Boucherot : $U_1 = 4,44 N_1 \text{sfB}$, on en déduit :

$$N_1 = \frac{U_1}{4,44 \text{sfB}} = \frac{5000}{4,44 \times 60 \cdot (10^{-2})^2 \times 50 \times 1,1} = 3413 \text{ spires}$$

- $m = \frac{U_{2V}}{U_1} = \frac{230}{5000} = 0,046$ et $m = \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow N_2 = m \cdot N_1 = 0,046 \times 3413 = 157 \text{ spires}$.

$$- P_{1V} = P_F \text{ et } \cos \phi_{1V} = \frac{P_{1V}}{U_1 \cdot I_{1V}} = \frac{250}{5000 \times 0,5} = 0,1$$

$$- S = U_{1a} \cdot I_{1a} = U_{2V} \cdot I_{2a} \text{ soit } I_{2a} = \frac{S}{U_{2V}} = \frac{21 \cdot 10^3}{230} = 91,3 \text{ A}$$

$$- R_s = \frac{P_{1cc}}{I_{2cc}^2} = \frac{300}{91,3^2} = 36 \text{ m}\Omega$$

$$Z_s = \frac{m \cdot U_{1cc}}{I_{2cc}} = 0,1 \Omega$$

$$X_s = \sqrt{Z_s^2 - R_s^2} = \sqrt{0,1^2 - 0,036^2} = 94 \text{ m}\Omega$$

· Pour déterminer le rendement, il faut déjà déterminer la tension U_2 aux bornes de la charge soit en utilisant la méthode graphique ($\underline{U}_{2V} = R_s \cdot \underline{I}_2 + jX_s \cdot \underline{I}_2 + \underline{U}_2$) soit en utilisant l'expression approchée de la chute de tension :

$$\Delta U_2 = U_{2V} - U_2 = R_s \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 + X_s \cdot I_2 \cdot \sin \phi_2 \text{ soit}$$

$$\Delta U_2 = 36 \cdot 10^{-3} \times 91,3 \times 0,83 + 94 \cdot 10^{-3} \times 91,3 \times \sin(\cos^{-1} 0,83) = 7,51 \text{ V} . \text{ On en déduit } U_2 :$$

$$U_2 = U_{2V} - \Delta U_2 = 230 - 7,51 = 222,5 \text{ V} . \text{ On calcule ensuite } P_2 \text{ et } P_1 :$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 \cdot \cos \phi_2 = 222,5 \times 91,3 \times 0,83 = 16,86 \text{ kW} ;$$

$$P_1 = P_2 + P_F + P_C = 16,86 \cdot 10^3 + 250 + 300 = 17,41 \text{ kW} \text{ et } \eta = \frac{P_2}{P_1} = 96,8\%$$

Solution exercice.2. (Serie.3. Moteur à courant continue)

Déterminer le rendement du moteur : $\eta = P_u / P_a$ avec $P_u = P_a - \text{pertes}$

P_a est la puissance absorbée par l'induit et par l'inducteur : $P_a = V \cdot I + V_e \cdot I_e$

$$\text{(Avec } I_e = V_e / r) ; P_a = 230 \times 40 + 140 \times 140 / 120 \quad \boxed{P_a = 9363 \text{ W}}$$

$P_u = P_a - \text{pertes} = P_a - P_{js} - P_{jr} - P_{fr} - P_m$ avec $P_{fr} + P_m = P_c$ (pertes collectives mesurées à vide)

$$\text{A vide } V_o \cdot I_o = R \cdot I_o^2 + P_c \rightarrow P_c = V_o \cdot I_o - R \cdot I_o^2 = 225 \times 1,2 - 0,3 \times 1,2^2$$

$$\rightarrow \boxed{P_c = 270 \text{ W}}$$

$$\text{Et } P_{js} = V_e \cdot I_e = 140^2 / 120 \rightarrow \boxed{P_{js} = 163 \text{ W}}$$

$$\boxed{P_{jr} = 480 \text{ W}}$$

$$\text{Et } P_{jr} = R \cdot I^2 = 0,3 \times 40^2 \rightarrow$$

$$P_u = 9363 - 163 - 480 - 270 \rightarrow \boxed{P_u = 8450 \text{ W}}$$

$$\eta = P_u / P_a = 8450 / 9363 \rightarrow \boxed{\eta = 90 \%}$$

Solution exercice.3. (Serie.3. Moteur à courant continue)

Calculer (à la charge nominale) :

1- Le rendement du moteur sachant que les pertes Joule inducteur sont de 150 watts.

