

## TECHNOLOGIE

ETUDE DE SYSTEMES D'ASSISTANCE DE DIRECTION DE VEHICULES  
(ELECTRIQUE ET HYDRAULIQUE)

Le texte comporte trois parties principales.

- A - PRESENTATION GENERALE (Descriptif)
- B - ETUDE (4 heures) : BI : Etude Electrique. (Pages 1, 2, 3)  
BII : Etude Mécanique. (Pages 3, 4, 5, 6)
- C - AVANT-PROJET (4 heures) : CI : Avant - Projet Electrique. (Pages 7, 8)  
CII : Avant - Projet Mécanique. (Pages 8, 9,10)

- La partie étude sera faite le matin de 8h à 12h.

- La partie avant - projet sera faite l'après midi de 12h30 à 16h30.

Le texte relatif à la partie avant - projet ne sera distribué qu'à 12h30. Le texte relatif à l'étude sera laissé aux candidats pendant la totalité de l'épreuve.

Les candidats rendent 4 copies séparées pour les parties BI, BII, CI et CII qui sont indépendantes.

Les parties BI et BII seront relevées à 12h. Les parties CI et CII seront relevées à 16h30.

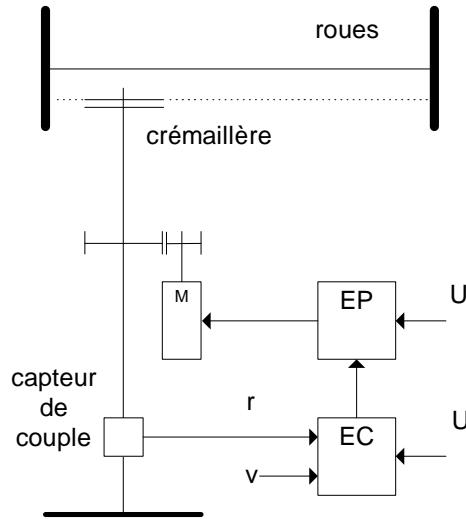
## A- PRESENTATION GENERALE

Sur de nombreux véhicules, l'assistance de direction facilite grandement les manœuvres sur place ou à vitesse réduite. Diverses solutions sont apparues durant ces dernières années. Le sujet se propose d'étudier deux systèmes : l'un électrique, l'autre hydraulique.

## BI - ETUDE ELECTRIQUE

Les questions I, II, III sont indépendantes.

Principe d'une direction assistée par moteur électrique.



Le moteur M transmet sur l'arbre du volant un couple s'ajoutant au couple exercé par le conducteur.

L'ensemble électronique de puissance (EP) prend l'énergie sur la batterie d'accumulateur (B) et règle le couple du moteur (M) en fonction des signaux de commande issus du bloc électronique de commande (EC).

L'électronique de commande (EC) élabore les signaux de commande de l'électronique de puissance en fonction des paramètres influant sur l'assistance de la direction, en particuliers le couple exercé par le conducteur sur l'axe du volant ( $\Gamma$ ) et la vitesse de déplacement du véhicule  $V$ .

Nous allons étudier, d'une façon simplifiée, le comportement dynamique de l'ensemble électromécanique en boucle ouverte.

# ETUDE DYNAMIQUE DE L'ENSEMBLE ELECTROMECANIQUE SIMPLIFIE

Les Questions I, II, III sont indépendantes.

Le dispositif étudié comporte un moteur électrique à courant continu et un ensemble mécanique entraîné par le moteur. L'ensemble mécanique, rotor compris, est modélisé par un volant de moment d'inertie  $J$  et des frottements visqueux tels que, en régime permanent, la puissance sur l'arbre est égale à  $f \cdot \Omega^2$ ;  $f = \text{constante}$ ;  $\Omega$ , vitesse de rotation de l'arbre.

