Rapport de TP ; Eléments de correction

# Oscillateur Astable

## *Oscillateur a circuit spécialisé , type ICL 8038 ou NE 555*

| | |
|---|---|
| Avantages : | Bonne précision, faible dérive en température |
| | Plage de 500 à 100kHz |
| | Rapport cyclique variable |
| | Plusieurs type de signaux de sortie ( Carré, triangle,…) |
| Inconvénients : | Câblage complexe ( rajout de composant) |
| | Excursion en fréquence faible |
| Application : | Générateur de fonction |
| | Commande de transistor ou thyristor |

## *Oscillateur à porte logique CMOS*

| | |
|---|---|
| Avantages : | montage simple |
| | Plage de fréquences de 3 à 100kHz |
| Inconvénients : | peu stable en fréquence, grande variation avec la température |
| | Peu précis ( instant de commutation pas bien déterminer) |
| Application : | Générateur de signal d'horloge ne demandant pas une grande précision |
| | Commande en train d'onde pour thyristor |
| | Faible fréquence |

## *Oscillateur à Quartz*

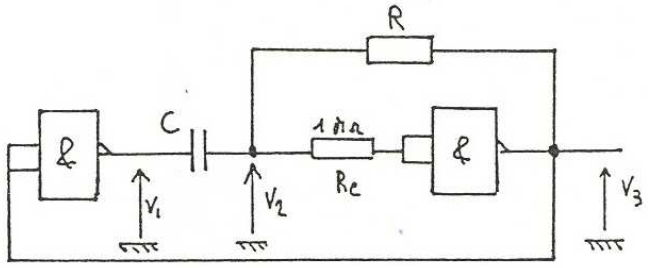
Très grande précision, peu de dérive en température
Grande fréquences possible ( > 1MHz )
Pas de réglage possible, alimentation en 5 V le plus souvent

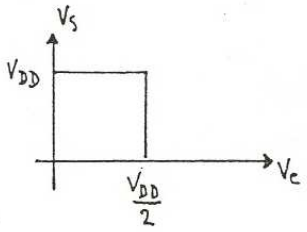
## *Schéma et principe de fonctionnement des différents types d'oscillateurs :*

Pour les circuits spécialisés, ce reporter aux documents constructeurs

# I - REALISATION A CIRCUITS LOGIGUES CMOS

## 1° Schéma et caractéristique idéalisée d'un inverseur CMOS



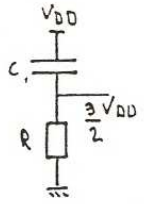

## 2° Analyse qualitative

On suppose $V_3 = V_{DD}$ et $V_1 = 0$

$V_3$ passe de $V_{DD}$ à 0 ⇒ cela suppose que $V_2$ est devenu
$V_1$ passe de 0 à $V_{DD}$ supérieur à $\frac{V_{DD}}{2}$

C transmet les discontinuités ⇒ $V_2 = \frac{V_{DD}}{2} + V_{DD}$

⇒ $V_2 = \frac{3\,V_{DD}}{2}$



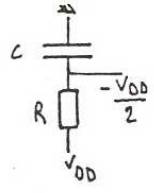

Le condensateur C se charge

⇒ $V_2$ décroit ($V_2$ varie théoriquement de $\frac{3V_{DD}}{2}$ à 0)

lorsque $V_2 \leq \frac{V_{DD}}{2}$ ⇒ Basculement ⇒ $V_3$ passe de 0 à $V_{DD}$ ⇒ $V_1$ passe de $V_{DD}$ à 0

