

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

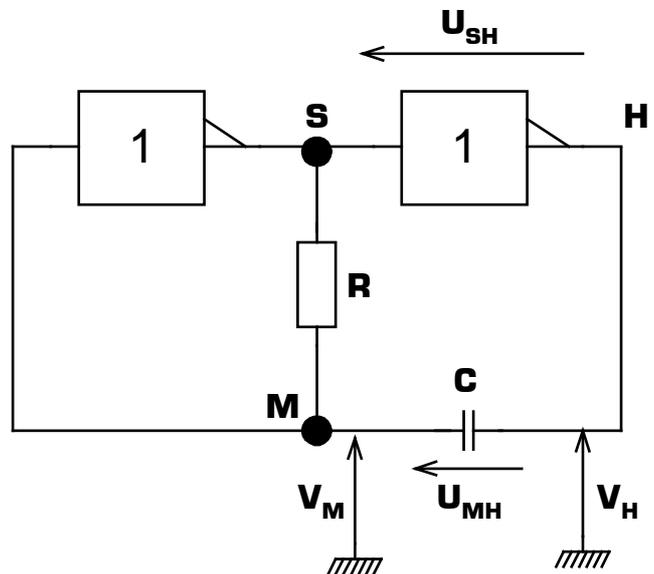


Figure 1 : Schéma du montage astable à 2 portes logiques NON

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 $V_M = V_{DD}/2$

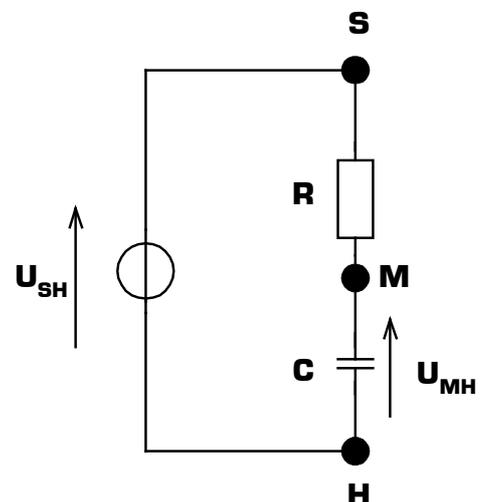


Figure 2 : Circuit de charge du condensateur

II - Analyse du montage et conditions de basculement

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

1^{er} 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^{er} 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^{ème} 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^{ème} 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* ?

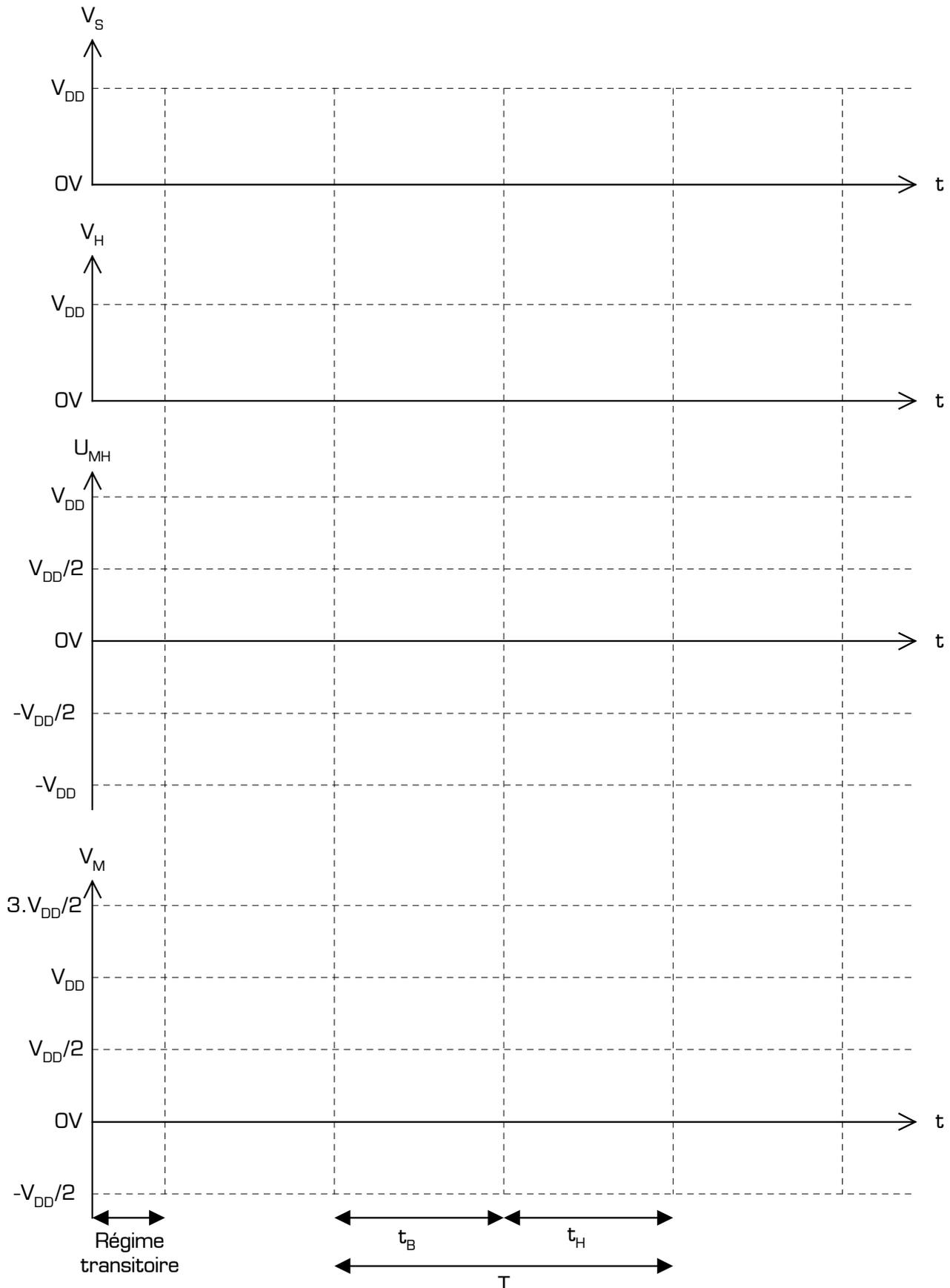


Figure 3 : Chronogrammes des signaux V_S , V_H , U_{MH} , et V_M :