

## A25 - Génération de signaux d'horloge

But : réaliser différentes horloges pour l'informatique et l'instrumentation

### I- Horloge à quartz

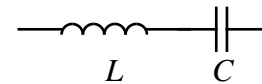
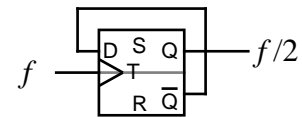
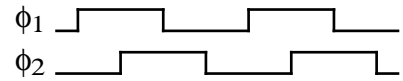
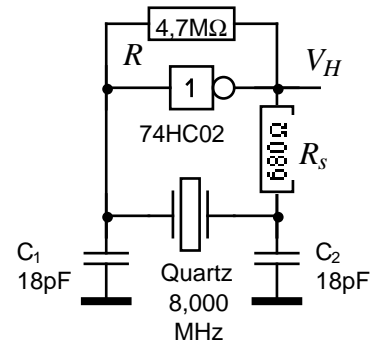
#### 1) Etude expérimentale

a) Réaliser le montage ci-contre et mesurer la fréquence du signal de sortie  $V_H$ .

b) Dans les systèmes numériques on a souvent besoin d'une horloge "à deux phases", générant deux signaux carrés (notés  $\phi_1$  et  $\phi_2$ ) décalés l'un par rapport à l'autre d'un quart de période.

A partir du circuit précédent donner le schéma d'une horloge à deux phases de fréquence  $f = 4 \text{ MHz}$ .

Rappel : une bascule D (par ex. : 74HC74) connectée en bascule T permet de diviser la fréquence d'un signal par 2 :



#### 2) Etude théorique de l'oscillateur à quartz

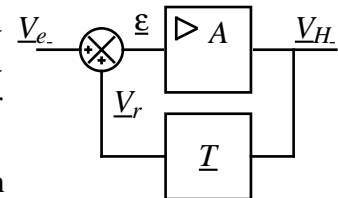
Le schéma équivalent du quartz est donné (pour le mode de fonctionnement appelé "résonance série"), avec les valeurs numériques suivantes :

$$L = 18,847 \text{ mH} ; C = 21 \text{ fF} \text{ (1 femtofarad} = 10^{-15} \text{ F)}.$$

a) Etablir l'expression de l'impédance  $Z(\omega)$  du quartz.

b) On appelle "fréquence de résonance série" la fréquence  $f_s$  pour laquelle  $Z = 0$ . Calculer  $f_s$  (précision de calcul :  $10^{-8}$ ).

c) La porte logique NON associée à la résistance  $R$  est assimilable à un amplificateur de gain  $A$  (purement réel). On en déduit le schéma fonctionnel du montage en boucle fermée (cf cours A21 p 12). Détailler le schéma électrique de la chaîne de retour.



d) Etablir la fonction de transfert en boucle fermée  $F = V_H / V_e$  en fonction de  $A$  et de  $T = V_r / V_H$ .

e) On pose :  $T = \mathcal{R}_e + j \mathcal{I}_m$ . Sachant que le système en boucle fermée oscille lorsque le dénominateur de la fonction  $F(\omega) \rightarrow 0$ , quelles sont les conditions d'oscillation sur  $|T|$  et  $\mathcal{I}_m(T)$  ?

f) On montre que  $T = \frac{1}{\left(1 + \frac{C_1}{C} - LC_1\omega^2\right) + j\omega R_s C_1 C_2 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C} - L\omega^2\right)}$  (cf exercice § A12-8 :

"double pont diviseur de tension").

En déduire la fréquence  $f_{osc}$  de l'oscillateur (précision de calcul :  $10^{-8}$ ), ainsi que la valeur du gain  $A$  à cette fréquence.

**II- Oscillateur astable à circuit RC. Relais temporisés électroniques.**

**1) Minuterie multifonction**

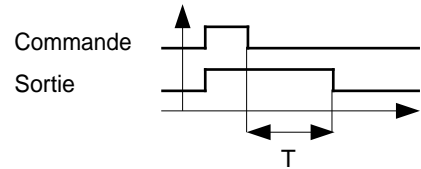
On utilise une minuterie multifonction de marque CROUZET, référence TUR3 (documentation jointe). Les fonctions que cette minuterie peut réaliser sont désignées par les lettres : A, At, B, C, H, Ht, Di, D, Ac, Bw.

a) Quelle(s) fonction(s) doit-on choisir pour obtenir : un clignotant, un monostable, un retard à l'enclenchement ? Réaliser le montage clignotant, en précisant le schéma de câblage.

Illustrer chaque réponse par un chronogramme.

