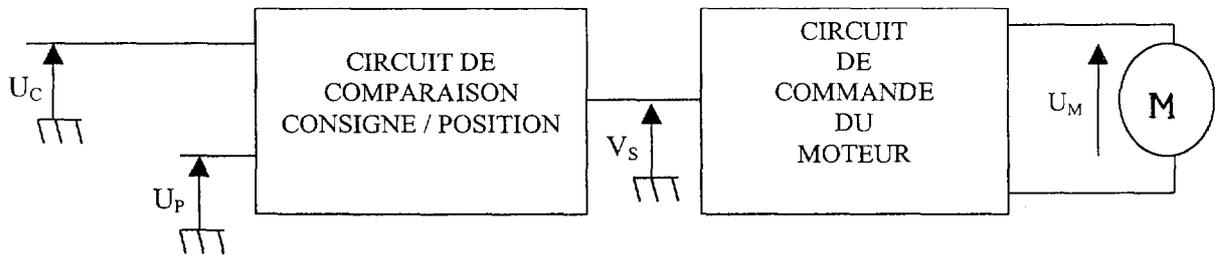


## Expert Automobile – 2001 Electricité

Le schéma suivant est une représentation simplifiée d'une commande de montée / descente de la fourche d'un chariot élévateur.



Le mouvement de la fourche est contrôlé par un moteur à courant continu  $M$  soumis à la tension  $U_M$  selon les modes suivants :

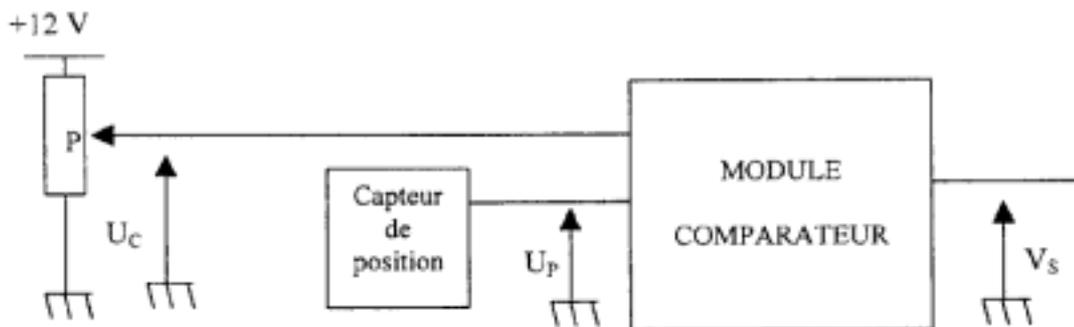
- $U_M > 0$  : montée
- $U_M = 0$  : arrêt
- $U_M < 0$  : descente

Dans les deux premières parties de ce problème, on se propose d'étudier le fonctionnement des circuits de « comparaison consigne / position » et de « commande du moteur » : on pourra traiter ces deux parties indépendamment l'une de l'autre.

Dans une troisième partie, on étudie le fonctionnement du dispositif dans son ensemble.

Tout au long de ce problème, les résultats seront consignés dans le « Tableau Réponse » donné en fin d'énoncé et à rendre avec la copie.

### A - Etude de la comparaison consigne / position



Les composants de ce montage sont :

- ◆ un potentiomètre  $P$  de  $10\text{ k}\Omega$  permettant d'élaborer une consigne de position sous la forme d'une tension  $U_C$ .
- ◆ un capteur de position de la fourche élaborant une tension  $U_P$  fonction de la hauteur  $h$  de la fourche et définie par la caractéristique représentée sur la figure 1.
- ◆ un module comparateur des tensions  $U_C$  et  $U_P$  dont la fonction de transfert est représentée sur la figure 2.

