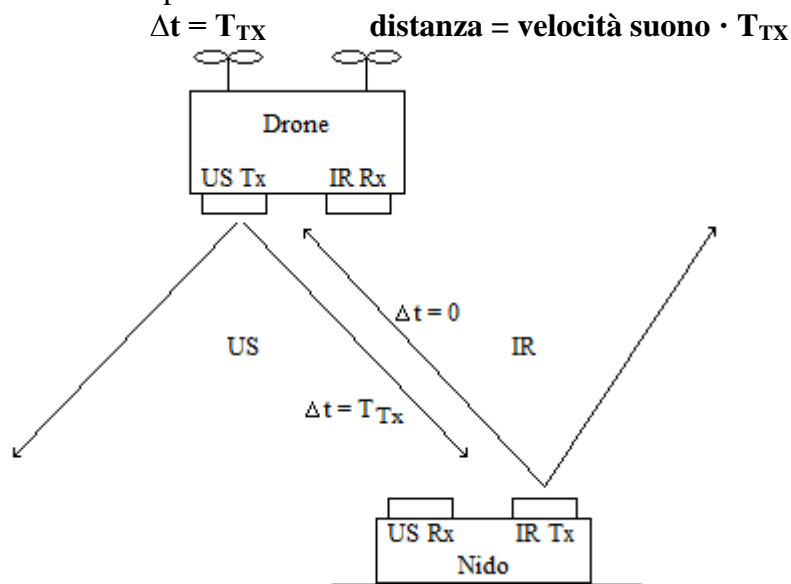


GARA NAZIONALE DI ELETTRONICA Bergamo, 3-4 Maggio 2018

“Drone nel Nido”

Una società per Riprese Aeree e Rilievi Ambientali, dotata di una flotta di Droni (SAPR: "sistema aeromobile a pilotaggio remoto"), vuole testare su alcuni suoi droni un sistema di parcheggio automatico degli aeromobili nel veicolo base o “nido”, al rientro da una missione di volo. Il drone viene inizialmente guidato verso il veicolo con l’ausilio del GPS. Assumendo che il GPS abbia un errore di localizzazione pari a ± 3 metri, il drone, giunto alla distanza di 10 m (± 3 m) valutata col GPS, mette in atto la seguente strategia:

- posto che, alla distanza di 10 m, l’angolo con cui l’aeromobile, per l’errore di ± 3 m, “vede” il veicolo “nido”, o base, è di circa $\pi/4$ steradiani (pari a circa 60° in 2 dimensioni), il drone attiva un trasmettitore ad ultrasuoni (US-Tx), con pari angolo di apertura, ed emette un pacchetto di 8 impulsi;
- l’impulso raggiunge il ricevitore US-Rx posto sulla base (veicolo “nido”) dopo un tempo:
 $T_{Tx} = \text{distanza} / \text{velocità}$ (la velocità del suono in m/s è pari a $331,4 + 0,62 \cdot T_{\text{emp}}(^{\circ}\text{C})$)
- la base risponde emettendo un pacchetto di impulsi in trasmissione ad infrarossi (IR-Tx), sempre con pari angolo di apertura;
- al sopraggiungere del pacchetto di impulsi luminosi IR (IR-Rx), il drone rileva l’intervallo di tempo Δt intercorso fra l’emissione del pacchetto ad ultrasuoni e la ricezione del pacchetto IR. Valuta quindi la distanza dalla base, trascurando il ritardo di propagazione del raggio IR di ritorno (poiché la luce si propaga ad una velocità un milione di volte maggiore del suono, $v = 300000$ km/s), e considerando il ritardo complessivo come dovuto al solo ritardo di andata del segnale ad ultrasuoni;



Questo “protocollo” di comunicazione viene eseguito ripetutamente permettendo alla centralina del drone, con opportuno algoritmo software, di valutare la continua diminuzione della distanza ed eseguire, con i motori, le necessarie manovre per raggiungere la base e parcheggiarsi.