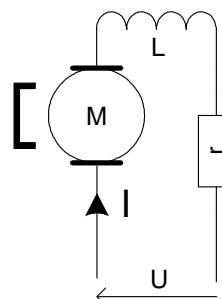
Le moteur à courant continu est à aimants permanents (flux constant), le circuit d'induit a une résistance  $r$  et une inductance  $L$  (figure 1). La force électromotrice de rotation est égale à :  $E = k \cdot \Omega$ , le moment du couple électromagnétique est égal à :  $\Gamma_m = k \cdot I$ ;  $I$  courant d'induit ;  $\Omega$  vitesse de rotation (les constantes  $k$  sont les mêmes si le système d'unités est cohérent).

### Question 1.

Les caractéristiques nominales de la machine sont notées, en moteur :  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $\Omega_n$ .

Calculer les coefficients  $k$  et  $f$ , en précisant leurs unités, en fonction de  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $\Omega_n$ ,  $r$ .

Application numérique :  $U_n = 12V$ ,  $I_n = 20A$ ,  
 $\Omega_n = 100\pi \text{ rd/s}$ ,  $r = 0,1 \text{ Ohm}$



Moment d'inertie totale :  $J$   
Puissance sur l'arbre en régime permanent =  $f \cdot \Omega^2$

Figure 1

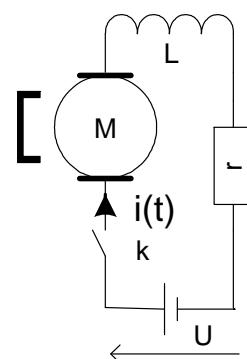
### Question 2. Cette question est complètement indépendante de la question 1.

A l'instant  $t = 0$ , moteur initialement à l'arrêt, on branche sur l'induit du moteur une source de tension  $U$ , en fermant l'interrupteur  $k$  (figure 2).

Ecrire les équations différentielles représentant le fonctionnement de l'ensemble moteur + charge.

En déduire l'équation différentielle du 2ème ordre permettant de calculer  $\Omega(t)$ .

Préciser les différents types de régimes transitoires que l'on peut obtenir.



Moment d'inertie totale :  $J$   
Puissance sur l'arbre en régime permanent =  $f \cdot \Omega^2$

Figure 2

Calculer  $\Omega(t)$  et  $i(t)$  dans le cas où  $r = 0$  et  $f = 0$ . Montrer que, pour le circuit électrique, le moteur dont le moment d'inertie est  $J$  se comporte comme un condensateur, calculer la valeur du condensateur équivalent à l'ensemble moteur (inertie  $J$ ).

Application numérique :  $J = 1 \text{ kg.m}^2$ ,  $E = 120 \text{ V}$  pour  $\Omega = 50 \cdot \pi \text{ rd/s}$ ,  $L = 10 \text{ mH}$  (inductance de lissage lorsque le moteur est associé à un convertisseur statique).

### Question 3 (question indépendante des questions 1 et 2).

A l'instant  $t = 0$ , l'induit du moteur est branché sur une source de courant  $I$ , le moteur est initialement à l'arrêt. (figure 3)

Ecrire les équations permettant de calculer la tension aux bornes de l'induit  $U(t)$  et la vitesse de l'arbre  $\Omega(t)$

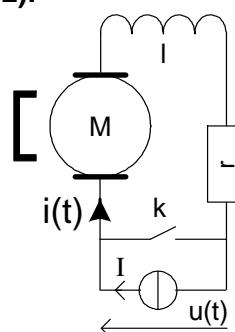
Calculer  $U(t)$  et  $\Omega(t)$  et tracer les graphes correspondants.

Montrer que vis à vis du circuit électrique, le moteur est équivalent à un condensateur  $C$  en parallèle avec une résistance  $R$ . Calculer  $C$  et  $R$  en fonction des caractéristiques du moteur et de l'ensemble mécanique.

Application numérique :

$J = 1 \text{ kg.m}^2$ ,  $E = 120 \text{ V}$  pour  $\Omega = 50 \cdot \pi \text{ rd/s}$ ,

$I = I_n = 50 \text{ A}$ ,  $r = 0,2 \Omega$ .



Moment d'inertie totale :  $J$   
Puissance sur l'arbre en régime permanent =  $f \cdot \Omega^2$

Figure 3