Puissance utile : 7 kW

Puissance absorbée par l'induit = $UI = 240 \times 35 = 8,4 \text{ kW}$

Puissance absorbée par l'inducteur = pertes Joule à l'inducteur = 150 W

Puissance absorbée = puissance absorbée par l'induit + puissance absorbée par l'inducteur
= $8400 + 150 = 8,55 \text{ kW}$

Rendement = $7000/8550 = 81,9 \%$

2- Les pertes Joule induit sachant que l'induit a une résistance de $0,5 \Omega$.

$$RI^2 = 0,5 \times 35^2 = 0,61 \text{ kW}$$

3- La puissance électromagnétique et les pertes collectives.

$$\text{Fem induite : } E = U - RI = 240 - 0,5 \times 35 = 222,5 \text{ V}$$

$$EI = 222,5 \times 35 = 7,79 \text{ kW}$$

Autre méthode : bilan de puissance

Puissance électromagnétique = puissance absorbée - pertes Joule totales
= $8,55 - (0,15 + 0,61) = 7,79 \text{ kW}$

Bilan de puissance :

pertes collectives = puissance électromagnétique - puissance utile
= $7,79 - 7 = 0,79 \text{ kW}$

4- Le couple électromagnétique, le couple utile et le couple des pertes collectives.

$$\text{Couple électromagnétique} = 7790 / (800 \times 2\pi / 60) = 93 \text{ Nm}$$

$$\text{Couple utile} = 7000 / (800 \times 2\pi / 60) = 83,6 \text{ Nm}$$

$$\text{Couple des pertes constantes} = 790 / (800 \times 2\pi / 60) = 93 - 83,6 = 9,4 \text{ Nm}$$

Solution exercice.4. (Serie.3. Moteur à courant continue)

$$1) P_0 = R \cdot I_0^2 + P_c \Rightarrow P_c = V_0 \cdot I_0 - R \cdot I_0^2 \text{ soit } P_c = 150 \times 1,3 - 0,9 \times 1,3^2 = 193,48 \text{ W}$$

$$\text{et } T_c = \frac{P_c}{(2\pi n / 60)} = \frac{193,48}{129,16} = 1,49 \text{ N.m}$$

$$2) U = E + R \cdot I \Rightarrow E = U - R \cdot I = 170 - 0,9 \times 22 \text{ soit } E = 150,2 \text{ V}$$

$$3) \text{ On sait que } E = k \cdot n \Rightarrow k = \frac{E}{n} = \frac{150,2}{1250} \text{ soit } k = 120,2 \cdot 10^{-3}. \text{ d'ou la relation}$$

$$E = 120,2 \cdot 10^{-3} \cdot n$$

$$4) \text{ Lorsque le démarre, } E = 0 \text{ et } U_d = R \cdot I = 0,9 \times 22 \text{ soit } U_d = 19,8 \text{ V}$$

$$5) \text{ On sait que } E = 120,2 \cdot 10^{-3} \cdot n \text{ et } U = E + R \cdot I \Rightarrow U = 120,2 \cdot 10^{-3} \cdot n + R \cdot I \text{ soit}$$

$$n = \frac{U - R \cdot I}{120,2 \cdot 10^{-3}} = 8,32 \cdot U - 164,8$$

$$6) T_{em} = \frac{EI}{\Omega} \text{ avec } I = \text{Cste}, E = 120,2 \cdot 10^{-3} \cdot n \text{ et } T_{em} = \frac{120,2 \cdot 10^{-3} \cdot n \times 22}{(2\pi n / 60)} = 25,2 \text{ Nm}$$

$$7) \text{ Pour } n = \frac{1250 \text{ tr}}{\text{min}}, T_c = 1,49 \text{ Nm. et } a = \frac{T_c}{n} = \frac{1,48}{1250} = 1,18 \cdot 10^{-3} \text{ Nm/tr/min}$$