Si richiede di progettare, realizzare e testare:

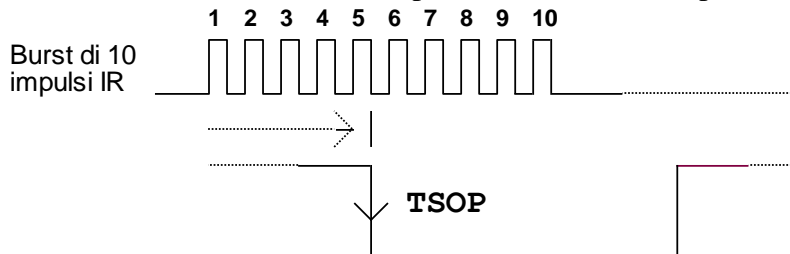
un prototipo che implementi il **trasmettitore ad ultrasuoni US-Tx**, il **ricevitore a infrarossi IR-Rx**, la **misura** e la **visualizzazione** della distanza in cm su Display a 3 Digit (da pochi cm a 999 cm).

Il prototipo da progettare e poi realizzare implementa le seguenti funzionalità:

- all'attivazione il sistema emette dal US-Tx non meno di **8** impulsi (**8÷10**);



- la frequenza del "burst" di impulsi è circa di **34 KHz \pm 5%**, con la seguente precisazione: posto che la velocità del suono è pari a **331,4 + 0,62 · T_{emp}(°C) [m/s]**, alla temperatura di 20° e alla freq. di 34.4 KHz, il periodo **T** degli impulsi è pari al tempo impiegato dal suono per percorrere **1 cm**;
- si richiede di gestire un display a 3 digit per misurare distanze comprese tra pochi centimetri e 9,99 m;
- il conteggio inizia all'emissione del "burst" di impulsi US e si interrompe quando il ricevitore IR-Rx (integrato TSOP 1836) riceve un "burst" di impulsi IR ed emette sul pin 1 (out) un fronte di discesa;

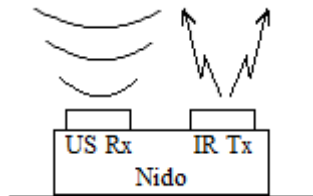


- all'interruzione del conteggio viene **visualizzata e mantenuta** sul display a 3 digit la misura della distanza espressa in centimetri;
- ad una nuova attivazione del sistema, viene emesso un altro "burst" di impulsi US, ed inizia il conteggio per una nuova misura.

In fase di realizzazione e collaudo, il 2° giorno, ad ogni studente partecipante viene fornita una *schedina-test* che simula la stazione base, bypassando, in fase di collaudo, la necessità di trasmissioni US e IR, onde evitare eventuali reciproche interferenze nei laboratori dove si svolge la gara.

La schedina-test (o simulatore di distanza) funziona nel modo specificato a pagina 9.

E' disponibile anche il prototipo semplificato di stazione base con US-Rx e IR-Tx, per un test finale individuale, più realistico e in ambiente idoneo.



Le proposte risolutive possono essere, a scelta dello studente, una fra le seguenti tipologie:

1. Progetto in logica cablata.
2. Progetto con microcontrollore PIC 18F4580 e scheda "miniPicPlus" con PICKIT2.
3. Progetto con Arduino Uno rev.3 e Arduino IDE.

1) Progetto in logica cablata

Il prototipo da progettare e poi realizzare, con alimentazione a 5volt, implementa le seguenti funzionalità:

- all'attivazione di un pulsante il sistema emette dal US-Tx non meno di **8 impulsi (8÷10)**;

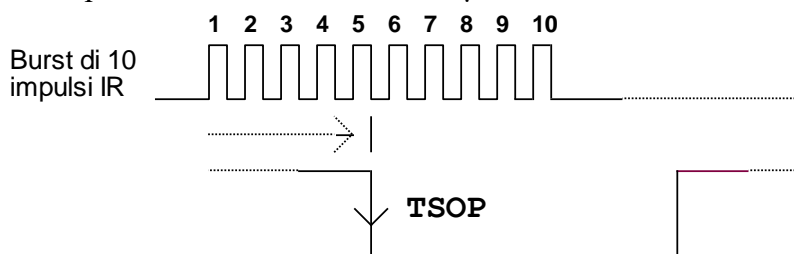
Burst di 9 impulsi 

- la frequenza del "burst" di impulsi è circa di **34.4 KHz**, con la seguente precisazione:

-- è opportuno che la frequenza sia ricavata dalla velocità del suono, pari a **$331,4 + 0,62 \cdot T_{\text{emp}}(^{\circ}\text{C})$ [m/s]** alla temperatura di 20°C, in modo da avere il periodo **T** degli impulsi pari al tempo impiegato dal suono per percorrere **1 cm**.

