MISURA DELLA DISTANZA CON IL MODULO A ULTRASUONI HC - SR04

I sensori ad ultrasuoni, misurano il tempo impiegato da un segnale sonoro a raggiungere l'oggetto e ritornare al sensore. L'impulso ad ultrasuoni generato dai circuiti interni dell' HC-SR04 è di circa 40KHz il tempo viene misurato in microsecondi, la tensione di funzionamento è di 5V, quindi potremo alimentarlo direttamente utilizzando Arduino.

HC-SR04

Come si evince dal data sheet, questo dispositivo consente di rilevare la presenza di un ostacolo entro il range da 2 a 400cm (con risoluzione ± 1cm). La gestione di questo economico sensore è abbastanza semplice: si tiene il pin Trigger a livello basso, dopodichè si fornisce un impulso a livello alto della durata di 10µS quindi lo si riporta a livello basso. In questo momento la capsula trasmittente emette un burst (una sequenza di livelli alti/bassi) a circa 40KHz. L'onda ultrasonica colpisce il bersaglio, torna indietro e viene rilevata dalla capsula ricevente. Il microcontrollore a bordo del sensore calcola il tempo di andata e ritorno del segnale ed emette sul pin Echo (che normalmente si trova a livello basso), un segnale a livello alto di durata ***direttamente proporzionale(*)*** alla distanza rilevata. Tra una misura e l'altra bisogna aspettare almeno 50-60 µS.
Il sensore HC-SR04 dispone di 4 pin: Vcc (+5V), Trigger, Echo, GND; maggiori informazioni possono essere consultate sul data sheet. Per convertire l'intervallo di tempo misurato in una lunghezza, bisogna ricordare che la velocità del suono è di 331,5 m/s a 0 °C e di 343,4 m/s a 20 °C ed in generale varia secondo la relazione fisica: ***V = 331,4 + 0,62 * T° .*** Per la realizzazione del nostro misuratore di distanza consideriamo una temperatura ambiente di 20°C e quindi la velocità del suono che prenderemo in considerazione sarà di **343 m/s** (approssimiamo); per avere la misura della distanza in **cm** dovremo convertire la velocità del suono da **m/S** in **cm/µS** che risulterà **0,0343 cm/µS** .

Quindi, ricordando che $V = S / t$ lo spazio percorso sarà: $S = V * t$ da cui $S = 0{,}0343 * t$

Per calcolare lo spazio percorso, bisogna tener conto che il suono percorre due volte la distanza da misurare (giunge sull'oggetto e ritorna indietro al sensore) quindi il valore di t ottenuto dovrà essere diviso per 2.

Distanza$_{(cm)}$ = { (*V.Suono* 0,0343 cm / µS) * (*tempo* tra Trig e Echo in µS) } / 2

Distanza$_{(cm)}$ = 0,0343 cm / µS * t / 2 se eseguiamo la divisione 0,0343/2 otteniamo:

Distanza$_{(cm)}$ = 0,01715 * t oppure = $\frac{t}{\frac{1}{0{,}01715}}$ ovvero Distanza$_{(cm)}$ = $\frac{t}{58{,}30}$

pertanto approssimando, la formula finale semplificata più facile da ricordare sarà la seguente:

