

## Exercices (1) du Chapitre A-1

### Energie puissance corrigé

#### EXERCICE 1

Un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$  correspond au maximum de sensibilité de l'œil (vert-jaune), la valeur énergétique d'un lumen pour un tel rayonnement est  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$ . Le tableau suivant donne le rendement en lumen par watt de plusieurs type de technologie de lampes.

Technologie	Rendement (lm/W)
Lampe incandescente	12-20 lm/W
Lampe halogène	18 - 25 lm/W
Lampe fluorescente	60 - 80 lm/W
Lampe à DEL	12 - 70 lm/W



- Calculer la valeur du flux lumineux (en lm) correspondant à une puissance de 1W pour un rayonnement de longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$ .  
 $1 \text{ lm}$  donne  $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$   
 $x \text{ lm}$  donne  $1 \text{ W}$   
 $x = 1 / 1,6 \cdot 10^{-3} = 625 \text{ lm}$ .
- En supposant que la lumière émise se situe exactement à la longueur d'onde  $\lambda = 550 \text{ nm}$ , calculer le rendement électrique maximal de chaque technologie.  
Lampe incandescente :  $20 \text{ lm}$  donne  $20 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ W}$  donc  $\eta = 3,2 \%$   
Lampe halogène :  $25 \text{ lm}$  donne  $25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ W}$  donc  $\eta = 4 \%$   
Lampe fluorescente :  $80 \text{ lm}$  donne  $80 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 1,28 \cdot 10^{-1} \text{ W}$  donc  $\eta = 12,8 \%$   
Lampe à DEL :  $70 \text{ lm}$  donne  $70 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 1,12 \cdot 10^{-1} \text{ W}$  donc  $\eta = 11,2 \%$
- Calculer pour 100W, la puissance perdue pour chaque technologie.  
Lampe incandescente :  $\eta = 3,2 \%$  donc  $96,8 \%$  de pertes donc  $96,8 \text{ W}$  pour  $100 \text{ W}$   
Lampe halogène :  $\eta = 4 \%$  donc  $96 \%$  de pertes donc  $96 \text{ W}$  pour  $100 \text{ W}$   
Lampe fluorescente :  $\eta = 12,8 \%$  donc  $87,2 \%$  de pertes donc  $87,2 \text{ W}$  pour  $100 \text{ W}$   
Lampe à DEL :  $\eta = 11,2 \%$  donc  $88,8 \%$  de pertes donc  $88,8 \text{ W}$  pour  $100 \text{ W}$

#### EXERCICE 2

On distingue trois phases dans le fonctionnement de l'usine marémotrice de la Rance:

- Phase 1 : production d'énergie électrique quand l'eau s'écoule du bassin vers la mer lors de la marée descendante :  $W_1 = 540 \text{ GWh}$  par an ;
- Phase 2 : production d'énergie électrique quand l'eau s'écoule de la mer vers le bassin lors de la marée montante :  $W_2 = 70 \text{ GWh}$  par an

- Phase 3 : consommation d'énergie électrique pour pomper l'eau de mer vers le bassin pendant les heures dites «creuses» afin de fournir plus d'énergie électrique lors des heures dites de «pointe» :  $W_3 = 60 \text{ GWh}$  par an.

- En t.e.p. l'énergie électrique fournie par l'usine marémotrice est :  
 $W = W_1 + W_2 - W_3 = 550 \text{ GWh}$   
 $1 \text{ t.e.p.} = 4500 \text{ kWh}$  électriques, donc  $W = 550 \cdot 10^9 / 4500 \cdot 10^3 = 1,22 \cdot 10^5 \text{ t.e.p.}$
- La puissance de l'usine marémotrice est  $P = 240 \text{ MW}$ , la durée moyenne de chacune des phases par jour est donnée par :  
 $W_{\text{jour}} = W/365$  et  $\Delta t = W_{\text{jour}}/P$   
Phase 1 :  $W_{\text{jour}} = 1,48 \text{ GWh}$  et  $\Delta t = 6,17 \text{ h} = 6 \text{ h } 10 \text{ min}$   
Phase 2 :  $W_{\text{jour}} = 0,192 \text{ GWh}$  et  $\Delta t = 0,8 \text{ h} = 48 \text{ min}$   
Phase 3 :  $W_{\text{jour}} = 0,164 \text{ GWh}$  et  $\Delta t = 0,68 \text{ h} = 41 \text{ min}$

#### EXERCICE 3

La Terre reçoit du Soleil  $P = 1,4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ , mais 35 % de cette puissance est réfléchiée par l'atmosphère et 10 % est absorbée par l'atmosphère.

- La puissance rayonnante  $P_0$  reçue au sol par mètre carré est  $P_0 = P - 45\%$  de  $P = 0,55 P = 0,77 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$



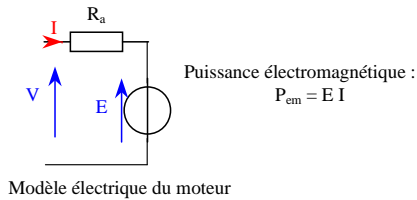
On veut alimenter en énergie électrique une maison isolée située dans une région ayant un ensoleillement de 2 200 heures par an. La mise en réserve de l'énergie électrique est prévue. La consommation moyenne quotidienne est  $W_0 = 3,0 \text{ kWh}$ .

