

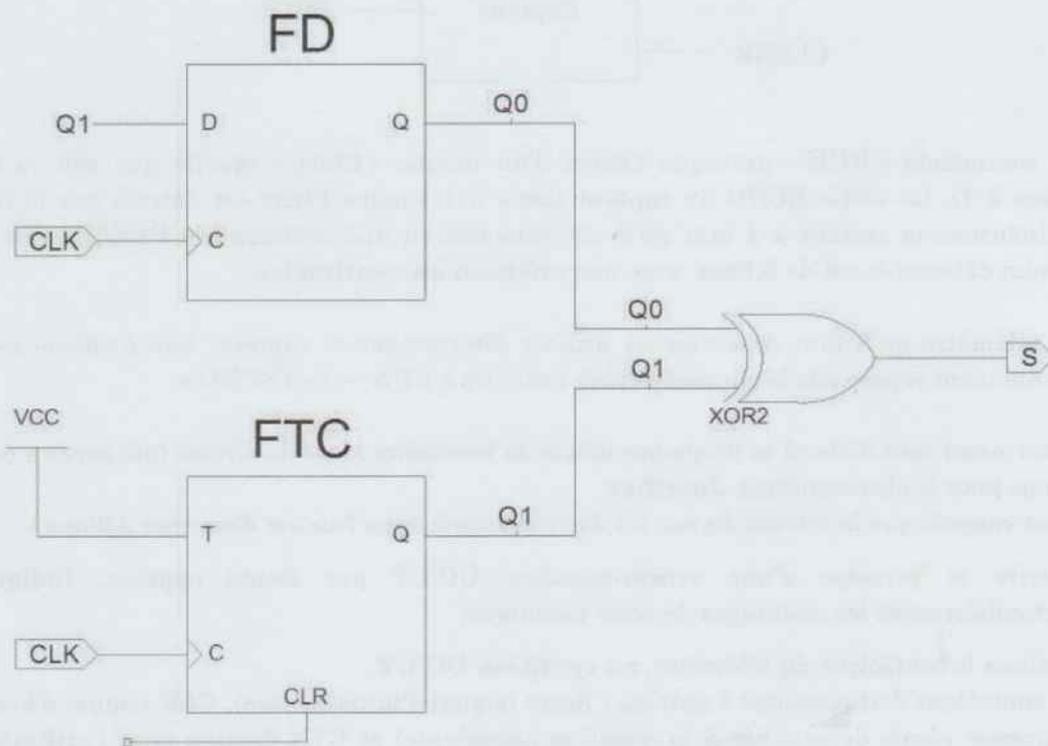
## Examen de Conception de Circuits

E. Mesnard  
02 juin 2015

Documents autorisés : feuille A4 manuscrite Recto/Verso  
Durée : 2 heures

### Exercice 1 (3 points) Analyse d'un circuit Séquentiel

Donner la table d'évolution du circuit décrit sur le schéma ci-dessous :



### Exercice 2 (4 points) Synthèse Combinatoire

Quatre délégués syndicaux (a, b, c et d) représentent respectivement les nombres de voix suivants (100, 150, 175 et 250). Sachant que pour être acceptée lors des réunions, toute proposition doit recueillir (démocratiquement !) au moins 50% des voix.

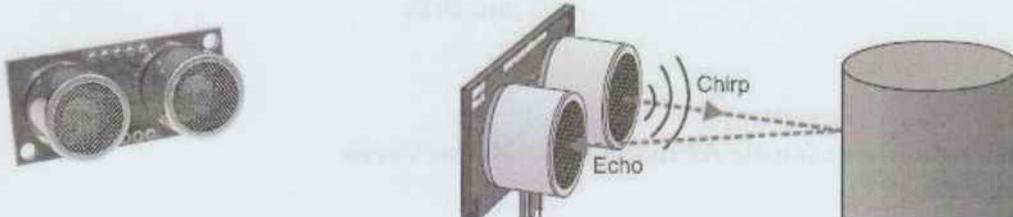
Concevoir un circuit possédant 4 entrées (permettant de connaître le vote « pour ou contre » des délégués) et une sortie logique qui doit donner 1 lorsqu'une proposition est acceptée.

## Problème (13 points) Télémètre Ultrasonique

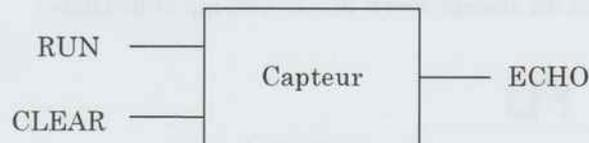
L'objectif de ce problème est de concevoir un télémètre ultrasonique, capable de réaliser une mesure de distance sans contact (comme le font les chauves-souris !).

Le télémètre est basé sur un boîtier « Capteur », qui contient un émetteur et un récepteur.

L'émetteur envoie un bref train d'ondes ultrasoniques (« Chirp ») qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source (« Echo »). Le temps mis par le « Chirp » pour parcourir un aller-retour permet d'en déduire la distance.



