

Connaissances	Moteur électrique à courant continu
Capacités	Mettre en œuvre des appareils de mesure Analyser les résultats expérimentaux
Activités (1 H)	Simuler la commande du moteur à courant continu du pilote automatique.

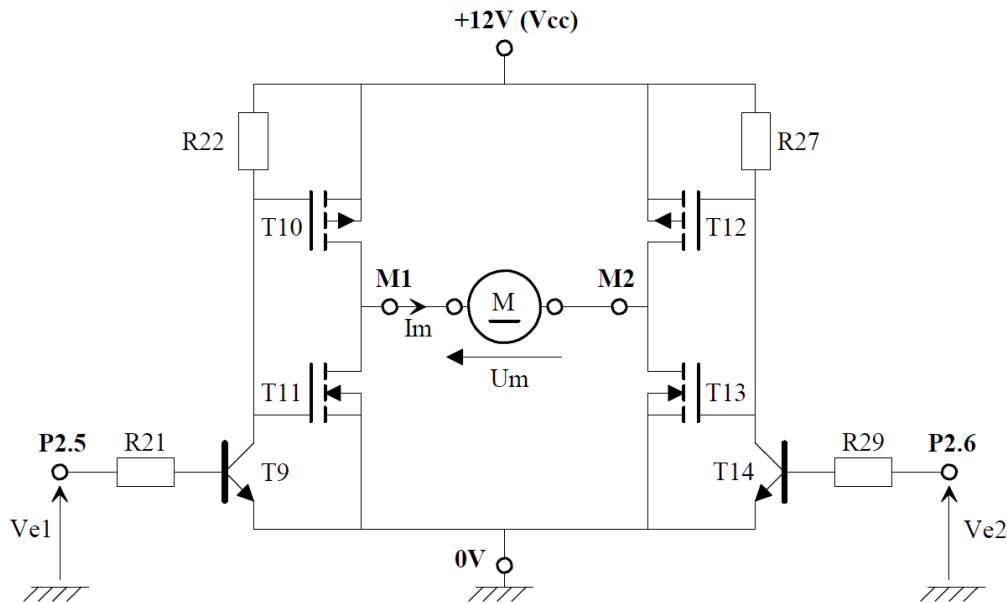
Ressources documentaires	Dossier technique pilote automatique
Ressources matérielles	Maquette didactique pilote automatique, alimentation stabilisée, GBF, oscilloscope, multimètres

Ce TP porte sur le pilote automatique. Il a pour objectif d'analyser la commande du moteur à courant continu (variation de vitesse, inversion du sens de rotation).

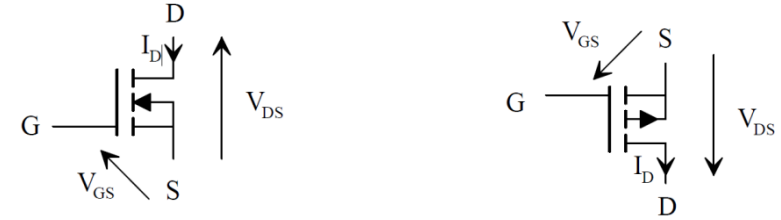
1. PRÉSENTATION

La présentation du système pilote automatique est donnée dans le TP N°1.

On donne le schéma structurel simplifié de la maquette utilisée lors du TP. Ce montage, destiné à réaliser la commande de puissance du moteur à courant continu, est appelé hacheur 4 quadrants.



Le hacheur constitué de quatre transistors MOS (T10, T11, T12 et T13) dotés de trois broches appelées Grille (G), Drain (D) et Source (S). Ces transistors possèdent un canal (N ou P) par lequel est assuré le passage du courant entre Drain et Source. La commande du transistor est réalisée par la tension V_{GS} . Dans ce montage, les transistors fonctionnent comme des interrupteurs (entre D et S). Ils ont deux états de fonctionnement possibles : bloqué (interrupteur ouvert) ou saturé (interrupteur fermé).



➤ Flécher, sur le schéma structurel, les tensions V_{DS10} , V_{DS11} , V_{DS12} et V_{DS13} .

2. CÂBLAGE DU CIRCUIT

- Procéder au réglage de l'alimentation continue double :
 - le générateur 1 est réglé à +12V. Il produit l'alimentation du moteur à courant continu ;
 - le générateur 2 est réglé à +5V. Il permet de fixer les niveaux logiques (0 ou 1) sur les entrées de commande P2.5 et P2.6.

