

# Le montage astable à portes logiques NON

Domaine d'application :  
**Traitement du signal**

Type de document :  
**Exercice**

Classe :  
**Première**

Date :

## I - Présentation du schéma et caractéristiques des composants

Sur le schéma de la *Figure 1* les portes logiques NON sont alimentées entre 0V et  $V_{DD}$ , et leur unique seuil de basculement est  $V_{DD}/2$ .

### Hypothèse d'étude et conditions initiales :

- \* à  $t=0$  s le condensateur  $C$  est totalement déchargé :  $U_{MH}(0) = 0$  V
- \* à  $t=0$  s,  $V_S = V_{DD}$  et  $V_H = 0$  V
- \* le circuit commute à  $V_{DD}/2$  :  $V_{HB} = V_{BH} = V_{DD}/2$
- \* les courants d'entrée des portes logiques sont considérés négligeables par rapport au courant de charge du condensateur

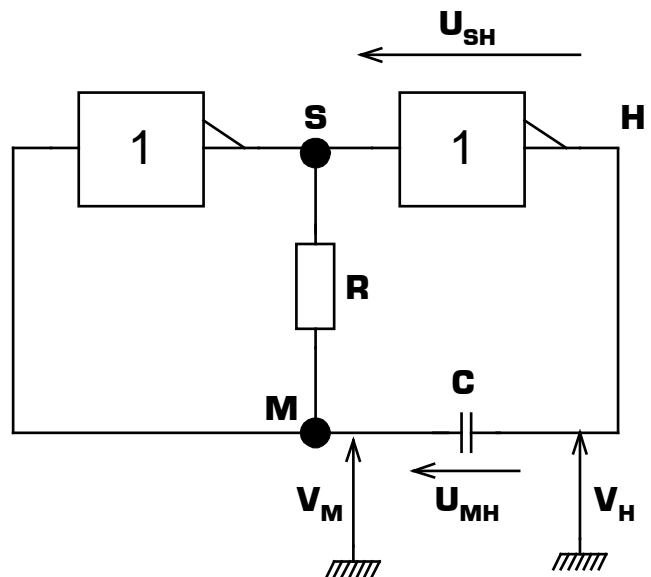


Figure 1 : Schéma du montage astable à 2 portes logiques NON

Remarques sur les tensions du montage :

- \*  $V_M$  est le potentiel du point M par rapport à la masse
- \*  $V_H$  est le potentiel du point H par rapport à la masse
- \*  $V_S$  est le potentiel du point S par rapport à la masse (non fléché sur le schéma)
- \*  $U_{MH}$  est la différence de potentiel [d.d.p.] entre les points M et H :

$$U_{MH} = V_M - V_H$$

- \*  $U_{SH}$  est la d.d.p. entre les points S et H, il s'agit de la tension aux bornes du circuit de charge RC du montage :

$$U_{SH} = V_S - V_H$$

- \* Les tensions  $V_S$  et  $V_H$  ne peuvent prendre que 2 valeurs :  $V_{DD}$  [correspond à un 1 logique] ou 0V [correspond à un 0 logique] :

- Si  $V_S = V_{DD}$ , alors  $V_H = 0V$ , et  $U_{SH} = V_{DD}$  : le condensateur se charge alors vers la tension  $V_{DD}$  (à travers la résistance  $R$ )
- Si  $V_S = 0V$ , alors  $V_H = V_{DD}$ , et  $U_{SH} = -V_{DD}$  : le condensateur se charge alors vers la tension  $-V_{DD}$  (à travers la résistance  $R$ )

Le montage peut alors être modélisé avec le circuit de charge de la *Figure 2*, où le générateur de tension  $U_{SH}$  peut prendre 2 valeurs :  $V_{DD}$  ou  $-V_{DD}$  en fonction de l'état de sortie des portes logiques.

Dans tous les cas, le condensateur  $C$  se charge à travers la résistance  $R$  vers la tension  $U_{SH}$ , et jusqu'à ce que la tension  $V_M$  fasse basculer la première porte logique.

Or :

- \* La tension de basculement des portes est  $V_{DD}/2$
- \* Et  $U_{MH} = V_M - V_H = V_M - [V_S - U_{SH}] = V_M - V_S + U_{SH}$

Donc :

- \* Si  $V_H = 0V$  alors  $U_{MH} = V_{DD}/2$  lorsque  $V_M = V_{DD}/2$
- \* Si  $V_H = V_{DD}$  alors  $U_{MH} = -V_{DD}/2$  lorsque  $V_M = V_{DD}/2$

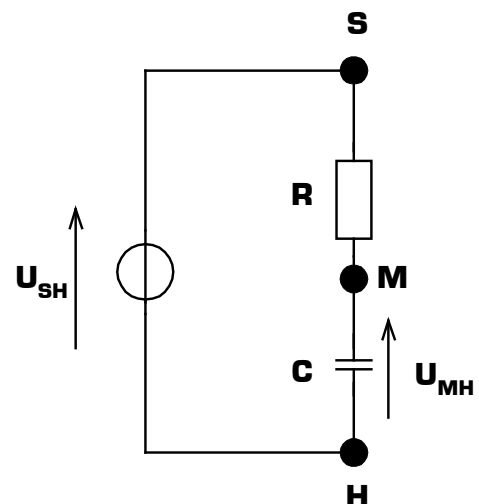


Figure 2 : Circuit de charge du condensateur

## II - Analyse du montage et conditions de basculement

Analysons séparément les 2 cas possibles, correspondant aux deux états possibles des portes logiques.

