

Corrigé type examen Electrotechnique fondamentale I

Réponses aux questions

1. Machine réversible : la machine peut fonctionner en génératrice ou en moteur.
2. Dipôle électrique passif et dipôle électrique actif. Un dipôle passif consomme de l'énergie électrique (comme une résistance et une inductance), autrement on parle d'un dipôle actif. (comme générateur)
3. Conversion de l'énergie dans une machine électrique : c'est la conversion d'un type d'énergie à un autre type. Par exemple le moteur transforme l'énergie électrique à l'énergie mécanique.
4. Le bilan énergétique d'une machine résume les puissances (absorbée et utile) et les pertes (pertes cuivre et pertes fer) qui entrent en jeu dans le fonctionnement de la machine. Il permet de calculer le rendement de la machine.
5. Transformateur parfait : il ne présente aucun type de perte, le rendement est à 100%.
6. R.M.S : Racine Moyen Carré (valeur efficace) **F.e.m** : force électromotrice **F.m.m** : force magnétomotrice

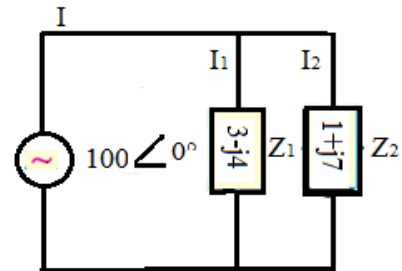
Exercice 1 (04 pts)

Soit le circuit de la figure ci-contre

- Calculer l'impédance équivalente Z_{eq}

$$\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \rightarrow Z_{eq} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{(3 - j4)(1 + j7)}{(3 - j4) + (1 + j7)} = \frac{(31 + j17)}{(4 + j3)}$$

$$= \frac{(31 + j17)(4 - j3)}{(4 + j3)(4 - j3)} = 7 - j$$



- Calculer l'impédance sous forme polaire : $Z_{eq} = \sqrt{50} e^{-j0.14}$
- Calculer le courant I qui traverse le circuit. $I = \frac{U}{Z_{eq}} = \frac{100e^{j0}}{\sqrt{50} e^{-j0.14}} = 14.14 e^{j0.14}$
- Calculer I_1 et I_2

$$Z_1 = 3 - j4 = 5e^{-j0.93} \quad \text{alors } I_1 = \frac{U}{Z_1} = 20e^{j0.93}$$

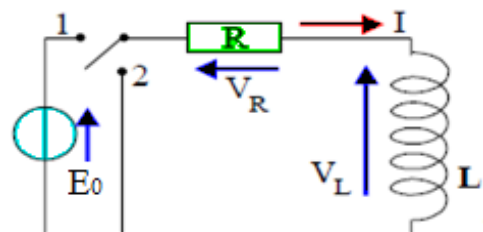
$$Z_2 = 1 + j = 5\sqrt{2}e^{j1.43} \quad \text{alors } I_2 = \frac{U}{Z_2} = 10\sqrt{2}e^{-j1.43}$$

Exercice 02 (04.5 pts)

1. Si l'interrupteur est dans la position 1 (régime forcé).

$$E = V_R + V_L = RI + L \frac{dI}{dt}$$

L'équation différentielle est $\frac{E}{L} = \frac{I}{\tau} + L \frac{dI}{dt}$ avec $\tau = \frac{L}{R}$



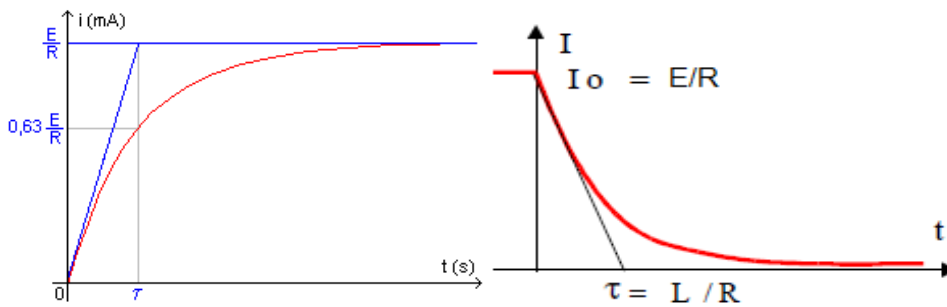
$$I_L(t) = \frac{E}{R} + A e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Si $t = 0$ $I_L = 0$ alors : $I_L(t) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

2. Si l'interrupteur est dans la position 2 (régime libre)

Régime libre : $\frac{dI}{dt} + \frac{R}{L}I = 0$ alors on peut écrire $\frac{dI}{I} + \frac{dt}{\tau} = 0$ ou $\tau = \frac{L}{R}$

- $I(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}$ $A = I_0$ $I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$
- $V_L = L \frac{dI}{dt} = -\frac{L}{\tau} I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = -R I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$



Exercice 03 (04.5 pts) Obligatoire

Soit une installation d'un atelier composée de quatre charges et alimentée par une tension alternative 220V, 50 Hz. On y trouve :

- 05 radiateurs de 200 W chacun (résistif) - 06 lampes à incandescence 80 W chacune.
- un moteur absorbant un courant de 3 A avec un $\cos \varphi = 0.85$.
- Une charge capacitive $S = 0.5$ kVA, $\cos \varphi = 0.6$.