- Câbler la maquette du pilote automatique :
 - relier les bornes M1 et M2 aux bornes du moteur (respectivement gauche et droite) ;
 - relier la borne + du générateur 1 à la borne +12V de la maquette ;
 - relier les bornes - des générateurs entre elles et à la borne 0V de la maquette.

- Câbler les appareils de mesure :
 - placer un ampèremètre en série avec le moteur (calibre 10A) ;
 - utiliser un voltmètre pour mesurer les tensions aux différents points.

FAIRE VÉRIFIER PAR LE PROFESSEUR AVANT D'ALIMENTER LA MAQUETTE.

3. MESURES SUR LE HACHEUR 4 QUADRANTS

On applique les niveaux logiques sur les entrées de commande P2.5 et P2.6 :

- une entrée est au **niveau 1** lorsqu'elle est reliée à la borne + du générateur +5V ;
- une entrée est au **niveau 0** lorsqu'elle est reliée à la borne - des générateurs.

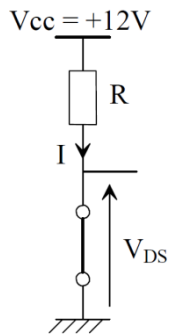
Compléter le tableau suivant pour les quatre cas de fonctionnement :

- mesurer la tension V_{DS} aux bornes de chaque transistor ;
- mesurer la tension U_m aux bornes du moteur ;
- mesurer le courant I_m dans le moteur.

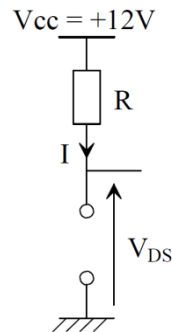
Cas	P2.5	P2.6	U_m	I_m	Tension V_{DS} des transistors				État des transistors (B/S)					
					V_{DS10}	V_{DS11}	V_{DS12}	V_{DS13}	T10	T11	T12	T13		
1	0	0												
2	0	1												
3	1	1												
4	1	0												

On donne l'état du transistor et son schéma équivalent (simplifié) en fonction de la tension V_{DS} mesurée :

$V_{DS} \approx 0$ V, transistor saturé



$V_{DS} = \pm 12$ V, transistor bloqué



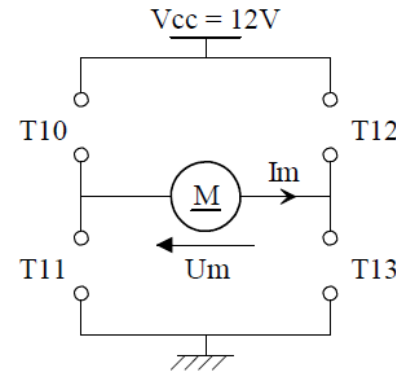
Déduire de la mesure des tensions V_{DS} l'état de chaque transistor (à compléter dans le tableau).

Indiquer quels sont les cas où le moteur est à l'arrêt :

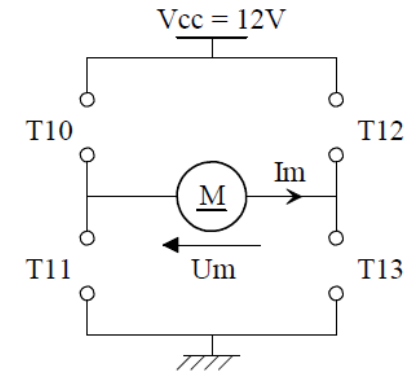
Que valent U_m et I_m quand le moteur est à l'arrêt :

Compléter le schéma équivalent à chaque cas en remplaçant les transistors par des interrupteurs (ouverts ou fermés) :

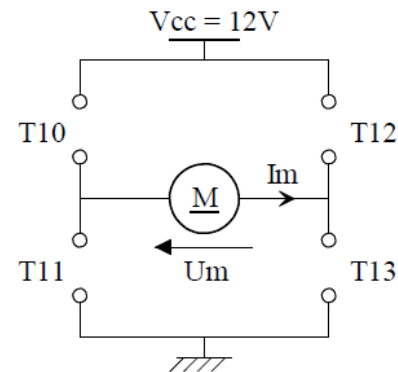
Cas N°1 :



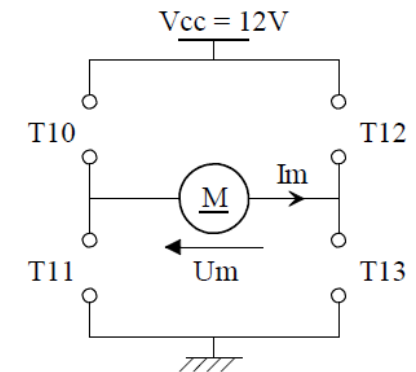
Cas N°2 :



