

## 1. But

Etudier un convertisseur électromécanique et son caractère réversible. Etude d'une génératrice à vide puis en charge.

## 2. Introduction : La voiture hybride

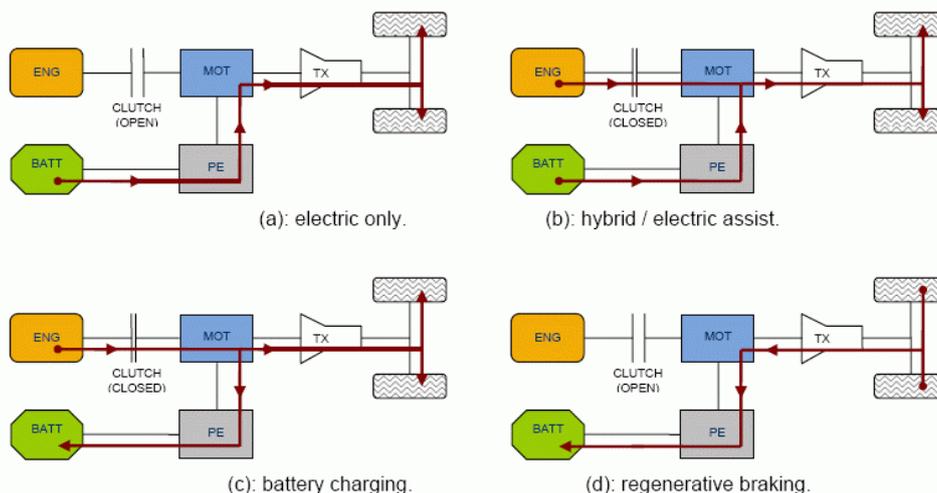
Une automobile hybride électrique est une automobile faisant appel à deux stockages d'énergie distincts pour se mouvoir, dont l'un de nature électrique. Un tel véhicule n'a pas besoin d'une source extérieure d'énergie électrique (de type branchement au réseau électrique), mais peut bénéficier d'un tel système : c'est alors une automobile hybride rechargeable.

On les désigne généralement simplement comme voiture hybride dans le cas de l'association d'un moteur thermique et d'une machine électrique réversible. Les hybrides font appel à un dispositif de stockage électrique réversible (supercondensateur ou batterie d'accumulateurs).

Le principe général de fonctionnement consiste à combiner un moteur électrique (souvent réversible en générateur) avec un moteur thermique pour propulser un véhicule.

Les différentes phases de fonctionnement :

1. Lorsque le véhicule est immobile, les deux moteurs sont à l'arrêt ;
2. Au démarrage, c'est le moteur électrique qui assure la mise en mouvement de la voiture, jusqu'à une vitesse de l'ordre de 50 km/h ;
3. Lorsqu'une vitesse plus élevée est atteinte ou qu'une accélération forte est demandée, le moteur thermique prend le relais pour remplacer progressivement le moteur électrique ;
4. En cas de très forte accélération, les deux moteurs fonctionnent simultanément, ce qui permet une accélération supérieure ;
5. En phase de décélération, de descente et de freinage, une part de l'énergie cinétique est transformée par le moteur/générateur en électricité pour recharger les batteries, assurant ainsi le rôle de frein moteur et soulageant les freins mécaniques.



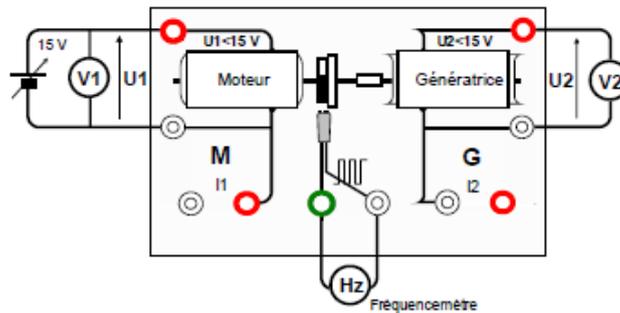
D'après <http://sunny-m-world.webnode.fr/products/la-voiture-hybride/>

- ① Quels sont les deux types de moteur dans la voiture hybride ?
- ② Que signifie « machine électrique réversible » ?
- ③ Représenter la chaîne énergétique de la voiture hybride lors du démarrage.
- ④ Associer à chaque phase de fonctionnement 2, 3, 4 et 5 une situation (a), (b), (c) ou (d) du schéma ci-dessus.
- ⑤ Pourquoi une voiture hybride n'a-t-elle pas besoin d'une source extérieure d'énergie électrique (de type branchement au réseau électrique) ?
- ⑥ Expliquer pourquoi les véhicules hybrides n'ont que peu d'intérêt dans le cas d'une utilisation autoroutière.

