

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR**

**Epreuve de PHYSIQUE et PHYSIQUE APPLIQUEE**

**Coefficient : 2**

**Durée : 2H**

**Tout document est interdit  
Calculatrice autorisée ( circulaire n° 99-018 du 1<sup>er</sup> février 1999 )**

**Ce sujet comporte 7 pages**

**MODULE D'EMISSION MIS EN ŒUVRE DANS UNE BORNE  
DE RECONNAISSANCE DE BADGES ELECTRONIQUES**

Les bornes de reconnaissance de badges électroniques sont placées, par exemple, aux points d'accès de locaux sécurisés. Les personnes, munies du badge convenable, peuvent franchir les limites de ces locaux et leur présence est enregistrée.

La borne est à la fois émettrice et réceptrice. On propose d'étudier le principe de la fonction émettrice.

Il s'agit d'élaborer un signal sinusoïdal, de fréquence  $f_0 \approx 100$  kHz, en vue d'alimenter une antenne constituée par un cadre sur lequel sont bobinées quelques spires de fil de cuivre (**figure 1-a**). Le modèle de l'antenne est formé d'une inductance  $L$ , sa résistance est nulle. Cette antenne est soumise au signal  $v_a$  représenté **figure 1-b**. L'émission n'est pas permanente mais rythmée par un code, ou clé, propre à chaque borne.

Le schéma global est donné **figure 2**.

Les circuits logiques tels que bascule de Schmitt, porte ET-NON, sont en technologie CMOS, et sont alimentés entre 0V et  $V_{DD} = 12$  V.

**Le sujet comporte quatre parties indépendantes.**

**Les figures à compléter, à savoir : 4-b / 6 / 7- c , d / 9- b , c , d / 11 sont regroupées sur les documents réponses N°1 et N°2 à rendre avec la copie.**

**PREMIERE PARTIE (4 points) : L'OSCILLATEUR (figure 3-a)**

La caractéristique de transfert de la bascule de Schmitt est tracée **figure 3-b**.

**1-1** Relever les valeurs des seuils de basculement haut  $V_H$  et bas  $V_B$  .

**1-2** L'allure du signal  $v_C$ , aux bornes du condensateur, est donnée **figure 4-a**, sur le document réponse N°1.

**1-2-1** Tracer le chronogramme du signal  $v_T$ , en corrélation avec  $v_C$ , sur **figure 4-b**.

**1-2-2** Etablir l'équation différentielle relative au signal  $v_C$ , de variable  $t$ , valable sur l'intervalle  $\Delta t_1$ .

**1-2-3** Calculer la valeur numérique de la constante de temps.

**1-2-4** Les expressions littérales des intervalles de temps  $\Delta t_1$  et  $\Delta t_2$  sont :

$$\Delta t_1 = R C \ln \frac{V_{DD} - V_B}{V_{DD} - V_H} \qquad \Delta t_2 = R C \ln \frac{V_H}{V_B}$$

Calculer les valeurs numériques de  $\Delta t_1$  et  $\Delta t_2$ . En déduire la période  $T_0$  de  $v_C$ .

## **DEUXIEME PARTIE (4 points) : LE CODAGE ( figure 5 )**

Le **niveau logique "0"** correspond à une **tension inférieure** à  $\frac{V_{DD}}{2}$ , le **niveau logique "1"** à une **tension supérieure** à  $\frac{V_{DD}}{2}$ .

La table de vérité, établie pour la première porte ET-NON, est donnée **figure 6**. Le signal codant  $v_d$  est issu d'une fonction qui n'est pas étudiée. Les signaux  $v_T$  et  $v_d$  sont représentés **figures 7-a et 7-b**.

**2-1** Compléter la table de vérité, **figure 6**, en y reportant les états de  $v_{d2}$ .

**2-2** Tracer les chronogrammes de  $v_{d1}$  et  $v_{d2}$  **figures 7-c et 7-d**.

**2-3** Au vu des chronogrammes précédents, dans le cas où  $v_d$  est **maintenu** à "1", exprimer  $v_{d2}$  en fonction de  $v_T$ .

