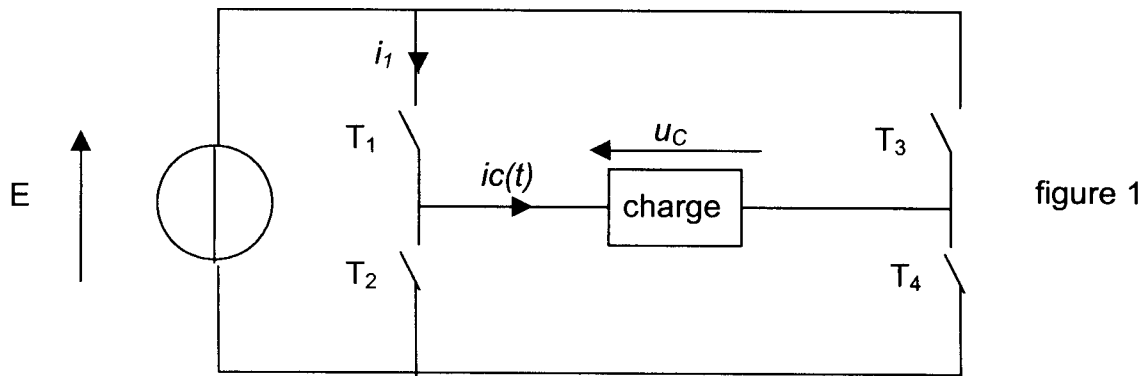
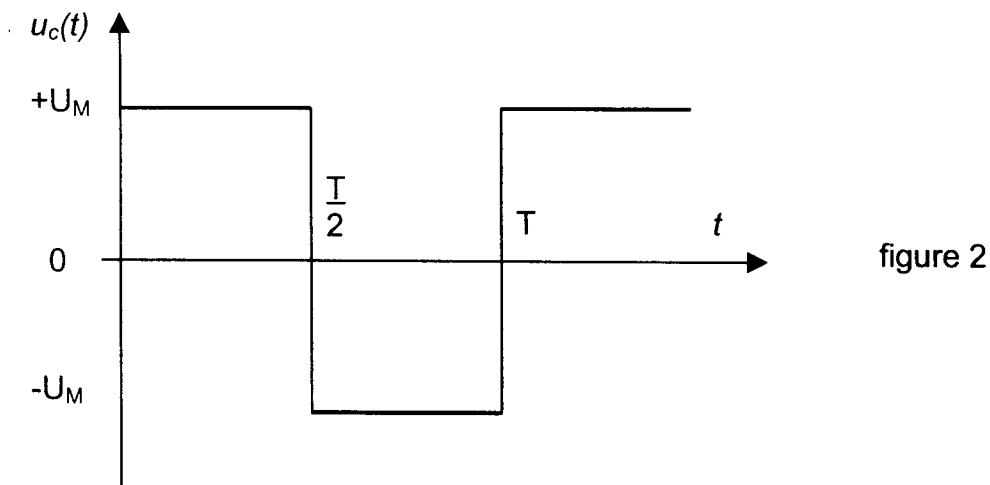


Problème n°1 : onduleur autonome (10 points).

Un onduleur autonome est constitué de quatre interrupteurs électroniques commandés T_1, T_2, T_3, T_4 (fig. 1).



L'onduleur est alimenté par une source de tension continue de valeur $E = 200 \text{ V}$. La forme de la tension u_c en fonction du temps est celle donnée par la figure 2 (commande symétrique).



1. Le récepteur est une résistance $R = 100 \Omega$.

- La tension aux bornes de la charge $u_c(t)$ est donnée figure 3 document réponse n° 1. Porter sur le document réponse n°1, figure 4 les intervalles de conduction des interrupteurs commandés pendant une période T .
- Donner la valeur de U_M .
- Donner l'allure du courant $i_c(t)$ sur le document réponse n°1 figure 5.
- Calculer la valeur efficace I_c de $i_c(t)$.
- En déduire la puissance dissipée dans la charge de résistance $R = 100 \Omega$.
- Donner l'allure du courant $i_1(t)$ traversant l'interrupteur T_1 sur une période (document réponse n°1 figure 6).
- Calculer la valeur moyenne $\langle i_1 \rangle$ de $i_1(t)$.
- Quel composant peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?