- Con la stessa frequenza è possibile gestire un contatore con display a 3 digit per misurare distanze comprese tra pochi centimetri e 9,99 metri.

- Il contatore inizia il conteggio all'emissione del "burst" di impulsi US e interrompe il conteggio quando il ricevitore IR-Rx (integrato TSOP 1836) riceve un "burst" di impulsi IR ed emette sul pin 1 (out) un fronte di discesa di un impulso con durata di circa 300 µs;



Come specificato nella parte comune a pag. 2, in fase di collaudo il segnale "TSOP" è generato dalla *schedina-test*, che simula la stazione base, alla ricezione del "burst" di 8 impulsi US-Tx .

- All'interruzione del conteggio il contatore visualizza e mantiene fermo sul display a 3 digit la misura della distanza espressa in centimetri.

- Una nuova attivazione del pulsante resetta il contatore, viene emesso un altro "burst" di impulsi US, il contatore inizia il conteggio per una nuova misura.

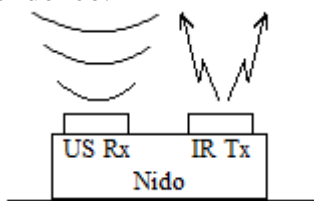
(a scelta del candidato è possibile modificare il sistema in modo da emettere ciclicamente il "burst" di impulsi con periodicità di circa 240 ms (4.2 Hz))

Si richiede inoltre di valutare l'errore sulla misura di distanza introdotto dalla sensibilità della velocità del suono dalla temperatura, nel "range" -10°C ÷ +40°C, e proporre una possibile soluzione progettuale.

(Solo teorica, non necessariamente da realizzare).

Quanto alla *schedina-test* (o simulatore di distanza) si rimanda a pagina 8.

E' disponibile anche il prototipo semplificato di stazione base con US-Rx e IR-Tx, per un test finale individuale, più realistico e in ambiente idoneo.



• Strumentazione di LAB:

- Alimentatore duale, Generatore di funzioni, Oscilloscopio a 2 canali, Multimetro Digitale.

• Breadboard e cavetti per i collegamenti.

• Resistori (serie E12); Rete resistiva 330; Trimmer (serie E12);

Condensatori (serie E12); diodi; transistori;

***Risorse Hardware per il progetto in logica cablata:
(vedi cartella fogli tecnici su PC)***

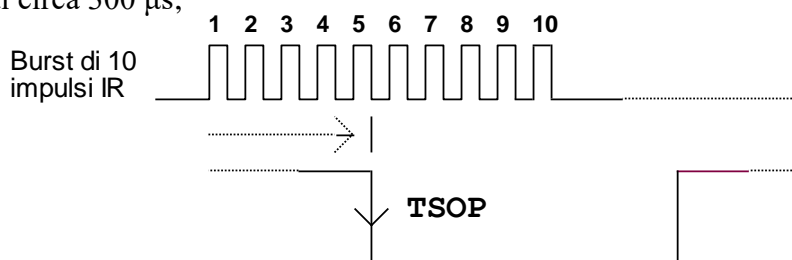
2) Progetto con microcontrollore PIC 18F4580 e scheda “miniPicPlus” con PICKIT2

Il prototipo da progettare e poi realizzare implementa le seguenti funzionalità:

- il sistema emette ciclicamente dal US-Tx un "burst" costituito da **8** impulsi;



- la frequenza del "burst" di impulsi è circa di **34 KHz \pm 5%**;
- la periodicità con cui il sistema emette il "burst" è di 100 ms (10 Hz) alla distanza di 10 m; diminuisce poi di 10 ms per ogni metro di avvicinamento alla base, con un valore minimo di 10 ms;
- si richiede di gestire un display a 3 digit per misurare distanze comprese tra pochi centimetri e 9,99 m; *il candidato potrà a sua scelta gestire il display direttamente col micro, o interponendo l'integrato 'C926;*
- il conteggio per la misura della distanza inizia all'emissione del "burst" di impulsi US e si interrompe quando il ricevitore IR-Rx (integrato TSOP 1836) emette sul pin 1 (out) un fronte di discesa di un impulso con durata di circa 300 μ s;



Come specificato nella parte comune a pag. 2, in fase di collaudo il segnale "TSOP" è generato dalla *schedina-test*, che simula la stazione base, alla ricezione del "burst" di 8 impulsi US-Tx .

