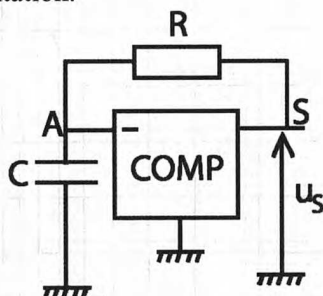
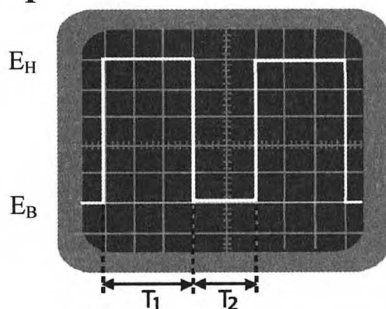


Production des signaux périodiques non sinusoïdaux

- On appelle multivibrateur, tout circuit électronique qui génère un signal périodique caractérisé par des transitions d'un niveau haut à un niveau bas et vice versa, à une fréquence déterminée par le circuit.
- Le multivibrateur astable : est un circuit électronique qui génère un signal périodique oscillant entre deux états instables ce qui justifie l'appellation oscillateur astable. il engendre les basculements de manière autonome c'est-à-dire sans circuit de commande
- Un multivibrateur est constitué de :
 - un comparateur inverseur à deux seuils
 - un circuit RC (réservoir d'énergie) : système utilisé pour le faire évoluer.
 - une tension d'alimentation.



- Un multivibrateur est caractérisé par :
 - un niveau haut : E_H et un niveau bas: E_B
 - une période $T = T_1 + T_2$ avec T_1 est la durée du niveau haut et T_2 est la durée du niveau bas.
 - un rapport cyclique $\delta = \frac{T_1}{T}$



• Multivibrateur astable à amplificateur opérationnel

➤ **Le montage comparateur :** Dans ce cas le comparateur est un A.O à réaction positive

dont le schéma est ci contre.

- La loi des mailles appliquée à la maille d'entrée donne : $u_e + \varepsilon - R_1 \cdot i = 0$

- La loi des mailles appliquée à la maille de sortie donne : $u_s = (R_1 + R_2) \cdot i$ donc

$$i = \frac{u_s}{R_1 + R_2}$$

- En remplaçant i dans la première

équation on obtient : $\varepsilon = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_s - u_e = \beta u_s - u_e$

avec $\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$.

- Ainsi d'après la caractéristique de transfert d'un amplificateur opérationnel idéal :

Quand $\varepsilon > 0$, $u_s = + U_{sat}$.

L'Amplificateur Opérationnel reste donc dans cet état tant que

$\beta U_{sat} - u_e > 0$ càd $u_e < \beta U_{sat}$.

✓ Quand $\varepsilon < 0$, $u_s = -U_{sat}$.

L'Amplificateur Opérationnel reste donc dans cet état tant que

$-\beta U_{sat} - u_e < 0$ càd $u_e > -\beta U_{sat}$

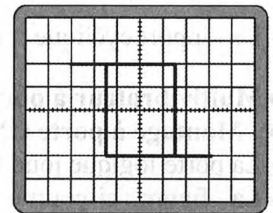
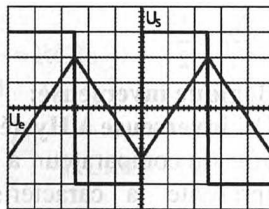
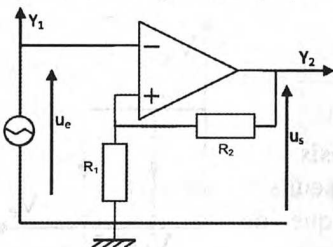
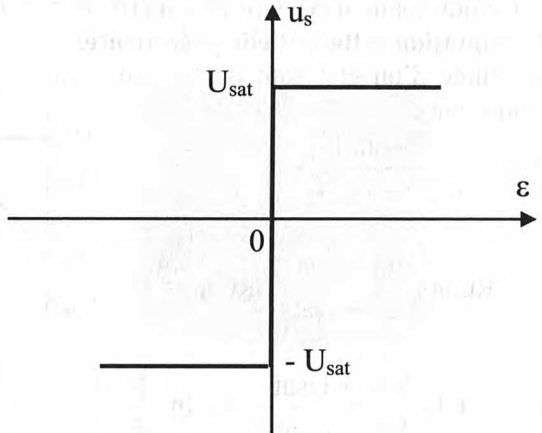
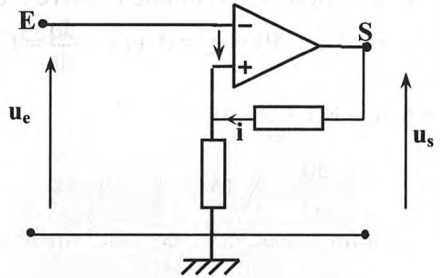
✓ Conclusion:

* u_s passe de $+ U_{sat}$ à $- U_{sat}$ quand u_e atteint, en augmentant une valeur seuil notée U_{HB} ou

$V_{b2} = \beta U_{sat}$ et appelée : Seuil supérieur de basculement.

* u_s passe de $- U_{sat}$ à $+ U_{sat}$ quand u_e atteint, en décroissant une valeur seuil notée U_{BH} ou $V_{b1} = -\beta U_{sat}$ et appelée : Seuil inférieur de basculement.

La caractéristique $u_s = f(u_e)$ est obtenue en passant au mode XY.



➤ **Le montage multivibrateur** : au montage comparateur on ajoute le dipôle RC

- L'équation différentielle relative à u_c s'écrit :

$$u_s - Ri - u_c = 0 \text{ et } i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_c}{dt}$$

$$\Rightarrow u_s - R.C \frac{du_c}{dt} - u_c = 0 \text{ d'où}$$

$$u_s = R.C \frac{du_c}{dt} + u_c \text{ avec } u_s = E_H \text{ ou } E_B$$

- La solution de cette équation différentielle

$$\text{est : } u_c = A e^{-\frac{t}{\tau}} + B. \text{ avec } \tau = RC$$

Pour déterminer A et B on utilise les conditions aux limites :

✓ A $t = 0$ on a $u_c(i) = A + B$

✓ A $t = \infty$ on a $u_c(f) = B$

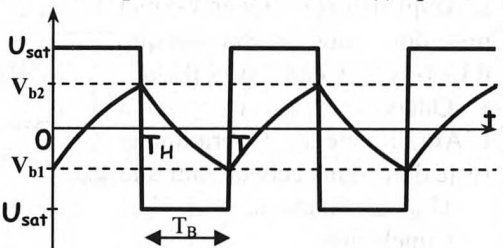
✓ Ce qui donne $u_c(t) = [u_c(i) - u_c(f)] \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + u_c(f)$: C'est la solution générale de l'équation différentielle précédente.

- la durée d'un état haut ou bas est t obtenue par résolution de $u_c(t)$ qui est donnée par :

$$t = \tau \cdot \ln \frac{[u_c(i) - u_c(f)]}{[u_c(t) - u_c(f)]}$$

-

$$T_H = RC \cdot \ln \frac{[V_{b1} - U_{sat}]}{[V_{b2} - U_{sat}]} = RC \cdot \ln \frac{-\beta - 1}{\beta - 1} - U_{sat}$$



$$T_B = RC \ln \frac{V_{b2} + U_{sat}}{V_{b1} + U_{sat}} = RC \ln \frac{\beta + 1}{-\beta + 1}$$

- La période aura ainsi pour Expression commune

$$T = T_H + T_B = RC \cdot \left(\ln \frac{-\beta - 1}{\beta - 1} + \ln \frac{\beta + 1}{-\beta + 1} \right) = 2RC \cdot \ln \left(\frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right) = 2RC \cdot \ln \left(1 + 2 \frac{R_1}{R_2} \right)$$

Pour $R_1 = R_2 \Rightarrow T = 2RC \ln 3$

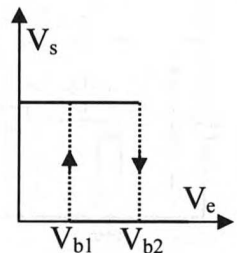
- Le rapport cyclique : $\delta = \frac{T_H}{T} = \frac{1}{2}$

• **Multivibrateur à porte logique inverseuse:**

➤ **Montage à porte CMOS inverseuse à Hystérésis**

- La porte logique joue le rôle du comparateur à 2 seuils.