1. Les charges sont couplées en parallèle. (0.5 pt)
2. Calculer la puissance active P et réactive Q de l'installation. (1.5 pts)

| Charge | Radiateurs | Lampes | Moteur | Charge | Installation |
|------------------|------------|--------|--|-----------------------------------|--------------|
| P active (W) | 1000 | 480 | $P = U I \cos \varphi$ $P = 561$ | $P = S \cos \varphi$ $P = 300$ | 2341.00 |
| Q Réactive (VAR) | 0 | 0 | $Q = U I \sin \varphi$ $Q = 347.68$ | $Q = S \sin \varphi$ $Q = 400$ | 747.68 |

3. Calculer le courant total de l'installation ainsi que le facteur de puissance. (1pt)

$$S_{inst} = \sqrt{P^2 + Q^2} = 2457.5 \text{ VA}$$

$$S_{inst} = U I \rightarrow I = \frac{S_{inst}}{U} = 11.17 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{U I} = \frac{2341}{220 \cdot 11.17} = 0.95$$

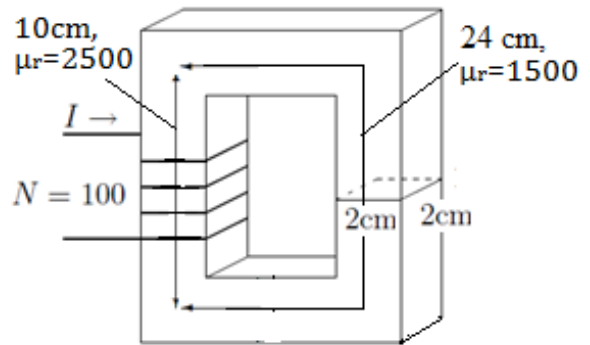
4. On veut améliorer le facteur de puissance à 0.98, quelle sera la valeur du condensateur à placer en parallèle.

$$C = \frac{P(tg \varphi - tg \varphi')}{\omega U^2} = 20 \mu F \quad (1pt)$$

Exercice 04 (04 pts) Au choix

Soit le circuit magnétique hétérogène de la figure.

1. Calculer la réductance équivalente du circuit.
2. Calculer l'inductance L du circuit.
3. Calculer la réductance et l'inductance si on ajoute un entre fer de 1mm dans la partie droite du circuit.



On donne la perméabilité du vide $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$

1. Calculer la réductance équivalente du circuit.

$$S = 0.02 \times 0.02 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$R_{fer} = \frac{l_1}{\mu_1 S_1} + \frac{l_2}{\mu_2 S_2} = \frac{1}{4\pi 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^{-4}} \left(\frac{10 \cdot 10^{-2}}{2500} + \frac{24 \cdot 10^{-2}}{1500} \right) = 4 \cdot 10^5 \text{ Atr/Wb}$$

Calculer l'inductance L du circuit.

$$L i = N \Phi \rightarrow L = \frac{N^2}{R_{fer}} = 25 \text{ mH}$$

2. Calculer la réductance dans le cas d'entrefer.

$$R_{fer} = \frac{l_1}{\mu_1 S_1} + \frac{l_2}{\mu_2 S_2} + \frac{l_0}{\mu_0 S_0} = \frac{1}{4\pi 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^{-4}} \left(\frac{10 \cdot 10^{-2}}{2500} + \frac{(24 - 0.001) \cdot 10^{-2}}{1500} + 0.001 \right)$$

$$R_{fer} = 24 \cdot 10^5 \text{ Atr/Wb}$$

$$L i = N \Phi \rightarrow L = \frac{N^2}{R_{fer}} = 4.2 \text{ mH}$$

Exercice 5 (04 pts)

Un moteur à excitation shunt fonctionne sous une tension $U = 160 \text{ V}$. le courant absorbé par le moteur est de $I = 8.2 \text{ A}$. la vitesse de rotation est de 1420 trs/min ; son couple utile sur l'arbre est $T_u = 7.1 \text{ Nm}$.

1. Calculer le rendement du moteur.

$$\eta = \frac{P_u}{P_{ab}} = \frac{T_u \Omega}{U I} = \frac{7.1 \cdot 148.63}{160 \cdot 8.2} = 0.8$$

2. Si la résistance et le courant de l'induit sont respectivement 0.45Ω et 8 A , calculer le couple électromagnétique de la machine.

$$P_{élé} = E I_i = C_{élé} \cdot \Omega \rightarrow C_{élé} = \frac{E I_i}{\Omega} = \frac{(U - R_i I_i) I_i}{\Omega} = \frac{(160 - 0.45 \cdot 8) 8}{148.63} = 8.42 \text{ Nm}$$