

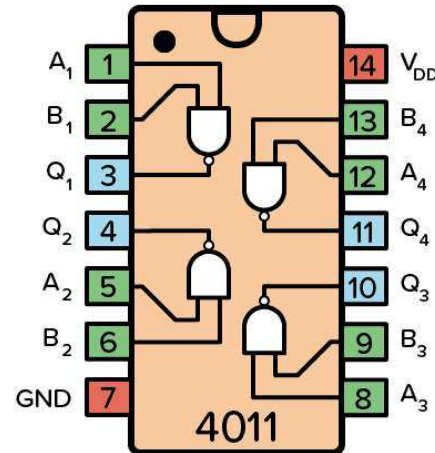
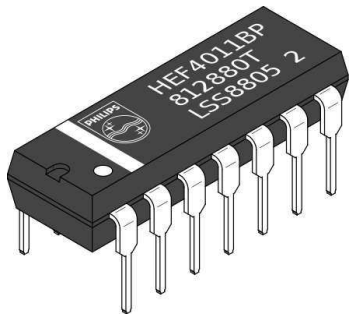
# TP n°5 Electronique logique: Circuits astables et monostables

**CAPACITÉS EXPÉRIMENTALES EXIGIBLES:** Réaliser un oscillateur à l'aide d'un circuit astable à portes logiques.  
Réaliser un convertisseur fréquence-tension utilisant un circuit monostable à portes logiques.

## 1 Synthèse d'une fonction logique

La fonction **NON ET** (ou NAND) est une fonction logique *universelle*, c'est à dire que l'on peut réaliser toutes les fonctions logiques à partir de portes **NON ET** exclusivement.

On va utiliser le circuit intégré CD 4011 comportant 4 portes NAND. Il est alimenté par une tension  $V_{DD} = 15\text{ V}$  entre ses broches n°14 ( $V_{cc}$ ) et n°7 (masse ou GND pour "ground").



### QUESTIONS:

- Montrer que la fonction **ET** peut être décrite à partir de l'équation algébrique:

$$Q = \overline{\overline{A \cdot B} \cdot \overline{A \cdot B}}$$

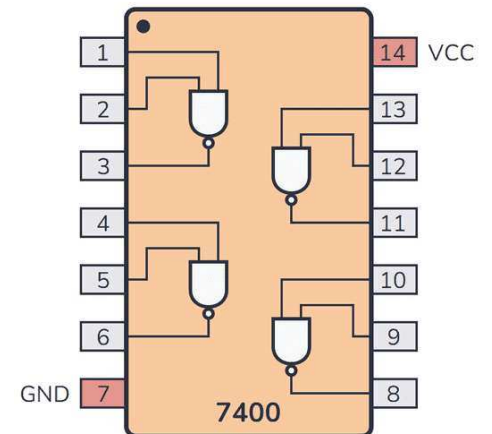
- Conclure sur un type de portes utilisables pour fabriquer la fonction **ET**.

### MANIPULATION:

- Placer le circuit CD4011 sur la platine de montage et l'alimenter.
- Choisir une des portes **NON ET** du circuit et vérifier sa table de vérité en imposant sur ses deux entrées différentes combinaisons de valeurs de tensions.
- Assembler une porte **ET** à l'aide du circuit CD4011, et vérifier là-encore sa table de vérité.

## 2 Etude d'un monostable à portes logiques - Convertisseur fréquence-tension

Le circuit monostable étudié ici sera assemblé à l'aide d'un circuit intégré 74HC00 comportant 4 portes NAND rapides dont le schéma de brochage est donné ci-contre. On remarquera les différences avec le brochage du CD4011 exploité plus haut.



On considère le circuit **monostable** à porte NAND ci-dessous (étudié en cours).