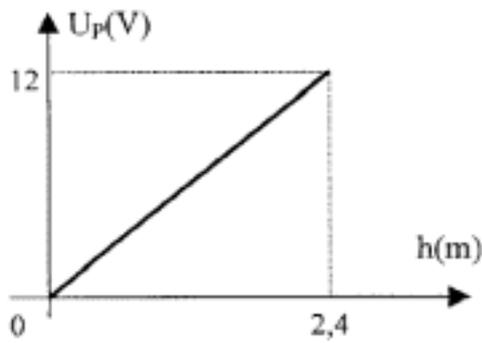


Figure 1

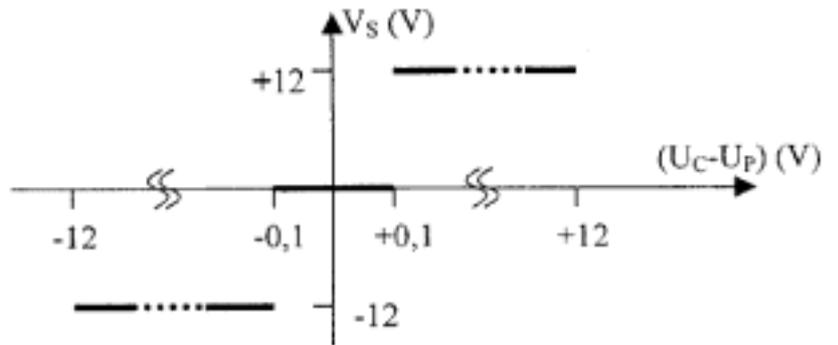
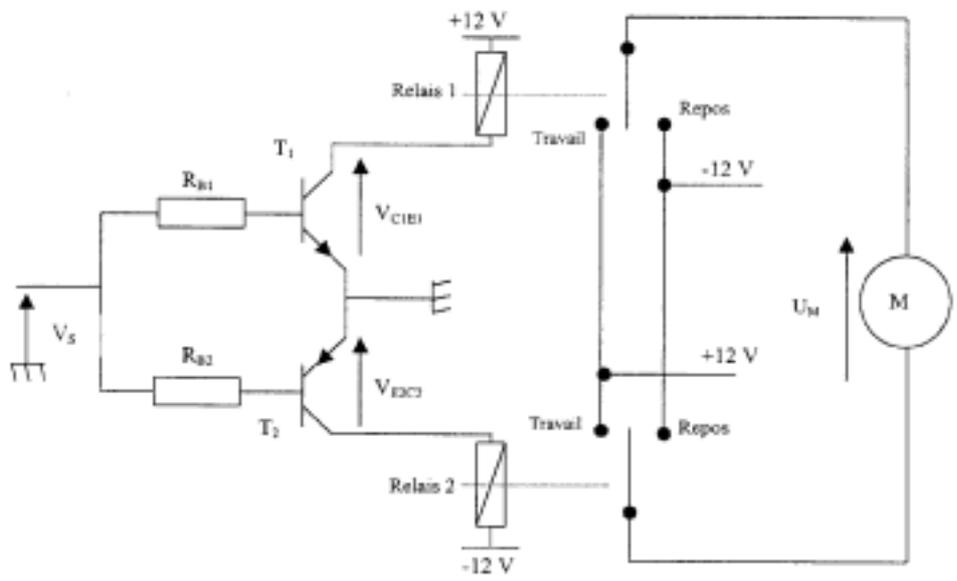


Figure 2

1. Montrer que la fonction de transfert du capteur de position peut s'écrire :  $U_P = k \times h$  avec  $k = 5 \text{ V / m}$  pour  $0 < h < 2,4 \text{ m}$ .
2. On suppose  $U_C = 6 \text{ V}$ . Préciser dans la partie A du tableau réponse les encadrements de la tension  $U_P$  correspondant aux différentes valeurs de  $V_S$ . (On rappelle que la plage de variation de  $U_P$  est donnée figure 1).

### B - Etude de la commande du moteur



Les composants de ce montage sont :

- ◆ deux transistors  $T_1$  et  $T_2$  fonctionnant en commutation (on considèrera qu'ils sont équivalents, entre émetteur et collecteur, à un interrupteur ouvert ou fermé selon leur état).
- ◆ deux relais (12 V ; 100 mA) possédant un contact Repos (établi quand la bobine du relais n'est pas alimentée) et un contact Travail.
- ◆ des résistances :  $R_{B1} = 1,5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{B2} = 1,5 \text{ k}\Omega$  dont les valeurs assurent la saturation des transistors lorsque ceux-ci sont conducteurs.

1. Quel est le type de chacun des transistors  $T_1$  et  $T_2$  ?
2. Préciser l'état de chacun des transistors  $T_1$  et  $T_2$ , en justifiant la réponse, pour chacune des valeurs de  $V_S$  :  $V_S = +12 \text{ V}$  ;  $V_S = 0 \text{ V}$  ;  $V_S = -12 \text{ V}$ . Compléter la partie B du tableau réponse.
3. Déduire de la partie B l'état des relais (Repos ou Travail) pour chacune des trois valeurs de  $V_S$  en justifiant la réponse. Compléter la partie C du tableau réponse.
4. Pour chacune des trois valeurs de  $V_S$ , dessiner la position des contacts des relais 1 et 2 sur le schéma correspondant de la partie D du tableau réponse.
5. En déduire, dans chaque cas, la valeur de la tension  $U_M$  (après avoir représenté  $U_M$  sur le schéma correspondant). Compléter la ligne correspondante de la partie D du tableau réponse.
6. Déduire enfin le mouvement de la fourche et remplir la dernière ligne du tableau réponse.

### C - Analyse du fonctionnement du système

On s'intéresse ici, à l'influence d'une consigne de position sur le déplacement de la fourche (voir le schéma de la première page).

On suppose que la fourche est dans une position intermédiaire :  $h = 1 \text{ m}$ .

