

# CORRECTION

Section : **S**

Option : **Sciences de l'ingénieur**

Discipline : **Génie Électrique**

## 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  $V_{DD}/2$  :  $V_{HS} = V_{SH} = V_{DD}/2$
- \* les courants d'entrée des portes logiques sont considérés négligeables par rapport au courant de charge du condensateur

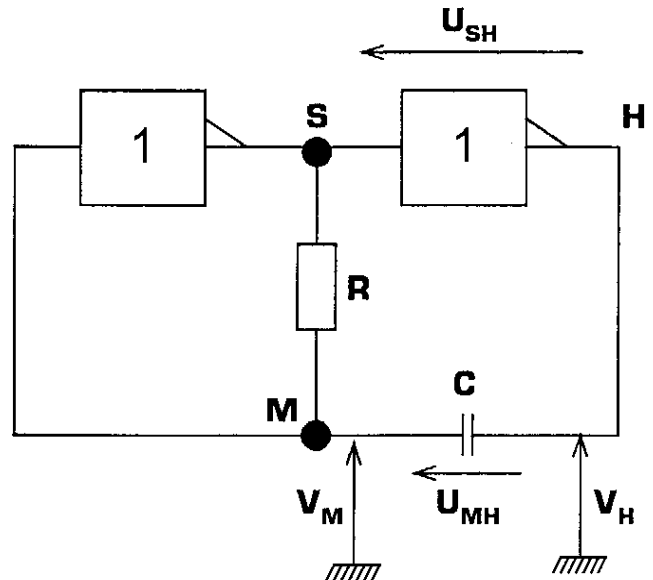


Figure 1 : Schéma du montage astable à 2 portes logiques NON

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  $V_M = V_{DD}/2$

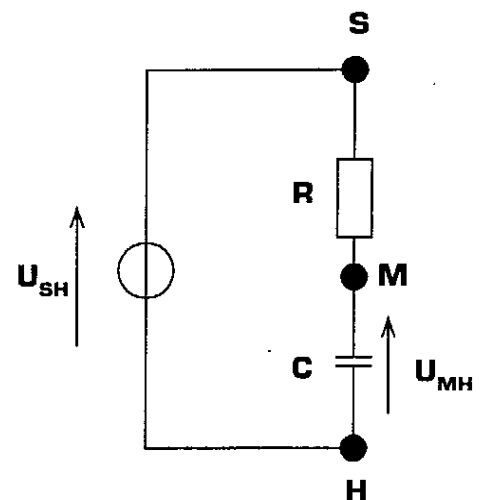


Figure 2 : Circuit de charge du condensateur

## 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  $V_S$  ?  $0V$  et  $V_{DD}$

III - 2 - Quelle est la valeur de  $V_H$  pour chacune des valeurs de  $V_S$  ?  $V_{DD}$  et  $0V$

III - 3 - Quelle est la valeur de  $U_{SH}$  pour chacune des valeurs de  $V_S$  ?  $-V_{DD}$  et  $+V_{DD}$

III - 4 - Dans quel intervalle de valeur doit être  $V_M$  afin que  $V_S = 0V$  ?  $\frac{V_{DD}}{2} < V_M < V_{DD}$

III - 5 - Dans quel intervalle de valeur doit être  $V_M$  afin que  $V_S = V_{DD}$  ?  $0V < V_M < \frac{V_{DD}}{2}$

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

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

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

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

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 ?

*Valeurs numériques que :*  $R = 2\text{ k}\Omega$   $C = 10\mu\text{F}$  et  $V_{DD} = 12\text{V}$

