Licence : Génie Electrique et Informatique Industrielle Population : 2ème Année Licence

Solution Exercice 1

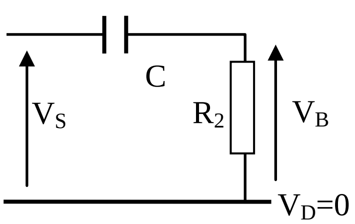
1°) Table de vérité de la porte NAND

A	F	$\overline{A.F}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2°) On suppose au départ que Vs = $+V_{CC}$. Etude du fonctionnement du circuit en traçant les évolutions des tensions aux points, A, B, D, V_S et aux bornes de la capacité C (Vc). Le seuil de basculement des portes est pris égal à ($V_{CC}/3$).

Etape1 :

Vs = V_{CC} ; $V_D = 0$; Vc = 0 ; C déchargé, $V_S = V_C+V_B$. et $V_B = V_{CC}$. $V_B = V_F$. Dans ces conditions, on peut avoir le schéma du circuit ci-dessous :



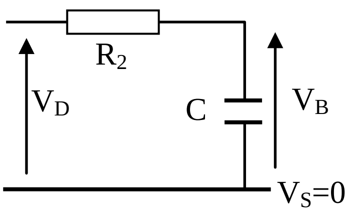
La tension V_B a tendance à diminuer (annulation du courant dans la maille) jusqu'au moment ou V_B devient légèrement inférieure à $V_{CC}/3$. (au point B on a : 0 logique) ». A ce moment V_D passe à V_{CC} et V_S passe instantanément de $+V_{CC}$ à zéro $\Delta V_S = -V_{CC}$.

Cette variation brutale est transmise par le condensateur C vers le point B ; On aura ainsi $V_B = (-2V_{CC}/3) = V_F$ (il n'y a pas de chute de potentiel aux bornes de R_1, le courant qui rentre au niveau des porte est pratiquement nul).

$V_F = (-2V_{CC}/3) \cong$ « 0 » ; $V_A = V_{CC} + V_B = +V_{CC}/3$. Ce qui confirme $V_D = 1$ (T. Vérité)

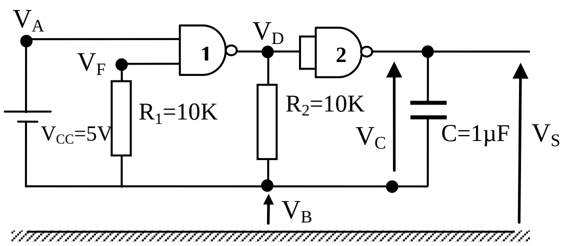
Etape 2 :

Dans les conditions qui ont été cité précédemment, on peut s'aider du schéma du circuit ci-contre :

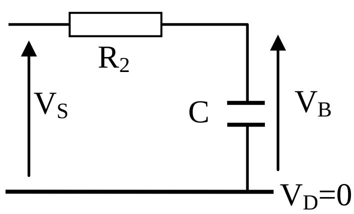


La tension V_B va augmenter en partant de la tension initiale antérieure qui est ($-2V_{CC}/3$) pour essayer d'atteindre V_{CC} (valeur de V_D à cette étape).

Dès que V_B atteint et dépasse légèrement ($V_{CC}/3$). Comme $V_B = V_F$, alors on aura $V_A = V_{CC} + V_B = (4/3)V_{CC}$. La porte 1 voit ses entrée au potentiel égal à 1, sa sortie est à 0 (T. vérité) $V_D = 0$ et la sortie V_S passe à 1 ($V_S = V_{CC}$). La variation de Vs de zéro à $+V_{CC}$ est transmise instantanément par le condensateur de capacité C vers le point B. $V_B = (V_{CC}/3)+V_{CC} = 4V_{CC}/3$).



Etape 3 : Dans le cas des conditions décrites au niveau de l'étape 2, on aboutit au circuit suivant : ***Fig.1***



$V_S = V_{CC}$
$V_B = (4V_{CC}/3)$ et
$V_D = 0$.