MONTAGE:

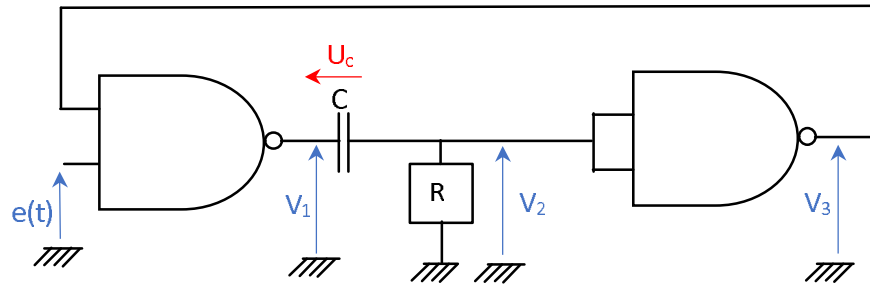


Figure 1: Circuit monostable

MANIPULATION:

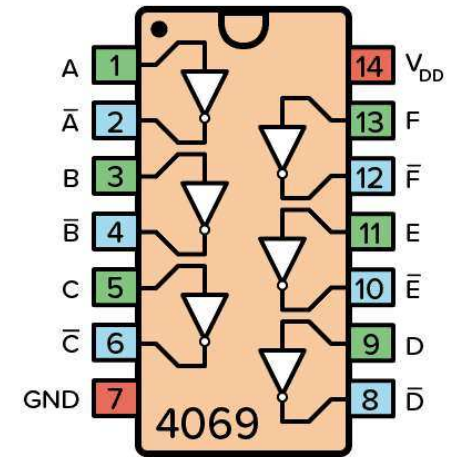
- Assembler le montage ci-dessus en exploitant deux des quatre portes fournies par le circuit 74HC00. Bien veiller à alimenter le circuit à l'aide d'une tension continue  $V_{CC} = +5\text{ V}$  (broche 14: "VCC"). Penser également à relier la masse (broche 7: "GND").
- Envoyer en entrée un signal  $e(t)$  de niveau bas  $0\text{ V}$  et observer le signal de sortie. Faire de même avec un signal  $e(t)$  haut  $V_{CC} = 5\text{ V}$ . Conclure.
- Faire délivrer maintenant par le GBF Keysight un signal créneaux d'état bas  $0\text{ V}$  et d'état haut  $V_{CC} = 5\text{ V}$  et l'envoyer en entrée  $e(t)$  du circuit. Visualiser  $e(t)$  sur la voie 1 et  $v_3(t)$  sur la voie 2 de l'oscilloscope.
- Modifier le rapport cyclique  $a$  du signal  $e(t)$  (touche parameters puis Duty Cycle). Observer alors la tension  $v_3(t)$  et conclure.
- Ajouter après la sortie  $v_3(t)$  du monostable **un inverseur** (avec une des portes restantes du circuit 74HC00). Observer la tension  $v'_3(t)$  en sortie.
- Ajouter enfin en sortie de l'inverseur un filtre RC passif passe-bas, en choisissant les valeurs de  $R$  et  $C$  telles que  $RC \gg T_e$  avec  $T_e$  période du signal d'entrée  $e(t)$ . Observer le signal de sortie de cet ensemble.
- Modifier la valeur de la fréquence  $f_e$  du signal appliqué en entrée  $e(t)$  et observer la tension en sortie du filtre RC. Commenter. Quelle fonction l'ensemble du circuit semble-t-il réaliser?

QUESTIONS:

- 1 Rappel l'expression du rapport cyclique  $a$  d'un signal impulsionnel en appelant  $T_e$  sa période et  $\Delta T$  le temps passé en état haut  $V_{CC}$ .
- 2 Calculer la valeur moyenne d'un signal impulsionnel d'amplitude  $V_{DD}$  et de rapport cyclique  $a$ . Montrer enfin que le montage réalise un convertisseur fréquence-tension.