### 3. Etude de la génératrice à vide

① On étudie le module constitué par un moteur et une génératrice. Le moteur est alimenté par un générateur qui fournit une tension  $U_1$  et délivre une intensité  $I_1$ . L'arbre du moteur entraîne la rotation de l'arbre d'une génératrice électrique, supposée parfaitement identique au moteur utilisé. La génératrice utilise en fait la réversibilité du moteur électrique. Représenter le bilan énergétique de l'ensemble moteur-génératrice.

② Réaliser le schéma du montage suivant :



③ Faire varier  $U_1$  à partir de 4,5 V jusqu'à 10 V et noter les valeurs de  $U_1$ ,  $U_2$  et  $f$  dans un tableau.

④ Tracer la courbe de  $U_2$  en fonction de la fréquence  $f$ .

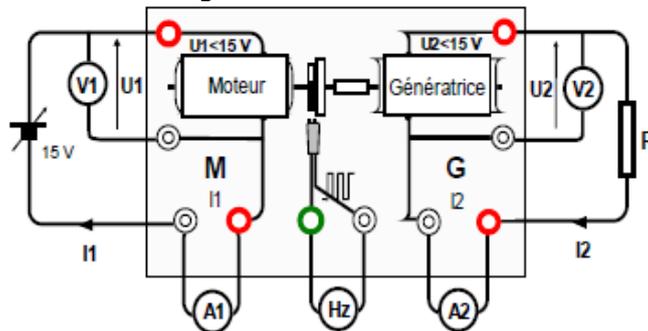
⑤ Quelle est l'allure de la courbe obtenue ?

### 4. Etude de la génératrice en charge

Pour réaliser cette étude, on place aux bornes de la génératrice une résistance de charge de  $22 \Omega$  qui fait office de charge mécanique pour la génératrice.

#### 4.1 Expérience

① Réaliser le schéma du montage suivant :



② Faire varier  $U_1$  à partir de 4,5 V jusqu'à 10 V et noter les valeurs de  $U_1$ ,  $I_1$ ,  $U_2$ ,  $I_2$  et  $f$  dans un tableau.

#### 4.2 Exploitation des mesures

① Donner l'expression de  $P_1$ , puissance fournie par l'alimentation et de  $P_2$ , puissance à la sortie de la génératrice en fonction des grandeurs mesurées.

② Donner l'expression du rendement du moteur  $\eta_m$  en fonction de  $P_1$  et  $P_m$  (puissance utile du moteur)

③ Donner l'expression du rendement de la génératrice  $\eta_g$  en fonction de  $P_2$  et  $P_m$ .

④ En déduire l'expression du rendement  $\eta_{tot}$  de l'ensemble moteur-génératrice.

⑤ Le moteur et la génératrice sont identiques, on peut alors faire l'approximation suivante :  $\eta_m = \eta_g$ . Donner l'expression du rendement du moteur  $\eta_m$  en fonction de  $\eta_{tot}$ .

⑥ Donner l'expression du couple  $C$  en fonction de  $P_2$  et de  $f$ .

⑦ Ajouter cinq colonnes au tableau de mesures précédant pour calculer  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $C$ ,  $\eta_{tot}$  et  $\eta_m$ .

**Détailler un calcul pour chaque grandeur précédente à partir d'une valeur numérique du tableau. Attention, ne pas exprimer le rendement  $\eta_{tot}$  en %, il doit être inférieur à 1. Par contre,  $\eta_m$  doit être exprimé en %.**

⑧ Tracer la courbe  $\eta_m$  en fonction de la fréquence  $f$ .

⑨ Quelle est l'allure de la courbe ?

⑩ Faire apparaître sur la courbe la valeur maximale du rendement du moteur et donner sa valeur.