

Diplôme d'Expert Automobile 2005 – Electricité (8 points)

Le schéma donné Figure 1 présente, de façon simplifiée, un dispositif de contrôle de position des phares d'un véhicule automobile. La position des phares est déterminée par des moteurs dont l'un d'eux (M) est représenté sur le schéma. Un dispositif permet de faire correspondre à chaque position d'un phare une tension U_p appliquée au point A du circuit. Un commutateur K permet au conducteur de modifier la tension de consigne U_c en fonction de la position souhaitée pour ce phare.

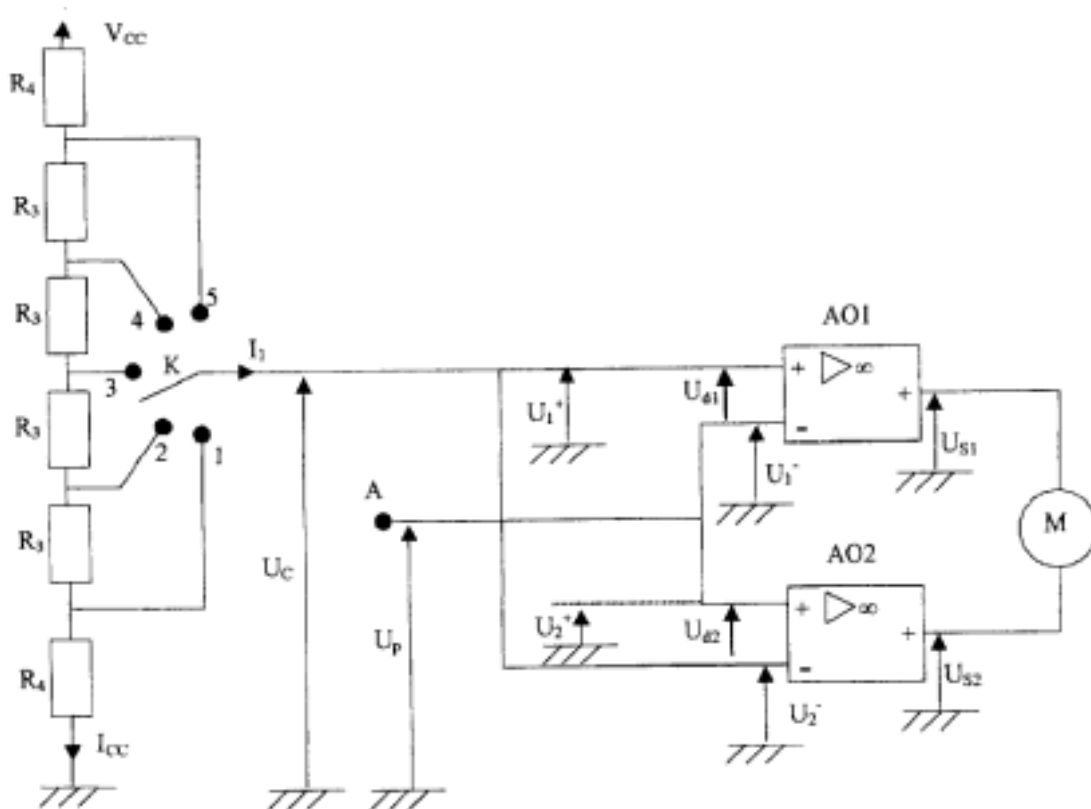


Figure 1 : contrôle de position des phases.

Suivant les valeurs relatives des deux tensions U_p et U_c , trois cas sont alors possibles :

Si $(U_{s1} - U_{s2}) > 0$, le moteur (M) tourne dans le sens trigonométrique et U_p augmente.

Si $(U_{s1} - U_{s2}) < 0$, le moteur (M) tourne dans le sens inverse du sens trigonométrique et U_p diminue.

Si $(U_{s1} - U_{s2}) = 0$, le moteur (M) ne tourne pas.

Les amplificateurs opérationnels AO1 et AO2 sont identiques et supposés parfaits. Leur circuit de polarisation n'a pas été représenté sur le schéma. Leur caractéristique de transfert est donnée Figure 2.

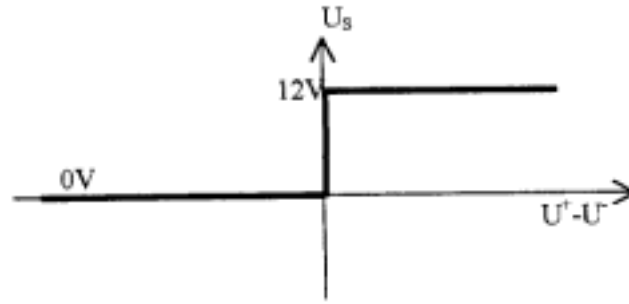


Figure 2 : caractéristique de transfert des amplificateurs opérationnels.

On donne : $R_3 = 110 \Omega$, $R_4 = 270 \Omega$ et $V_{cc} = 12 \text{ V}$.

1. Que valent les intensités des courants d'entrée des amplificateurs opérationnels ?
2. Etablir l'expression de la tension de consigne U_C en fonction de R_3 , R_4 et V_{cc} , lorsque l'interrupteur K est en position 2. Justifier votre calcul. Effectuer l'application numérique.
3. Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs opérationnels ? Justifier votre réponse.
4. On suppose que $U_p = 6,0 \text{ V}$ et que $U_C = 4,7 \text{ V}$.
 - a) Calculer U_{d1} et U_{d2} .
 - b) Déterminer U_{s1} et U_{s2} .
 - c) Dans quel sens tourne le moteur ?
 - d) Comment évolue alors U_p ?
 - e) Comment va évoluer la position des phares ?
5. Pour quelle raison a-t-on utilisé deux amplificateurs opérationnels pour commander le moteur ?

Réponses :

1. Les intensités des courants d'entrée sont nulles pour des amplificateurs parfaits ; en particulier : $I_1 = 0$.

2. Comme $I_1 = 0$, on a un diviseur de tension :
$$U_C = \frac{V_{cc} \times (R_3 + R_4)}{4R_3 + 2R_4}$$

Application numérique : $V_{cc} = 12 \text{ V}$; $U_C \cong 4,65 \text{ V}$

3. Il n'y a pas de boucle de rétroaction entre l'entrée inverseuse et la sortie ; chaque amplificateur fonctionne en saturation.

4. a) $U_{d1} = U_C - U_P = -1,3 \text{ V}$ et $U_{d2} = U_P - U_C = +1,3 \text{ V}$

b) $U_{d1} < 0 \Rightarrow U_{s1} = 0 \text{ V}$ et $U_{d1} > 0 \Rightarrow U_{s2} = 12 \text{ V}$

c) Le moteur tourne en sens inverse du sens trigonométrique car $U_{s1} < U_{s2}$.

d) U_P diminue donc U_{d1} augmente et U_{d2} diminue. Dès que U_P atteint U_C , on a : $U_{d1} = U_{d2} = 0$; les amplificateurs opérationnels basculent.

5. Il ne s'agit pas seulement de mettre le moteur en marche ! Il faut pouvoir inverser le sens du moteur ; les deux amplificateurs fournissent deux tensions de sortie susceptibles de mettre en marche le moteur dans un sens ou dans l'autre.