C transmet les discontinuités ⇒ $V_2 = \frac{V_{DD}}{2} - V_{DD}$

$V_2 = -\frac{V_{DD}}{2}$

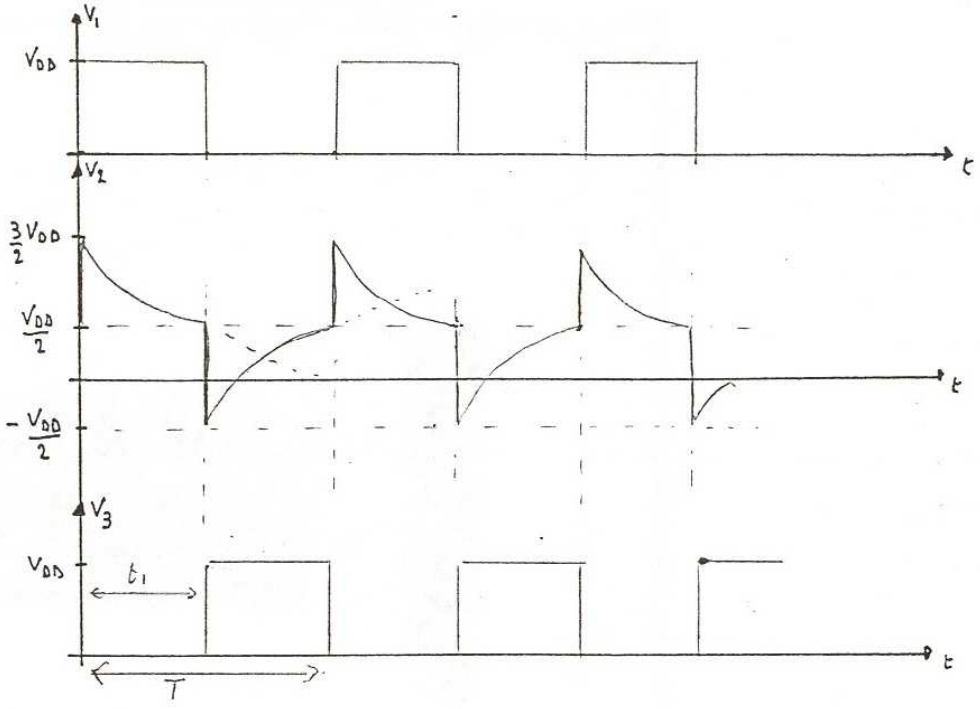



Le condensateur C se décharge

⇒ $V_2$ croit (théoriquement varie de $-\frac{V_{DD}}{2}$ à $V_{DD}$)

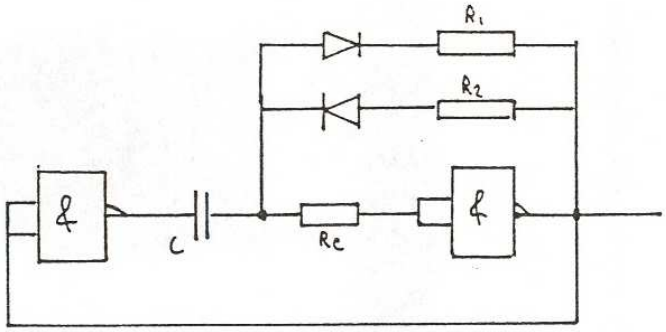
Lorsque $V_2 \geq \frac{V_{DD}}{2}$ ⇒ Basculement ⇒ { $V_3$ passe de $V_{DD}$ à 0
$V_1$ passe de 0 à $V_{DD}$

3° Analyse quantitative



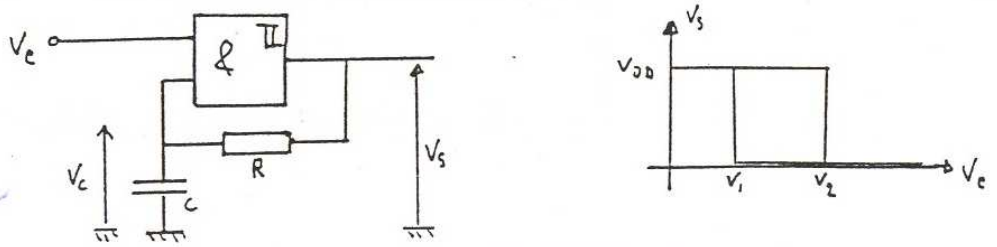

$T \simeq 2,2 . R . C$ Rapport cyclique $D = \frac{t_1}{T} =$

4° Modification du rapport cyclique




- le temps $t_1$ dépend de la résistance $R_1$
- le temps $t_2$ dépend de la résistance $R_2$

5° Montage utilisant un trigger CMOS : ex 4093



$V_e$ permet de bloquer le fonctionnement du montage.