**1<sup>er</sup> cas :  $V_S = V_{DD}$  et  $V_H = 0V$  ; on a donc  $U_{SH} = V_{DD}$  :**

Dans ce cas, le condensateur se charge vers la tension  $V_{DD}$  ( $V_M$  augmente), et la première porte basculera ( $V_S$  passera à  $0V$ ) lorsque  $V_M$  atteindra  $V_{DD}/2$ .

**Remarque :** Comme  $V_H = 0V$ , on a  $U_{MH} = V_M$ .

La condition de basculement dans ce 1<sup>er</sup> cas s'écrit donc :

**$V_S$  basculera à  $0V$  (et  $V_H$  à  $V_{DD}$ ) lorsque la tension  $U_{MH}$  aux bornes du condensateur atteindra la valeur de basculement des portes  $V_{DD}/2$ .**

**2<sup>ème</sup> cas :  $V_S = 0V$  et  $V_H = V_{DD}$  ; on a donc  $U_{SH} = -V_{DD}$  :**

Dans ce cas, le condensateur se charge vers la tension  $-V_{DD}$  ( $V_M$  diminue), et la première porte basculera ( $V_S$  passera à  $V_{DD}$ ) lorsque  $V_M$  atteindra  $V_{DD}/2$ . Mais quelle sera la valeur de  $U_{MH}$  aux bornes du condensateur lorsque  $V_M$  vaudra  $V_{DD}/2$  ?

**Remarque :** la loi des mailles dans le circuit de charge nous donne  $U_{MH} = V_M + U_{SH} - V_S$ . On en déduit alors la valeur de  $U_{MH}$  aux bornes du condensateur lorsque  $V_M = V_{DD}/2$ ,  $U_{SH} = -V_{DD}$ , et  $V_S = 0V$  : dans ces conditions  **$U_{MH} = -V_{DD}/2$** . La condition de basculement dans ce 2<sup>ème</sup> cas s'écrit donc :

**$V_S$  basculera à  $V_{DD}$  (et  $V_H$  à  $0V$ ) lorsque la tension  $U_{MH}$  aux bornes du condensateur atteindra la valeur de basculement  $-V_{DD}/2$ .**

Remarque sur le comportement de la tension  $U_{SH}$  aux bornes du condensateur :

***Toute variation brutale de potentiel sur l'une des armatures d'un condensateur est instantanément et intégralement reportée sur l'autre.***

Cela veut dire, dans le cas de notre montage astable, que si la tension  $V_H$  à la sortie de la deuxième porte logique passe par exemple de  $0V$  à  $+V_{DD}$  instantanément, le potentiel au point M [la tension  $V_M$ ] est augmenté aussi instantanément d'une valeur égale à  $V_{DD}$ . Il en résulte des pics de tension à  $3.V_{DD}/2$  sur le chronogramme de  $V_M$ .

## III - Travail demandé

**III - 1** - Quelles sont les deux valeurs possibles de la tension  $V_S$  ?

**III - 2** - Quelle est la valeur de  $V_H$  pour chacune des valeurs de  $V_S$  ?

**III - 3** - Quelle est la valeur de  $U_{SH}$  pour chacune des valeurs de  $V_S$  ?

**III - 4** - Dans quel intervalle de valeur doit être  $V_M$  afin que  $V_S = 0V$  ?

**III - 5** - Dans quel intervalle de valeur doit être  $V_M$  afin que  $V_S = V_{DD}$  ?

**III - 6** - Vers quelle valeur se charge le condensateur lorsque  $V_S = 0V$  :  $V_{DD}$  ou  $-V_{DD}$  ?

**III - 7** - Vers quelle valeur se charge le condensateur lorsque  $V_S = V_{DD}$  :  $V_{DD}$  ou  $-V_{DD}$  ?

**III - 8** - Jusqu'à quelle valeur évolue la tension  $U_{MH}$  lorsque  $V_S = 0V$  :  $V_{DD}/2$  ou  $-V_{DD}/2$  ?

**III - 9** - Jusqu'à quelle valeur évolue la tension  $U_{MH}$  lorsque  $V_S = V_{DD}$  :  $V_{DD}/2$  ou  $-V_{DD}/2$  ?

**III - 10** - Sachant qu'au temps  $t = 0$  s on a  $V_S = V_{DD}$ , complétez les chronogrammes de  $V_S$ ,  $V_H$  et  $U_{MH}$  sur la *Figure 3* [page 3] pendant le régime transitoire.

**III - 11** - Sachant que  $U_{MH} = V_M - V_H$ , complétez le chronogramme de  $V_M$  à partir des chronogrammes de  $U_{MH}$  et de  $V_H$  [dessinés à la question **III - 10**] pendant le régime transitoire.

