

ELEC3 - Électronique à portes logiques

Travaux dirigés

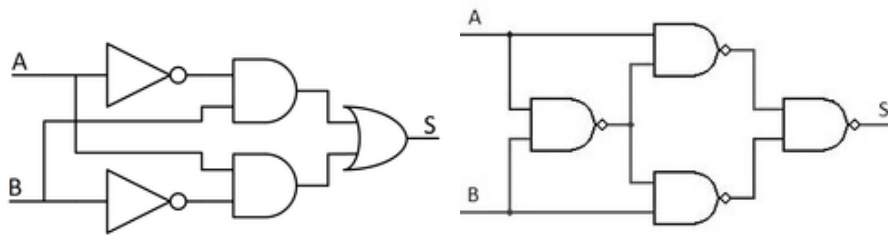
Exercice 1: Universalité de la porte NAND ★

On peut montrer qu'il est possible de créer n'importe quelle fonction logique par combinaison de portes NAND exclusivement.

1. Expliquer comment créer une porte NOT à partir d'une porte NAND.
2. Comment créer une porte AND à partir de deux portes NAND ?

Exercice 2: Simplifications de montages ★

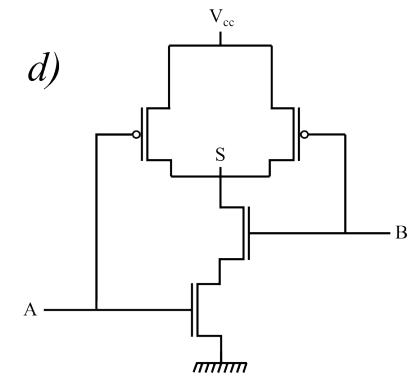
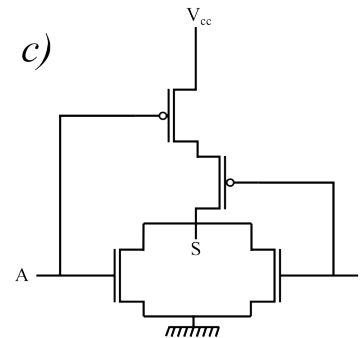
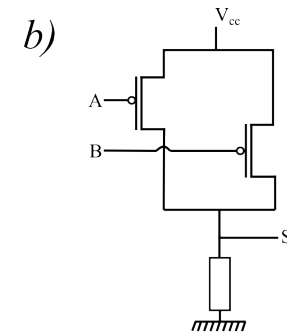
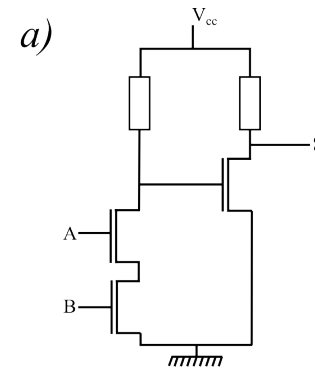
On considère les deux circuits suivants :



1. Établir la table de vérité de chacun de ces circuits.
2. Montrer que ces montage peut être simplifié en une seule porte logique en la précisant dans chaque cas.

Exercice 3: Portes réalisées à l'aide d'interrupteurs commandés ★

1. Pour chacun des montages suivants, préciser la fonction de la porte réalisée en établissant la table de vérité.



2. Quel est l'intérêt des portes c et d par rapport aux portes a et b ?

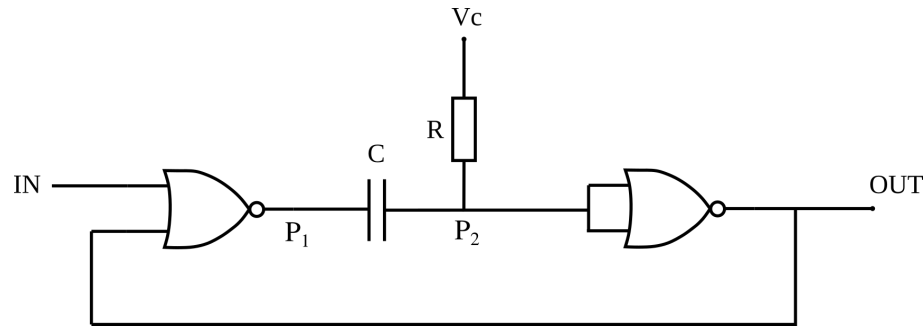
Exercice 4: Chiffrement symétrique à fonction XOR ★★