2. La charge est maintenant de nature inductive. On considère que le courant est celui de la figure 9 document réponse 2.
 - a) A l'aide de la figure 8, dessiner le chronogramme de la tension $u_c(t)$ figure 7 du document n°2.
 - b) Pour pouvoir utiliser l'onduleur sur une telle charge, il faut ajouter une diode aux bornes de chaque interrupteur T. Dessiner le schéma complet avec ces diodes (document réponse n°3 figure 11).
 - c) Compléter la figure 10 en indiquant les éléments passants dans chaque intervalle de temps.
 - d) Citer une application possible de cet onduleur.

Problème n°2 : moteur asynchrone triphasé (10 points).

Un moteur asynchrone triphasé tétrapolaire (4 pôles) qui porte sur sa plaque signalétique : 230 V / 400 V, est alimenté par un réseau triphasé 230 V, 50 Hz (tension entre phases).

La résistance d'un enroulement du stator est $r = 0,2 \Omega$.

1.
 - a) Des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, quelle est celle que peut supporter un enroulement du stator ?
 - b) En déduire le couplage du stator pour un réseau 230 V et pour un fonctionnement normal du moteur.
 - c) Quelle est la fréquence de rotation au synchronisme ?
2. Dans le fonctionnement à vide, on a mesuré la puissance active $P_0 = 0,90 \text{ kW}$ et la puissance réactive $Q_0 = 6,4 \text{ kVar}$.

Calculer :

- a) le facteur de puissance.
 - b) l'intensité du courant en ligne I_0 .
 - c) les pertes dites constantes.
3. Dans l'essai en charge, on a mesuré : $I = 51 \text{ A}$; glissement 4 % ; puissance absorbée $P = 15 \text{ kW}$.
 - a) Déterminer la fréquence de rotation.
 - b) Compléter le bilan des puissances en indiquant la valeur numérique de chacune des puissances non données sur le document réponse n°3 figure 12.
 - c) Calculer le rendement, le moment du couple utile et le facteur de puissance.
 - d) Déterminer la capacité des trois condensateurs qui montés en triangle relèveraient le facteur de puissance à 0,93.

Document réponse n° 1
 (à rendre avec la copie)