- la misura della distanza, espressa in centimetri, viene visualizzata sul display a 3 digit;

Si richiede inoltre di valutare l'errore sulla misura di distanza introdotto dalla sensibilità della velocità del suono alla temperatura, nel "range" $-10^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$, e proporre una possibile soluzione progettuale.
(*Solo teorica, non necessariamente da realizzare*).

Risorse Hardware e Software per il progetto con PIC 18F4580:

Fogli tecnici pic 18F4580.

Manuale XC8.

Integrati e dispositivi disponibili con relativi Fogli tecnici.

Scheda “miniPIC”, bread-board “grande” aggiuntiva;

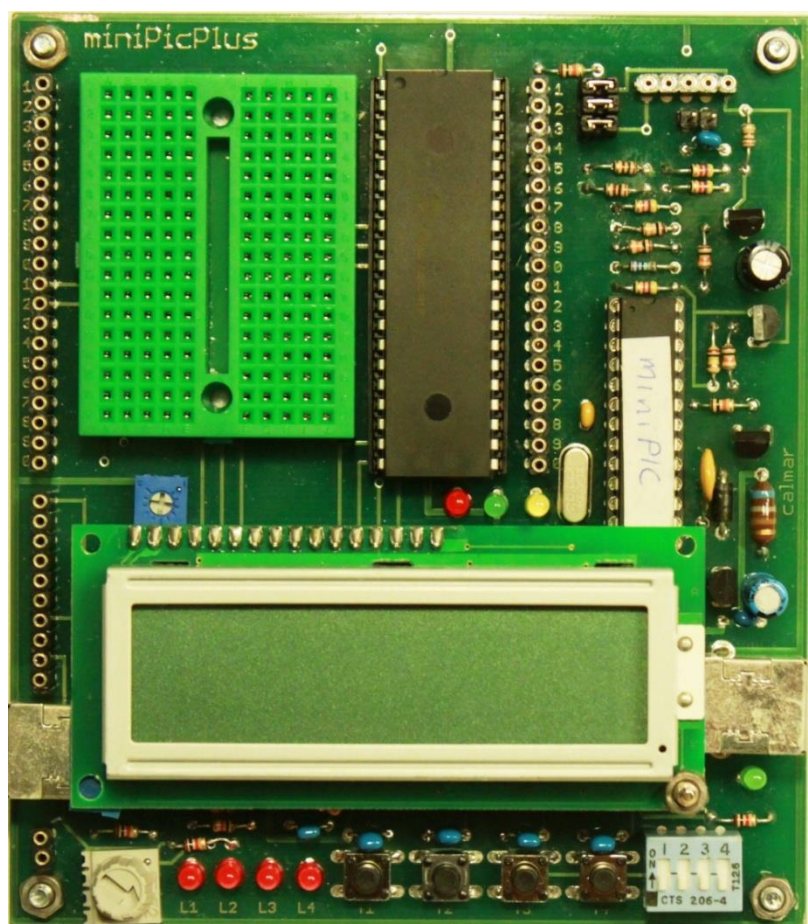
prototipo di programma in C con le definizioni per la configurazione del micro già impostate.

L'oscillatore del micro è impostato in modalità “INTERNO”.

Gli ambienti di sviluppo software sono MPLAB IDE e MPLABX.