Un moyen de chiffrer un message constitué d'une suite de N bits e_i , pour i de 1 à N est d'utiliser une suite de bits c_i , pour i de 1 à N , fabriquée par un générateur pseudo-aléatoire. Le message chiffré qu'envoie l'expéditeur au destinataire est la suite définie par $s_i = (e_i \text{ XOR } c_i)$ pour i de 1 à N .

1. Rappeler la table de vérité de la porte XOR, et justifier que le message est chiffré.
2. Montrer que le destinataire, connaissant la suite de bits c_i , qui est la clé de chiffrement, retrouve le message d'origine en calculant $(s_i \text{ XOR } c_i)$ pour i de 1 à N .

Exercice 5: Un circuit séquentiel simple ★★

On considère le circuit suivant :



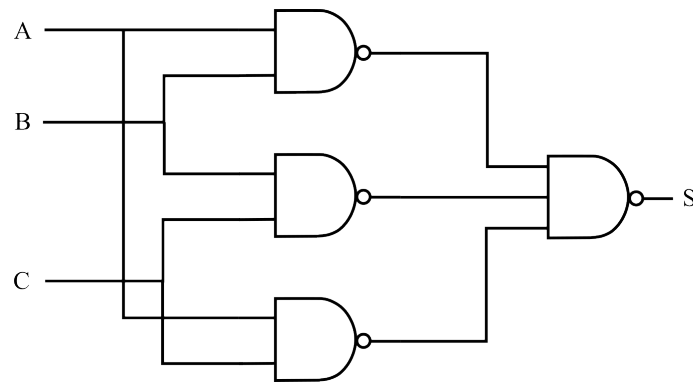
Les deux portes sont supposées appeler un courant nul à leurs entrées, et un niveau logique est interprété comme haut dès lors que le potentiel est supérieur à $V_c/2$. Pour les applications numérique, on prendra $C = 0,1 \mu\text{F}$ et $R = 10 \text{ k}\Omega$.

Le circuit étant tel que $\text{IN}=0$ depuis longtemps (état A), on impose une courte impulsion à IN, qui passe très brièvement à 1 avant de revenir à 0 (état B)

1. Donner les valeurs des potentiels aux point P_1 , P_2 et OUT pour les états A et B.
2. Justifier le fait que R et C peuvent être considérés en série. En déduire l'expression de $V(P_2) = f(t)$.
3. En déduire littéralement et numériquement le temps nécessaire t_B pour que OUT change d'état à nouveau.
4. Quelle est la nature de ce circuit logique ?

Exercice 6: Porte logique majoritaire 3 entrées **

Le circuit ci-dessous est nommé circuit logique majoritaire. Établir sa table de vérité et justifier son nom.

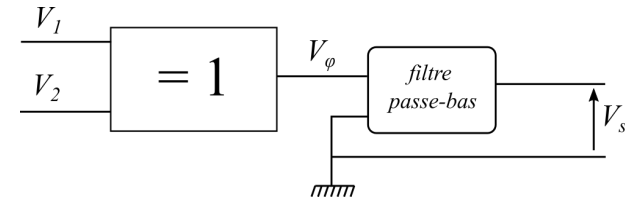


Exercice 7: Comparateur de phase *

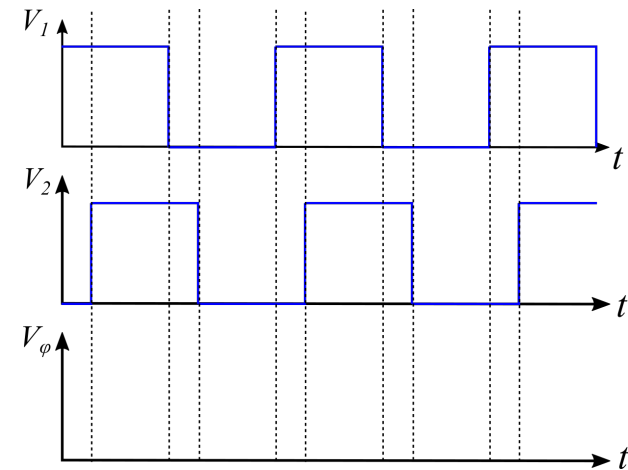
Un comparateur de phase a pour but de délivrer un signal proportionnel à la différence de phase entre deux signaux.