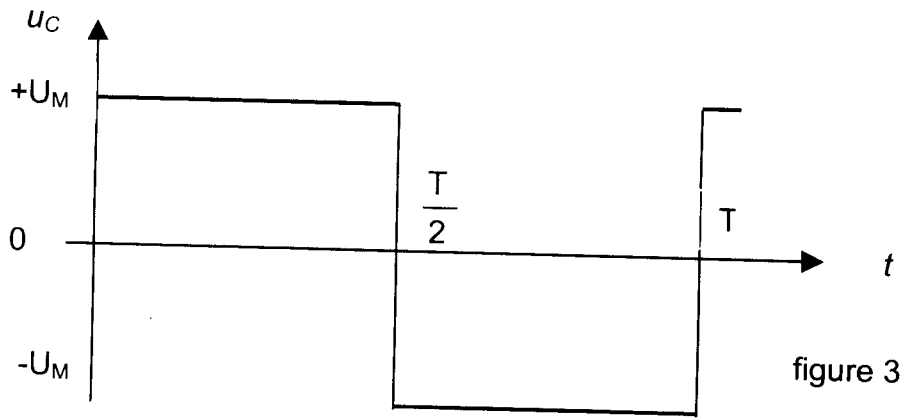


figure 3

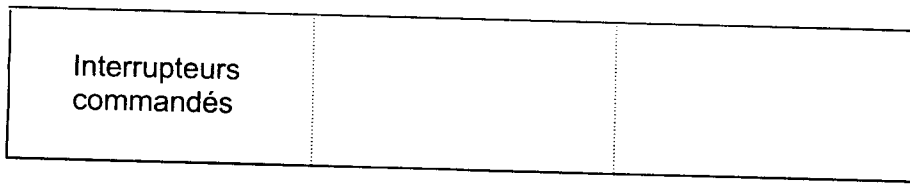


figure 4

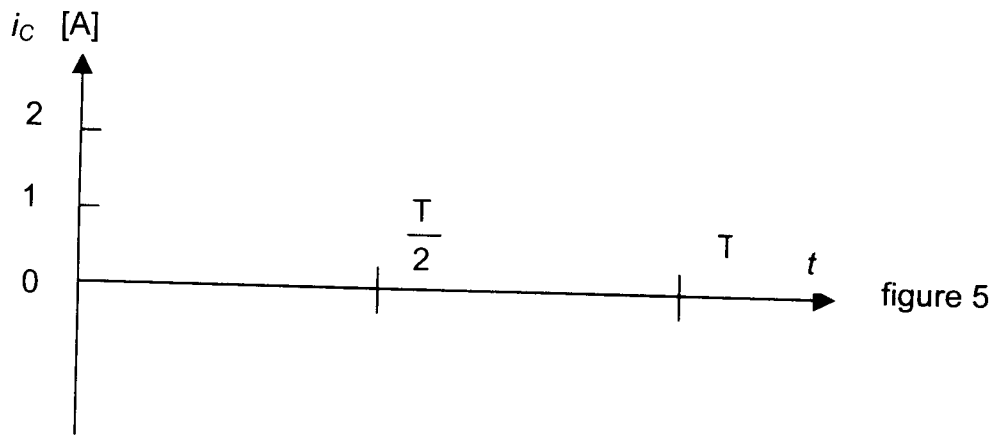


figure 5

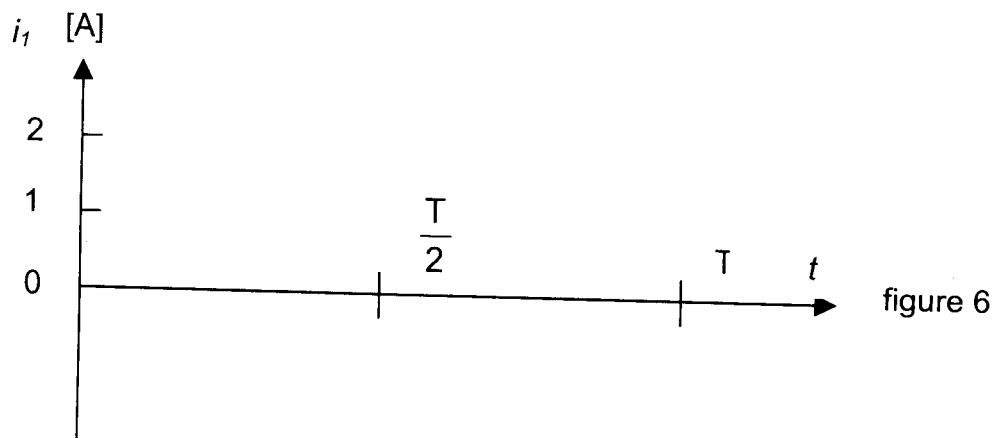


figure 6

Document réponse n° 2
 (à rendre avec la copie)

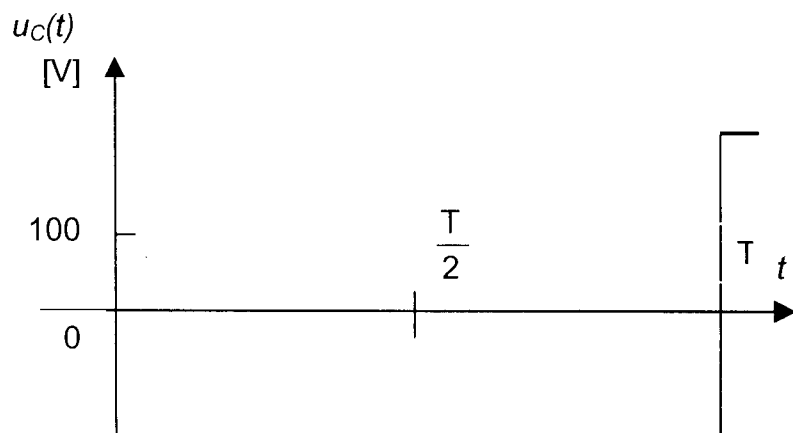


figure 7

interrupteurs commandés	T_1 et T_4	T_2 et T_3
----------------------------	----------------	----------------