**2-4** Si  $v_d$  est **maintenu** à "0", qu'en est-il de  $v_{d2}$  ?

**2-5** Quelle est l'équation logique liant  $v_{d1}$  à  $v_{d2}$  ?

## **TROISIEME PARTIE (4 points) : L'INTERFACE DE PUISSANCE (figure 8 )**

Dans le but de fournir suffisamment de puissance à l'antenne, les signaux  $v_{d1}$  et  $v_{d2}$  vont être utilisés pour commander un montage en « pont ». Les quatre transistors  $T_1$  à  $T_4$  sont en fait assimilés à des interrupteurs.

Les transistors  $T_2$  et  $T_4$ , de type PNP, fonctionnent en commutation.

A l'état saturé :  $v_{E_2C_2sat} = 0 \text{ V}$  ;  $v_{E_4C_4sat} = 0 \text{ V}$ .

Les transistors MOS  $T_1$  et  $T_3$  peuvent être modélisés, entre drain et source, par un interrupteur ouvert ou fermé selon la valeur de la **tension** de commande  $v_{GS}$  :

$V_{GS} = 0$  interrupteur ouvert                       $V_{GS} = 12 \text{ V}$  interrupteur fermé

Le fonctionnement du «pont» peut donc se résumer en deux séquences :

-  $V_{G_1S_1} = 12 \text{ V}$  ,  $T_2$  est **saturé** et  $T_4$  est **bloqué**.

-  $V_{G_3S_3} = 12 \text{ V}$  ,  $T_4$  est **saturé** et  $T_2$  est **bloqué**.

**3-1** Représenter par des traits en **gras** les positions des interrupteurs pour chacune des deux séquences proposées par les **figures 9-b et 9-c en déduction des chronogrammes de**  $v_{d1}$  et  $v_{d2}$  représentés **figure 9-a**, sur le document réponse N°2. Justifier rapidement.

**3-2.** Compléter le chronogramme, **figure 9-d**, de la tension  $v$  obtenue entre les points A et B.

**QUATRIEME PARTIE (8 points) : LE FILTRAGE (figure 10)**

La tension  $v_a$ , appliquée à l'antenne, ne doit comporter qu'une composante sinusoïdale de fréquence  $f_0 \approx 100$  kHz. En fait le signal carré  $v$ , entre les points A et B, dans le cas d'une émission permanente, peut se décomposer en série de Fourier :

$$v = \frac{4E}{\pi} \sin(\omega_0 t) + \frac{4E}{3\pi} \sin(3\omega_0 t) + \frac{4E}{5\pi} \sin(5\omega_0 t) + \dots \quad \text{où } \omega_0 = 2\pi f_0$$

Une étude préliminaire, en régime sinusoïdal, permet de déterminer le type de filtre proposé .

Dans cette étude, le nombre complexe  $\underline{V} = \left[ \frac{\hat{V}}{\sqrt{2}} ; \theta \right]$  est associé à la fonction sinusoïdale :

$$v = \hat{V} \sin(\omega t + \theta) \quad ; \quad \omega = 2\pi f .$$

**4-1** Etablir, en détaillant toutes les étapes de calcul, la fonction de transfert complexe  $\underline{T} = \frac{V_a}{\underline{V}}$  qui

sera mise sous la forme : 
$$\underline{T} = \frac{1}{1 + jR_\alpha \left( C\omega - \frac{1}{L\omega} \right)}$$

**4-2** Pour la suite on admettra la relation suivante :  $\underline{T} = \frac{1}{1 + jQ_0 \left( \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega} \right)}$  avec :

$$\omega_0 = 2\pi f_0 ; \quad LC\omega_0^2 = 1 \quad \text{et } Q_0 \text{ constante définie par : } Q_0 = \frac{R_a}{L\omega_0} \quad \text{ou } Q_0 = R_a C\omega_0 .$$

**4-2-1** Exprimer  $f_0$  en fonction de  $L$  et  $C$ . Calculer  $\underline{T}$  pour  $f = f_0$ . **A ce stade de l'étude**, que peut-on dire à propos de la réponse du filtre pour le **terme fondamental** de la série de Fourier de  $v$  ?

