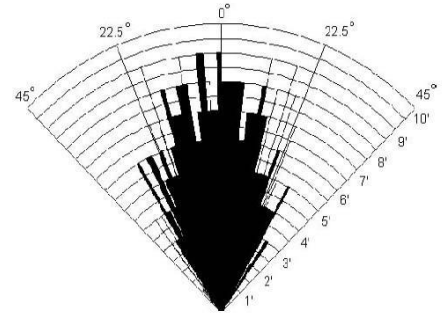


HC-SR04 - Module de détection aux ultrasons - Utilisation avec Picaxe

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.

Caractéristiques

- Dimensions : 45 mm x 20 mm x 15 mm
- Plage de mesure : 2 cm à 400 cm
- Résolution de la mesure : 0.3 cm
- Angle de mesure efficace : 15 °
- Largeur d'impulsion sur l'entrée de déclenchement : 10 µs (Trigger Input Pulse width)



Practical test of performance,
Best in 30 degree angle

Broches de connexion

- Vcc = Alimentation +5 V DC
- Trig = Entrée de déclenchement de la mesure (Trigger input)
- Echo = Sortie de mesure donnée en écho (Echo output)
- GND = Masse de l'alimentation

Spécifications et limites

Paramètre	Min	Type	Max	Unité
Tension d'alimentation	4.5	5.0	5.5	V
Courant de repos	1.5	2.0	2.5	mA
Courant de fonctionnement	10	15	20	mA
Fréquence des ultrasons	-	40	-	kHz

Attention : la borne GND doit être connectée en premier, avant l'alimentation sur Vcc.

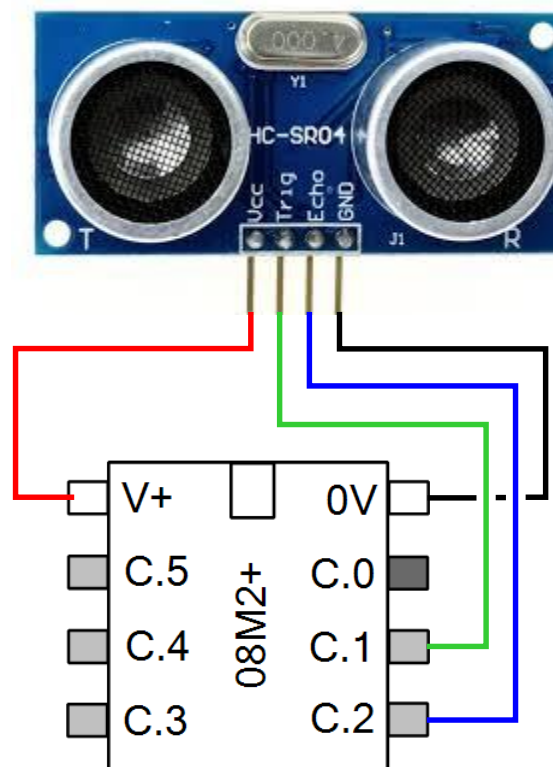
Branchement

Le branchement du capteur HC-SR04 sur un microcontrôleur PICAXE est des plus simple (le schéma ci-contre illustre l'utilisation d'un circuit 08M2).

Si les deux éléments sont alimentés en 5 V (ou 4.5 V), il suffit de relier les bornes d'alimentations +/- entre elles.

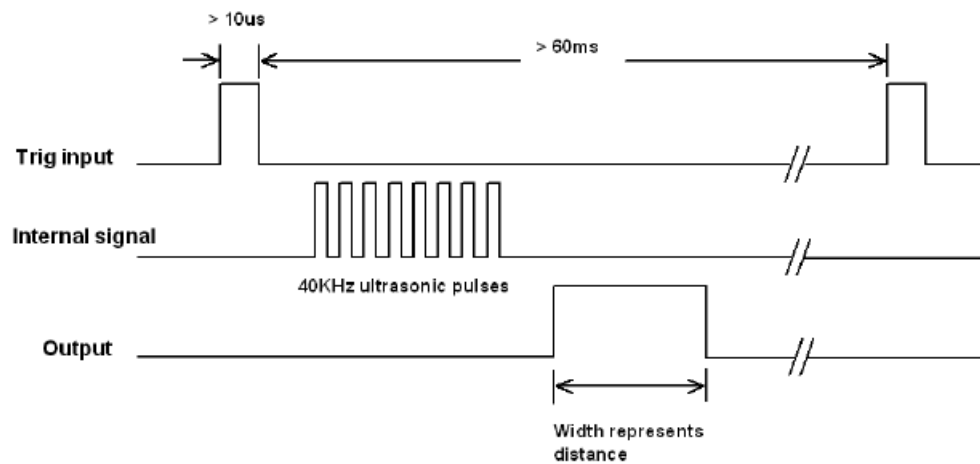
L'entrée "Trig" du capteur doit être reliée à une sortie du PICAXE.

Quant à la sortie "Echo" du capteur, il faut la relier à une entrée du PICAXE qui peut aussi être programmée en sortie si on désire mettre en œuvre l'exemple 2 de programme ci-dessous.



Fonctionnement

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "high" (5 V) d'au moins 10 μ s sur l'entrée "Trig". Le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi. Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "high" sur la sortie "Echo", dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée.