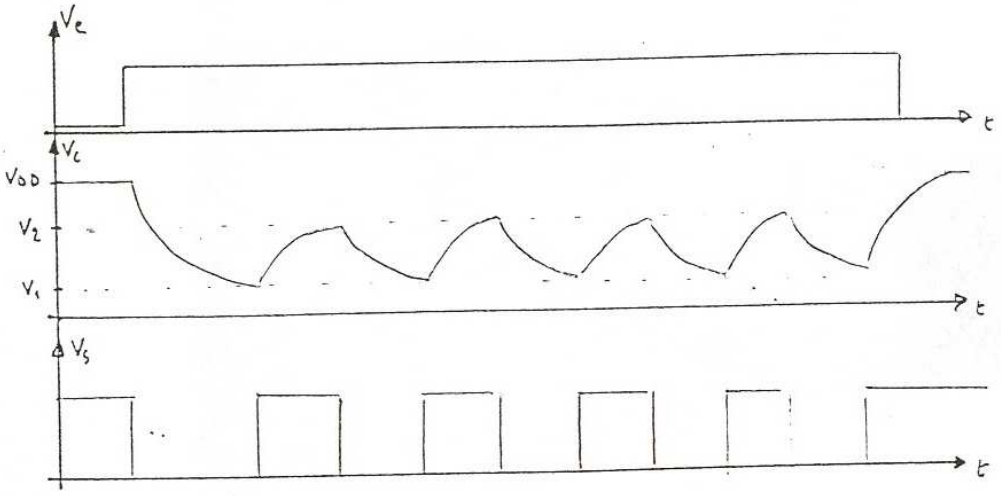
a) analyse qualitative

$V_s$ passe de $V_{DD}$ à 0 $\Rightarrow V_c > V_e \Rightarrow$ C se décharge

$V_c < V_1 \Rightarrow V_s$ passe de 0 à $V_{DD} \Rightarrow$ C se charge

$V_c > V_2 \Rightarrow V_s$ passe de $V_{DD}$ à 0 : condition de départ.

b) analyse quantitative

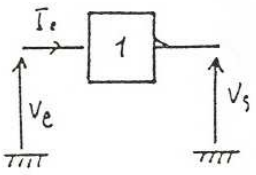


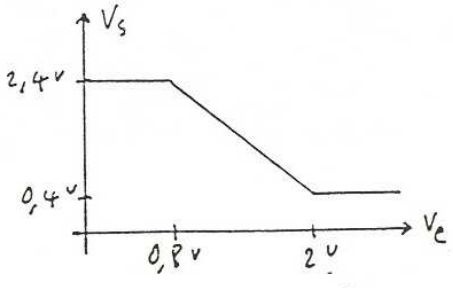

II - REALISATION EN CIRCUIT TTL

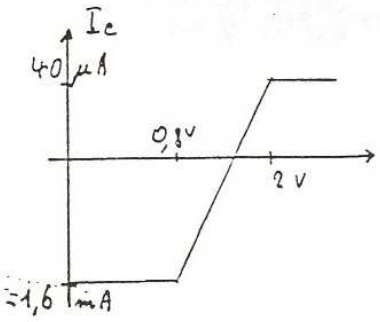
Même analyse que pour les circuits CMOS

. peu utilisé car la logique TTL présente quelques invonvénients :

- résistance R limité ($\simeq 500\,\Omega$)
- faible différence de tension d'où faible période.



## III. OSCILLATEUR UTILISANT UN QUARTZ.

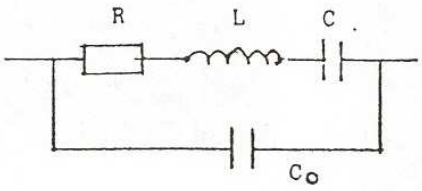
### 1)Le quartz.

On utilise les propriétés de résonnance mécanique de ce matériau piézo-électrique.

Il y a résonnance mécanique lorsque la fréquence propre des oscillations mécaniques est égale à la fréquence de la tension d'utilisation.

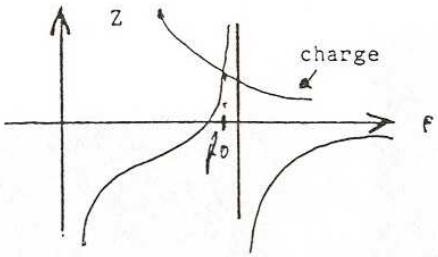
La Taille du cristal impose f0.

