

BTS MAVA 2008 : Electricité (9 points)

Alimentation du bobinage d'excitation

Le moteur électrique du véhicule est de type synchrone, à aimants permanents. Un bobinage parcouru par un courant réglable permet de créer un champ magnétique qui se superpose à celui des aimants, dans le but de leur assurer une plus grande durée de vie. On s'intéresse ici à l'alimentation du bobinage, dont le schéma est donné à la figure 1.

La masse est prise comme référence de potentiel.

A - Etude du premier étage

Cet étage est alimenté sous une tension régulée $U_r = 5 \text{ V}$.

On donne : $R_1 = R_3 = 3,3 \text{ k}\Omega$; $R_2 = 520 \Omega$

La résistance R_4 est une magnétorésistance dont la valeur augmente en fonction du champ magnétique, de $R_{4\min} = 250 \Omega$ à $R_{4\max} = 12 \text{ k}\Omega$.

Les intensités des courants i_1 et i_2 dans les deux résistances R sont négligables devant celles traversant les quatre autres résistances.

1° question : Exprimer littéralement U_1 en fonction de U_r , R_1 et R_2 .

2° question : Exprimer littéralement U_2 en fonction de U_r , R_3 et R_4 .

3° question : Calculer U_1 et U_2 pour les valeurs extrêmes de R_4 .

B - Etude du deuxième étage

Les quatre résistances ont même valeur R . L'amplificateur opérationnel est idéal.

1° question : Exprimer V_A , potentiel du point A, en fonction de V_{S1} .

2° question : Justifier que l'amplificateur fonctionne en mode linéaire, et en déduire la relation entre V_A et V_B .

3° question : En remarquant que $V_B = \frac{U_1 + U_2}{2}$, expression à ne pas établir, déduire l'expression de V_{S1} en fonction de U_1 et U_2 . Quel est le nom d'un tel montage ?

4° question : *Application numérique* : $U_1 = 0,7 \text{ V}$ et U_2 varie entre $0,35 \text{ V}$ et $4,0 \text{ V}$. Trouver les valeurs extrêmes correspondantes de V_{S1} .

C - Etude du troisième étage

L'amplificateur opérationnel 2 est idéal et ses tensions de saturation haute et basse sont respectivement de $+5,0 \text{ V}$ et de 0 V .

1° question : Pour une intensité de champ magnétique donnée, lorsque $V_{S1} = 2,0 \text{ V}$, le chronogramme représentant U_3 en fonction du temps est donné sur la figure 2 (document-réponse). Quel est le signe de ε_2 lorsque t est compris entre 0 et t_1 ?

Quel est le signe de ε_2 lorsque t est compris entre t_1 et t_2 ? Tracer en conséquence le chronogramme de V_{S2} sur le document-réponse, à rendre avec la copie.

2° question : Calculer le rapport cyclique α de V_{S2} .

(On rappelle que le rapport cyclique est égal à la durée pendant laquelle la tension est au niveau haut divisée par la période).

3° question : Dire dans quel sens varie α en fonction de la valeur de V_{S1} .