**4-2-2** Etablir l'expression générale du module  $T$  de  $\underline{T}$ . Pour quelle fréquence ce module est-il maximal ; quelle est sa valeur , notée  $T_{MAX}$  ?

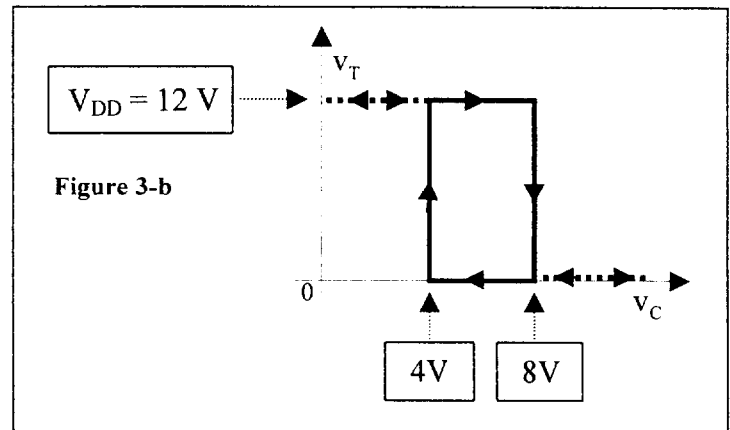
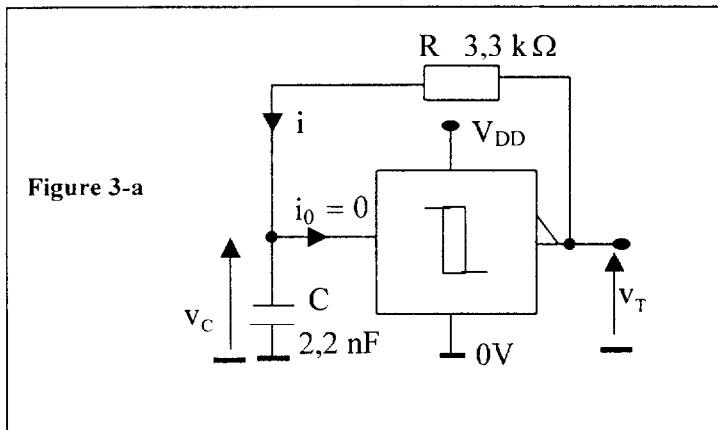
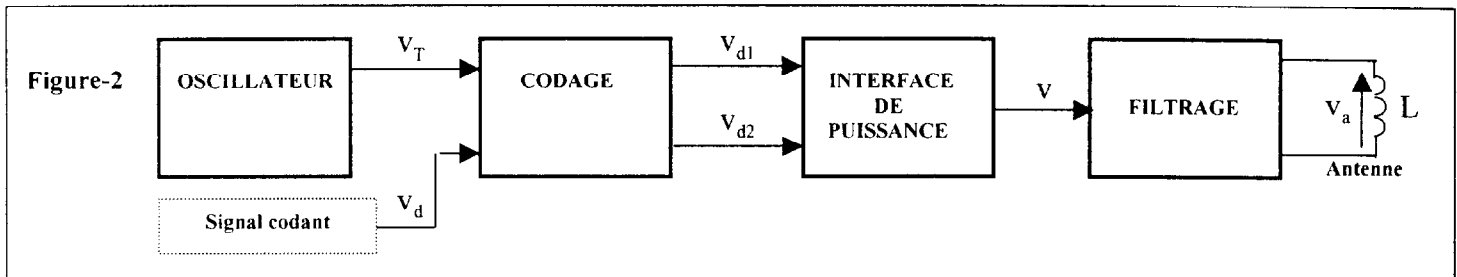
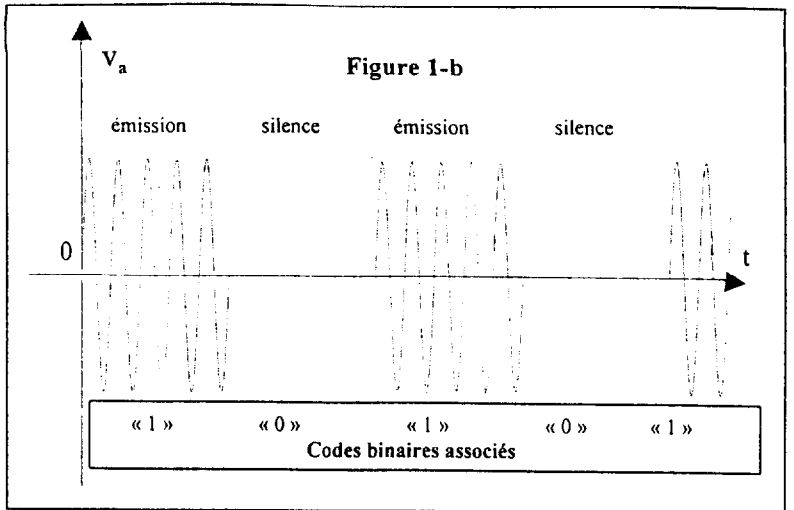
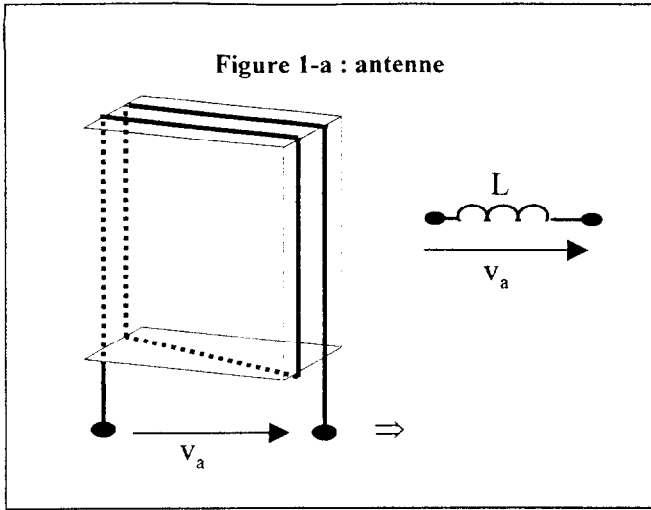
**4-2-3** Vers quelles valeurs limites tend  $T$  lorsque  $f \rightarrow 0$  ;  $f \rightarrow \infty$  ?