Schéma électrique équivalent.




| Ex: $f_0$ | L | C | R | $C_0$ |
|---|---|---|---|---|
| 100 KHz | 52H | 0,05pF | 400Ω | 8pF |
| 1 MHz | 4H | $6.10^{-3}$pF | 240Ω | 3pF |
| 10 MHz | 0,01H | 0,03pF | 5Ω | 8pF |

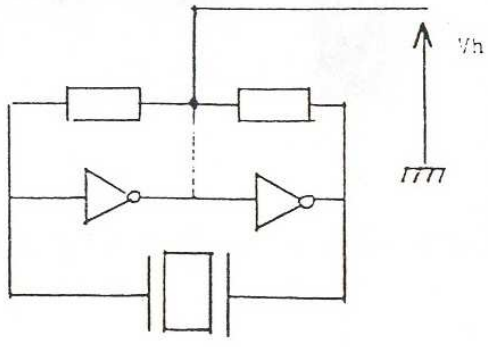
impédance

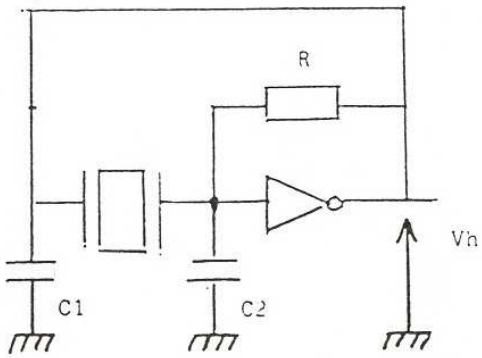



Remarque:

Très grande stabilité en fréquence.

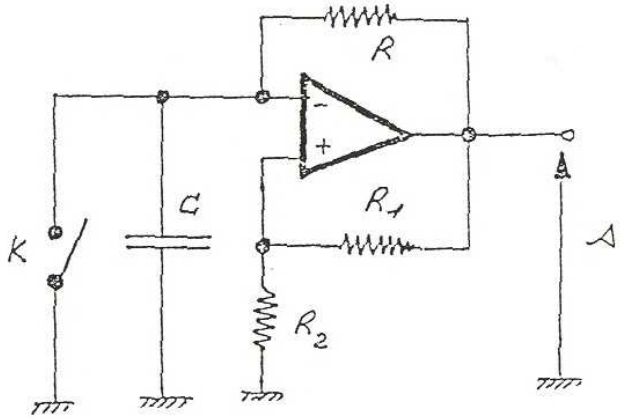
Ex:montage oscillateur.