figure 8

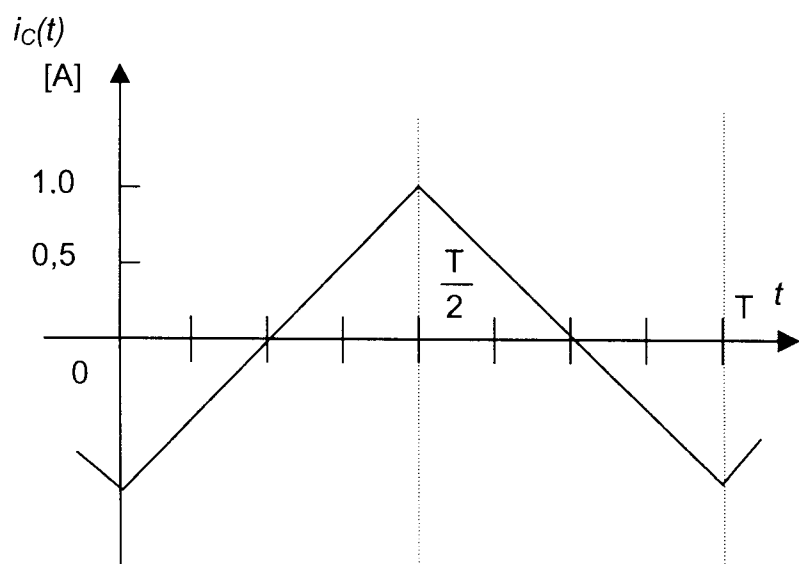


figure 9

éléments passants					
----------------------	--	--	--	--	--

figure 10

Document réponse n° 3
(à rendre avec la copie)