**4-2-4**  $R_a = 150 \Omega$  ;  $L = 15,8 \mu\text{H}$  ;  $C = 160 \text{ nF}$ . Calculer les valeurs numériques de :  $f_0$  ,  $Q_0$  , ainsi que celles des fréquences de coupure  $f_{CH} \approx f_0 \left( 1 + \frac{1}{2Q_0} \right)$  et  $f_{CB} \approx f_0 \left( 1 - \frac{1}{2Q_0} \right)$ .

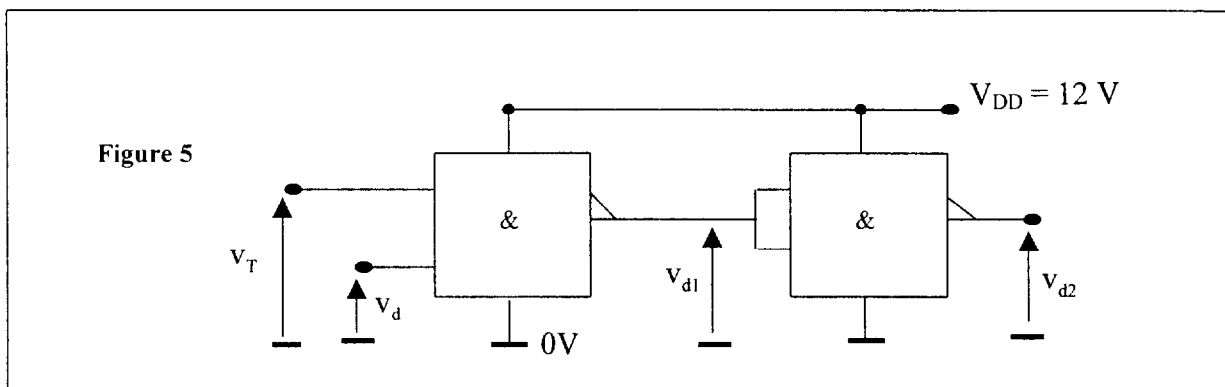
**4-2-5** De quel type de filtre s'agit-il ? Calculer sa bande passante.