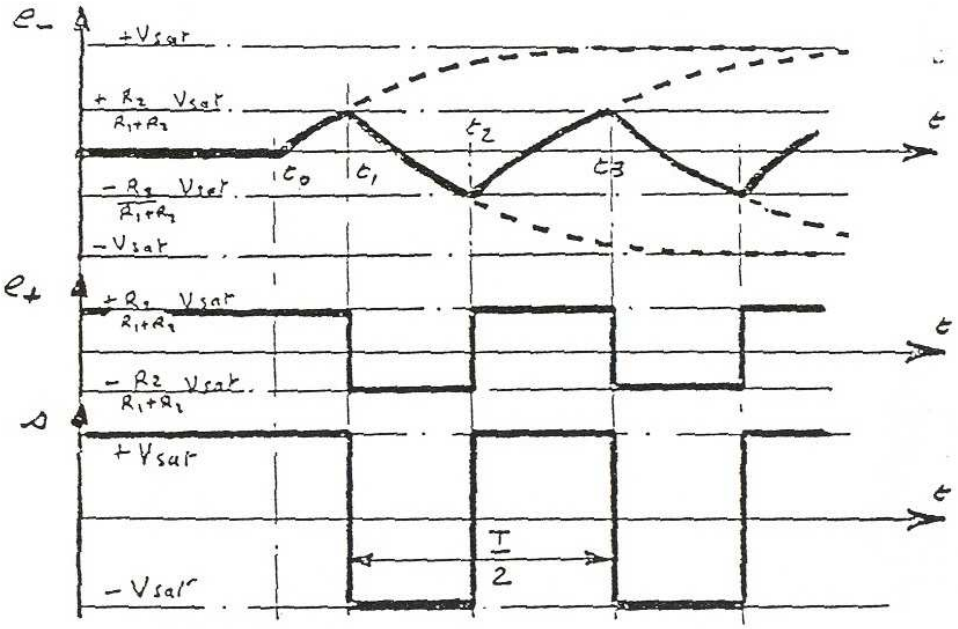




Les constructeurs précisent le montage ayant les meilleures performances et les valeurs des résistances et capacités associées.

## IV - Multivibrateur astable à ampli OP




Traçons d'abord le graphe de e − , e + s




Avant l'instant to, la capacité est court-circuitée par l'interrupteur K.

$e_- = 0 \quad S = +V_{sat} \quad , \quad e_+ = \frac{+R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{sat}$ (par exemple)

A l'instant $t_o$ on ouvre l'interrupteur. La capacité de charge. L'amplificateur opérationnel bascule en temps $t_1$ pour :

$$e_- = e_+ = + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{sat} \longrightarrow S = -V_{sat} \quad , \quad e_+ = -\frac{R_2}{R_2 + R_1} V_{sat}$$

La Capacité tend à se charger à - V sat. L'amplificateur opérationnel rebascule pour :

$$e_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \; V_{sat}$$ et ainsi de suite.

équations de $e_+$ : $e_- = A \exp\left(-\frac{t}{RC}\right) + B$

au temps $t = 0 \; (t_1)$ $e_- = + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \; V_{sat} = A + B$ $\quad (\exp 0 = 1)$

au temps $t = \infty$ $e_+ = \boxed{- V_{sat} = B}$

$$A - V_{sat} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \; V_{sat}$$

$$\boxed{A = V_{sat} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)}$$

$$e_- = V_{sat} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \exp\left(-\frac{t}{R_C}\right) - V_{sat}$$

la demi période de basculement et atteinte au temps $t_2$ et pour $e_- = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} \; V_{sat}$

$$-\frac{R_2}{R_1 + R_2} \; V_{sat} = \left( 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{sat} \exp\left(-\frac{t_2}{RC}\right) - V_{sat}$$

$$\frac{V_{sat} \left( 1 - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)}{V_{sat} \left( 1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)} = \exp\left(-\frac{t_2}{RC}\right)$$

$$\exp\left(-\frac{t_2}{RC}\right) = \frac{R_1}{R_1 + 2R_2}$$

$$\frac{t_2}{RC} = \text{Log} \left( 1 + 2 \frac{R_2}{R_1} \right)$$

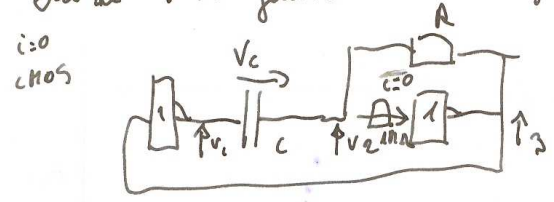
la période totale est :

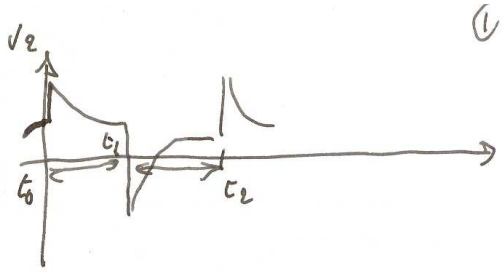
$$\boxed{T = 2 \, RC \, \text{Log} \left( 1 + 2 \frac{R_2}{R_1} \right)}$$ indépendante de + V sat

*Démonstration du calcul de la période dans le cas d'un oscillateur à portes logiques CMOS*



etude d'un générateur d'horloge.



