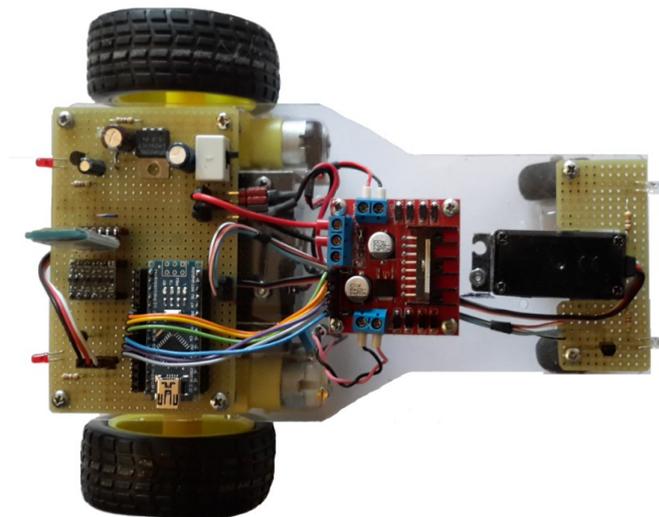


# ***LaurTec***

## **Progetto di un Robot comandato Bluetooth**

### **Bluetooth Car Control**



**Autore :** *Paolo Salvagnini*

**ID:** UP0013-IT

## INFORMATIVA

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore.

Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto.

La mancata osservanza della legge 22 Aprile del 1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II.

A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

## AVVERTENZE

I progetti presentati non hanno la marcatura CE, quindi non possono essere utilizzati per scopi commerciali nella Comunità Economica Europea.

Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi o del software presentati nella seguente opera.

Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Tutti i marchi citati in quest'opera sono dei rispettivi proprietari.

**Indice**

Introduzione.....4  
Applicazioni.....4  
Analisi del Progetto.....5  
Bibliografia.....15  
History.....16

## Introduzione

Comincerò riportando ciò che mi disse mia nipote, la destinataria delle macchinine, quando le presentai quella comandata via WiFi: “Ma io come faccio a farla andare?”. Non restava che rimboccarsi le maniche e operare le trasformazioni del caso. La soluzione più immediata era il protocollo Bluetooth anche perché nella solita scatola del laboratorio giacevano, da diverso tempo, ben tre moduli modello HC05 in attesa di essere provati e trovare un impiego. Ho incominciato quindi a documentarmi su come si potesse utilizzare un modulo Bluetooth. Con grande piacere ho scoperto che si trattava solo di mettere in pratica, con qualche piccola modifica, ciò che era già stato fatto. Vi rimando quindi al sito del progetto originale, dove potete scaricare l'applicazione per Android.

[play.google.com/store/apps/details?id=com.andico.control.joystick](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.andico.control.joystick)

Naturalmente anche questa soluzione non raggiungeva lo scopo di poter rispondere alla domanda iniziale della nipote ed ho quindi costruito un Joystick per poter rispondere alla domanda postami: “con questo”. La prima parte dell'articolo è quindi destinata alla costruzione del mezzo controllabile da una applicazione Android mentre la seconda è dedicata alla costruzione del Joystick.



### Nota

Un'ultima precisazione, come schede di controllo sono stati usati dei cloni di Arduino nano perché è lo stampato più economico con un microcontrollore che a oggi io abbia trovato e che per questi scopi è ottimo.

## Applicazioni

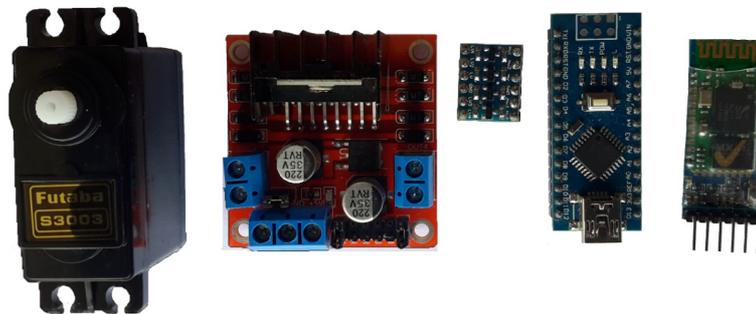
Le applicazioni che si possono realizzare seguendo quest'articolo, sono veramente molteplici e sono limitate solo dalla fantasia dell'utilizzatore poiché una volta connesso il modulo master con uno slave si ha a disposizione un canale per la trasmissione dati. Nel caso specifico il canale di comunicazione permette di controllare un robot ma gli stessi principi possono servire per costruire il telecomando o telecomando di un qualunque dispositivo elettronico.

