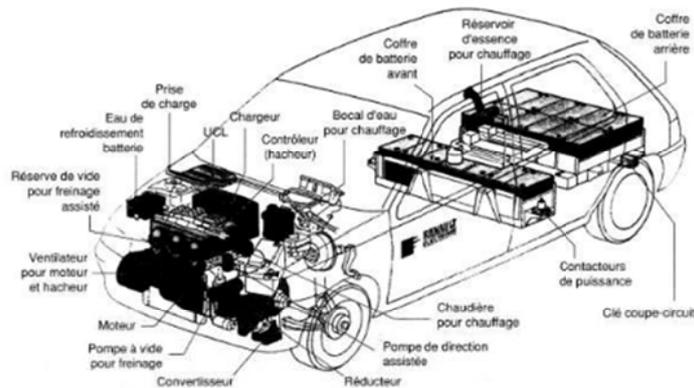


STOCKAGE DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

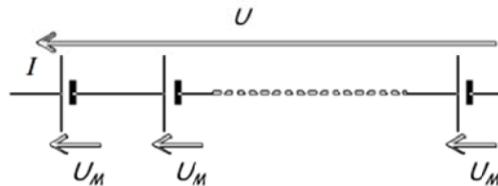
Problème 1 : Etude de la batterie d'un véhicule électrique



La structure d'un véhicule électrique est représentée ci-contre. Une des difficultés est le stockage de l'énergie électrique dans les batteries.

Etude de la batterie d'accumulateurs.

La batterie d'accumulateurs est réalisée par l'assemblage en série de 19 monoblocs.



Un monobloc est un élément accumulateur de masse 12,7 kg. Il présente une tension de 6 V à ses bornes et peut débiter un courant électrique de 100 A pendant une heure : on dit qu'il a une capacité (correspondant à la quantité d'électricité stockée) de 100 Ah.

D'après le schéma ci-contre,

1. Que peut-on dire de l'intensité du courant débité par l'ensemble des accumulateurs ? Leurs capacités s'ajoutent-elles dans cette association série ?
2. Déterminer la tension U aux bornes de la batterie d'accumulateurs.

La batterie d'accumulateur fournit l'énergie électrique au moteur qui propulse le véhicule. En fonctionnement nominal, le moteur absorbe un courant continu d'intensité $I = 183$ A. La capacité de la batterie est de 100 Ah .

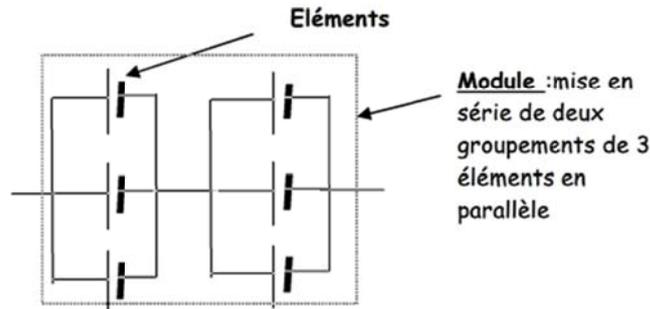
3. Calculer l'énergie totale dont on dispose dans cette batterie.
4. Calculer la puissance à laquelle est débitée l'énergie
5. Calculer le temps t_0 au bout duquel la batterie sera complètement déchargée.

La charge complète des batteries dure 6 h 30. La durée de vie de la batterie correspond à 1500 cycle de charge et de décharge. On estime qu'en fonctionnement nominal, la batterie peut se décharger en 30 min.

6. Quel est le nombre maximal de cycle de charge et de décharge possible par jour.
7. En déduire le nombre de jours correspondant à la durée de vie de la batterie.

Problème 2 : Autonomie d'un véhicule électrique

La batterie d'une Peugeot 106 électrique est de type Lithium-Ion. Elle contient un certain nombre d' « éléments » associés en « modules » comme ci-dessous.



Les modules sont associés les uns aux autres en série.

La tension moyenne aux bornes d'un élément vaut 3,5V.

- Déterminer la tension U_m aux bornes d'un module.
- Sachant que la batterie contient en tout 180 éléments, déterminer le nombre de modules que contient cette batterie puis la tension U_0 à ses bornes.

Pour que le véhicule roule à 110km/h, la batterie doit fournir une puissance constante de $P_{batt}=20kW$. Pour cette condition de fonctionnement, le constructeur de la batterie annonce une énergie disponible $W_{batt}=24kWh$.

- Déterminer l'énergie disponible d'un élément notée $W_{élément}$ (en Wh) .
- Déterminer la capacité d'un élément de batterie $Q_{élément}$ en Ah.

Au régime de fonctionnement décrit ci-dessus :

- Déterminer la durée t_{batt} (en heures) pendant laquelle la batterie pourra fournir la puissance P_{batt} .
- En déduire l'autonomie du véhicule à 110km/h, c'est à dire la distance d qu'il est capable de parcourir à cette vitesse.

