

CORRIGÉ DU BTS 2003**1.1.**

La tension aux bornes d'un condensateur ne peut varier instantanément.

L'intensité du courant dans une bobine ne peut varier instantanément.

En régime permanent la valeur moyenne de la tension aux bornes d'un(e) bobine est nulle.

En régime permanent la valeur moyenne de l'intensité du courant dans un(e) condensateur est nulle.

1.2. $i_L(t) = i_T(t) + i_D(t)$

1.3. $E = L \cdot di_L/dt + u_T$

$$E = \langle L \cdot di_L/dt \rangle + \langle u_T \rangle = \langle u_T \rangle$$

1.4.

1.4.1. $u_T = 0$ (1)

1.4.2. D est bloquée car $v_D < 0$

1.4.3. $E = L \cdot di_L/dt$ (1)

$i_L(t)$ est croissante car $di_L/dt = E/L > 0$

$$i_L(t) = E \cdot t/L + i_L(0) = E \cdot t/L + I_m$$

$$i_L(\alpha T) = E \cdot \alpha T/L + I_m = I_M$$

1.4.4. $\Delta i_L = I_M - I_m = E \cdot \alpha T/L$

$$\Delta i_L = E \cdot T/(2L)$$

1.5.

1.5.1. Le transistor étant bloqué, $i_L(t) = i_D(t)$ (1)

1.5.2. La diode conduit car $i_D(t) \neq 0$, donc $v_D = 0$ et $u_T = U$

1.5.3. Représenter sur la figure 2 la tension u_T en précisant ses différentes valeurs.

En déduire sa valeur moyenne $\langle u_T \rangle$ en fonction de α et U .

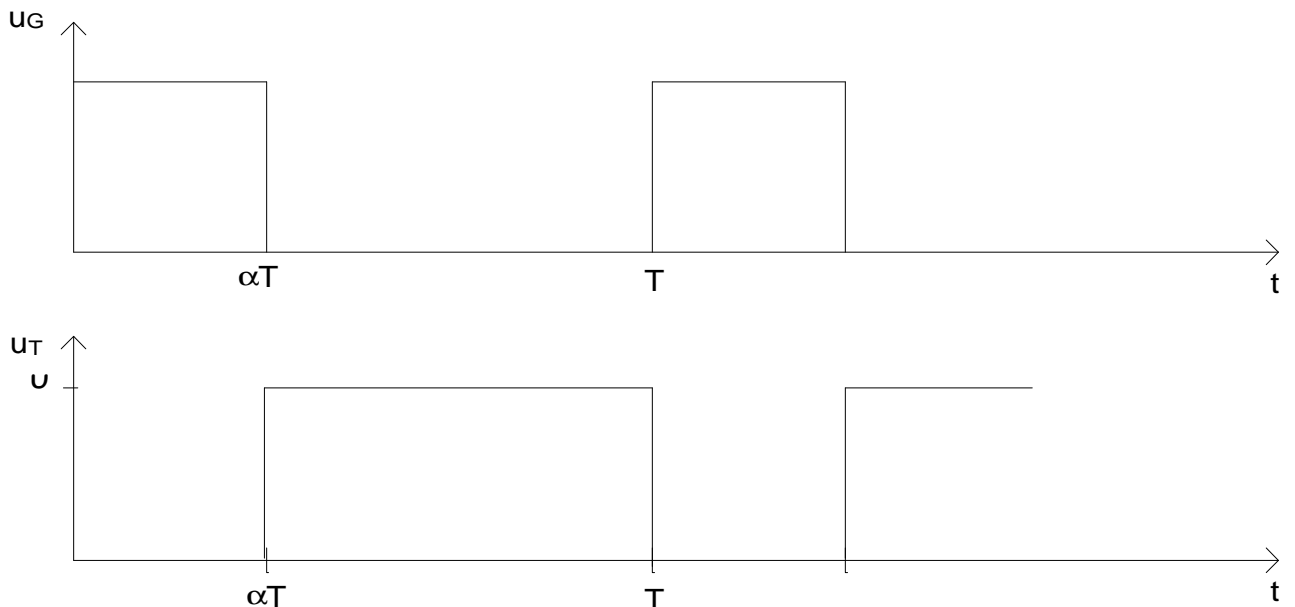


fig 2

$$\langle u_T \rangle = (1-\alpha) \cdot U$$

$$1.5.4. E = \langle u_T \rangle = (1-\alpha).U \quad \alpha = \frac{1}{2}$$

$$1.5.5. E = L \cdot di_L/dt + U$$

$$di_L/dt = (E-U)/L < 0 \text{ car } U > E, \text{ donc } i_L(t) \text{ est décroissant}$$

$$i_L(t) = I_M + (E-U) \cdot (t-\alpha\tau)/L$$

1.6.

$$1.6.1. T = 40 \mu s \quad \Delta i_L \approx 1,17A$$

$$L = E \cdot T / (2\Delta i_L) = 200 \mu H$$

$$1.6.2. \langle i_L \rangle = (I_M + I_m)/2 = 1,29A$$

$$P_e = \langle E \cdot i_L \rangle = E \cdot \langle i_L \rangle = 15,4W$$

1.7.