Il linguaggio di progetto è XC8 della Microchip (ANSI C).

miniPicPlus



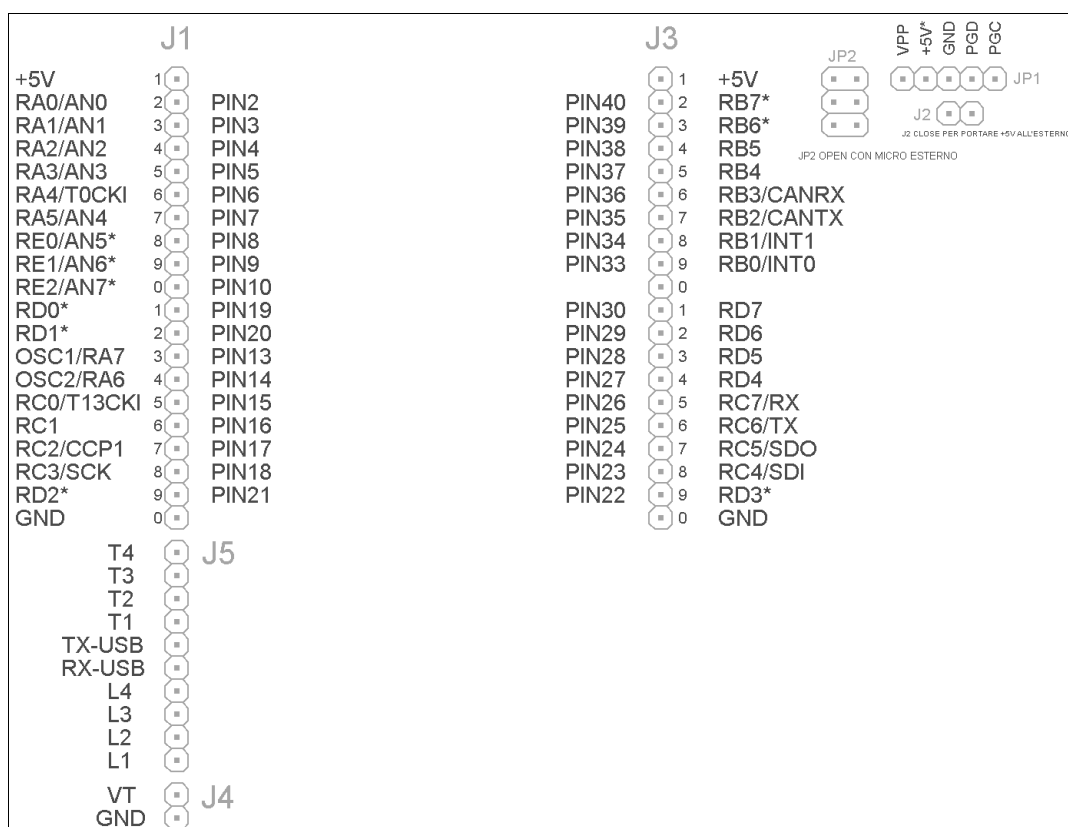
La scheda autoprodotta “miniPicPlus”, integra un “sistema di sviluppo PICKIT2” e diversi altri componenti che facilitano l’esecuzione di prototipi basati sul microcontrollore PIC18F4580.

L’hardware della scheda si compone di:

- a) Quattro pulsanti ed un dip-switch con circuito antirimbalo
- b) Quattro led, con resistenza serie, per la visualizzazione di segnali logici
- c) Un trimmer la cui rotazione permette di ottenere una tensione variabile 0-5V
- d) Un display alfanumerico 20X2 (*)
- e) Un circuito di conversione USB-Seriale 232 (*)
- f) Una bread-board “mini”

(*) – Questa funzionalità non verrà utilizzata nella gara di elettronica

PIN della scheda



Connettori:

J1 e J3 - pin del microcontrollore PIC18F4580

J4 - VT (tensione 0:5V)

J5 - T1/T2/T3/T4, segnali logici (0/1) in uscita

- L1/L2/L3/L4, ingressi logici collegati a quattro LED

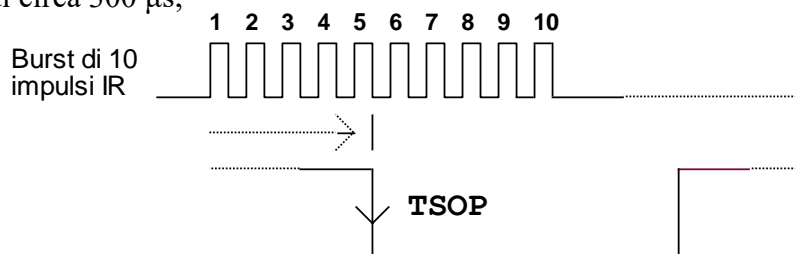
3) Progetto con Arduino Uno rev.3 e Arduino IDE