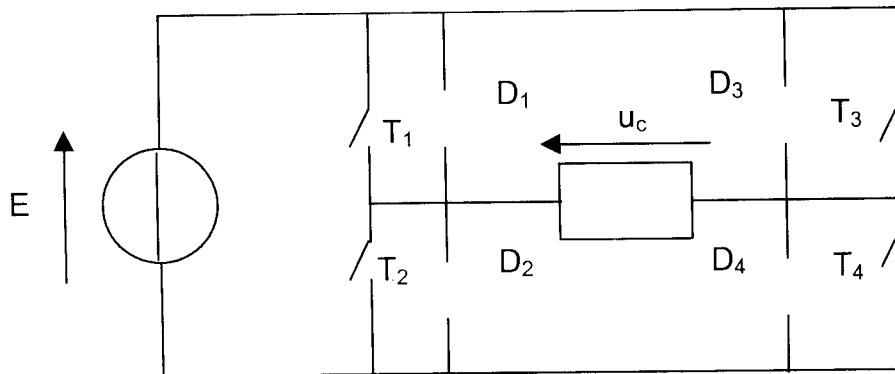


figure 11

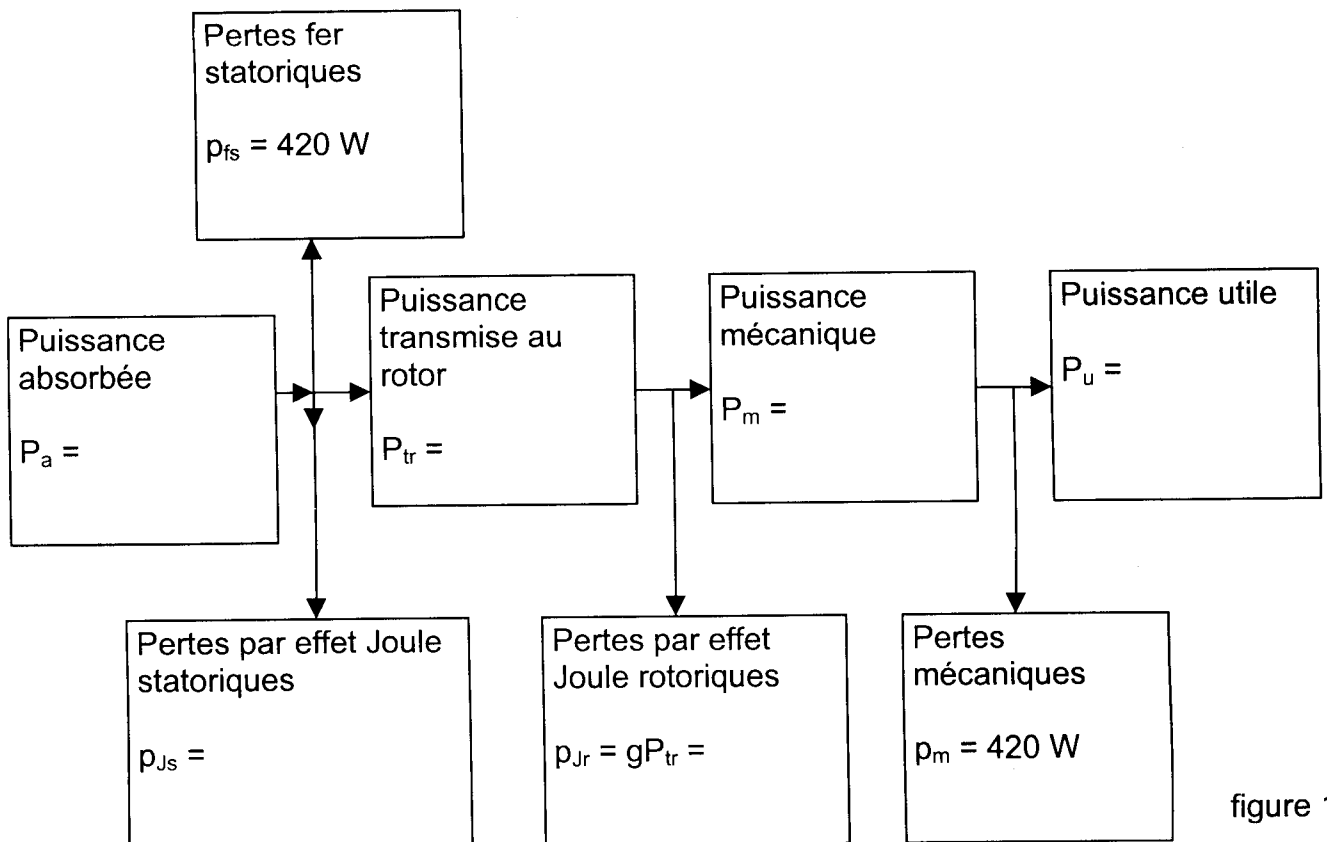


figure 12

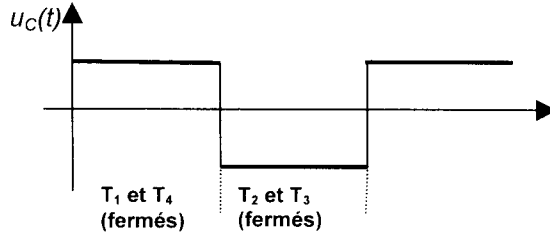
CORRIGE page 1/2

Problème n°1 : onduleur autonome (10 points).

1. Le récepteur est une résistance de 100Ω

a) Préciser sur le document réponse n°1, pendant une période T , les interrupteurs commandés, d'après la forme de la tension $u_c(t)$.

(1 point)

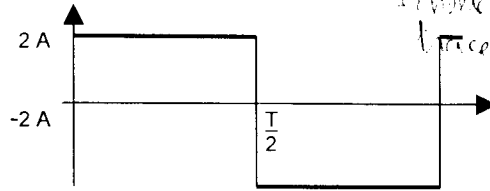


b) Donner la valeur de U_M . $U_M = E = 200 \text{ V}$ (0,5 point)

c) Donner l'allure du courant $i_c(t)$ sur le document réponse n°1.

$i_c(t)$

(1 point)



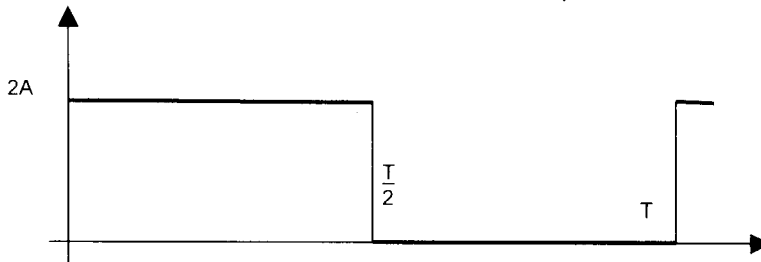
d) Calculer la valeur efficace I_c de $i_c(t)$. $I_c = 2 \text{ A}$ (1 point)

e) En déduire la puissance dissipée dans la charge de résistance $R = 100 \Omega$. $P = RI_c^2 = 400 \text{ W}$ (0,5 point)

f) Donner l'allure du courant $i_1(t)$ traversant l'interrupteur T_1 sur une période