### 3 Oscillateur astable: trigger de Schmitt à deux inverseurs

On assemblera ici le circuit **oscillateur astable** étudié en cours. On utilisera pour cela un circuit intégré CD4069 comportant 6 inverseurs dont seulement deux seront exploités ici.



MONTAGE:

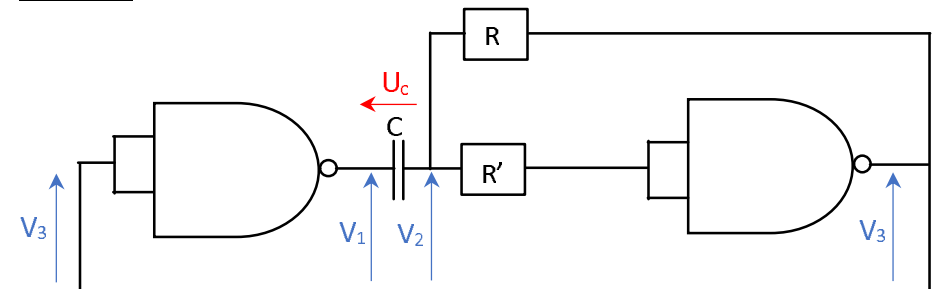


Figure 2: Trigger de Schmitt à deux inverseurs

- Vérifier dans un premier temps le bon fonctionnement des deux inverseurs choisis sur le circuit CD4069. Pour cela, alimenter le circuit CD4069 (0–15 V), sélectionner un signal crêteaux de fréquence 1 kHz comportant une composante continue réglée à la valeur seuil de basculement des inverseurs, soit  $U_{seuil} = \frac{V_{cc}}{2} \simeq 7,5 \text{ V}$ , et le mettre en entrée de l'inverseur testé. Vérifier que le signal de sortie est bien conforme à ce que l'on attend.
- Assembler le montage ci-dessus en prenant  $R' = 10 \text{ k}\Omega$  ou  $100 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 100 \text{ nF}$ , et une boîte à décade pour la résistance  $R$ . Relever pour une dizaine de valeurs de  $R$  différentes la valeur de la fréquence d'oscillation  $f_0$  de l'astable. Calculer alors pour chaque relevé la valeur de  $C$  correspondante. On rappelle l'expression démontrée en cours de la période  $T_0$  d'oscillation de l'astable:

$$T_0 = 2RC \cdot \ln(3)$$

	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5	n°6	n°7	n°8	n°9	n°10
$R$										
$f_0$										
$C$										

- Renseigner le code ci-contre (fourni sur le site MPI/MPI\*) afin de déterminer la valeur expérimentale de  $C$  accompagnée de son incertitude et représenter le z-score pour les différentes évaluations de  $C$ . Conclure sur la validité de chacune des valeurs obtenues.

Listing 1: Valeur expérimentale de  $C$  et tracés des z-scores

```

1 import numpy as np
2 from matplotlib import pyplot as plt
3 n_mes=np.arange(1,11,1)
4
5 Cref= #### à compléter
6 tabR=np.array (.....) #### à compléter
7 tabf0=np.array (.....) #### à compléter
8 N=len(R)
9
10 tabC= #### à compléter
11 Cemp=np.mean(tabC)
12 uC=round(np.std(tabC,ddof=1),2) # on arrondit uC à 2 décimales
13 Z=(tabC-Cref)/uC
14
15 ##### Représentation graphique du z-score #####
16 plt.plot(n_mes,Z,c="red",marker='+',linestyle='_')
17 plt.plot([0, 10], [0, 0], c='orange', linestyle = '--')
18 plt.title(u"z-score des valeurs de C")
19 u_valeur_expérimentale:
20 uC_u={0:.2f}nF,uC(C)u={1:.2f}nF".format(Cemp*1e9,uC*1e9) ")
21 plt.xlabel("mesure n")
22 plt.ylabel("z-score")
23 plt.errorbar(n_mes,Z,2,linestyle='_')
24 plt.show()

```