Le condensateur va essayer de ramener la tension V_B à zéro. Mais dès que la tension VB atteint et devient légèrement inférieure à (VCC/3), la sortie (V_D) de la première porte NAND va passer à 1 ($V_F < V_{CC}/3$) $\cong$ « 0 ») et $V_A = (4V_{CC}/3) \cong$ « 1 ». De ce fait on aura $V_S = V_{CC}$

La variation brutale de V_S (zéro vers V_{CC}) est transmise par le condensateur C vers le point B ; On aura ainsi $V_B = (-2V_{CC}/3) = V_F$.

$V_F = (-2V_{CC}/3) \cong$ « 0 » ; $V_A = V_{CC} + V_B = +V_{CC}/3$. Ce qui confirme $V_D = 1$ (T. Vérité). Le cycle ainsi définit va se répéter à l'infini et o, aura les signaux schématisés à la figure sol.1.

<u>Exercice 1- Réponse</u>

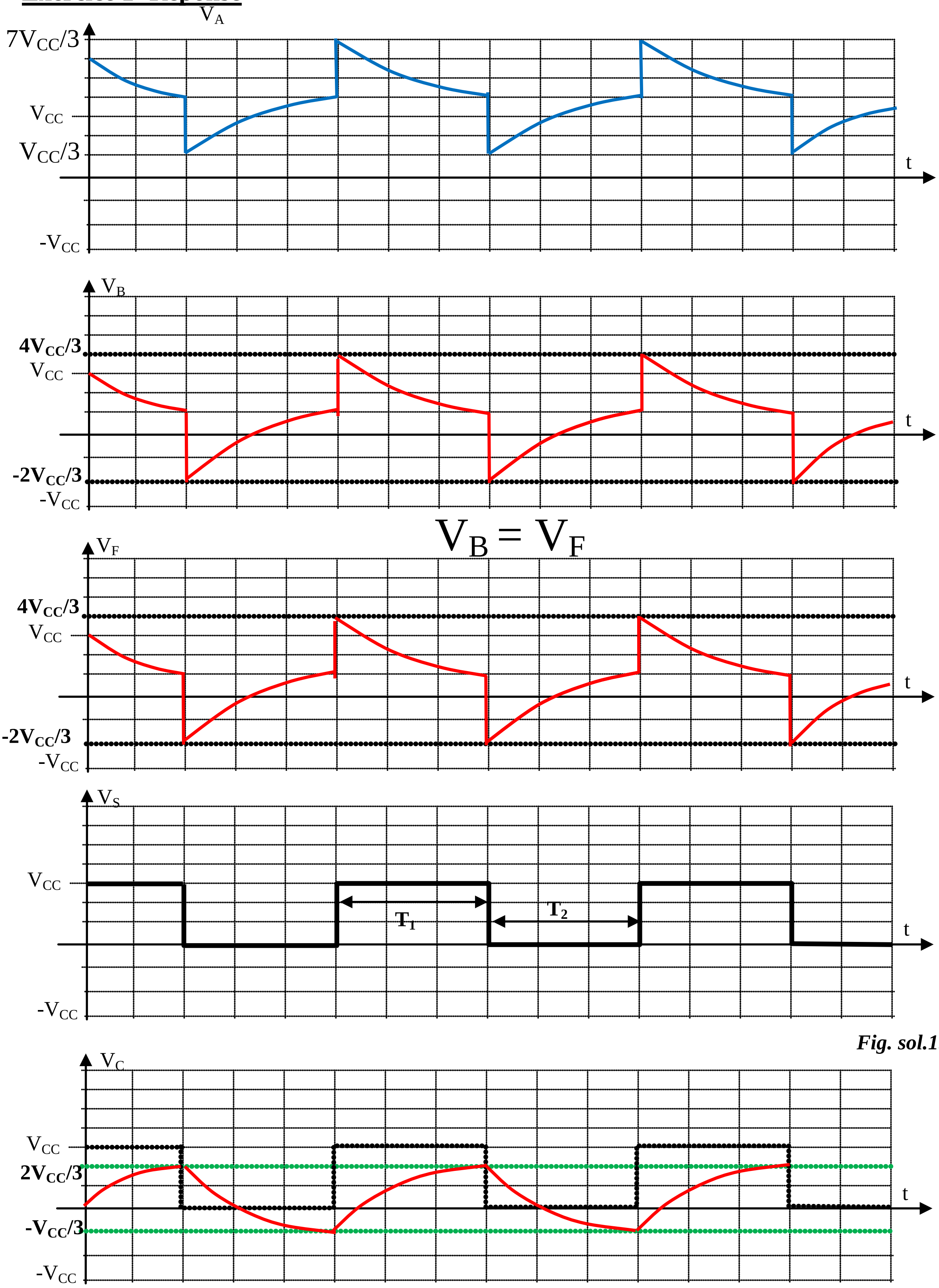


Fig. sol.1.

3°) Expression des tensions V_A, V_B et V_C

a) V_S est à l'état haut ($V_S = V_{CC}$)

$V_A = V_{CC} + V_B$

$V_C = V_S - V_B$

Il suffit donc de trouver V_B et de déduire V_A et V_C.

Lorsqu'on analyse l'évolution de V_B lorsque $V_S = V_{CC}$, c'est une allure exponentielle. C'est une variation de tension aux bornes d'un condensateur. On peut donc écrire que :

$\mathbf{V_B = A_1 e^{-\frac{t}{R2C}} + B_1}$; A_1 et B_1 sont deux constantes qu'on doit déterminer

t =0, $V_B = A_1 + B_1 = 4V_{CC}/3$ pour $t \to \propto$; $V_B \to 0$. $B_1 = 0$ et $A_1 = 4V_{CC}/3$

$$\mathbf{V_B = \frac{4V_{CC}}{3} e^{-\frac{t}{R2C}})} \;;\quad \mathbf{V_A = V_{CC}(1 - \frac{4}{3})e^{-\frac{t}{R2C}})} \;;\; \mathbf{V_C = V_{CC}(1 - \frac{4}{3})e^{-\frac{t}{R2C}}}$$