Problème 3 : Véhicule hybride

Fonctionnement à vitesse stabilisée

On s'intéresse à un fonctionnement à vitesse stabilisée $v = 40km.h^{-1}$ d'un moteur électrique de véhicule hybride. Pour ce fonctionnement à faible vitesse seul le moteur électrique est sollicité. Il fonctionne alors «à couple constant ». Les forces s'opposant au mouvement valent $F_r = 320N$. La force de traction F a pour expression : $F = 3,77.T$ (F exprimée en N, T en N.m)

- Calculer le couple électromagnétique T développé par la machine synchrone
- Calculer la puissance mécanique développée par la machine synchrone.
- Calculer la valeur moyenne I_b du courant délivré par la batterie si celle-ci délivre une tension $U_b=312V$. Les interrupteurs de l'onduleur sont supposés parfaits et les pertes du moteur électrique négligées.
- La tension d'alimentation $U_b=312V$ est délivrée par une batterie d'éléments NiMH (Nickel-Métal-Hydrure) en série de 1,2V chacun. Calculer le nombre d'éléments mis en série.
- La batterie ayant une capacité totale de 6,5 Ah, calculer l'autonomie horaire théorique du véhicule en supposant qu'il se déplace à vitesse stabilisée $v = 40km.h^{-1}$. Quelles remarques vous inspire le résultat obtenu ?

Bilan énergétique

Les schémas de la figure 9 et de la figure 10 du document réponse illustrent le fonctionnement simplifié, du point de vue énergétique, du système de propulsion hybride ainsi que celui d'un système classique, et ce pour un même parcours moyen de 100 km. Le système hybride présente les avantages suivants :

- grâce au répartiteur de puissance, le moteur thermique fonctionne uniquement sur sa plage de rendement la plus favorable (ainsi, lorsque la voiture effectue un départ arrêté ou lorsqu'elle roule à faible vitesse, le groupe thermique est coupé et le moteur électrique entraîne seul les roues).
- en décélération ou en freinage, le moteur électrique devient générateur et recharge la batterie. Le système fonctionne alors en récupération d'énergie.

- f) Compléter le schéma de la figure 1 du document réponse en calculant les valeurs des énergies inconnues.
- g) Compléter le schéma de la figure 2 du document réponse en calculant les valeurs des énergies inconnues.
- h) Sachant qu'un litre d'essence peut fournir une énergie de 10 kWh, calculer la consommation d'essence des deux types de véhicules, sur un parcours moyen de 100 km.
- i) Le constructeur indique que la voiture hybride permet une économie d'essence de 30% par rapport à une voiture classique de puissance similaire. Pouvez-vous confirmer cette affirmation ?

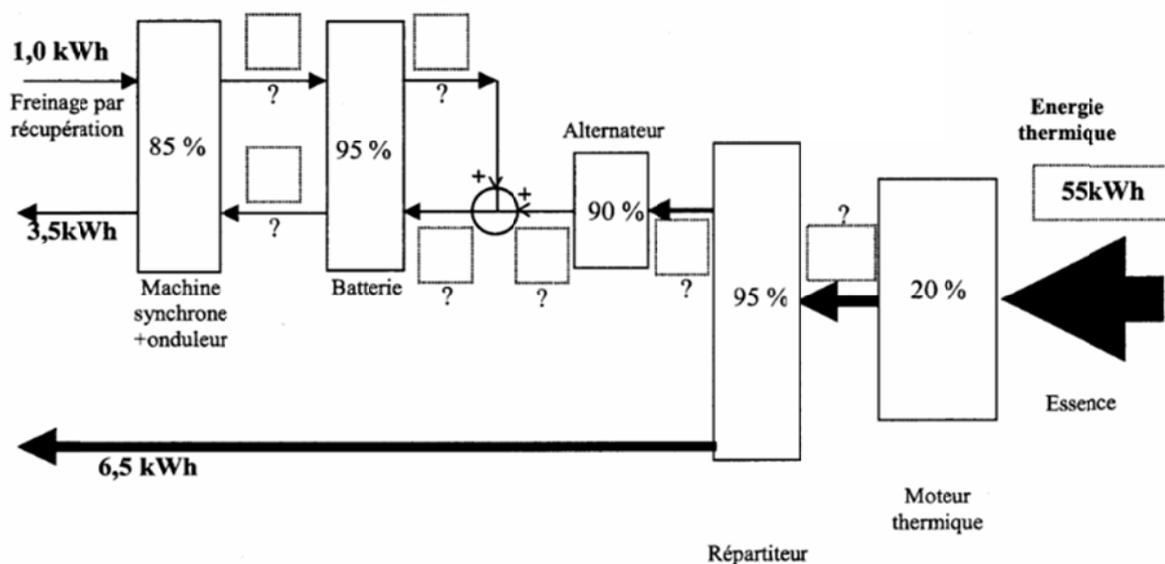


Figure 1 : flux d'énergie correspondant à un parcours moyen de 100 km pour le système de propulsion hybride (les pourcentages indiqués correspondent aux différents rendements)

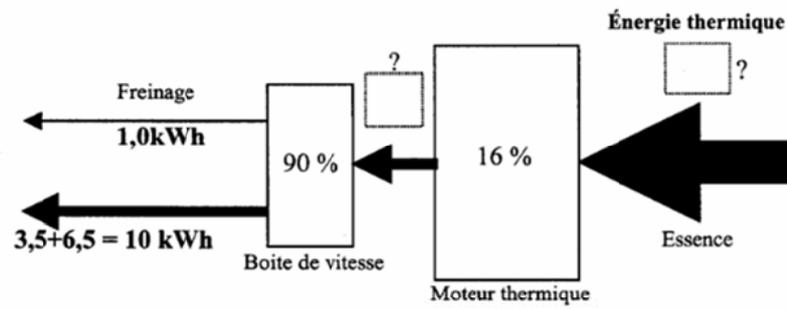


Figure 2: flux d'énergie correspondant à un parcours moyen de 100 km pour le système de propulsion thermique classique (les pourcentages indiqués correspondent aux différents rendements)