1.7.1. La tension $u(t)$ étant constante et égale à 24 V, $i_R(t) = U/R = \text{cte}$. $R = U/I_R = 37,5\Omega$

1.7.2. Pendant la première demi période, la diode est bloquée, donc $i_C(t) = -I_R = \text{cte}$.

$$\text{Pendant la seconde, } i_C(t) = i_L(t) - I_R.$$

$$I_{Cmax} = I_M - I_R \quad I_{Cmin} = -I_R$$

1.7.3.

On effectue la différence entre l'aire du trapèze formé par $i_C(t)$ positif et l'axe des abscisses, d'une part, et le rectangle formé par $i_C(t)$ négatif et l'axe des abscisses. On trouve une valeur proche de zéro.

On pouvait prévoir le résultat car, en régime permanent la valeur moyenne de l'intensité du courant dans un condensateur est nulle.

$$1.7.4. \text{ Le calcul des aires donne : } \langle i_C \rangle = -\alpha \cdot I_R + (1-\alpha)[(I_M + I_m)/2 - I_R] = -I_R + (1-\alpha) \cdot (I_M + I_m)/2$$

$$\text{Or } \langle i_C \rangle = 0, \text{ donc } I_R = (1-\alpha) \cdot (I_M + I_m)/2 = (1-\alpha) \cdot \langle i_L \rangle$$

$$1.7.5. P = U^2/R$$

$$P = E^2 / [(1-\alpha)^2 \cdot R]$$

$$P = U \cdot I_R$$

$$P = U \cdot (1-\alpha) \cdot \langle i_L \rangle = E \cdot \langle i_L \rangle$$

$$P = P_e$$

En l'absence de pertes dans les composants, il y a conservation de la puissance moyenne.

1.7.6.

La constante de temps de la bobine L/r doit être très grande devant la période de découpage T .

2. PARTIE 2 : CONTRÔLE DE LA TEMPÉRATURE

2.1. À 25°C (298 K), $R_{Th} = 15 \text{ k}\Omega$

2.2. $B \cdot (1/T - 1/T_0) = \ln(R_{Th}/R_0)$ donc si l'on considère deux température T_1 et T_2 , on aura :

$B \cdot (1/T_1 - 1/T_0) = \ln(R_{Th1}/R_0)$ et $B \cdot (1/T_2 - 1/T_0) = \ln(R_{Th2}/R_0)$, par conséquent :

$$B = \frac{\ln(R_{Th2}/R_0) - \ln(R_{Th1}/R_0)}{1/T_2 - 1/T_1} = \frac{\ln(1) - \ln(0,1)}{0,00336 - 0,00281} = 4264 \text{ K}$$

(la mesure est imprécise, la valeur réelle est $B = 4275 \text{ K}$)

2.3.1.

$$v^- = \frac{R_d}{R_d + R_c + R_a + \frac{1}{\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_{Th}}}} u$$