$i_{K1}(t)$

(1 point)



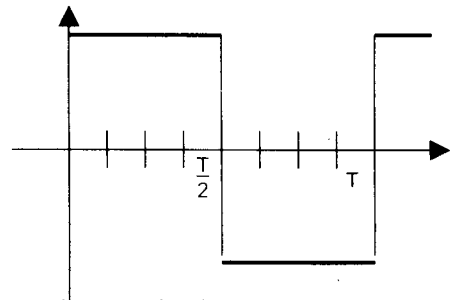
g) Calculer la valeur moyenne $\langle i_1 \rangle$ de $i_1(t)$. $\langle i_1 \rangle = \text{aire} / T = 1 \text{ A}$ (0,5 point)

h) Quels composants peut-on utiliser pour réaliser les interrupteurs ?
Transistors ou thyristors (0,5 point)

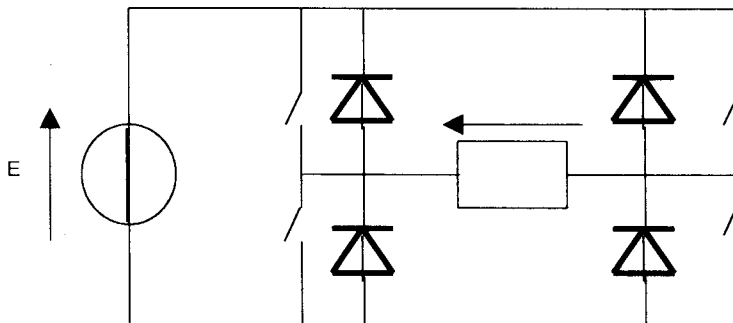
2. La charge est maintenant de nature inductive.

a) Dessiner le chronogramme de l'intensité $u(t)$ sur le document réponse n°2.

(1 point)



b) Pour pouvoir utiliser l'onduleur sur une telle charge, il faut ajouter une diode aux bornes de chaque interrupteur. Dessiner le schéma complet avec ces diodes (1 point)



c) Compléter la figure 10 en indiquant les éléments passants dans chaque intervalle de temps. (2 point)

cas	$u > 0$ $i < 0$	$u > 0$ $i > 0$	$U < 0$ $i > 0$	$U < 0$ $i < 0$
éléments	D_1 et D_4	T_1 et T_4	D_2 et D_3	T_2 et T_3

d) Citer une application possible de cet onduleur : **alimentation de secours ou de petit moteur alternatif monophasé** (0,5 point)

CORRIGE page 2/2

Exercice n°2 : moteur asynchrone triphasé (10 points).

1. a) Des deux tensions indiquées sur la plaque signalétique, quelle est celle que peut supporter un enroulement du stator ? **230 V (0,5 point)**
 b) En déduire le couplage du stator pour un réseau 230 V. **triangle (0,5 point)**
 c) Quelle est la fréquence de rotation au synchronisme ?

