



Institut Supérieur des Etudes Technologiques  
**Département de Génie Electrique**  
 Licence appliquée en Automatismes et  
 Informatique Industrielle

Année universitaire : 2012/2013  
 Semestre : 1

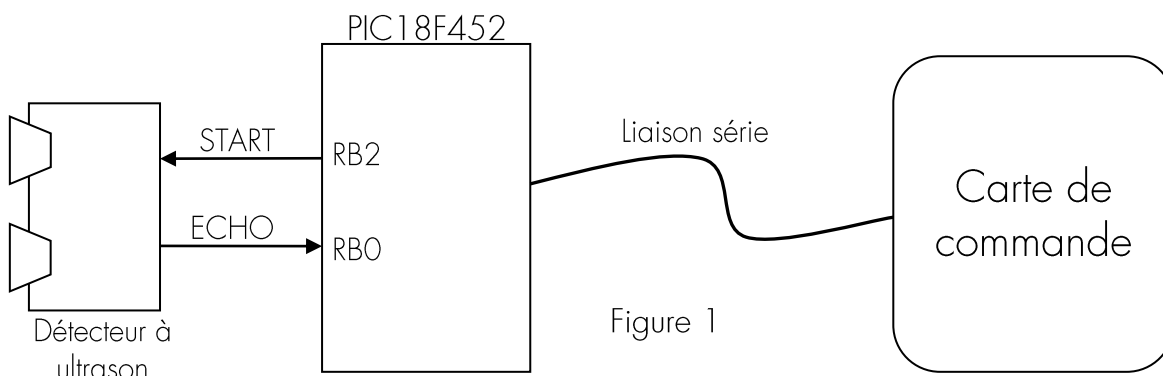
Date : 19/11/2012

Durée : 1h30

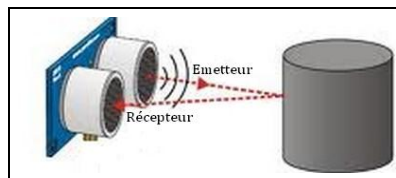
**Devoir Surveillé**

<b>Matière</b> : Système Temps Réel	<b>Unité d'enseignement</b> : Systèmes Automatisés 2	<b>Classes</b> : AI13.1
<b>Documents</b> : Non autorisés	<b>Enseignant</b> : Ali HMIDENE	<b>Nb. Pages</b> : 2

On se propose de faire l'étude d'un télémètre à ultrason monté sur la face avant d'un robot à roues. Le télémètre comporte un détecteur à ultrason connecté à une carte électronique à base d'un microcontrôleur PIC18F4520 cadencé à 8 Mhz ; celle-ci est connectée à la carte de commande du robot via une liaison série rs232 (figure1).



Le détecteur à ultrasons transmet une onde ultrasonore au transducteur émetteur. L'onde se propage de manière conique dans l'environnement et se réfléchit sur le premier obstacle rencontré. Le transducteur récepteur reçoit cette onde réfléchiée et la transforme en une onde électrique.



Le détecteur à ultrason reçoit une impulsion START qui déclenche la mesure, et présente à sa sortie une impulsion ECHO, signalant ainsi la présence d'obstacle.

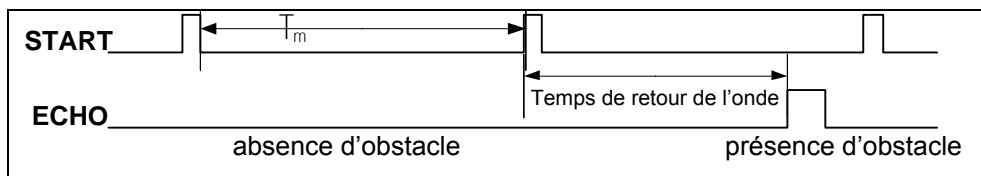


Figure 2

Le temps qui sépare l'envoi de l'impulsion START et la réception de l'impulsion ECHO permet de déduire la distance séparant le robot de l'obstacle le plus proche.

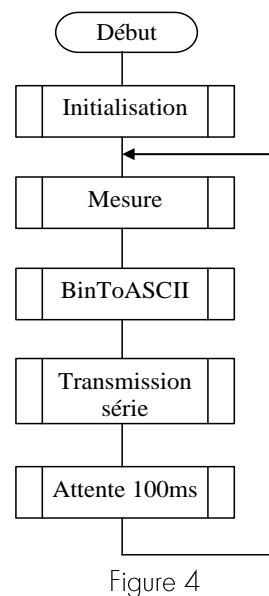
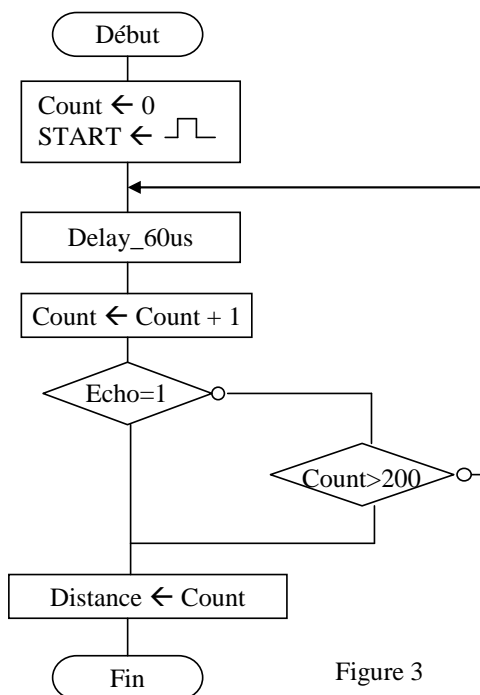
Le programme à charger dans le microcontrôleur comporte les tâches suivantes :

Mesure de la distance qui sépare le robot de l'obstacle.