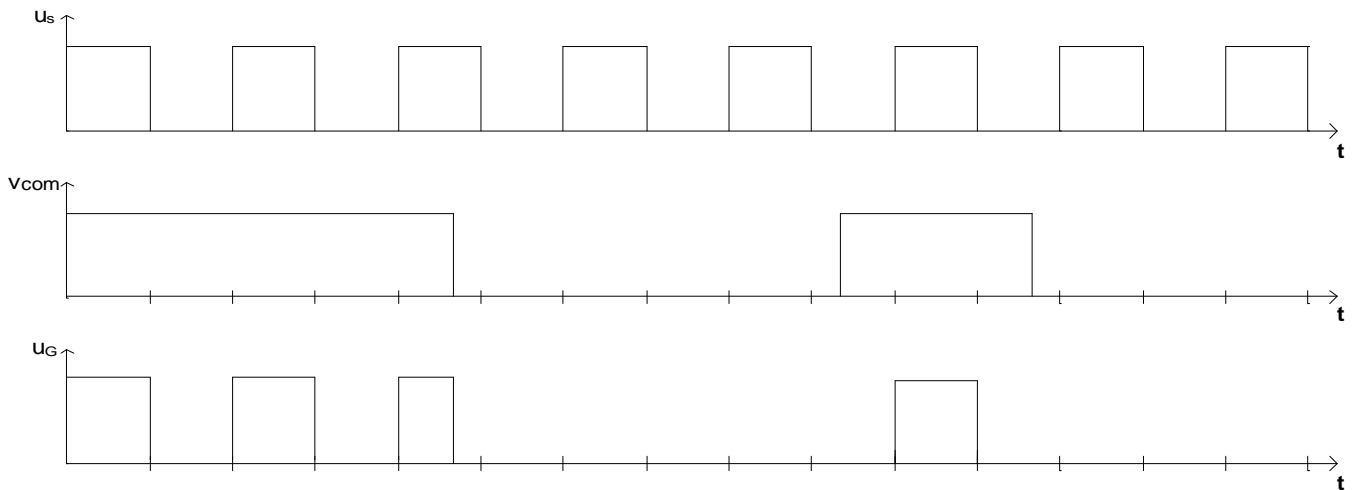
2.3.2. Le comparateur bascule lorsque $v^- = E_{ref}(1)$

$$\text{On obtient alors : } \frac{1}{R_{Th}} = \frac{1}{\frac{u}{E_{Ref}} R_d - (R_d + R_c + R_a)} - \frac{1}{R_b}$$

2.4. $R_{Th} = 3,79 \text{ k}\Omega$

Le basculement a lieu à environ 330 K soit 57 °C

2.5.



Lorsque la température n'est pas trop élevée, le signal rectangulaire est appliqué au hacheur qui alimente la tête thermique sous une tension constante. Si la température vient à augmenter, la résistance de la CTN diminue et la tension v^- augmente. Quand elle dépasse E_{Ref} , le comparateur bascule et le transistor MOS est bloqué jusqu'à ce que la température retombe à une valeur acceptable.

3. PARTIE 3 : AMPLIFICATEUR DE LECTURE/ECRITURE

3.1. Simulation d'une résistance

3.1.1. $q_1 = C v_1$ et $q_2 = C v_2$

3.1.2. $\delta q = C(v_1 - v_2)$

3.1.3. $I = C(v_1 - v_2)/T$

3.1.4. Le dipôle est une résistance $R = (v_1 - v_2)/I = T/C = (C f_{CLK})^{-1}$

3.2. Réalisation du filtre passe-bande

3.2.1. $S_2(p) = (\omega_0/p) S_3(p)$ (1)

3.2.2. $(p/\omega_0) S_3(p) = S_1(p) - S_2(p)$ donc $S_1(p) = (p/\omega_0) S_3(p) + (\omega_0/p) S_3(p)$ (2)

$$3.2.3.. S_1(p) = - [E(p) + S_2(p) + S_3(p)] \text{ donc } E(p) = - [S_1(p) + S_2(p) + S_3(p)] \quad (3)$$

3.2.4. En reportant (1) et (2) dans (3) on obtient :

$$E(p) = - [(p/\omega_0).S_3(p) + (\omega_0/p).S_3(p) + (\omega_0/p) S_3(p) + S_3(p)] \text{ donc :}$$

$$H(p) = - \frac{1}{1 + \frac{p}{\omega_0} + 2 \frac{\omega_0}{p}} = - \frac{p \cdot \omega_0}{p \cdot \omega_0 + p^2 + 2 \cdot \omega_0^2} = - \frac{p/2\omega_0}{\frac{p}{2\omega_0} + \frac{p^2}{2\omega_0^2} + 1} = - \frac{a\tau p}{a\tau p + a\tau^2 p^2 + 1}$$

$$a = 0,5 \text{ et } \tau = 1/\omega_0.$$

3.3. Exploitation des diagrammes de Bode

$$3.3.1. \Delta x = 6 - 0.15 = 5,85 \text{ (résultat très approximatif)}$$

3.3.2.

Chaque terme subit le filtrage passe-bande (modification de l'amplitude et de la phase.

$$Y_1 = X_1$$

$$Y_3 = 0,125 \cdot X_3 \text{ (18 dB d'atténuation)}$$

$$Y_5 = 0,04 \cdot X_5 \text{ (28 dB d'atténuation)}$$

$$\varphi_1 = 0^\circ$$

$$\varphi_3 = -140^\circ$$

$$\varphi_5 = -158^\circ$$

3.4. Analyse spectrale

$$3.4.1. f_E > 2 f_{\max}$$

3.4.2. Dessiner le spectre en amplitude du signal $x(t)$ échantillonné à la fréquence f_E .

