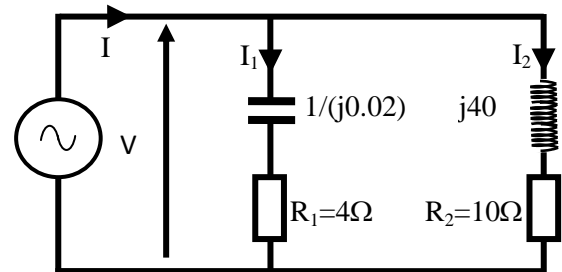


Examen Final du Premier Semestre

Exercice 1 (5pts)

Du circuit représenté sur la figure ci-contre, on ne connaît que la valeur efficace du courant total $I=2.5A$ et les valeurs des impédances notées sur la figure. Calculer pour ce circuit :

- 1- la tension efficace appliquée à cette charge.
- 2- les puissances active, réactive et apparente.
- 3- les courants I_1 , I_2 et ses déphasages par rapport à la tension d'alimentation.



Exercice N°2 (5pts)

Soit le circuit magnétique représenté sur la figure ci-contre dont une bobine de 200 spires est enroulée sur la colonne 'AF' et parcourue par un courant I. Les dimensions sont représentées sur la figure telles que.

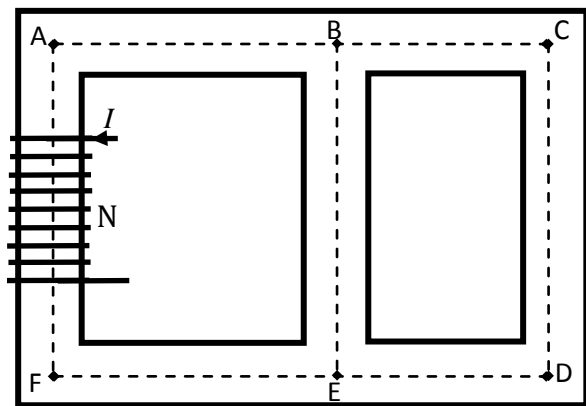
$$AB = FE = 1.5L$$

$$BC = ED = L$$

$$AF = BE = CD = L$$

$$\text{Avec } L = 20\text{cm}$$

Toutes les portions du circuit magnétique ont la même section ($S = 3\text{cm}^2$)



- 1- Calculer la réluctance de la bobine (la perméabilité relative de la substance est de 3000).
- 2- Calculer l'inductance propre de la bobine.
- 3- Calculer les flux traversant chaque colonne du circuit magnétique si le courant est 1.2A.

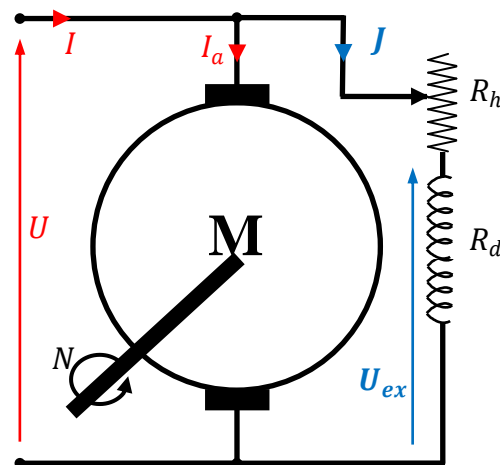
Exercice 3 (10pts)

On considère une machine à courant continu utilisée en moteur. Le bobinage inducteur est alimenté par la source de tension de 210V qui alimente également l'induit, à la différence que le courant inducteur est limité par la résistance R_h . Le montage est représenté sur la figure ci-contre. On donne :

Résistance de l'induit $R_a = 0.5 \Omega$,

Résistance de l'inducteur: $R_d = 400\Omega$.

- 1- Le moteur fonctionnant à vide consomme le courant $I_v=2.4A$ ($R_h=0$). Calculer alors les pertes mécaniques p_{mec} . Calculer également la valeur de la force électromotrice interne E.
- 2- Toujours à vide, et pour $R_h=0$, le moteur tourne à la vitesse de 1620tr/min. Calculer le couple de pertes mécaniques C_{pm} .
- 3- En déduire le coefficient k tel que " $C_e = k J I_a$ " avec C_e est le couple électromagnétique.
- 4- On charge à présent le moteur (pour $R_h = 0$) en le faisant entraîner une charge qui représente un couple résistant de 10Nm s'ajoutant au couple de pertes (supposé constant). Calculer alors le courant absorbé.
- 5- En déduire la valeur de la force électromotrice E et de la vitesse de rotation du moteur N en tr/min.