**4-2-6** Expliquer l'action du filtre sur les différentes composantes de la série de Fourier du signal carré  $v$ .

Quelles sont les caractéristiques du signal  $v_a$  finalement obtenu aux bornes de l'antenne. Tracer ce signal  $v_a$  sur la figure 11.

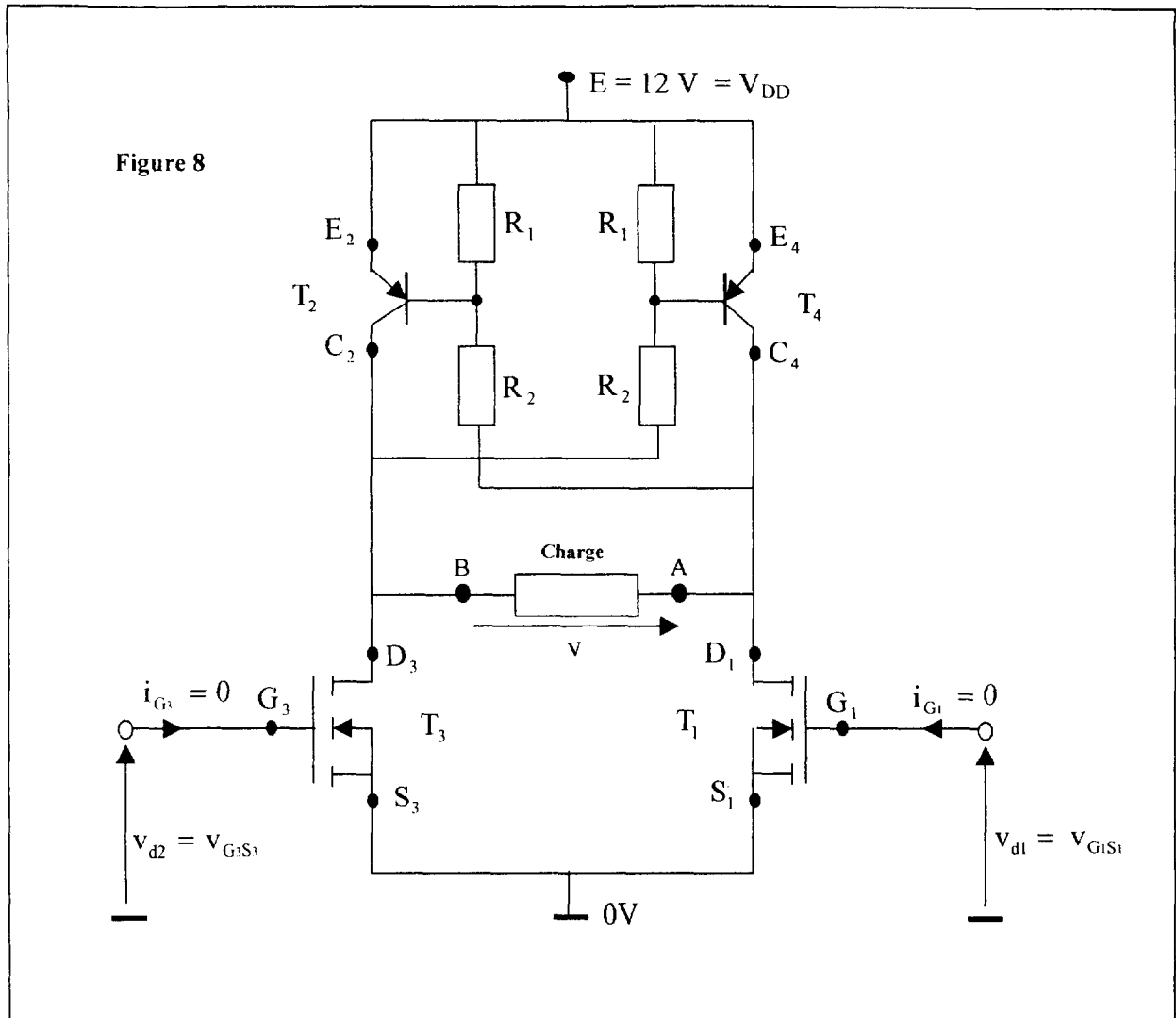


