

MEDIAN SM 59 – 2011

1. Questions de cours (5 points)

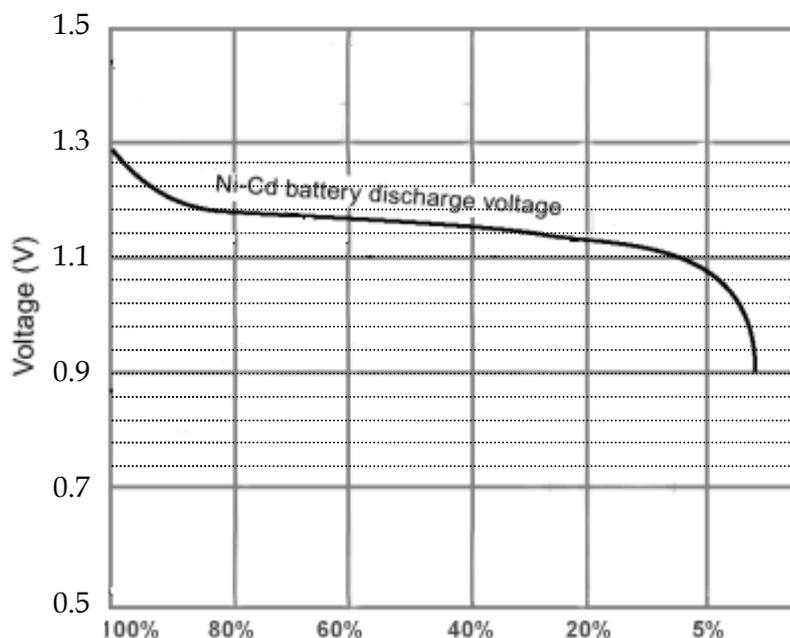
- 1.1 En prenant en considération l'essence, le gasoil et le GPL, comparez ces carburants en fonction de leur densité d'énergie (à exprimer en Wh/kg). Qu'en est-il de leur densité volumique (en Wh/l) ?
- 1.2 Dans le cas d'un véhicule hybride (moteur thermique + batterie et moteur électrique), comment est utilisée la batterie ? Quel est le principal avantage et le principal inconvénient de ce type de fonctionnement ?
- 1.3 Faites un bilan comparatif entre un réservoir rempli de 50 litres de gasoil avec son équivalent énergétique en batterie Li-Ion (les meilleures possibles).

2. Exercice (4 points)

Un véhicule électrique à une caractéristique puissance (P en W) vitesse (v en km/h) ayant l'équation suivante : $P(v) = 2,5.v^2 - 19,7v$

On considère que la chaîne de traction a un rendement unitaire.

Ce véhicule est équipé de 22 blocs - batteries Ni-Mh (6V - 100 Ah) montées en série. La caractéristique de tension d'un élément de cette batterie est donnée ci-dessous :



La batterie est utilisée avec un SoC variant de **100% à 20%**.

- 2.1 Quelle est l'énergie utilisable de la batterie en Wh et en Joules ?
- 2.2 Quelle est l'autonomie (km) du véhicule à 50 km/h et à 90 km/h ?
- 2.3 On mesure une tension du pack batterie de 123,2 V. Quel est son SoC ?

3. Problème (11 points) – temps conseillé : 1 h 15

3.1 Cycle de référence

On définit le cycle de référence suivant représentant l'évolution de la puissance aux roues motrices d'un véhicule au cours du temps :

- Phase 1 : progression linéaire de la puissance de traction de 0 à 55 kW en 8 s ;
- Phase 2 : freinage pendant 4 s, progression linéaire de la puissance de freinage de 95 kW à 0 kW ;
- Phase 3 : véhicule à l'arrêt pendant 3 s ;
- Phase 4 : progression linéaire de la puissance de traction de 0 à 85 kW en 12 s ;
- Phase 5 : vitesse stabilisée pendant 5 s à 25 kW ;
- Phase 6 : freinage pendant 8 s, progression linéaire de la puissance de freinage de 105 à 0 kW.

La distance parcourue pendant le cycle est de 1,15 km.

3.1.1. Représentez sur un graphique l'évolution temporelle de la puissance transmise par les roues.

3.1.2. Quelle est la quantité d'énergie (en Wh) transmise par les pneumatiques pour chaque phase ?

3.1.3. Représentez sur un graphique l'évolution temporelle de l'énergie en Wh transmise par les roues.

3.2 Cas d'un véhicule électrique alimenté par batteries

Hypothèses :

- Le rendement de la transmission mécanique est de 88 % ;
- Le rendement du moteur électrique et de son électronique de puissance est de 84 % ;
- Les batteries ont les caractéristiques suivantes : 89 Wh/kg et 150 Wh/l ;
- Le freinage est assuré à 55 % par le moteur électrique (le reste est assuré par les freins mécaniques).

3.2.1. Réaliser un schéma de principe de la chaîne de traction complète en faisant apparaître les différents points de rendement.

3.2.2. Représentez sur un graphique l'évolution de la puissance électrique du moteur électrique.

3.2.3. Quelle est la quantité d'énergie chimique (Wh) transitant par les batteries sur le cycle (rendement des batteries supposé unitaire) ?

3.2.4. Quel poids et quel volume de batterie faudrait-il en supposant que l'on répète le même cycle sur 100 km ?

La batterie est composée de 410 cellules en séries de tension nominale 1,2 V. On considère que la variation de tension de la cellule **est linéaire** en fonction de son SoC. La tension de cellule varie entre 1,3 V (SoC = 100 %) et 0,9 V (SoC = 20 %). On ne descendra jamais en dessous de 20% de SoC. La résistance interne d'une cellule est de 0,45 mΩ.

3.2.5. Dessinez le schéma équivalent de la batterie.

3.2.6. Quelle doit être la capacité nominale d'une cellule pour une autonomie de 100 km ?

3.2.7. Tracez sur un graphique l'évolution de la tension aux bornes de la batterie sur un cycle pour un SoC de 40 %. Faites de même pour l'évolution du courant batterie.

3.3 Cas d'un véhicule à moteur thermique

Hypothèses :

- Le rendement de la transmission mécanique est de 85 % ;
- Le rendement moyen du moteur thermique est de 25 % ;
- On utilise comme carburant de l'essence SP 95 ;
- La consommation de carburant du moteur thermique est nulle dans les phases de freinage ;
- On néglige l'effet du frein moteur au niveau du moteur thermique.

3.3.1. Représentez sur un graphique l'évolution de la puissance mécanique délivrée par le moteur thermique.

3.3.2. Quelle est la quantité d'énergie chimique consommée par le moteur thermique pour réaliser ce cycle ?

3.3.3. Quelle est la consommation moyenne en litres pour 100 km ?

3.3.4. Comparer par rapport au véhicule à batterie.