## Analisi del Progetto

Per poter realizzare il progetto del Robot servono praticamente il seguente hardware:

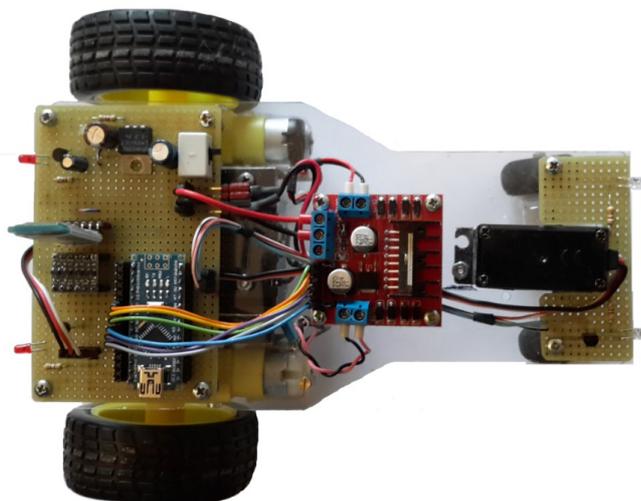
- Due motori DC con moto-riduttore per le ruote
- Un servo per il controllo dello sterzo
- Scheda per il controllo dei motori
- Level shifter
- Scheda Arduino nano
- Modulo Bluetooth HC05

I dettagli della lista hardware sono mostrati in Figura 1.



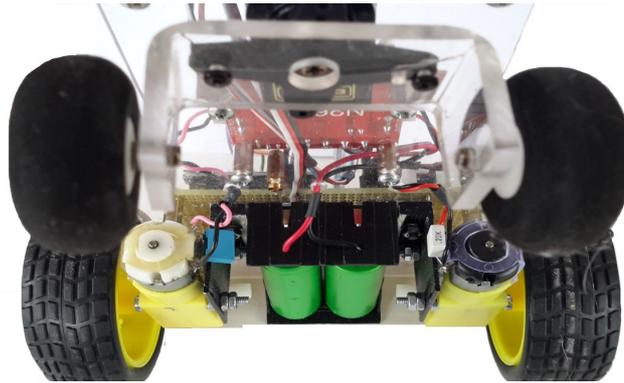
**Figura 1:** Hardware necessario per la realizzazione del Robot.

La differenza fondamentale di questo veicolo rispetto al precedente realizzato con il modulo WiFi ESP8266, a parte il tipo di comunicazione, è l'introduzione di un servocomando per realizzare lo sterzo. Il ruotino anteriore è stato tolto e praticato un foro per poter montare il servo. Il circuito posteriore è stato sostituito con il nuovo che monta sul bordo posteriore i due fanalini rossi di posizione e in verticale su uno zoccolo il Bluetooth HC-05. Nella parte anteriore, su un pezzetto di millefori, sono stati montati i fari bianchi anteriori. I dettagli del Robot montato sono riportati in Figura 2.



**Figura 2:** Dettagli del Robot montato.

Dopo una serie di congetture su come fosse possibile realizzare un supporto per le ruote anteriori ho provato a piegare a caldo il plexiglass (policarbonato) realizzando quanto si vede in Figura 3. Il risultato è secondo me pregevole e la tecnica usata porta alla possibilità di realizzare pezzi particolari con estrema facilità. Nel caso specifico ho usato un pezzo di legno largo quanto il supporto di cui avevo bisogno e un secondo pezzo più stretto da mettere dalla parte opposta alla piega. Il plexiglass è stato serrato tra i due pezzi di legno e riscaldato con un fono ad aria calda (sverniatore) in prossimità delle due estremità dove doveva essere piegato (Figura 4). Per le dimensioni ridotte dell'oggetto è bene far uso di un ugello per diminuire il flusso d'aria calda e poterlo localizzare più facilmente nella zona d'interesse.



**Figura 3:** Dettaglio dello sterzo e collegamento con il servo.

In particolare bisogna smettere di riscaldare il pezzo non appena si piega, evitando così di sciogliere il plexiglass e mentre il plexiglass è ancora caldo fategli assumere la posizione corretta e aspettate che si raffreddi. Per evitare di scottarsi durante la lavorazione del plexiglass, è bene utilizzare dei guanti in pelle o un pezzo di cartone.