**Figures 4-a et 4-b** voir document réponse



**Figure 6** voir document réponse N°1

**Figures 7-a, b, c, d** voir document réponse N°1



**Figures 9-a, b, c, d** voir document réponse N°2

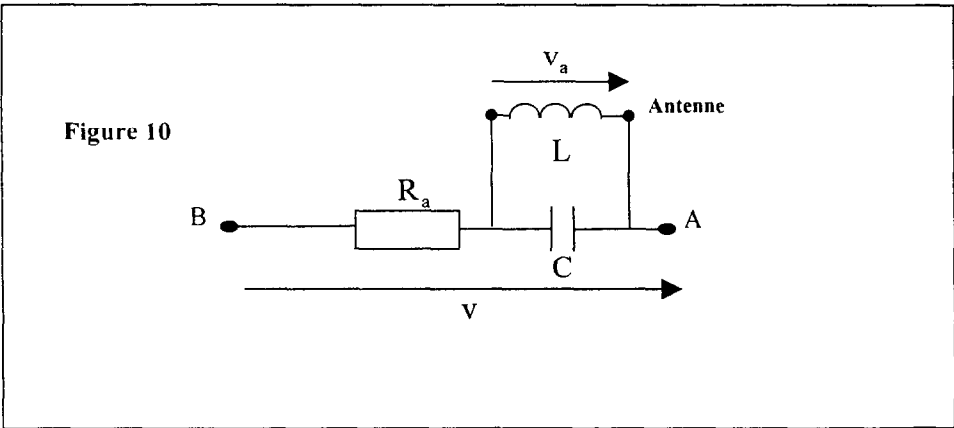


Figure 4-a

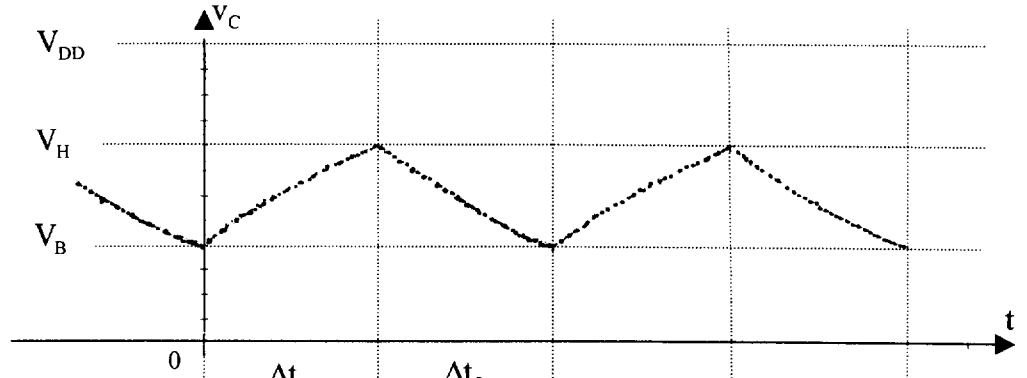


Figure 4-b

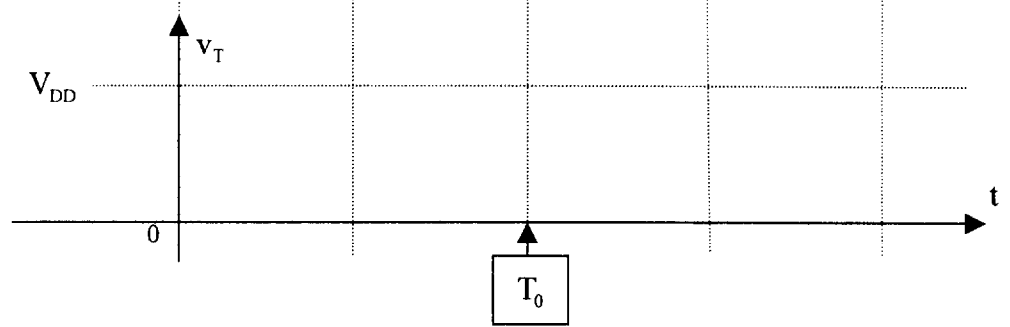


