

Colle n° 3 : Électronique - Électromagnétisme

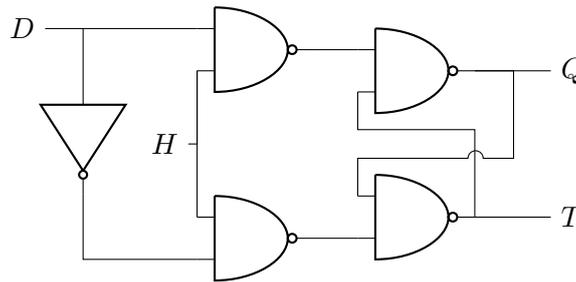
**Exercice 1 - Système à mémoire D :** On étudie un système séquentiel à une entrée  $D$  dont la sortie est notée  $Q$ . Il s'agit d'une mémoire RS telle que  $S = \bar{R}$  à laquelle on ajoute une entrée  $H$  correspondant à un signal d'horloge. Le fonctionnement est le suivant :

- tant que  $H = 1$ , on a  $Q = D$  ;
- si  $H = 0$ , il y a mémorisation du dernier état  $Q$ .

L'équation combinatoire du système dépend de trois variables et vaut

$$Q_+ = H \cdot D + \bar{H} \cdot Q_- .$$

1. Tracer le chronogramme représentant  $H$ ,  $D$  et  $Q$  en fonction du temps.
2. Montrer que cette relation combinatoire correspond bien au cahier des charges décrit dans l'énoncé. On considère le circuit logique suivant.



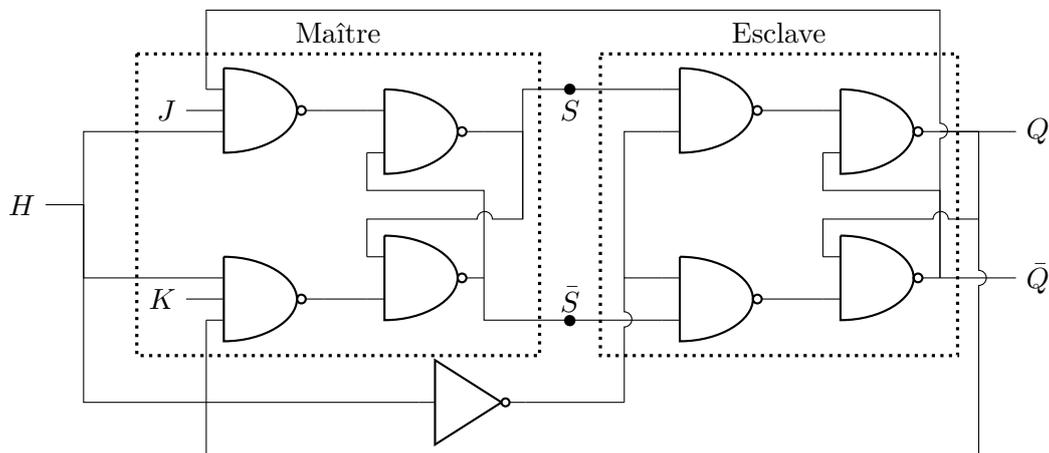
3. Vérifier que ce montage vérifie la relation combinatoire proposée.
4. Montrer que  $T = \bar{Q}$ .

**Exercice 2 - Bascule JK :** Les bascules RS et D présentent un certain nombre d'inconvénients. En particulier, il est souvent gênant quand on utilise ces bascules en cascade (compteur) que les sorties changent d'état au moment où les niveaux d'entrée des bascules suivantes devraient être fixes.

Pour cette raison on a développé la structure maître-esclave qui comporte deux bascules en cascade avec une réaction croisée entre les sorties de la bascule esclave et les entrées de la bascule maître. La première (maître) change d'état sur un front montant de l'horloge alors que l'esclave est bloquée puisque son signal d'horloge est à 0. Sur le front descendant la bascule esclave prend l'état de la bascule maître (le signal d'horloge de l'esclave est à 1). La bascule maître enregistre le signal sur un front montant et le transmet aux sorties finales sur le front descendant. Il y a un effet de « tampon » qui permet l'utilisation en compteur. Cela permet de plus de se protéger contre des fluctuations non désirées en entrée.

La bascule JK comporte deux entrées de commande, une entrée horloge  $H$  et deux sorties complémentaires. Les entrées  $J$  et  $K$  permettent de placer la bascule dans un état stable défini. Cette bascule est surtout utilisée pour la division de fréquences et la réalisation de compteurs.

On considère le circuit logique suivant.



1. On suppose que  $H = 1$ , quel est le rôle de la bascule esclave? Que dire de la valeur de  $Q$ ?
2. On suppose que  $H = 0$ , quel est le rôle de la bascule maître? Que dire de la valeur de  $S$ ?
3.  $H$  est un signal d'horloge. Il passe périodiquement de l'état 1 à l'état 0 sous la forme d'un signal créneau. Dédurre de ce qui précède le principe de fonctionnement de la bascule?
4. On se place à  $H = 0$ , donner la valeur de  $Q$  en fonction de  $S$ . À quoi sert la bascule esclave?
5. On se place à  $H = 1$ . Préciser la valeur des trois entrées des portes NAND d'entrée puis donner dans une table de vérité la sortie  $Q_+$  selon les valeurs  $J$  et  $K$  d'entrée.

**Exercice 3 - Potentiel créé par une chaîne infinie :** On considère une chaîne infinie d'ions, espacés régulièrement d'une distance  $a$ . Les sites pairs sont occupés par des ions de charge  $q$  et les sites impairs par des ions de charge  $-q$ . On se propose de calculer l'énergie d'interaction de la chaîne.

On donne  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n} = -\ln(2)$ .

1. Peut-on prévoir la forme du résultat?
2. On s'intéresse d'abord à une charge  $q$  placée en  $x = 0$ . Quel est le potentiel créé par cette charge dans tout l'espace?
3. On place une charge  $-q$  en  $x = a$ . Quelle est son énergie potentielle dans le champ créé par la première charge? Même question pour une troisième charge  $q$  placée en  $x = 2a$ .
4. En déduire l'énergie potentielle  $W$  d'un ion dans la chaîne infinie.

**Exercice 4 - Système  $-q, kq$ ; équipotentielle  $V = 0$  :** Une charge ponctuelle  $q_1 > 0$  est placée dans le vide sur un axe  $x'Ox$  au point  $O$  et une charge ponctuelle  $q_2 < 0$  est placée sur ce même axe au point  $P$  d'abscisse  $D > 0$ . On pose  $q_2 = -q$  et  $q_1 = +kq$  avec  $k > 1$ , et  $q > 0$ .

1. Donner l'expression de  $V(M)$ , potentiel en un point quelconque de l'espace situé à  $r_1$  de  $O$  et  $r_2$  de  $P$ .
2. Préciser la relation existante entre  $r_1$  et  $r_2$  sur la surface équipotentielle  $V = 0$ .
3. Cette relation définit une sphère de rayon  $R$  centrée au point  $C$  de l'axe  $Ox$  d'abscisse  $D + d$  avec  $d \geq 0$ . En utilisant les coordonnées cartésiennes, déterminer  $R$  et  $d$  en fonction de  $D$  et  $k$ .