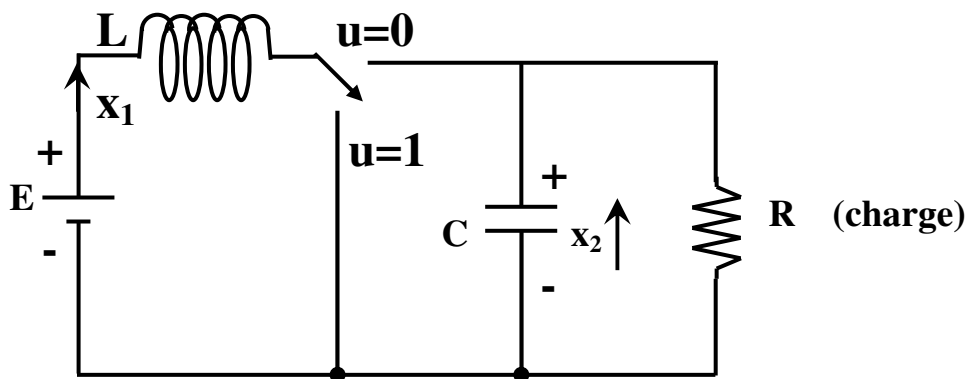


EXAMEN FINAL**Automne 2008**Durée de l'épreuve : **2 heures**

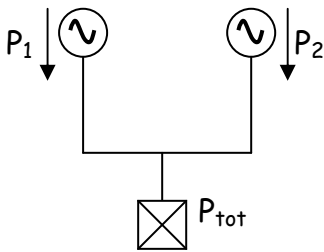
- Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de la totalité du texte du sujet avant de répondre à toute question.
- Les candidats doivent respecter les notations de l'énoncé et préciser, dans chaque cas, la numérotation de la question.
- On accordera la plus grande attention à la clarté de la rédaction, à la présentation, aux schémas et à la présence d'unité de mesure. Les résultats seront encadrés.

Les exercices sont indépendants - Documentation : Une feuille A4 recto/verso est autorisée

Exercice 1: Dissipation énergétique d'un convertisseur de puissance

On désire réguler la tension aux bornes de la charge R.

- 1) Donnez les équations d'état de ce convertisseur
- 2) Quels sont les points d'équilibre de ce système
- 3) Quelle est sa fonction d'énergie
- 4) Conclure sur la dissipation énergétique

Exercice 2: Dispatching économique

Considérons une zone d'un réseau d'énergie comprenant deux centrales de production devant fournir une puissance totale P_{tot} . Les coûts de production des centrales sont respectivement :

$$C_1 = 10P_1 + 0.008P_1^2 \quad (\text{€/heures avec } P_1 \text{ en MW})$$

$$C_2 = 8P_2 + 0.009P_2^2 \quad (\text{€/heures avec } P_2 \text{ en MW})$$

- 1) Déterminer, en fonction de P_{tot} , les valeurs de P_1 et P_2 qui minimisent le coût total de production.
- 2) Déterminer, en fonction de P_{tot} , le coût incrémental de chaque centrale et le coût de production.

Problème : Véhicule Electrique

Nous allons dimensionner la source d'énergie et l'autonomie nécessaire au fonctionnement d'un véhicule utilitaire électrique à vocation urbaine.

La masse totale du véhicule en charge est $m=1400$ kg. Sa vitesse maximale est fixée à $\hat{V}_{VE} = 90 \text{ km.h}^{-1}$. La vitesse maximale du moteur (électrique) est $\hat{N} = 7000 \text{ tr.mn}^{-1}$.

Détermination de la puissance nécessaire

Pour calculer la puissance que doit fournir le moteur, on s'intéresse à trois situations typiques.

Situation n°1 : terrain plat et vitesse maximale

Situation n°2 : rampe de 8 % et vitesse de 50 km/h

Situation n°3 : accélération en plat. En palier, on désire passer de l'arrêt à la vitesse de 48 km/h en 18 s (cycle normalisé).

Soit le tableau ci-après récapitulatif, pour chaque situation, le couple et la puissance que doit fournir le moteur ainsi que sa vitesse de rotation.

Situation	Terrain plat et vitesse maximale	Terrain plat et vitesse de 50 km/h	Rampe de 8 % et vitesse de 50 km/h	Accélération en plat (arrêt à 48km.h ⁻¹ en 18 s)
Couple à fournir par le moteur (Nm)	29.6	13.6	54.4	51.5
Vitesse de rotation du moteur (tr/mn)	7000	$7000 \cdot (50/90) = 3889$	$7000 \cdot (50/90) = 3889$	$7000 \cdot (48/90) = 3730$
Puissance à fournir par le moteur (kW)	21.7	5.5	22.1	20.1

1/ En fonction des exigences du cahier des charges, quelle est la puissance (vitesse(s)) maximale que doit fournir le moteur électrique ?

Dimensionnement de la source d'énergie

Dans ce qui suit, on supposera que le rendement de l'ensemble convertisseur-machine reste égal à 0,80, quel que soit le point de fonctionnement.

2/ Pour ce véhicule, l'autonomie désirée est de 200 km à 50 km/h (vitesse stabilisée) et en palier (route horizontale). Le moteur devant alors fournir une puissance de 5,5kW, quelle doit être la valeur de l'énergie embarquée à bord du véhicule ?

3/ La batterie utilisée (accumulateurs Li-Ion) ayant une énergie massique de 120Wh/kg, que doit être sa masse ?

4/ La batterie utilisée ayant une tension minimale de 108 V pour une tension nominale de 120 V, quel est le courant maximal appelé par le convertisseur à 50 km/h et en palier ?

5/ Quel est le courant maximal appelé par le convertisseur à 50 km/h et en rampe de 8 % ?

6/ Quel est le courant maximal appelé par le convertisseur à 90 km/h et en palier ?

7/ Quelle est l'autonomie du véhicule (en distance et en temps) à 90 km/h et en palier ?

8/ Dimensionnez le variateur à installer dans ce véhicule.

Comparaison avec d'autres formes de stockage d'énergie

9/ Pour la même autonomie (200 km à 50 km/h), quelle masse de carburant SP98 faut-il utiliser? L'énergie massique du SP98 est 12,33 kWh/kg? Sachant que la masse volumique du SP98 est de 0.765 Kg/litre, en déduire le volume en litre du carburant utilisé? Discuter du résultat obtenu.

10/ Pour la même autonomie (200 km à 50 km/h), quelle masse d'hydrogène faut-il utiliser si l'on utilise une pile à combustible ? L'énergie massique de l'hydrogène est 40 kWh/kg.

11/ Quelles sont les solutions techniques envisageables pour promouvoir le marché du véhicule électrique ?