1. Quelle est la valeur de  $U_p$  ?
2. L'opérateur règle la tension de consigne  $U_c$  à  $6 \text{ V}$ . Quelle est la valeur initiale de l'expression  $(U_c - U_p)$  ?  
En déduire le mouvement de la fourche. Dans quel sens la tension  $U_p$  varie t'elle ?
3. En utilisant la figure 2, déterminer la valeur de  $(U_c - U_p)$  qui va provoquer l'arrêt du moteur.
4. En supposant que l'erreur de positionnement de la fourche est négligeable, à quelle hauteur précise la fourche va t'elle s'immobiliser ?

	$V_S = +12\text{ V}$	$V_S = 0\text{ V}$	$V_S = -12\text{ V}$	
Encadrement de $U_p$	$< U_p <$	$< U_p <$	$< U_p <$	Partie A
Etat de $T_1$ (bloqué ou saturé)				Partie B
Etat de $T_2$ (bloqué ou saturé)				
Etat du relais 1 (Repos ou Travail)				Partie C
Etat du relais 2 (Repos ou Travail)				
Position des contacts des relais 1 et 2				Partie D
Valeur de $U_M$				
Mouvement de la fourche				

## Réponses :

### A – Etude de la comparaison consigne / position

1.  $k$  représente le coefficient directeur de la droite soit :  $k = \frac{12 \text{ V}}{2,4 \text{ m}} = 5 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$

2.  $U_C - U_P > 0,1 \text{ V} \Rightarrow V_S = +12 \text{ V}$  ;

$-0,1 \text{ V} < U_C - U_P < 0,1 \text{ V} \Rightarrow V_S = 0 \text{ V}$  ;

$U_C - U_P < -0,1 \text{ V} \Rightarrow V_S = -12 \text{ V}$

### B – Etude de la commande du moteur

1.  $T_1$  est un transistor NPN ;  $T_2$  est un transistor PNP

2. et 3. Le transistor  $T_1$  est saturé pour  $V_S = +12 \text{ V}$  ;  $T_2$  est bloqué (relais 1 alimenté ; relais 2 non alimenté)

Les deux transistors sont bloqués pour  $V_S = 0 \text{ V}$  (aucun relais alimenté)

Le transistor  $T_2$  est saturé pour  $V_S = -12 \text{ V}$  ;  $T_1$  est bloqué (relais 2 alimenté et 1 non alimenté)

4. et 5. et 6. (tableau)

### C – Analyse du fonctionnement du système

1.  $U_P = 5 \text{ V}$

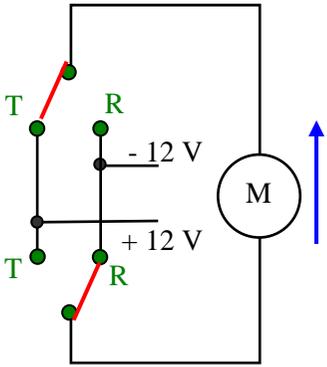
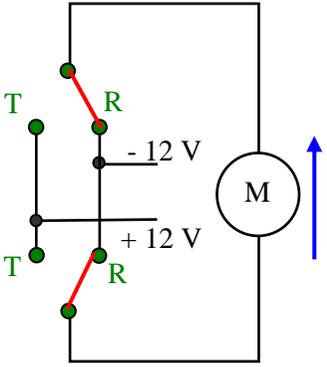
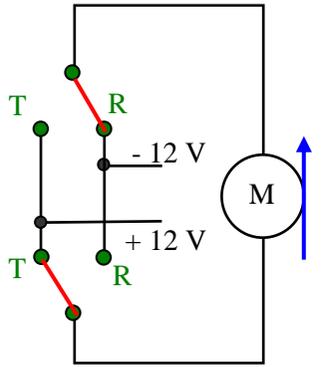
2.  $(U_C - U_P)_i = 1 \text{ V}$  ; on a donc :  $U_C - U_P > 0,1 \text{ V} \Rightarrow V_S = +12 \text{ V}$

On se trouve dans les conditions indiquées par la première colonne du tableau : la fourche monte.

La tension  $U_P$  monte de  $V$  jusqu'à  $5,9 \text{ V}$ .

3. L'arrêt du moteur est atteint pour  $U_P = 5,9 \text{ V}$

4. La fourche s'immobilise à la hauteur  $h = 1,18 \text{ m}$

	$V_S = +12 \text{ V}$	$V_S = 0 \text{ V}$	$V_S = -12 \text{ V}$	
Encadrement de $U_p$	$0 < U_p < 5,9 \text{ V}$	$5,9 \text{ V} < U_p < 6,1 \text{ V}$	$12 \text{ V} > U_p > 6,1 \text{ V}$	Partie A
Etat de $T_1$ (bloqué ou saturé)	saturé	bloqué	bloqué	Partie B
Etat de $T_2$ (bloqué ou saturé)	bloqué	bloqué	saturé	
Etat du relais 1 (Repos ou Travail)	Travail	Repos	Repos	Partie C
Etat du relais 2 (Repos ou Travail)	Repos	Repos	Travail	
Position des contacts des relais 1 et 2				Partie D
Valeur de $U_M$	+ 24 V	0 V	- 24 V	
Mouvement de la fourche	montée	arrêt	descente	