Solution

Exercice N°1

$$I=2.5A; \frac{1}{j0.02} = -j50$$

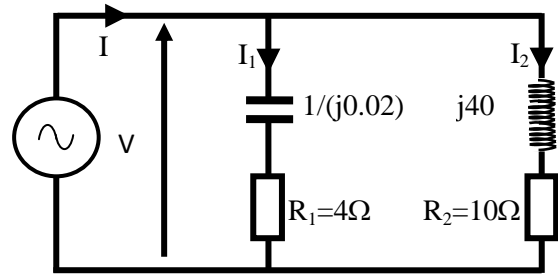
on calcule

1- la tension efficace appliquée à cette charge.

$V = ZI$ avec

$$\bar{Z} = \frac{(4 - j50)(10 + j40)}{(4 - j50)(10 + j40)} = 107.97 + 52.84j$$

$$V = \sqrt{107.97^2 + 52.84^2} \times 2.5 = \mathbf{300.52V}$$



2- les puissances active, réactive et apparente

$$P = VI \cos \varphi \text{ avec } \cos \varphi = \frac{107.97}{\sqrt{107.97^2 + 52.84^2}} = 0.8982$$

$$P = 300.52 \times 2.5 \times 0.8982 = \mathbf{674.8W}$$

$$Q = VI \sin \varphi \text{ avec } \sin \varphi = \frac{52.84}{\sqrt{107.97^2 + 52.84^2}} = 0.4396$$

$$Q = 300.52 \times 2.5 \times 0.4396 = \mathbf{330.2VAR}$$

$$S = VI = 300.52 \times 2.5 = \mathbf{751.3VA}$$

3- les courants 'I₁' 'I₂' et ses déphasages par rapport à la tension d'alimentation

$$I_1 = \frac{V}{Z_1} = \frac{300.52}{\sqrt{4^2 + 50^2}} = 5.9913A \text{ d'où } I_1 = \mathbf{6A}$$

$$I_2 = \frac{V}{Z_2} = \frac{300.52}{\sqrt{10^2 + 40^2}} = 7.2887A \text{ d'où } I_2 = \mathbf{7.3A}$$

$$\varphi_1 = \text{Arg}(4 - j50) = -1.4910rd = \mathbf{-85.4^\circ}$$

$$\varphi_2 = \text{Arg}(10 + j40) = 1.3258rd = \mathbf{76^\circ}$$

Exercice N°2

N=200 spires.

$$AB = FE = 1.5L$$

$$BC = ED = L$$

$$AF = BE = CD = L$$

$$L = 20cm ; S = 3cm^2 ; \mu_r = 3000$$

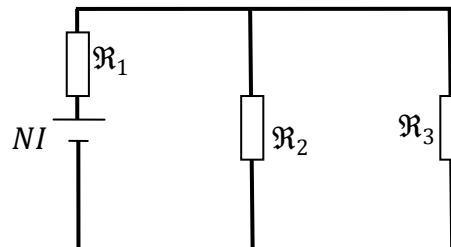
1- Calcul la réluctance de la bobine

$$\mathfrak{R}_1 = \frac{L_1}{\mu S} = \frac{4L}{\mu_0 \mu_r S} = \frac{4 \times 0.2}{4\pi 10^{-7} 3000 \times 3 \times 10^{-4}}$$

$$\mathfrak{R}_1 = \mathbf{707.36kH^{-1}}$$

$$\mathfrak{R}_2 = \frac{L_2}{\mu S} = \frac{L}{\mu_0 \mu_r S} = \frac{0.2}{4\pi 10^{-7} 3000 \times 3 \times 10^{-4}} \text{ d'où } \mathfrak{R}_2 = \mathbf{176.84kH^{-1}}$$

$$\mathfrak{R}_3 = \frac{L_3}{\mu S} = \frac{3L}{\mu_0 \mu_r S} = \frac{3 \times 0.2}{4\pi 10^{-7} 3000 \times 3 \times 10^{-4}} \text{ d'où } \mathfrak{R}_3 = \mathbf{530.52kH^{-1}}$$



la réluctance globale

$$\mathfrak{R} = \mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2 \times \frac{\mathfrak{R}_3}{\mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_3} = 839.98 kH^{-1}$$