Cas N°3 :



Cas N°4 :



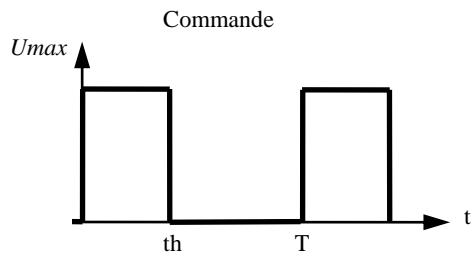
Indiquer quels sont les cas où le moteur tourne :

Indiquer comment est obtenue l'inversion du sens de rotation :

4. MISE EN ŒUVRE DE LA VARIATION DE VITESSE (HACHEUR 1 QUADRANT)

Le TP N°1 sur le pilote automatique a mis en évidence que la variation de vitesse du moteur à courant continu est obtenue en modifiant la valeur de la tension à ses bornes. Pratiquement cette variation ne s'obtient pas en faisant varier l'alimentation (qui est fixe et issue d'une batterie) mais en modifiant le temps pendant lequel le moteur est alimenté. Ce principe est appelé MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion).

On applique sur une des entrées de commande (P2.5) un signal carré positif de rapport cyclique variable issu d'un GBF :



Pour ce signal, de forme rectangulaire, on définit le rapport cyclique α :

$$\alpha = \frac{th}{T}$$

Visualiser à l'oscilloscope le signal de sortie du GBF (sortie TTL). Enfoncer la touche SYM pour régler le rapport cyclique à 0,2. Fixer la fréquence à 500Hz. (Attention : la fréquence est divisée par 10 lorsque la touche SYM est enfoncée)

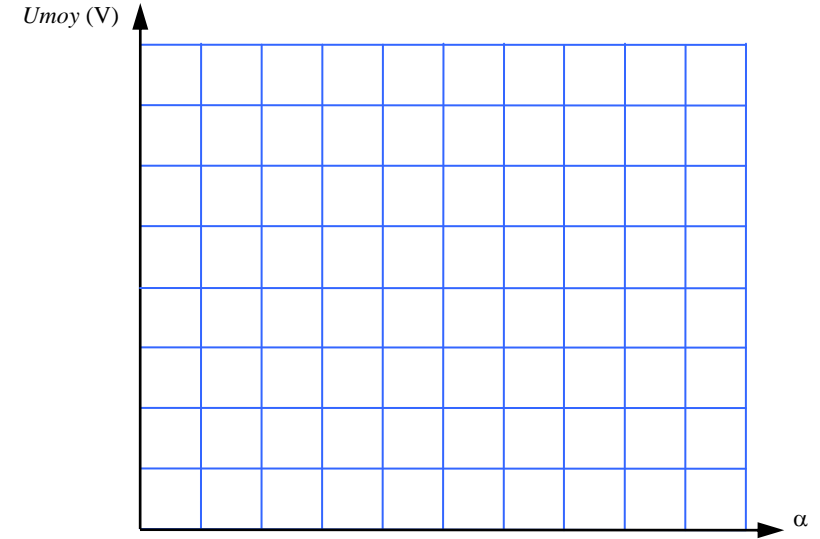
FAIRE VÉRIFIER PAR LE PROFESSEUR AVANT D'ALIMENTER LA MAQUETTE.

Relier l'entrée P2.6 à la masse. Appliquer le signal de sortie du GBF sur l'entrée P2.5

- Compléter le tableau en mesurant pour les différentes valeurs du rapport cyclique α :
- la valeur de la tension moyenne aux bornes du moteur Um avec un voltmètre en position continu ;
 - la fréquence de rotation N de l'arbre moteur avec le tachymètre optique.


Rapport cyclique α	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8
N_{mot} (tr/min)					
U_{moy} (V)					


Tracer la caractéristique $U_{moy} = f(\alpha)$:





Vérifier, pour deux points, que la tension moyenne aux bornes du moteur est régie par la relation $Um = \alpha \times V_{cc}$:


5. SYNTHÈSE

 De quoi dépend le sens de rotation de l'arbre moteur ?

 De quoi dépend la fréquence de rotation de l'arbre moteur ?

 Comment est obtenue la variation de la tension aux bornes du moteur lorsqu'on utilise une batterie comme alimentation ?

 Quel est le nom du montage qui permet de moduler la vitesse de l'arbre moteur dans un sens ?

 Quel est le nom du montage qui permet faire tourner l'arbre moteur dans les deux sens ?