Figure 6

$v_T$	$v_d$	$v_{d1}$	$v_{d2}$
0	0	1	
0	1	1	
1	0	1	
1	1	0	

Figure 7-a

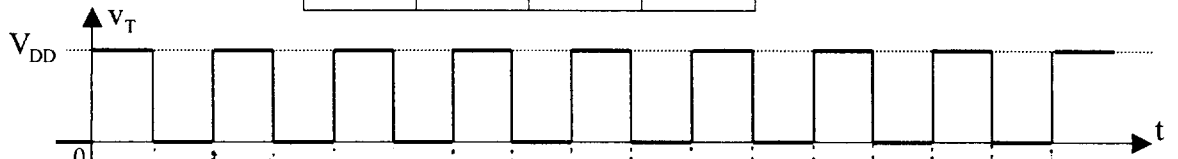


Figure 7-b  
Exemple de signal codant

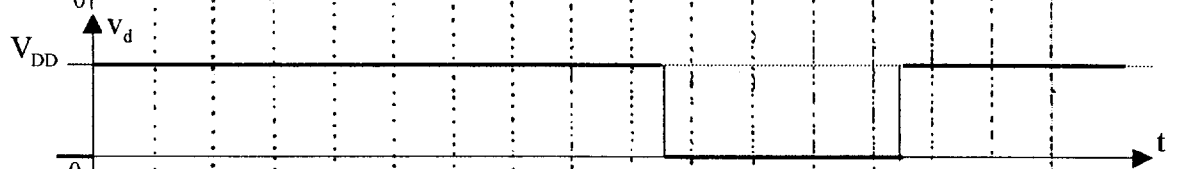


Figure 7-c

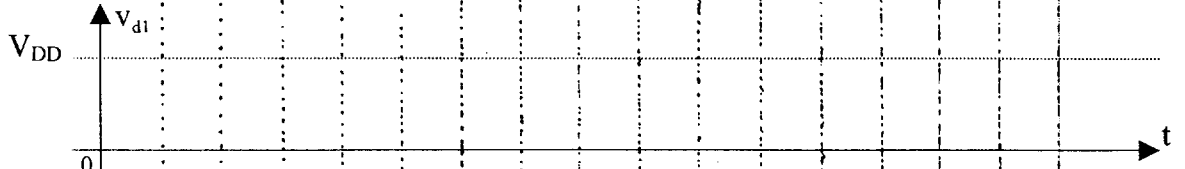
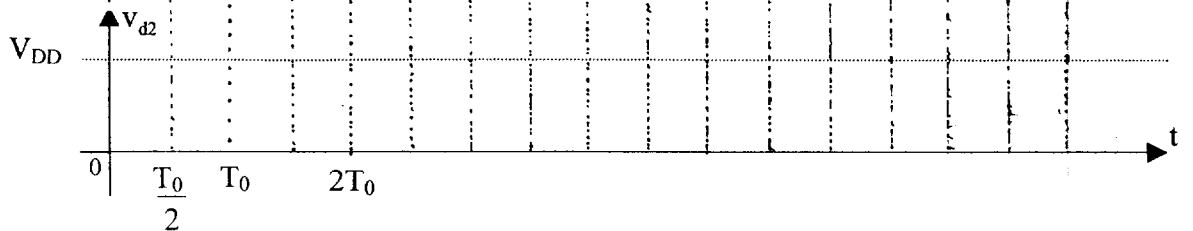