Il prototipo da progettare e poi realizzare implementa le seguenti funzionalità:

- il sistema emette ciclicamente dal US-Tx un "burst" costituito da **8** impulsi;



- la frequenza del "burst" di impulsi è circa di **34 KHz \pm 5%**;
- la periodicità con cui il sistema emette il "burst" è di 100 ms (10 Hz) alla distanza di 10 m; diminuisce poi di 10 ms per ogni metro di avvicinamento alla base, con un valore minimo di 10 ms;
- si richiede di gestire un display a 3 digit per misurare distanze comprese tra pochi centimetri e 9,99 m; *il candidato potrà a sua scelta gestire il display direttamente col micro, o interponendo l'integrato 'C926;*
- il conteggio per la misura della distanza inizia all'emissione del "burst" di impulsi US e si interrompe quando il ricevitore IR-Rx (integrato TSOP 1836) emette sul pin 1 (out) un fronte di discesa di un impulso con durata di circa 300 μ s;



Come specificato nella parte comune a pag. 2, in fase di collaudo il segnale "TSOP" è generato dalla *schedina-test*, che simula la stazione base, alla ricezione del "burst" di 8 impulsi US-Tx .

- la misura della distanza, espressa in centimetri, viene visualizzata sul display a 3 digit;

Si richiede inoltre di valutare l'errore sulla misura di distanza introdotto dalla sensibilità della velocità del suono alla temperatura, nel "range" $-10^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$, e proporre una possibile soluzione progettuale. (*Solo teorica, non necessariamente da realizzare*).

Risorse Hardware e Software per il progetto con Arduino Uno:

File pdf Arduino Reference equivalente all'help della relativa sezione del sito.

Manuale tecnico uC ATMEGA328/P

Manuale Tecnico Board Arduino Uno Rev.3

Integrati e dispositivi disponibili con relativi Fogli tecnici.

Scheda Arduino Uno Rev.3

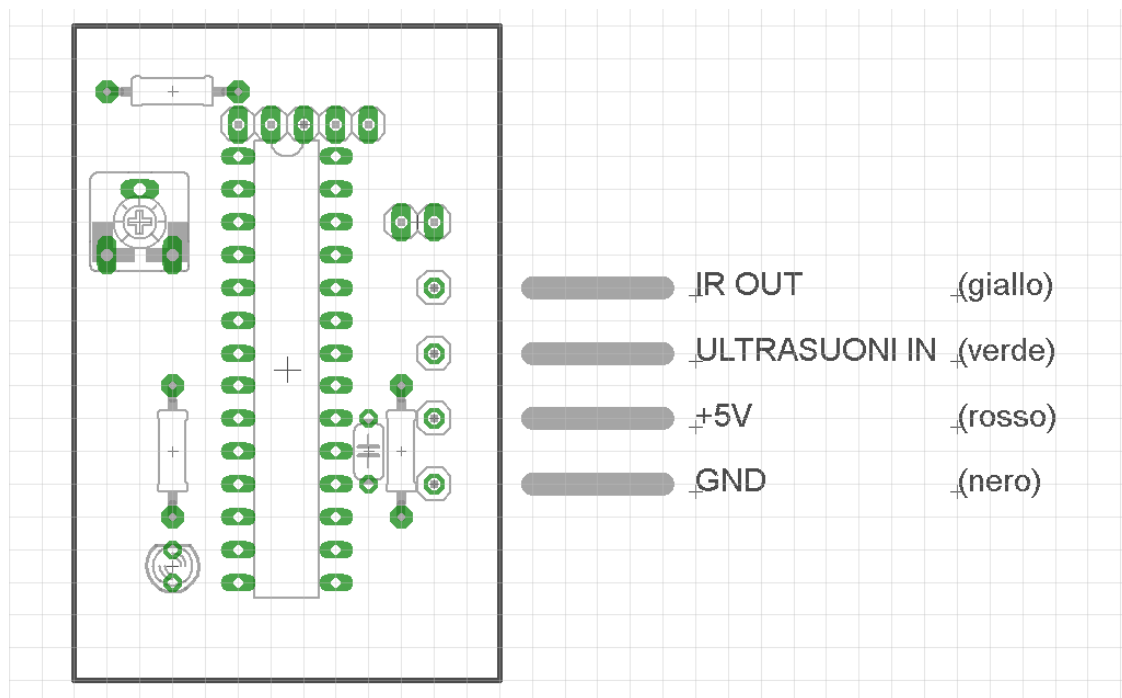
Ambiente di sviluppo Arduino IDE versione 1.8 o superiore con esempi e Librerie caricati di default.