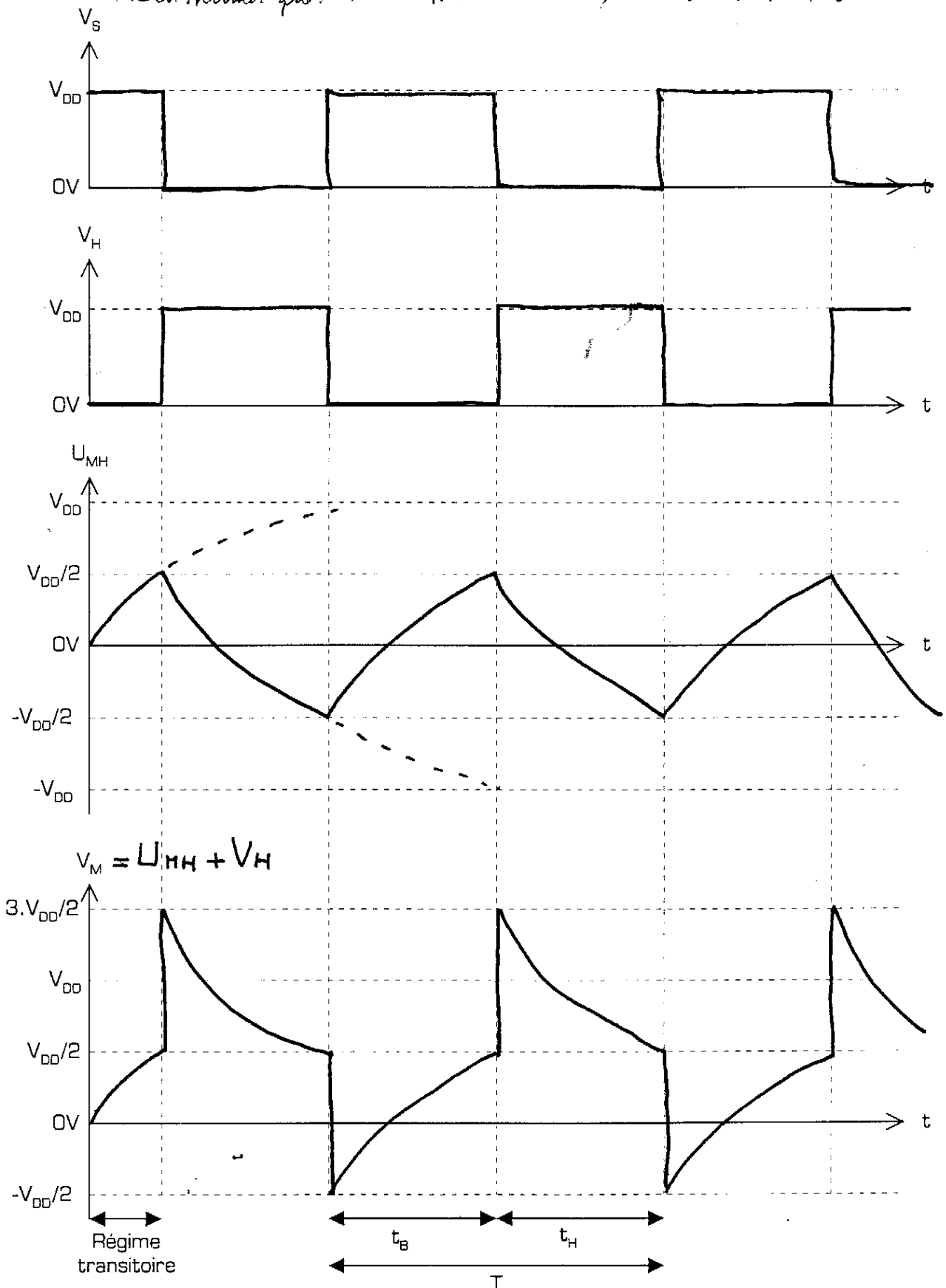


Figure 3 : Chronogrammes des signaux  $V_S$ ,  $V_H$ ,  $U_{MH}$ , et  $V_M$  :

Pour calculer les temps de charge et de décharge de  $V_H$  avec un  
chaque de charge il faut "décaler imaginativement" le courant  
de  $I_{MH}$  de telle sorte que l'asymptote de décharge  
soit 0V : que le circuit RC soit alimenté alternativement  
avec +12V, -12V, +12V, -12V, +12V etc... ou bien qu'il soit  
alimenté alternativement avec 0V, 24V, 0V, 24V, 0V, etc... est  
strictement équivalent sur le plan de la charge du condensateur.

Ce qui compte c'est la différence entre les deux  
valeurs asymptotiques (charge et décharge) : cette  
différence est appelée "100% de la charge totale"  
sur l'échelle de charge/décharge du condensateur.

**Retrouvez d'autres cours sur le site ressource**

# **www.gecif.net**

**Téléchargez librement sur Gecif.net :**

- ✍ **des cours et des TP de Génie Electrique**
- ✍ **des exercices et des évaluations avec corrections**
- ✍ **des ressources Automgen, ISIS Proteus et Flowcode**
- ✍ **des QCM pour réviser les cours et vous entraîner**
- ✍ **des logiciels d'électronique pour les installer chez vous**
- ✍ **des dossiers techniques de systèmes originaux**
- ✍ **des fiches pratiques sur tous les domaines des sciences de l'ingénieur**
- ✍ **des sujets de BAC**
- ✍ **et bien plus encore sur Gecif.net !**