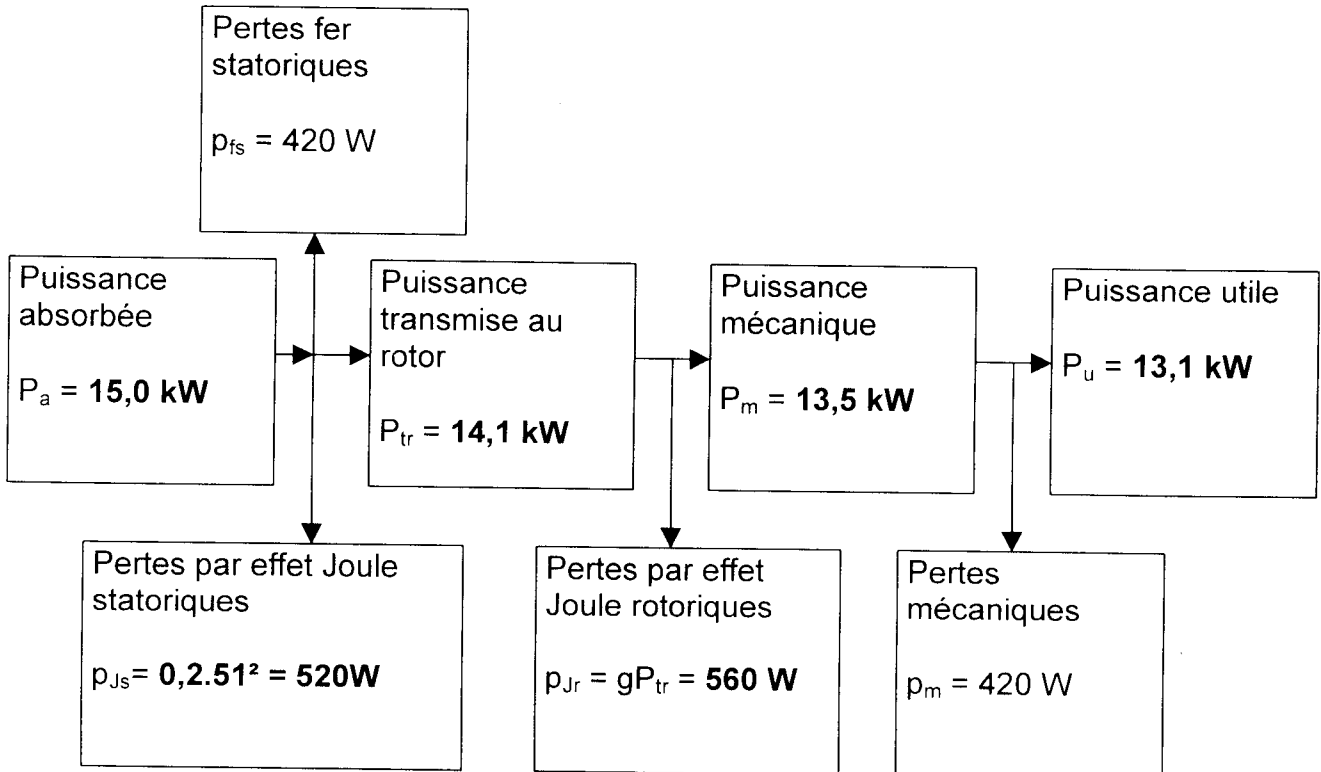
$p = 2$ $n_s = 50 \times 60 : 2 = 1500 \text{tr.min}^{-1}$ (1 point)

2. Dans le fonctionnement à vide, calculer :

- a) le facteur de puissance : **$\tan \varphi = 7,12$ $\cos \varphi = 0,139$ (1 point)**
 b) l'intensité du courant en ligne $I_0 = P_0 / 230 \cdot 0,139 \sqrt{3} = 16,2 \text{ A}$ (1 point)
 c) les pertes dites constantes. **$P_0 - p_{Js} = 900 - 0,2 \cdot 16,2^2 = 847 \text{ W}$ (1 point)**

3. Pour l'essai en charge :

- a) Déterminer la fréquence de rotation : **$n = n_s(1-g) = 1440 \text{ tr.min}^{-1}$ (1 point)**
 b) Compléter le bilan des puissances en indiquant la valeur numérique de chacune des puissances non données sur le document réponse n°3.



(0,25 point par réponse)

- c) Calculer le rendement, le moment du couple utile et le facteur de puissance. (1,5 points)

$$\eta = P_u / P_a = 13,1 / 15,0 = 87 \% ;$$

$$T_u = P_u / 2\pi n = (13100 \times 30) / (1440\pi) = 88 \text{ N.m} ;$$

$$\cos \varphi = P_a / S = 15000 / 230 \times 51 \sqrt{3} = 0,74$$

d) Déterminer la capacité des trois condensateurs qui montés en triangle relèveraient le facteur de puissance à 0,93. **P reste égale à 15 kW ; tanφ devient 0,39 au lieu de 0,91 ; Q devient 5,9 kvar au lieu de 13,6 kvar ; l'ensemble des 3 condensateurs, sous 230 V, doit fournir 7,7 kvar ; C = 155 μF.**

1 point