**Figura 4:** Schema elettrico con il dettaglio del Level shifter.

Una volta che avete realizzato la staffa a U potete tagliarla e forarla per fissarla al servo e per montarvi le ruote; queste ultime le ho trovate in un negozio di modellismo e sono quelle usate per gli aeroplani. Sono montate tramite una vite fissata al supporto e lunga a

sufficienza da alloggiare la ruota e un dado di chiusura che è tenuto fermo con una goccia di blocca filetti. Per definire i punti di foratura, non potendo tracciare il pezzo, anche perché si rovinerebbe la superficie, è sufficiente far aderire al pezzo un nastro adesivo di quelli di carta, su cui si può disegnare.

Fatto questo dovreste avere terminato di costruire il mezzo e potrete dedicarvi all'elettronica. Le connessioni sono quelle dello schema che segue

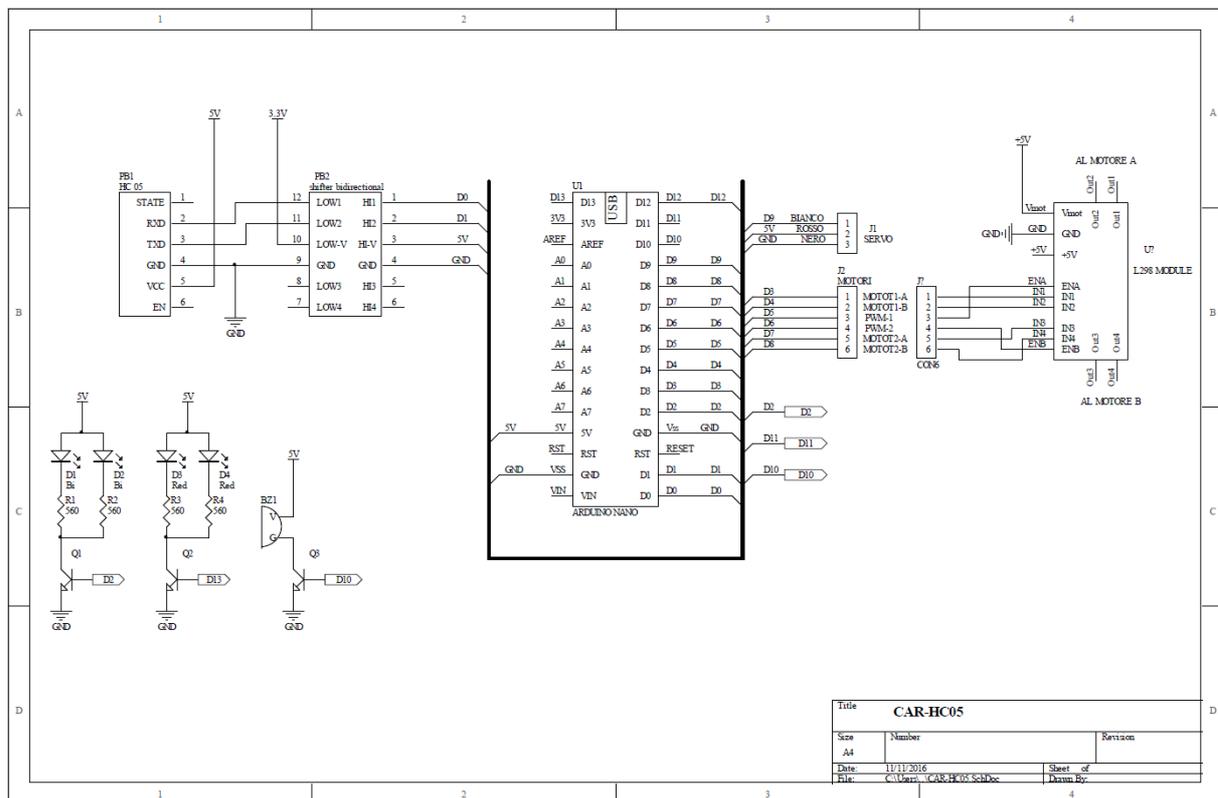


Figura 5: Schema elettrico con il dettaglio del Level shifter.

Io ho semplicemente montato il circuito su un pezzetto di millefori di dimensioni uguali al precedente progetto, rispettando anche per quanto possibile la posizione dei componenti e dei connettori, così da lasciare inalterata la costruzione esistente. Con la sostituzione del circuito posteriore è terminata la costruzione del veicolo e ci occuperemo ora del Software necessario per farlo correre.

## Il modulo Bluetooth HC-05

Per quanto riguarda la teoria del protocollo Bluetooth vi rimando ai due documenti citati in bibliografia. Ho scelto il modulo HC-05 perché questo può essere programmato sia come Master e come Slave. Lo Slave è montato sul veicolo mentre il Master è installato nel Joystick. Reputo sia necessario prendere un po' di confidenza con il modulo, vi invito quindi a realizzare sulla solita basetta il circuito di Figura 6.

