

Étude expérimentale de la période du multivibrateur astable à inverseurs logiques

par Philippe SEUBE

T.R. collège Perrot d'Ablancourt, 51000 Chalons-sur-Marne

RÉSUMÉ

Cet article propose un plan de cours pour la présentation du multivibrateur astable à portes logiques «NON» par l'étude expérimentale de la période à l'aide d'un compteur et d'un chronomètre.

Ce cours débouche sur une application pratique : la réalisation d'une horloge électronique à affichage digital.

PROPOSITION DE PLAN DE COURS

Prérequis :

- charge et décharge d'un condensateur,
- caractéristique de transfert d'une porte NON.

1. RÔLE ET SCHÉMA DU MULTIVIBRATEUR

Rôle : générer des signaux périodiques sans commande extérieure.

Définir : multivibrateur et astable.

Utilisation : tous les dispositifs qui nécessitent une horloge électronique (ordinateurs, montres, systèmes de temporisation, commandes de feux tricolores...).

On donne le schéma.

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

- Définir la situation initiale,
- Prévoir avec les élèves l'évolution des potentiels aux différents points du circuit sur une période (en comparant en permanence le potentiel d'entrée du second inverseur logique, à la tension de basculement).

3. PÉRIODICITÉ DES SIGNAUX : TRACÉ DES COURBES

U_{S2} , U_{E2} , U_{S1} et U_C EN FONCTION DU TEMPS

On pourra se reporter aux B.U.P. n° 727 et n° 728.

4. DÉTERMINATION EXPÉRIMENTALE DE LA PÉRIODE

Matériel :

- un chronomètre,
- un compteur à affichage digital (2 diodes ; 3 circuits CMOS 4033 ; 3 afficheurs, 7 segments à cathode commune ; 1 interrupteur simple, 1 inverseur ; 1 coupleur de pile 9 V). (cf schéma ci-joint)

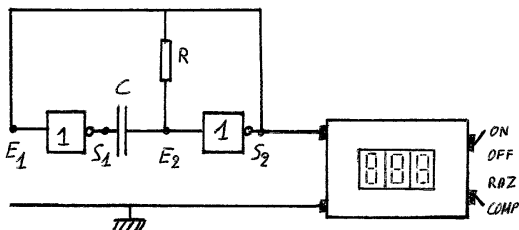
Placer le montage dans un boîtier (fixer la pile 9 V sur l'arrière du boîtier à l'aide d'adhésif double face, ainsi que les 2 interrupteurs). Les afficheurs sont visibles par toute une classe. Voici un exemple de présentation de la manipulation aux élèves.

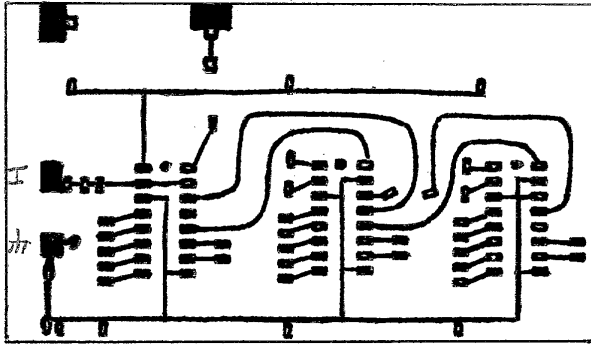
De quoi peut bien dépendre la période ?

Du temps de charge et de décharge du condensateur, qui dépend du produit $\tau = R \times C$.

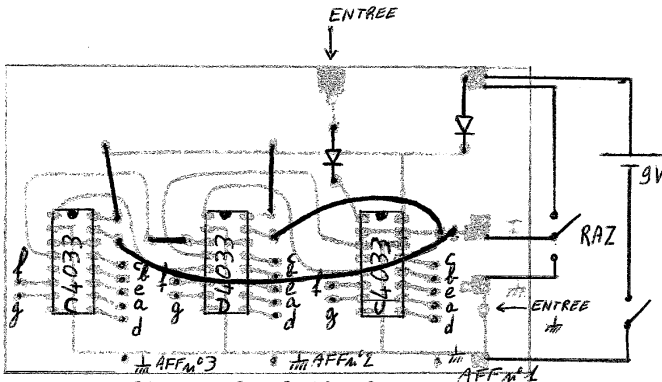
d'où : $T = k \times R \times C$

Nous allons utiliser le fait que S_2 passe de l'état bas à l'état haut périodiquement, pour commander un compteur.

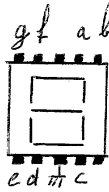
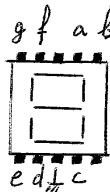
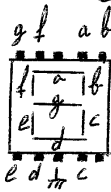




COTE CUIVRE



COTE COMPOSANTS



3 afficheurs
7 segments à
cathode commune

Remarque : à chaque fois que S_2 passe de l'état bas à l'état haut, 1 fois par période, le compteur affiche +1.

Donc le compteur comptabilise les périodes délivrées par le multivibrateur.

Grâce à l'utilisation d'un chronomètre, il est possible de déterminer T, pour plusieurs couples de R et de C.

Exemple : le compteur compte jusqu'à 100 en 49 s.

On a donc $T = 0,49$ s

R (k Ω)	100	180	- - - -
C (μ F)	2,2	2,2	
RC (s)	0,22	0,40	
T _{exp} (s)			
$k = \frac{T_{\text{exp}}}{RC}$			- - - -

k # 2,2

T # 2,2 RC

Attention : ne pas se fier à la valeur inscrite sur la capacité (forte incertitude # 20 %). Il faut utiliser une capacité dont la valeur est connue précisément, par mesure.

5. HORLOGE ÉLECTRONIQUE

En changeant la valeur de R ou de C, il est possible de modifier la période du Multivibrateur astable de façon à avoir $T = 1$ s.

On modifie la valeur de R.

On utilise un potentiomètre linéaire de 470 k Ω (C = 2,2 μ F)

Si R $\blacktriangledown$, T $\blacktriangledown \Rightarrow$ le compteur compte moins vite.

Si R $\blacktriangle$, T $\blacktriangle \Rightarrow$ le compteur compte plus vite.

Il est possible en cherchant par tâtonnement de réaliser une horloge assez précise (décalage de 1 s pour quelques minutes).

Remarque : l'étalonnage est assez délicat (surtout pour une production en grande série...), d'où l'intérêt d'obtenir, sans aucun réglage, une très grande précision sur la valeur de la période, en utilisant un quartz à la place du condensateur.

Je remercie tous ceux qui m'ont aidé à préparer cette leçon :

Denis COUVREUX, Lycée J. Jaurès à Reims.

Jean TETIENNE, Lycée P. Bayen à Chalons-sur-Marne.

Hubert CABART, Lycée P. Bayen à Chalons-sur-Marne.