b) V_S est à l'état bas ($V_S = 0$)

$V_A = V_{CC} + V_B$

$V_C = V_S - V_B$

Il suffit donc de trouver V_B et de déduire V_A et V_C.

Lorsqu'on analyse l'évolution de V_B lorsque $V_S = 0$, c'est une allure exponentielle. C'est une variation de tension aux bornes d'un condensateur. On peut procéder de la même façon qu'en (a) :

$\mathbf{V_B = A_2 e^{-\frac{t}{R2C}} + B_2}$; A_1 et B_1 sont deux constantes qu'on doit déterminer

t =0, $V_B = A_2 + B_2 = -2V_{CC}/3$ pour $t \to \propto$; $V_B \to V_{CC}$. $B_2 = V_{CC}$ et $A_2 = -5V_{CC}/3$

$$\mathbf{V_B = V_{CC}(1 - \frac{5}{3} e^{-\frac{t}{R2C}})} \;;\; V_A{=}V_{CC}{+}V_B : \mathbf{V_A = V_{CC}(2 - \frac{5}{3} e^{-\frac{t}{R2C}})} \;;\quad V_C{=}V_S{-}V_B : \mathbf{V_C = -V_{CC}(1 - \frac{5}{3} e^{-\frac{t}{R2C}})}$$

4°) Fonction de ce circuit - période T du signal de sortie et nature du signal de sortie.

a) Fonction du circuit : **Multivibrateur astable**

b) Période du signal de sortie $T = T_1 + T_2$ (voir fig. sol.1)

T_1 : durée de l'état haut ($V_S = V_{CC}$) est le temps que met le condensateur pour se charges à partir d'une tension initiale égale à ($-V_{CC}/3$) pour atteindre une tension égale à $2V_{CC}/3$)

$$\mathbf{V_C = V_{CC}(1 - \frac{4}{3})e^{-\frac{t}{R2C}}} \text{ pour } t = T_1 \text{ ; } V_C = 2V_{CC}/3. \;\; \mathbf{V_C(T_1) = V_{CC}(1 - \frac{4}{3})e^{-\frac{T1}{R2C}} = \frac{2V_{CC}}{3}}$$