D - Etude du quatrième étage

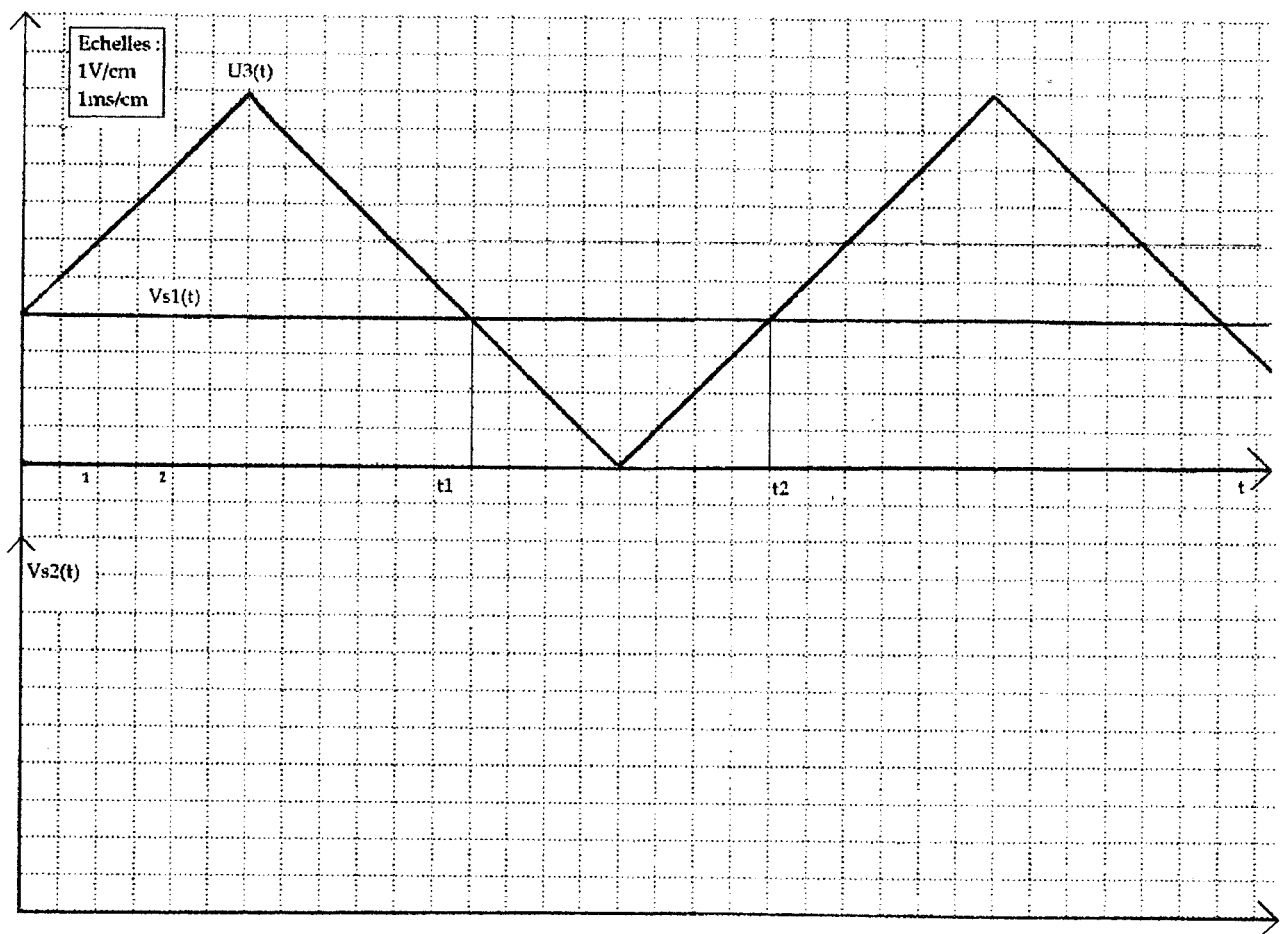
V_{S2} est une tension en créneaux, entre 0 et 5 V, de rapport cyclique variable. On supposera que le transistor fonctionne en commutation : il est bloqué ou saturé. Le bobinage est assimilé à une résistance pure $R_B = 5 \Omega$.