- La consommation annuelle est :  $W = 365 W_0 = 1095 \text{ kWh}$ .  
Cette énergie doit être produite en 2200 jour soit par une puissance électrique  $P_e = W / 2200 = 0,498 \text{ kW}$   
Le capteur doit récolter la puissance solaire  $P_{\text{sol}} = P_e / \eta = 3,11 \text{ kW}$   
En outre  $P_{\text{sol}} = P_0 S$  et La surface  $S$  de photopiles nécessaire est  $S = P_{\text{sol}} / P_0 = 4 \text{ m}^2$

#### EXERCICE 4



Un moteur électrique à courant continu alimenté sous une tension  $V = 230 \text{ V}$  est traversé par un courant d'intensité  $15 \text{ A}$ . La résistance  $R_a$  des enroulements est égale à  $1,4 \Omega$  et son rendement est  $\eta = 76 \%$ .



- 1) La puissance utile  $P_u = P_{\text{absorbée}} \eta = VI \eta = 230 \cdot 15 \cdot 0,76 = 2620 \text{ W}$
- 2) Les pertes par effet Joule  $P_j = R_a I^2 = 315 \text{ W}$ .
- 3) La fém est  $E = V - RI = 230 - 1,4 \cdot 15 = 209 \text{ V}$  et la puissance électromagnétique  $P_{em} = EI = 209 \cdot 15 = 3140 \text{ W}$ .
- 4) Puissance perdue autrement que par effet Joule :  $P_u = P_{em} - P_{\text{joule}} - P_{\text{autrespertes}}$   
 $P_{\text{autrespertes}} = P_{em} - P_{\text{joule}} - P_u = 3140 - 315 - 2620 = 205 \text{ W}$

### EXERCICE 5

Un treuil électrique soulève une charge de 100 kg à vitesse constante d'une hauteur de 10 m. La durée de l'opération est de 10 secondes.

On donne :  $W_u = m g h$  l'énergie nécessaire pour soulever une masse m d'une hauteur h.

- 1) L'énergie  $W = 100 \cdot 9,8 \cdot 10 = 9800 \text{ J}$ .
- 2)  $P_u = \frac{\Delta W}{\Delta t} = 980 \text{ W}$
- 3) Le rendement  $\eta = 0,8$ . L'énergie électrique absorbée par le moteur du treuil est  $P_e = P_u / \eta = 980 / 0,8 = 1230 \text{ W}$  et la puissance électrique absorbée est  $W_e = W_u / \eta = 9800 / 0,8 = 12300 \text{ J}$
- 4)  $U = 120 \text{ V}$ . Or  $P_e = U \cdot I$  donc  $I = P_e / U = 1230 / 120 = 10,3 \text{ A}$ .

### EXERCICE 6



Une chute d'eau d'une hauteur de 5 m, à un débit  $d = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . On rappelle que  $1 \text{ m}^3$  d'eau constitue une masse de 1000 kg.

Cette chute d'eau alimente une turbine et un alternateur. Le rendement de la turbine est  $\eta_T = 0,8$  et celui de l'alternateur est  $\eta_E = 0,9$ .

- 1) L'énergie pour  $1 \text{ m}^3$  d'eau est :  $W_{\text{eau}} = m \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,8 \cdot 5 = 49 \text{ kJ}$   
La puissance mise en jeu dans cette chute d'eau est donc  $P_{\text{eau}} = W_{\text{eau}} \cdot d = 490 \text{ kW}$ .
- 2) La puissance récupérée par la turbine est :  $P_T = P_{\text{eau}} \cdot \eta_T = 392 \text{ kW}$ .
- 3) La puissance électrique disponible en sortie de l'alternateur  $P_E = P_T \cdot \eta_E = 353 \text{ kW}$ .
- 4) Pendant quatre heures, l'énergie électrique fournie au réseau est :  $W_E = P_E \cdot \Delta t = 353 \cdot 000 \cdot 4 \cdot 3600 = 5,08 \text{ GJ} = 1,41 \text{ MWh}$ .
- 5) La ligne électrique est une ligne 20000 V continue.  $P_E = U \cdot I$  donc  $I = P_E / U = 70,6 \text{ A}$ .
- 6) La résistance linéique de la ligne électrique et de l'ordre de  $6 \cdot 10^{-2} \Omega/\text{km}$ .  
Pour 20 km :  $R = 20 \cdot 6 \cdot 10^{-2} = 1,2 \Omega$  et  $P_{\text{joule}} = R I^2 = 4980 \text{ W}$ .
- 7) Le rendement  $\eta_{\text{ligne}} = (P_E - P_{\text{joule}}) / P_E = 0,986$ .