**III - 12** - A la fin du régime transitoire, quelle valeur de basculement  $U_{MH}$  atteint-elle ? Quelle en est la conséquence sur l'état de la première porte logique ? En déduire les chronogrammes de  $V_S$ ,  $V_H$ ,  $U_{MH}$  puis  $V_M$  sur le premier

intervalle de temps suivant le régime transitoire.

**III - 13** - Complétez les chronogrammes de  $V_S$ ,  $V_H$ ,  $U_{MH}$  puis  $V_M$  sur les trois intervalles de temps restant.

**III - 14** - En utilisant une abaque de charge du condensateur, déterminez les valeurs de  $t_B$ ,  $t_H$  et  $T$  en fonction de  $R$  et de  $C$ . Quelle est la valeur du rapport cyclique du signal rectangulaire  $V_H$  généré par le montage de la *Figure 1* ?

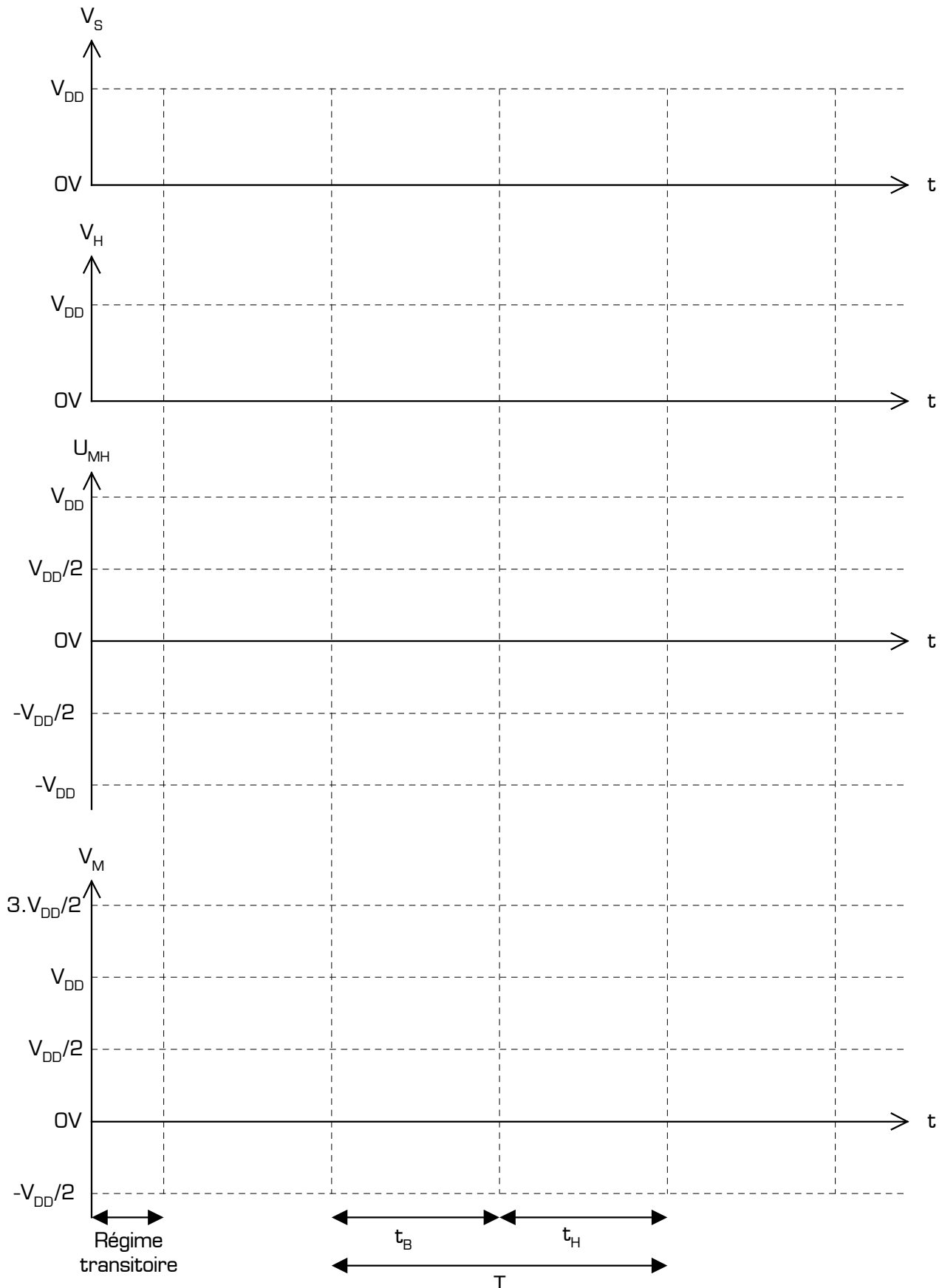


Figure 3 : Chronogrammes des signaux  $V_S$ ,  $V_H$ ,  $U_{MH}$ , et  $V_M$  :