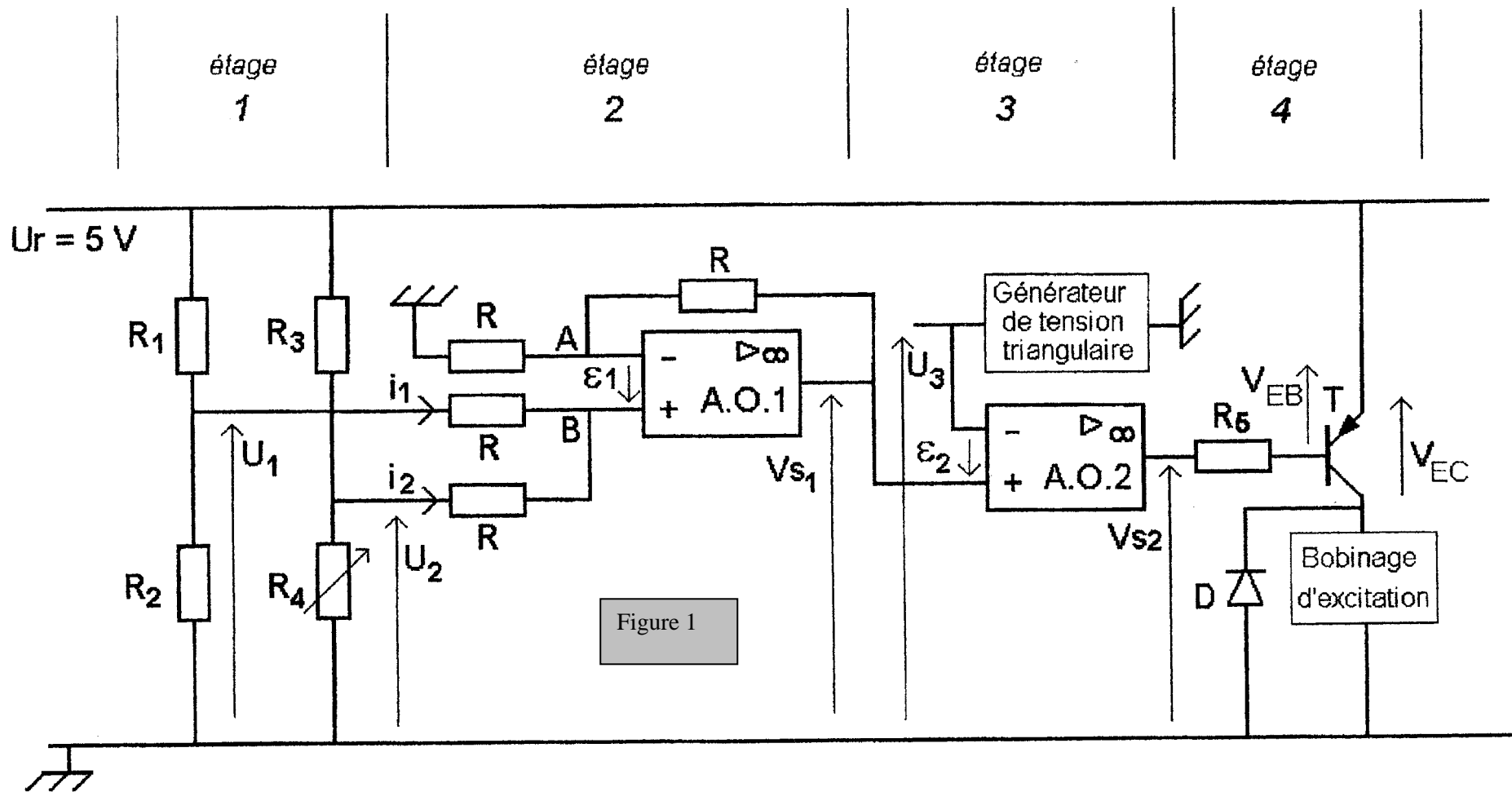
1° question : Lorsque t est compris entre 0 et t_1 , quel est l'état du transistor ? Justifiez votre réponse.

2° question : Même question pour t compris entre t_1 et t_2 .

3° question : Expliquer comment varie l'intensité moyenne du courant dans la bobine en fonction de l'intensité du champ magnétique.

Document-réponse (figure 2)





Réponses partielles :

A - Etude du premier étage

$$1^\circ) U_1 = U_r \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$2^\circ) U_2 = U_r \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

$$3^\circ) U_{2\min} \cong 0,35 \text{ V} \text{ et } U_{2\max} \cong 3,9 \text{ V} ; U_1 \cong 0,68 \text{ V}$$

B - Etude du deuxième étage

$$1^\circ) V_A = \frac{V_{S1}}{2}$$

$$3^\circ) V_{S1} = U_1 + U_2$$

$$4^\circ) V_{S1\max} \cong 4,7 \text{ V} \text{ et } V_{S1\min} \cong 1,0 \text{ V}$$

C - Etude du troisième étage

$$1^\circ) \varepsilon_2 = V_{S1} - U_3$$

Pour t compris entre 0 et t_1 : $V_{S2} = 0$

Pour t compris entre t_1 et t_2 : $V_{S2} = +5 \text{ V}$

$$2^\circ) \alpha = 0,4$$

$$3^\circ) \text{ Si } V_{S1} \blacktriangleright ; \alpha \blacktriangleright$$

D - Etude du quatrième étage

1°) Pour t compris entre 0 et t_1 : T est passant et la bobine est alimentée.

2°) Pour t compris entre t_1 et t_2 : T bloqué et bobine non alimentée.

3°) Si l'intensité champ magnétique augmente :

$R_4 \blacktriangleright$; $U_2 \blacktriangleright$; $V_{S1} \blacktriangleright$; $\alpha \blacktriangleright$; T est (sur une période) moins longtemps passant.

La bobine est alimentée moins longtemps (sur une période).

L'intensité moyenne dans la bobine diminue.