2- Calculer l'inductance propre de la bobine.

$$L = \frac{N^2}{\mathfrak{R}} = \frac{200^2}{839.98 \cdot 10^3} = 0.0476 H$$

3- Calcul des flux traversant chaque colonne du circuit magnétique si le courant est 1.2A le flux traversant la colonne AF est le flux total

$$\Phi_1 = \frac{NI}{\mathfrak{R}} = \frac{200 \times 1.2}{839.98 \cdot 10^3} = 0.286 mWb$$

le flux traversant la colonne BE

$$\Phi_2 = \frac{\mathfrak{R}_3}{\mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_3} \Phi_1 = \frac{530.52}{176.84 + 530.52} 0.286 = 0.214 mWb$$

le flux traversant la colonne CD

$$\Phi_3 = \frac{\mathfrak{R}_2}{\mathfrak{R}_2 + \mathfrak{R}_3} \Phi_1 = \frac{176.84}{176.84 + 530.52} 0.286 = 0.072 mWb$$

Exercice N°3

$U=210V$, $R_a = 0.5 \Omega$, $R_d = 400\Omega$.

1- $I_v=2.4A$ ($R_h=0$). Calcul des pertes mécaniques p_{mec} .

$$P_v = p_{ja} + p_{jex} + p_{mec} \Rightarrow p_{mec} = P_v - p_{ja} - p_{jex} = UI_v - p_{ja} - p_{jex}$$

$$p_{jex} = R_d J^2 \quad \text{avec } J = \frac{U}{R_d} = \frac{210}{400} = 0.525 A \quad \text{d'où } p_{jex} = 400 \cdot 0.525^2 = 110.25 W$$

$$p_{ja} = R_a I_a^2 = R_a (I_v - J)^2 = 0.5(2.4 - 0.525)^2 = 1.76 W$$

$$p_{mec} = 210 \times 2.4 - 110.25 - 1.76 = 392 W$$

Calcul de la valeur de la force contre électromotrice interne

$$E = U - R_a I_a = U - R_a (I_v - J) = 210 - 0.5(2.4 - 0.525) = 209.1 V$$

2- Toujours à vide, $R_h=0$, $N=1620tr/min$. Calcul du couple de pertes mécaniques C_{pm} .

$$C_{pm} = \frac{p_{mec}}{\Omega} = \frac{110.25 \times 60}{1620 \times 2\pi} = 2.31 Nm$$

3- En déduire le coefficient k tel que " $C = k \cdot J \cdot I_a$ "

Le couple de pertes mécaniques C_{pm} vérifie la relation générale donnant le couple électromagnétique dans le cas d'un circuit magnétique de caractéristique linéaire.

$$C_e = \frac{N_c P}{2\pi a} \Phi(J) I_a = \frac{N_c P}{2\pi a} C^{te} J I_a \quad \text{car } \Phi(J) = C^{te} J \text{ (linéaire)}$$

$$\text{d'où } C_e = K J I_a$$

avec

$$K = \frac{C_{pm}}{J(I_v - J)} = \frac{2.31}{0.525(2.4 - 0.525)} = 2.3467 Wb/A$$

Donc

$$C_e = 2.3467 J I_a$$

4- $R_h = 0$ $C_r = 10$). Calculer alors le courant absorbé

A l'équilibre $C_e = C_r + C_{pm} = 10 + 2.31 = 12.31 \text{ Nm}$

D'autre coté

$$C_e = 2.3467 J I_a$$

Le courant d'excitation reste le même ($J = 0.525 \text{ A}$) car la tension U est constante

$$I_a = \frac{C_e}{2.3467 J} = \frac{12.31}{2.3467 \times 0.525} = 9.9924 \text{ A} \Rightarrow I_a = 10 \text{ A}$$

5- En déduire la valeur de la force électromotrice E

$$E = U - R_a I_a = 210 - 0.5 \times 10 = 205 \text{ V}$$

En déduire la vitesse de rotation du moteur N en tr/min.

$$E = \frac{N_c P}{a} \Phi(J) n = \frac{N_c P}{a} C^{te} J n = 2\pi K J n \quad d'où \quad n = \frac{E}{2\pi K J} = \frac{205}{2\pi \cdot 2.3467 \times 0.525}$$

$$n = 26.4828 \text{ tr/s}$$

Ainsi

$$N = 1589 \text{ tr/mn}$$