$T_1 = R_2C .Ln4 = 14$ ms

T_2 : durée de l'état bas ($V_S = 0$) est le temps que met le condensateur pour se décharger à partir d'une tension initiale égale à ($2V_{CC}/3$) pour atteindre une tension égale à $-V_{CC}/3$)

$$\mathbf{V_C = -V_{CC}(1 - \frac{5}{3} e^{-\frac{t}{R2C}})} \text{ pour } t = T_2 \text{ ; } V_C = -V_{CC}/3. \;\; \mathbf{V_C(T_2) = -V_{CC}(1 - \frac{5}{3})e^{-\frac{T1}{R2C}} = \frac{-V_{CC}}{3}}$$

$T_2 = R_2C .Ln(5/2) = 9$ ms **$T = T_1 + T_2 = R_2C.Ln(10) = 23$ ms**

c) Nature du signal : **signal rectangulaire car $T_1 \neq T_2$**.

Solution de l'exercice 2

1°) Expressions des rapports (v_1/v_e) et (v_2/v_e). et gain en tension global du circuit de la figure 2.

a) **(v_1/v_e) = -3**

b) **(v_2/v_1) = -(R_2/R_1)**

c) **(v_2/v_e) = 3(R_2/R_1) : gain en tension global du circuit**

2°) Déphasage introduit entre v_1 *et* v_e puis entre v_2 *et* v_e ? Expliquez.

a) **Le déphasage entre v_1 *et* v_e est égal à π. Il y a inversion de phase entre v_1 *et* v_e puisque le rapport v_1/v_e est négatif.**

b) **Le déphasage entre v_2 *et* v_e est égal à 0. v_2 *et* v_e sont en phase, le rapport v_2/v_e est positif et égal à 3.**

3°) Résistance d'entrée du circuit de la figure 2.

Re = R

4°) Calcul de l'oscillateur (F_0 et condition sur R_1 et R_2 pour que l'oscillation soit entretenue)

Il suffit de calculer le gain A de l'amplificateur et l'atténuation β du circuit de réaction et d'appliquer la condition de Barkhausen A.β=1. Pour cela il ne faut pas oublier de restituer l'équilibre des impédances (il faut voir que la résistance d'entrée de l'ampli (Re = R) va se mettre en // par rapport au circuit RC// du circuit de réaction pour aboutir à une résistance globale R/2.

A = 3(R_2/R_1)

Le calcul de β va s'effectuer à l'aide du circuit de réaction suivant (après restitution de l'équilibre des impédances.

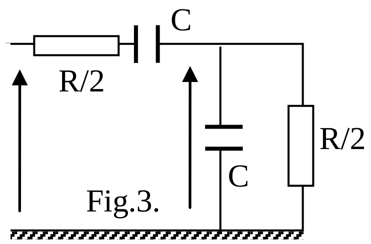


Fig.3.

$$\beta = \frac{R}{3R + j\left(\frac{R^2C\omega}{2} - \frac{2}{C\omega}\right)}$$

a) **Fréquence d'oscillation : il suffit d'annuler la partie imaginaire de β**

$$\frac{R^2C\omega_0}{2} - \frac{2}{C\omega_0} = 0 \qquad F_0 = \frac{1}{4\pi RC} \qquad \beta(\omega_0) = \frac{1}{3}$$

b) **Condition d'entretien :**

$$\mathbf{A.\beta(\omega 0) = 1} \Leftrightarrow 3\frac{R_2}{R_1} x \frac{1}{3} = 1 \Rightarrow R_2 = R_1$$

Solution - Exercice 3

	Système bouclé sans tension d'entrée	Oscillateur harmonique ou oscillateur de relaxation	temporisateur	Système en boucle ouverte
Astable	x	x		
Monostable			x	x
Oscillateur sinusoïdal	x	x		