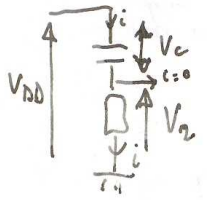




condition de départ :

à $t_0 - \varepsilon$ $\quad V_1 = 0$ ; $V_3 = V_{DD}$ ; $V_2 = V_1 + V_c \simeq \left(\frac{V_{DD}}{2}\right)^-$ $\quad V_2$ ↗ vers $\frac{V_{DD}}{2}$

à $t_0$ $\quad V_2 = \frac{V_{DD}}{2}$ ⇒ basculement

à $t_0 + \varepsilon$ $\quad V_3 = 0 \Rightarrow V_1 = V_{DD}$ et $V_2 = V_1 + V_c = V_{DD} + \frac{V_{DD}}{2}$ car il ne peut pas y avoir de variation brusque de $V_c$




~~avec [illegible]~~ on cherche à connaître les ~~variations~~ de évolution de $V_2$ dans le temps

à l'instant $t_0$ $V_2 = \frac{3}{2} V_{DD}$

$V_2 = R \cdot i$ $\qquad i = -C \frac{dV_c}{dt}$ $\qquad V_c = V_2 - V_{DD}$.

équation différentielle. $V_2 = -RC\left(\frac{dV_2}{dt} - \underbrace{\frac{dV_{DD}}{dt}}_{=0 \text{ car } V_{DD} = cte.}\right)$

- Faire chercher l'équation différentielle tel que $A V_2 + B \frac{dV_2}{dt} = 0$

$$V_2 = -RC \frac{dV_2}{dt} \Rightarrow \ln V_2 = -\frac{1}{RC} t + K. \Rightarrow V_2 = k e^{-\frac{1}{RC} t}$$

à $t_0 \Rightarrow V_2 = \frac{3}{2} V_{DD} \Rightarrow V_2 = \frac{3}{2} V_{DD} e^{-\frac{1}{RC} t}$

on en déduit que $V_2$ ↓ jusqu'où ? jusqu'au prochain basculement jusqu'à $V_2 = \frac{V_{DD}}{2}$. calculons le temps $t_1$. on a bien le basculement.

$\frac{V_{DD}}{2} = \frac{3}{2} V_{DD} e^{-\frac{1}{RC} t_1} \Rightarrow t_1 = -RC \ln\left(\frac{1}{3}\right)$

à $t_1 - \varepsilon$ $\quad V_2 = V_1 + V_c \Rightarrow V_{c1} = -\frac{V_{DD}}{2}$ $\quad V_3 = 0$

$V_2 \leq \frac{V_{DD}}{2}$

à $t_1^+ \Rightarrow V_2 = \frac{V_{DD}}{2}$ $\Rightarrow$ basculement.

à $t_1 + \varepsilon$ $V_3 = V_{DD}$ $V_1 = 0$ $V_2 = V_1 + V_c = 0 - \frac{V_{DD}}{2} = V_c$.

Condition initial $t = 0^+$ $t = 0$ $V_2 = -\frac{V_{DD}}{2}$.

equation differentiel : Faire chercher aux élève

$$V_2 = V_{DD} - Ri = V_{DD} - RC\frac{dV_2}{dt} \Rightarrow V_2 + RC\frac{dV_2}{dt} = V_{DD}$$

Sol Homg $V_2 = K e^{-1/RC\, t}$

Sol particulier $V_2 = V_{DD}$

Sol Gener $\Rightarrow V_2 = V_{DD} + K e^{-1/RC\, t}$

C.I : $V_2 = -\frac{V_{DD}}{2}$ $\Rightarrow K = -3\frac{V_{DD}}{2}$

$$\Rightarrow V_2 = V_{DD}\left(1 - \frac{3}{2} e^{-1/RC\, t}\right)$$

calcul de l'instant $t_2$

$$\frac{V_{DD}}{2} = V_{DD}\left(1 - \frac{3}{2} e^{-1/RC\, t_2}\right) \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{3}{2} e^{-1/RC\, t_2}.$$

$$\Rightarrow t_2 = -RC \ln\left(\frac{1}{3}\right)$$

d'ou la periode de l'horloge $T = t_1 + t_2$.

$$= -2\ln\left(\frac{1}{3}\right) \cdot RC \simeq 2{,}2\, RC$$

pour des raison technologique :

$100\Omega < R < 100K\Omega$ et $50nF < C < 1\mu F$

par ex pour $T = 1$ ms $\Rightarrow$ $C = 100$ nF

$R = 10K\Omega$.