- 8) La puissance utile est  $P_u = P_E - P_{\text{joule}} = 353 \cdot 000 - 4980 = 348 \text{ kW}$   
Le rendement complet  $\eta = P_u / P_{\text{eau}} = 0,71 = \eta_{\text{ligne}} \cdot \eta_T \cdot \eta_E$ .

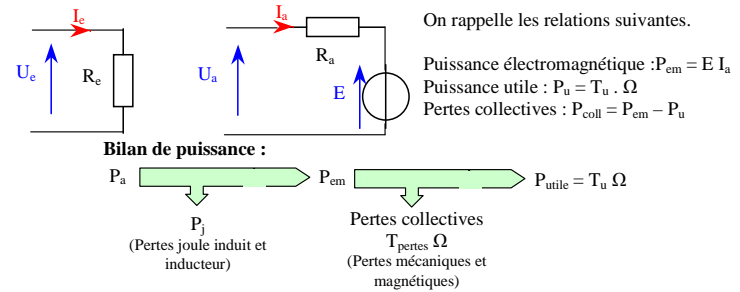
### EXERCICE 7

Pour un moteur à courant continu à excitation indépendante, on dispose des indications suivantes :

$R_e = 150 \Omega$ ,  $U_e = 120 \text{ V}$ ;  $R_a = 0,5 \Omega$ ;  $U_a = 220 \text{ V}$ .

Un essai en charge a donné pour l'induit tournant à la vitesse de rotation  $N = 1450 \text{ tr/min}$  :  $I_a = 18 \text{ A}$ .

Cet essai est réalisé sous tension nominale et le schéma équivalent de la machine est donné ci-dessous :



- 1) La puissance électromagnétique  $P_{em} = E I_a = (U_a - R_a I_a) I_a = 3800 \text{ W}$
- 2) les pertes par effet Joule inducteur et induit.

$$\text{Pertes inducteur : } P_{\text{inducteur}} = \frac{U_e^2}{R_e} = 96 \text{ W}$$

$$\text{Pertes induit : } P_{\text{induit}} = R_a I_a^2 = 162 \text{ W}$$

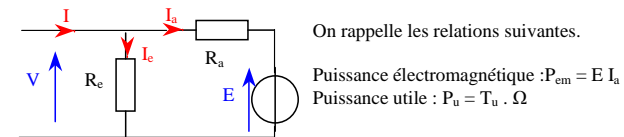
Les pertes collectives tel que  $P_{coll} = P_{em} - P_u$  sont  $P_{coll} = 319 \text{ W}$ .

- 3) la puissance utile  $P_u = P_{em} - P_{coll} = 3481 \text{ W}$ .
- 4) le moment du couple utile  $T_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{P_u}{N \frac{2\pi}{60}} = 22,9$ .

- 5) le rendement du moteur  $\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{P_u}{U_a I_a + P_{\text{inducteur}}} = 85,8\%$ .

### EXERCICE 8

Le modèle équivalent d'un moteur shunt est donné ci-dessous :



Un moteur-shunt, de résistance d'induit  $R_a = 0,1 \Omega$  et de résistance de champ  $R_e = 60 \Omega$  est alimenté sous une tension constante  $V = 120 \text{ V}$ . Il tourne à  $N = 900 \text{ tr/min}$ , consomme un

courant  $I = 70$  A, et fournit un couple utile  $T_u = 80$  N.m. La réaction d'induit est négligeable, et la carcasse n'est pas saturée.

1) Quel est son rendement ?

$$\eta = \frac{P_{\text{utile}}}{P_{\text{absorbée}}} = \frac{T_u \Omega}{VI} = \frac{80 \cdot 900 \cdot \frac{2\pi}{60}}{120 \cdot 70} = 0,898$$

2) Quelles sont les pertes JOULE ?

$$\text{Pertes inducteur : } P_{\text{inducteur}} = \frac{V^2}{R_e} = 240 \text{ W}$$

$$\text{Pertes induit : } P_{\text{induit}} = R_a I_a^2 = R_a (I - I_e)^2 = R_a \left(I - \frac{V}{R_e}\right)^2 = 462 \text{ W}$$

$$P_{\text{joule}} = P_{\text{inducteur}} + P_{\text{induit}} = 702 \text{ W}$$

3) Les pertes collectives  $P_{\text{coll}} = P_{\text{em}} - P_u$ .

$$P_u = T_u \Omega = 80 \cdot 900 \cdot \frac{2\pi}{60} = 7540 \text{ W}$$

$$E = V - R_a I_a = 120 - 0,1 \cdot 68 = 113 \text{ V}$$

$$T_{\text{em}} = E I_a = 113 \cdot 68 = 768$$

$$P_{\text{coll}} = P_{\text{em}} - P_u = 7680 - 7540 = 140 \text{ W}$$

4) Bilan de puissance :

$$P_{\text{absorbée}} = P_{\text{inducteur}} + P_{\text{induit}} + P_{\text{coll}} + P_u$$

$$8400 \approx 240 + 462 + 140 + 7540 = 8382 \text{ (écart du aux arrondis).}$$