Ce boîtier « Capteur » (Émetteur + Récepteur) est disponible tel quel dans le commerce. Il dispose principalement de deux entrées de contrôle (« RUN » et « CLEAR ») et une sortie de donnée (« ECHO ») :



La commande « RUN » provoque l'envoi d'un unique « Chirp » (quelle que soit la durée de maintien à 1). La sortie ECHO du capteur passe à 1 lorsque l'écho est détecté par le récepteur. Cette information restera à 1 tant qu'il n'y aura pas eu une commande « CLEAR ». La distance maximum détectable est de **9,99m**, avec une précision **au centimètre**.

Le télémètre qu'il faut concevoir va utiliser directement ce capteur. Son principe général de fonctionnement repose sur le chronométrage entre un « RUN » et « l'ECHO ».

- 1) Déterminer tout d'abord la fréquence idéale de fonctionnement du circuit (qui servira de base de temps pour le chronomètre). **Justifier**.

Il est rappelé que la vitesse du son (et des ultrasons) dans l'air est d'environ  $330\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

- 2) Décrire le principe d'une synchronisation UC/UT par fronts opposés. Indiquer plus particulièrement les avantages de cette technique.

- 3) Réaliser le contrôleur du télémètre, en **synthèse UC/UT**.

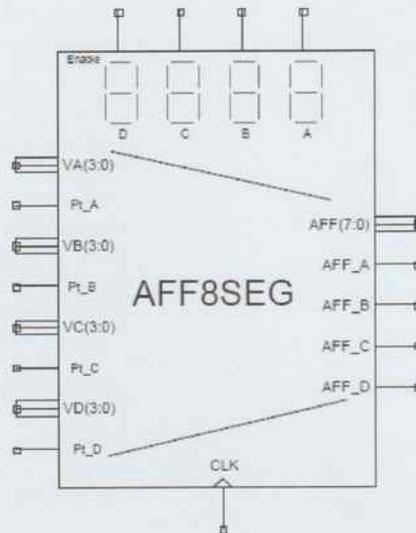
Ce contrôleur doit posséder 3 entrées : Reset (signal d'initialisation), CLK (signal d'horloge à la fréquence idéale déterminée à la question précédente) et BTN (bouton pour l'utilisateur). Les seules sorties du circuits sont les LEDs d'un afficheur 8 segments.

Le fonctionnement doit être **extrêmement simple** : au démarrage, l'afficheur doit présenter la valeur « 0.00 » ; Quelques instants après l'appui sur BTN, l'afficheur indique alors la mesure (par exemple « 0.37 », si l'objet est à 37 centimètres du capteur). A chaque appui sur le bouton BTN, une nouvelle mesure est réalisée. Faire ici l'hypothèse que l'objet est systématiquement dans le champ de détection du capteur.

Pour l'Unité de Contrôle, appliquer la **synthèse à jeton**.

Noter que la bibliothèque de composants est celle manipulée durant les TP ; elle contient par exemple l'opérateur « Générateur\_Jeton », les bascules FD, FT, FJK, les registres à décalage

SR, les compteurs binaires CB et les compteurs décimaux CD, les aiguillages multiplexeur M et démultiplexeur D, ainsi que le contrôleur d'affichage AFF8SEG. Ce dernier fonctionnera sans problème à la fréquence de CLK obtenue à la question 1). Pour rappel, son symbole est :



4) **Modification 1** : Affichage d'attente de démarrage.

Au démarrage, au lieu d'afficher « 0.00 », l'afficheur AFF8SEG doit maintenant allumer successivement les 4 points décimaux en boucle (signalant ainsi que le circuit s'impatiente). Ce même effet doit apparaître tant que l'utilisateur maintient le bouton BTN enfoncé.

a) Proposer une valeur de fréquence (en Hz) pour ce signal d'horloge CLK\_ATTENTE contrôlant cet allumage. Justifier.

b) Concevoir un opérateur « Modif\_1 », à intégrer à l'UT qui permettrait de réaliser cela.

5) **Modification 2** : Gestion d'un objet hors-champ.

Ce cas correspond à un objet qui soit trop éloigné, soit désaxé par rapport au télémètre. L'utilisateur doit en être averti par l'allumage simultané des 3 points décimaux : « . . . ».

a) Indiquer la modification que cela induit sur l'UT.

b) Indiquer la modification que cela induit sur l'UC (ne redessiner que l'automate, **sans refaire** la synthèse à jeton de l'ensemble).

6) **Modification 3** : Intégration de la distance minimale de détection.

A l'utilisation, il s'avère que le télémètre réalisé dans les questions précédentes ne fonctionne pas ! Il retourne systématiquement « 0.01 ». Une rapide analyse et une (re-) lecture de la documentation du capteur (*Arrgh ! il faut toujours tout lire !*) en donne l'explication. Le train d'ondes « Chirp » est émis durant  $T_c$  (inférieur à une borne  $T_{cMax}$ ). Pendant ce temps, le récepteur (placé juste à côté) le capte **en direct** en croyant détecter un écho.

a) Calculer la durée de la borne  $T_{cMax}$ , sachant que la distance minimale de détection du capteur est annoncée à 5 cm (l'objet le plus proche, à 5 cm, provoquera bien un écho réel, alors qu'à 4 cm, c'est toujours le « Chirp » émis qui est détecté).

b) Modifier l'automate de l'UC (sans refaire la synthèse) pour ne pas tenir compte de ces « échos » parasites durant  $T_c$ .

c) Concevoir et dessiner l'intégralité d'un opérateur « Modif\_3 » à intégrer dans l'UT.