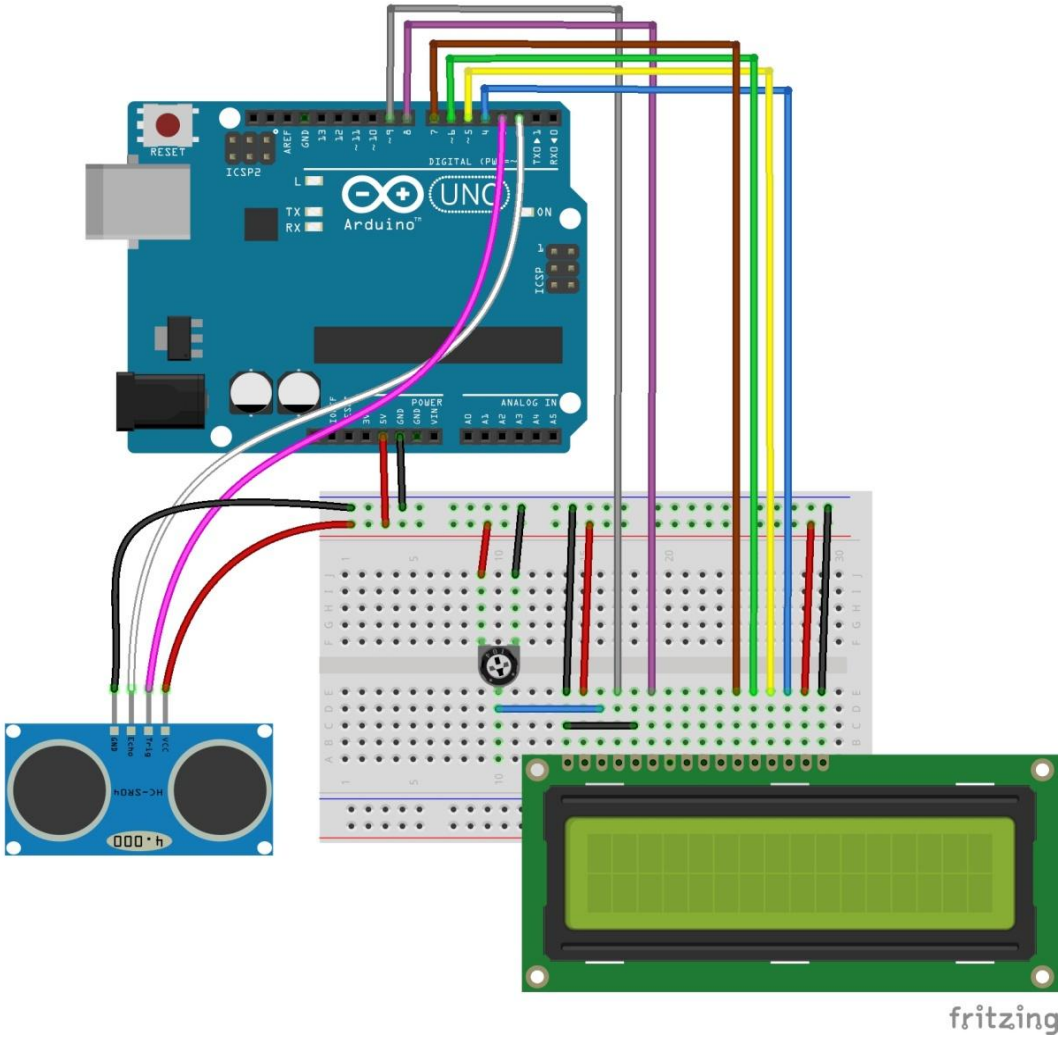
$$\boldsymbol{Distanza(cm) = \frac{Echo(\mu S)}{58}}$$

Nella tabella viene riportata la corrispondenza tra la distanza e la durata dell'impulso di ritorno misurata con un oscilloscop sul pin Echo dell'HC-SR04, osservandola si può notare che il rapporto tra i due parametri ha un andamento (*)piuttosto lineare.

Distanza (cm)	Echo (uS)	Rapporto Echo/Distanza
2	112	56
5	304	60
10	544	54,4
15	864	57,6
20	1150	57,5
25	1450	58
30	1710	57
35	2030	58
40	2320	58
45	2620	58,2
50	2900	58
55	3180	57,8
60	3480	58
65	3760	57,8
70	4060	58
75	4380	58,4
80	4640	58
85	4940	58,1
90	5240	58,2
95	5560	58,5
100	5840	58,4
105	6120	58,2
110	6400	58,1

Si può notare che calcolando la media tra tutti i rapporti tra Distanza e Echo della tabella otteniamo in media il valore approssimativo 58.

Esempio di collegamento:



Per il download del codice: http://www.francescobenignetti.it/robotica/arduino/