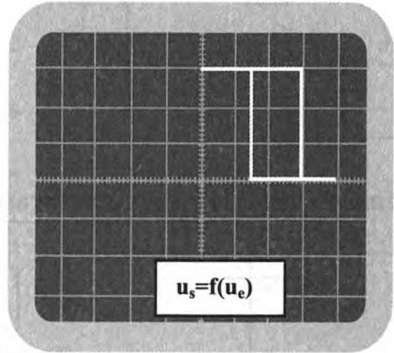
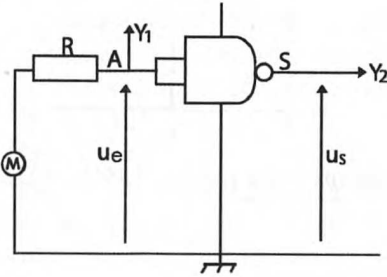
- La figure ci-contre représente la caractéristique de



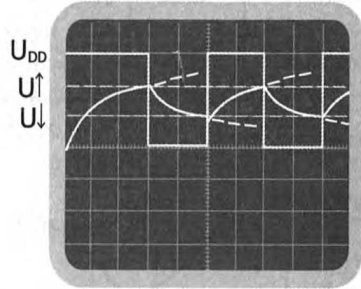
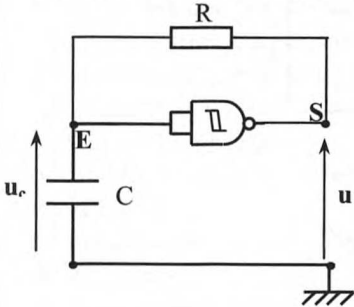
transfert de la porte CMOS 4093 avec $V_{b1} = \frac{1}{2} V_{dd}$ et

$V_{b2} = \frac{3}{4} V_{dd}$ ou V_{dd} ou U_{dd} représente la tension de polarisation de la porte CMOS 4093.

- Le montage comparateur est le suivant :



- Le montage multivibrateur est le suivant:



- En utilisant la relation $t = \tau \cdot \ln \frac{[uc(i) - uc(f)]}{[uc(t) - uc(f)]}$ On trouve :

$$T_H = RC \cdot \ln \frac{[V_{b1} - U_{dd}]}{[V_{b2} - U_{dd}]} = RC \cdot \ln \frac{\frac{1}{2} U_{dd} - U_{dd}}{\frac{3}{4} U_{dd} - U_{dd}} = RC \cdot \ln 2 = RC \cdot \ln 2$$

$$T_B = RC \cdot \log \frac{[v_{b2}]}{[v_{b1}]} = RC \cdot \ln \frac{\frac{3}{4} U_{dd}}{\frac{1}{2} U_{dd}} = RC \cdot \ln \frac{3}{2}$$

$$T = T_H + T_B = RC \cdot (\ln 2 + \ln \frac{3}{2}) = RC \cdot \ln 3$$

$$\text{- Le rapport cyclique : } \delta = \frac{T_H}{T} = \frac{\ln 2}{\ln 3} = 0,63$$

➤ Montage à portes CMOS inverseuses (4011)

- Le montage étudié utilise deux inverseurs CMOS parfaits (*résistance d'entrée infinie et seuil de basculement unique V_b*) dont la caractéristique est rappelée ci-dessous.

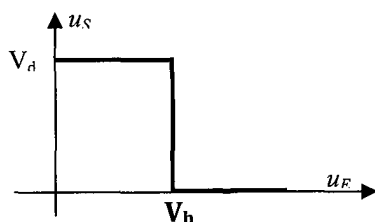
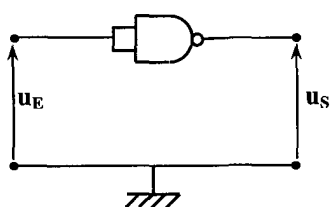


Schéma du montage du multivibrateur utilisant deux portes CMOS 4011