Figure 7-d



**DOCUMENT REPONSE N°2 A RENDRE AVEC LA COPIE**

Figure 9-a

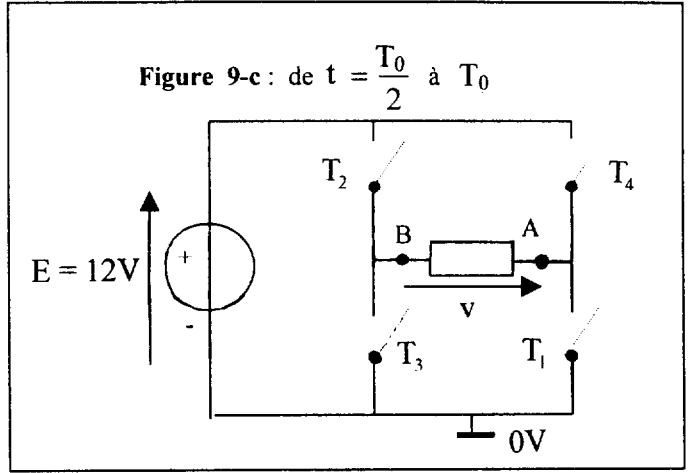
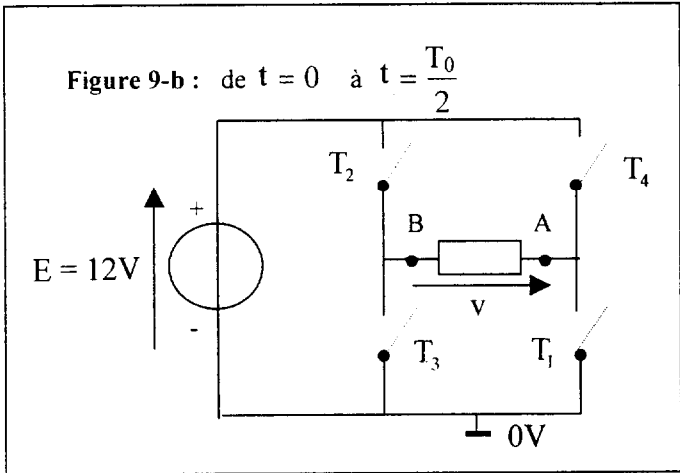
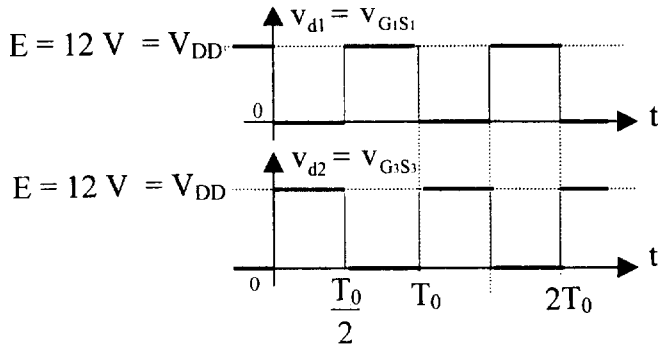


Figure 9-d

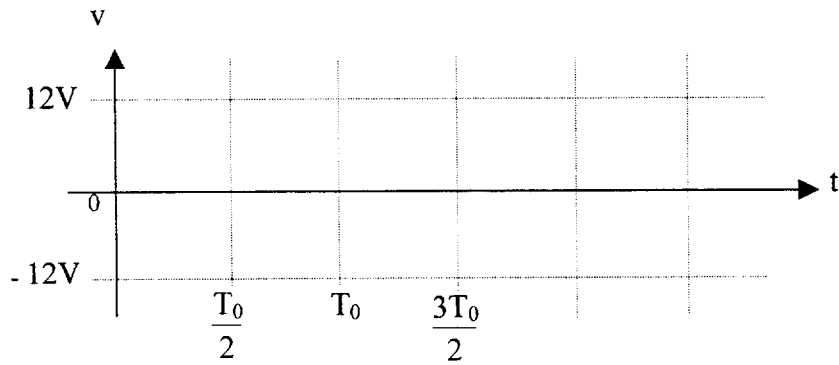


Figure 11