Envoi de la valeur mesurée à la carte de commande.

Le temps séparant l'envoi de l'impulsion START et la réception de l'impulsion ECHO est proportionnel à la distance à mesurer.

1. Connaissant la vitesse de déplacement du son dans l'espace ( $\sim 330$  m/s). Montrer que le temps qui sépare les deux impulsions START et ECHO est environ de  $60\mu\text{s}$  pour une distance de 1cm. On note cette valeur  $T_0$ .
2. Dédire le temps de détection maximal si la portée maximale du capteur à ultrason est de 2m.
3. Sur combien de bits doit-on coder la valeur de la distance, si on prend le *centimètre* comme unité de mesure.
4. L'organigramme de la procédure de mesure de distance est donné par la figure 3. Calculer le temps d'exécution (C1) de cette procédure si on néglige le temps d'exécution des toutes les instructions devant la procédure d'attente « delay\_us(60) ».
5. Discuter la validité de l'organigramme de la figure 3, selon la largeur de l'impulsion ECHO. La valeur de distance est envoyée en ASCII à la carte de commande avec un débit de 9600 bps (un caractère est codé sur 10 bits).
6. Calculer le temps d'exécution de la transmission série (C2) ; le temps d'exécution de la procédure de conversion binaire-ASCII est supposé négligeable.
7. Afin de détecter en temps réel la présence de l'obstacle, la procédure de mesure de distance est exécutée de façon périodique (on note cette période  $T_m$ ). Calculer la valeur minimale de  $T_m$ .
8. L'organigramme du programme principal est donné par la figure 4. Donner le temps minimal et maximal de l'exécution de la boucle (la valeur distance est codée sur 3 caractères).
9. Ecrire le programme complet du télémètre à ultrason.



### ***Fonctions prédéfinies :***

*sprintf(chaine cible, chaîne de formatage, val) : convertie la valeur val en une chaîne de caractère.*

*puts(chaine) : envoie une chaîne de caractères sur le port série*

## Corrigé

1. L'onde sonore fait un aller et un retour :  $T_0 = 2 \times \frac{0,01}{330} \approx 60\mu s$
2.  $T_{\max} = 200 \times 60\mu s = 12ms$
3. La distance maximale  $D_{\max} = 200cm$ , elle est comprise entre 127 et 255, elle est codée donc sur 8 bits.
4. C1 est le temps maximal d'exécution de la procédure de mesure. La boucle est exécutée 201 (soit 200) fois au maximum, d'où  $C_1 = 200 \times 60\mu s = 12ms$
5. L'organigramme de la figure 3 n'est valable que lorsque la largeur de l'impulsion ECHO dépasse 60µs.
6.  $C_2 = T_b \times Nb.de\ bits \times Nb.de\ caractères$  ;  $T_b = \frac{1}{9600} = 0,104ms$  ;  $Nb.bits = 10$  ; la distance de mesure est codée sur 8 bits ; elle est représentée sur 3 chiffres (en ASCII chaque chiffre est codée sur un octet), d'où le nombre de caractères est égale à 3.  
 $C_2 = 0,104 \times 10 \times 3 = 3,12ms$

7. La période de mesure comporte deux procédures significatives : la procédure de mesure et la procédure de transmission,  $T_m = C_1 + C_2$ . La valeur minimale de  $T_m$  est

$$T_{\min} = C_{1\min} + C_{2\min} = 60\mu s + 1,04 = 1,10ms .$$

8. Période minimale de la boucle :  $T_{\min} \text{ boucle} = C_{1\min} + C_{2\min} + 100ms = 60\mu s + 1,04 + 100 = 101,1ms$   
La période maximale de la boucle :

$$T_{\max} \text{ boucle} = C_{1\max} + C_{2\max} + 100ms = 12ms + 3,12 + 100 = 115,12ms .$$

9. Le programme complet comporte la procédure « mesure » et le programme principal.

```
int distance ;
char string[10] ;
void mesure()
{
    int count = 0 ;           // déclaration de la variable « count »
    START = 1 ; START = 0 ; // Envoyer une impulsion START
    do{
        delay_ms(60) ;
        count++ ;
    }while((ECHO ==0)&&(count <=200));
    distance = count ;
}
//=====
void main()
{
    TRISB = 0xFE ;
    while(1)
    {
        mesure() ;
        sprintf(string, "%u", distance) ; // conversion binaire - ascii
        puts(String) ; //Transmission série
    }
}
```