Distance de l'objet

La distance parcourue par un son se calcule en multipliant la vitesse du son, environ 340 m/s (ou 34'000 cm/1'000'000 μ s) par le temps de propagation, soit : $d = v \cdot t$ (distance = vitesse \cdot temps)

Le HC-SR04 donne une durée d'impulsion en dizaines de μ s. Il faut donc multiplier la valeur obtenue par 10 μ s pour obtenir le temps t. On sait aussi que le son fait un aller-retour. La distance vaut donc la moitié.

$$d = 34'000 \text{ cm}/1'000'000 \mu\text{s} \cdot 10\mu\text{s} \cdot \text{valeur} / 2 \quad \text{en simplifiant} \quad d = 170'000 / 1'000'000 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$$

Finalement, $d = 17/100 \text{ cm} \cdot \text{valeur}$

La formule $d = \text{durée}/58 \text{ cm}$ figure aussi dans le manuel d'utilisation du HC-SR04 car la fraction 17/1000 est égale à 1/58.8235. Elle donne cependant des résultats moins précis.

Note : A grande distance, la surface de l'objet à détecter doit mesurer au moins 0.5 m²

Exemple 1 de programme

```
' Essai du capteur HC-SR04 à ultrasons - 28.11.2015 L.Bachelard
' =====

symbol trig = C.1           ' sortie du Picaxe sur Trig du capteur
symbol echo = C.2           ' entrée sur Picaxe de Echo du capteur (note: pulsint
                             ' requiert une entrée sous la forme C.3 et non pinC.3)
symbol calc = w1             ' variable 16 bits, calcul du temps et de la distance

#terminal 4800               ' ouverture du terminal pour affichage des valeurs

low trig                     ' programmation de Trig en mode sortie et mise à 0
do                            ' boucle principale
  pulsout trig,1              ' impulsion sur Trig en dizaines de us (1 => 10us)
  pulsint echo,1,calc         ' lit la durée de l'impulsion Echo (1 = flanc montant)
  let calc = calc*17/100      ' calcul de la distance
  sertxd ("d = ",#calc," cm",cr,lf) ' affichage de la distance sur le terminal
  pause 1000                 ' attente de 1s
loop                          ' boucle sans fin
```

Exemple 2 de programme

Cette variante de programme est destinée à corriger le fait que, quand le capteur ne rencontre aucun obstacle, ou lorsque son émetteur ou son récepteur ultrasonique est occulté (par un doigt par exemple), ou encore lorsque l'objet à détecter absorbe le rayon ultrasonique (c'est le cas des vêtements en laine), le HC-SR04 se bloque parfois et délivre sur sa sortie "Echo" un signal qui reste à 0.

Dans ce cas, il suffit de lui appliquer un signal "bas" pendant 100 ms sur sa sortie "Echo". Cette fonction paraît étonnante, mais elle a apparemment l'effet de décharger un condensateur sur le circuit du capteur et de réinitialiser son fonctionnement. Il semblerait aussi que ce défaut ne se trouve que sur les HC-SR04 bon marché.

```
' Essai 2 du capteur HC-SR04 à ultrasons - 28.11.2015 L.Bachelard
' =====

' Avec correction du HC-SR04 si la distance lue reste bloquée à 0

' J'ai trouvé sur internet le truc pour faire repartir le capteur :
' il faut lui appliquer une impulsion "low" de 100ms sur sa sortie "Echo"

symbol trig = C.1          ' sortie du Picaxe sur Trig du capteur
symbol echo = C.2         ' entrée sur Picaxe de Echo du capteur (note: pulsint
                           ' requiert une entrée sous la forme C.3 et non pinC.3)
symbol calc = w1          ' variable 16 bits, calcul du temps et de la distance

#terminal 4800             ' ouverture du terminal pour affichage des valeurs

low trig                  ' programmation de Trig en mode sortie et mise à 0
do                         ' boucle principale
  pulsout trig,1          ' impulsion sur Trig en dizaines de us (1 => 10us)
  pulsint echo,1,calc     ' lit la durée de l'impulsion Echo (1 = flanc montant)
  if calc = 0 then       ' si 0 (capteur bloqué), alors
    sertextd ("Erreur, distance 0 !",cr,lf) ' affichage erreur
    reverse echo         ' inversion de l'entrée Echo en mode sortie
    low echo             ' mise à 0 de la borne Echo
    pause 100           ' pendant 100ms
    reverse echo         ' puis, passage à nouveau en mode entrée
  endif                 ' fin de la condition
  let calc = calc*17/100 ' calcul de la distance
  sertextd ("d = ",#calc," cm",cr,lf) ' affichage de la distance sur le terminal
  pause 1000            ' attente de 1s
loop                     ' boucle sans fin
```

Conclusion

Le capteur HC-SR04 est intéressant. Pour un coût très bas, il donne des résultats étonnants de précision. L'écart est d'environ 3 cm avec un objet placé à 2 m, ce qui représente une erreur inférieure à 2 %.

Sources

- User's Manual du HC-SR04
- Recherches sur Internet
- Essais personnels

Le 28 novembre 2015 - Lucien Bachelard - lu.bachelard@bluewin.ch