$$V_s = K |\varphi_1 - \varphi_2| \text{ avec } K = \frac{V_0}{\pi}$$

Il peut être réalisé par une porte logique XOR suivi d'un filtre passe-bas. Les signaux d'entrée sont des signaux numériques, représentés par les niveaux 0 et 1. La période des signaux d'entrée est de $T = 10 \text{ kHz}$.



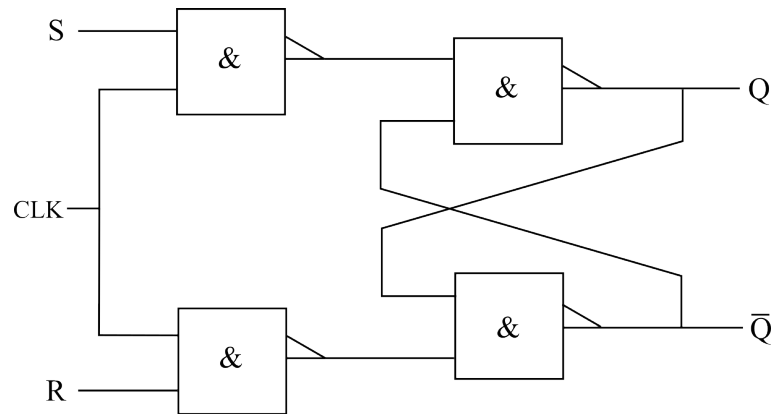
1. Compléter le chronogramme ci-dessous et expliquer simplement le principe de fonctionnement.



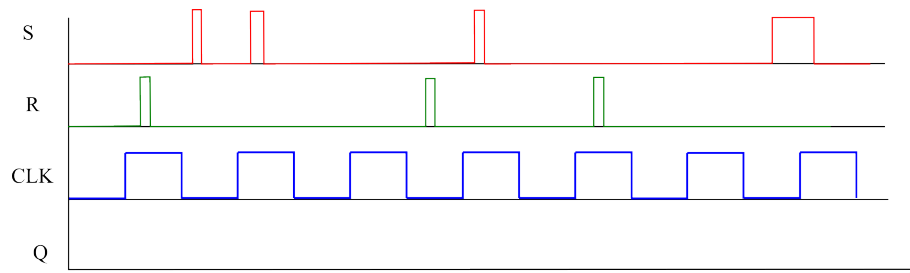
2. Préciser comment doit être choisis le filtre passe-bas utilisé, et proposer un montage simple permettant de le réaliser en précisant les valeurs des composants choisis.
3. Préciser quelques valeurs de V_s pour quelques valeurs remarquables de $\Delta\varphi$. Ce comparateur permet-il de mesurer le signe du déphasage ?

Exercice 8: Circuit séquentiel avec horloge **

Pour éviter les erreurs de lecture ou d'écriture, les mémoires utilisent un signal d'horloge (souvent désigné par CLK, pour *clock*). On se propose de faire apparaître l'intérêt sur le circuit suivant :



1. Que reconnaît-on dans la partie droite de ce montage ? Expliquer le fonctionnement de cette partie.
2. Compléter le chronogramme suivant pour le montage suivant en admettant qu'à $t = 0$, on a $Q = 0$.



3. En vous appuyant sur le chronogramme précédent, expliquer à quoi peut servir le signal d'horloge dans le cadre de l'utilisation d'une mémoire.

Exercice 9: Le défi combinatoire ★★

Ce circuit à portes logiques paraît bien mystérieux... les entrées A_0 et A_1 représentent un nombre codé sur 2 bits. Par exemple, $A_0 = 0$, $A_1 = 1$ représente le binaire $A = 10$, soit 2 en décimal (idem pour B). Déterminer la fonction de ce montage.