Funzionamento ed uso della "schedina-test".

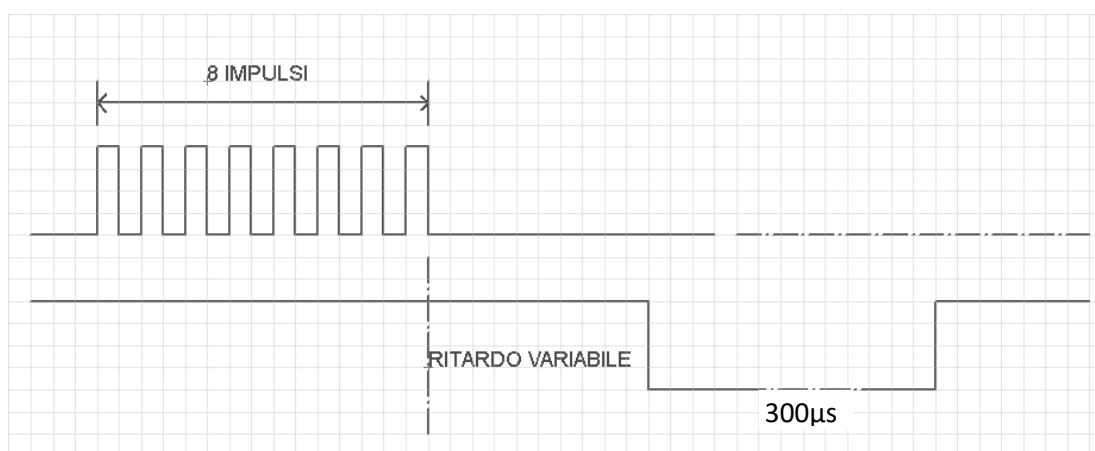
La *schedina-test* (o simulatore di distanza), con alimentazione a 5volt, funziona nel seguente modo:
inserita prima del trasmettitore US-Tx riconosce il “burst” di impulsi e risponde con un fronte di discesa di un impulso con durata di circa 300 μ s;

con un trimmer a manopola è possibile impostare un ritardo da circa 0 a 29 ms corrispondenti circa ad un range 0 ÷ 10 m.

L’uscita della *schedina-test* va quindi inserita al posto del ricevitore IR-Rx (TSOP 1836).



- L’ingresso “ULTRASUONI IN” riceve il “burst” di otto impulsi generati alla frequenza di 34KHz;
- Il pin di uscita “IR OUT” fornisce un impulso negato di 300 μ s, in ritardo rispetto all’ottavo impulso, di un tempo variabile in base alla rotazione del trimmer.



Criteri per la Progettazione, la Realizzazione e la Valutazione della Prova

Criteri per la progettazione (1a giornata)

- schema a blocchi con descrizione funzionale del sistema;
- flowchart o pseudocodice o equivalente dell'algoritmo di gestione;
- schematico hardware del prototipo (a mano o con "Eagle");
- codice sorgente in "c" (non per la soluzione in cablata).

Criteri per la realizzazione (2a giornata)

- cablaggio ordinato e essenziale;
- collaudo Tx, Rx, visualizzatori, lettura della misura in cm;
- documentazione circa eventuali revisioni.

INDICATORI per la Valutazione:

- Aderenza alla traccia.
- Correttezza e completezza dello sviluppo del progetto hardware con disegno degli schemi e dimensionamento dei componenti.
- Correttezza e completezza dello sviluppo del progetto software con codice adeguatamente commentato.
- Proprietà di linguaggio, completezza e ricchezza della trattazione scritta.
- Realizzazione pratica del prototipo funzionante.