

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 lm donne $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W}$
 $x \text{ lm}$ donne 1 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 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 lm donne $25 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ W} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ W}$ donc $\eta = 4 \%$
Lampe fluorescente : 80 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 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 W
Lampe halogène : $\eta = 4 \%$ donc 96% de pertes donc 96 W pour 100 W
Lampe fluorescente : $\eta = 12,8 \%$ donc $87,2 \%$ de pertes donc $87,2 \text{ W}$ pour 100 W
Lampe à DEL : $\eta = 11,2 \%$ donc $88,8 \%$ de pertes donc $88,8 \text{ W}$ pour 100 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 $P = 0,55 P = 0,77 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$



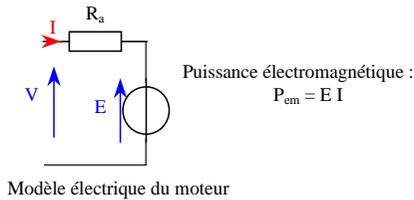
On veut alimenter en énergie électrique une maison isolée située dans une région ayant un ensoleillement de 2 200 heures par an. La mise en réserve de l'énergie électrique est prévue. La consommation moyenne quotidienne est $W_0 = 3,0 \text{ kWh}$.

- 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 A . La résistance R_a des enroulements est égale à $1,4 \Omega$ et son rendement est $\eta = 76 \%$.



- 1) La puissance utile $P_u = P_{absorbée} \eta = VI \eta = 230 \cdot 15 \cdot 0,76 = 2620 \text{ W}$
- 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 $P_{em} = E I = 209 \cdot 15 = 3140 \text{ W}$.
- 4) Puissance perdue autrement que par effet Joule : $P_u = P_{em} - P_{joule} - P_{autrespertes}$
 $P_{autrespertes} = P_{em} - P_{joule} - P_u = 3140 - 315 - 2620 = 205 \text{ W}$

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 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 m^3 d'eau est : $W_{eau} = m \cdot g \cdot h = 1000 \cdot 9,8 \cdot 5 = 49 \text{ kJ}$
La puissance mise en jeu dans cette chute d'eau est donc $P_{eau} = W_{eau} \cdot d = 490 \text{ kW}$.
- 2) La puissance récupérée par la turbine est : $P_T = P_{eau} \cdot \eta_T = 392 \text{ kW}$.
- 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 $P_{joule} = R I^2 = 4980 \text{ W}$.
- 7) Le rendement $\eta_{ligne} = (P_E - P_{joule}) / P_E = 0,986$.

8) La puissance utile est $P_u = P_E - P_{joule} = 353 \cdot 000 - 4980 = 348 \text{ kW}$

Le rendement complet $\eta = P_u / P_{eau} = 0,71 = \eta_{ligne} \cdot \eta_T \cdot \eta_E$.

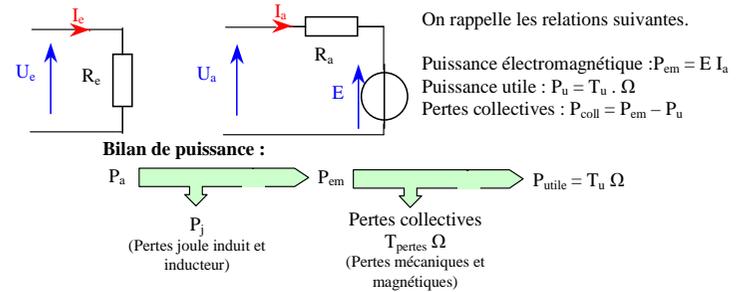
EXERCICE 7

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.

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

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

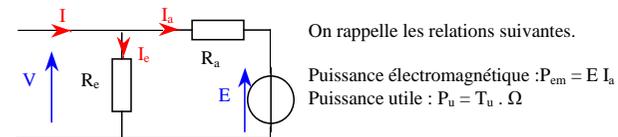
Les pertes collectives tel que $P_{coll} = P_{em} - P_u$ sont $P_{coll} = 319 \text{ W}$.

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

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

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 :

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

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