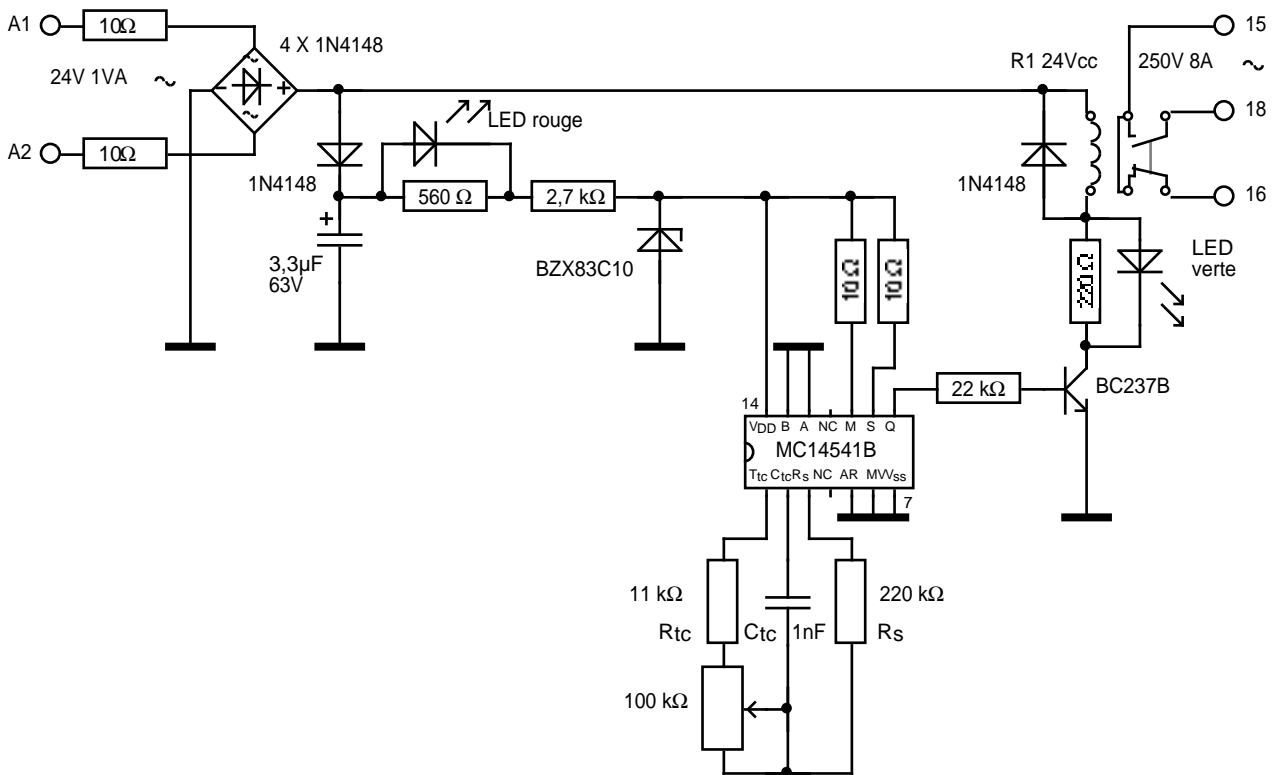
b) Quelle est la différence entre les fonctions Ac et Bw ?

c) A quelle fonction correspond le chronogramme ci-contre ?



**2) Clignotant**

On donne le schéma d'un relais temporisé électronique monofonction clignotant, ainsi que la documentation concernant le circuit intégré MC14541 (oscillateur programmable).



a) D'après la documentation, quelle est la relation donnant la période des oscillations en fonction des composants externes  $R_{tc}$  et  $C_{tc}$  ? (calculer  $T_{min}$  et  $T_{max}$ )

b) En déduire la gamme de fonctionnement (exprimée en secondes) de ce clignotant.

⚠ Tenir compte de l'état des entrées de programmation A et B.

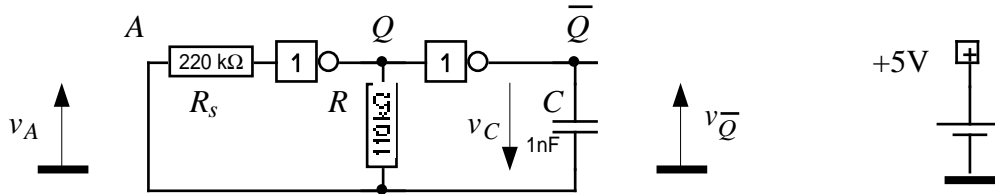
c) Simplifier le schéma donné dans la documentation figure 3.

⚠ Symbole US : NON : ou ; ET : ; OU :

⚠ Tenir compte de l'Auto Reset et du Master Reset, dont on déduira l'état du Reset Interne.

### 3) Oscillateur astable à portes CMOS

a) Réaliser le circuit ci-contre à l'aide de portes 4001 ou 4011.



Relever les tensions  $v_{\bar{Q}}(t)$ ,  $v_A(t)$  et  $v_C = v_A - v_{\bar{Q}}$ . Noter  $V_{cmin}$  et  $V_{cmax}$ .

b) D'après le graphe de  $v_C(t)$ , établir la relation qui lie la période  $T$  des oscillations à  $R$ ,  $C$ ,  $V_{cmin}$ ,  $V_{cmax}$ . Vérifier que ce résultat est proche du résultat qu'on obtient par la formule indiquée par le constructeur du circuit intégré (cf §II-2-a ci-dessus).

*Rappel* : un arc d'exponentielle a pour équation :  $v(t) = (V_0 - V_\infty)e^{-\frac{t}{\tau}} + V_\infty$

c) Court-circuiter la résistance  $R_s$ . Que constate-t-on ? Expliquer le phénomène observé après avoir relevé de nouveau  $v_A(t)$ .

⚠ Tenir compte du réseau de protection à diodes des entrées des portes CMOS (cf TP A23 - Monostable) :