Programmate la scheda Arduino nano con il file allegato HC\_05.ino incluso nei file

scaricabili con questo progetto, e dopo aver settato l'HC-05 in modalità comandi provate a inviare dal serial monitor una serie di richieste AT come descritto nei file pdf citati. Il software H5\_05.ino è molto facile e serve solo per inviare il comando AT e rimandare la risposta del Bluetooth al serial monitor.

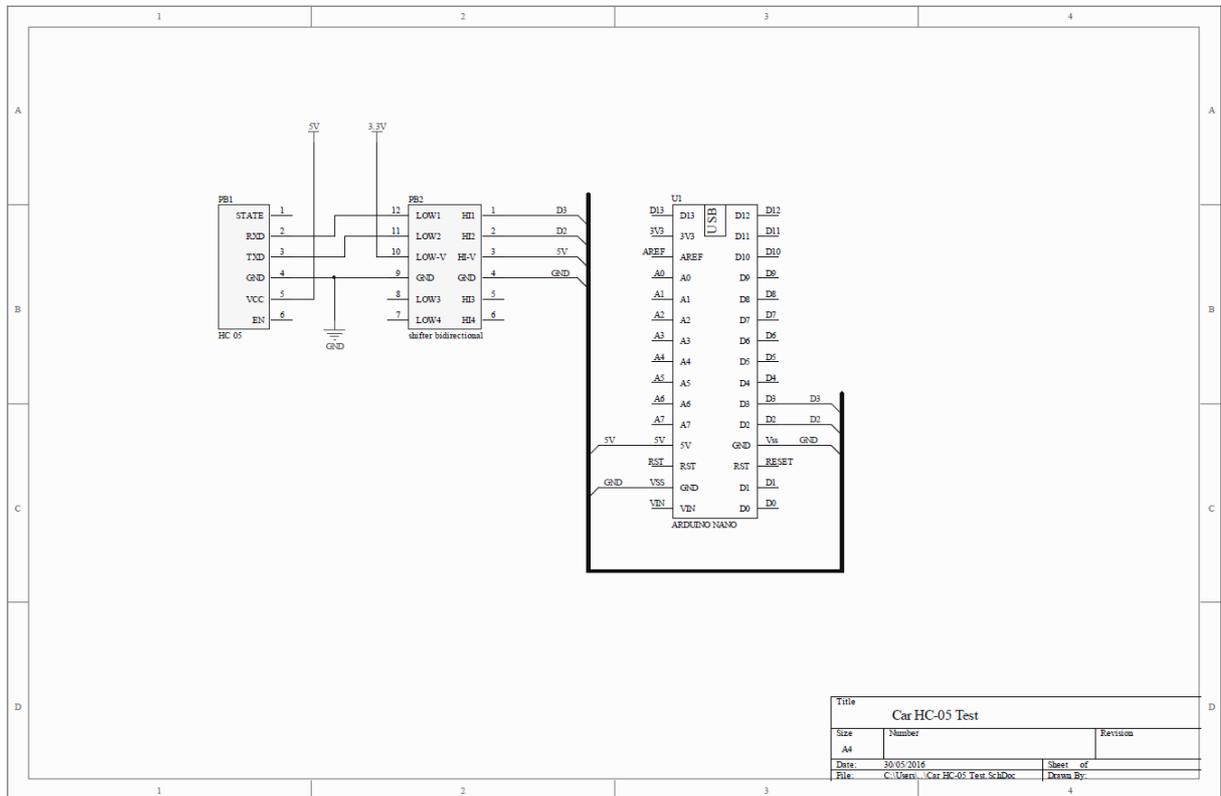


Figura 6: Schema elettrico per testare il modulo Bluetooth.

Per far questo si crea una seconda porta seriale con le porte D2 e D3 per scambiare i dati con il bluetooth mentre D0 e D1 (TX, RX) sono adoperate per connettersi al PC. L'HC-05 ha una tensione massima di funzionamento di 4.1v, anche se spesso è montato, come nel mio caso, su di una basetta ausiliaria che fa sì che possa essere alimentato fino a 6V, ciò non toglie che la tensione massima per le porte rimane 4.1V, io ho usato un Level Shifter tra le porte di Arduino e quelle del HC-05, ma non è strettamente necessario; la porta TX in uscita di HC-05 può esser connessa direttamente alla D2 di Arduino, invece la tensione D3 in ingresso sulla porta RX di HC-05 deve essere ridotta con un partitore come mostrato nei file pdf citati in bibliografia.

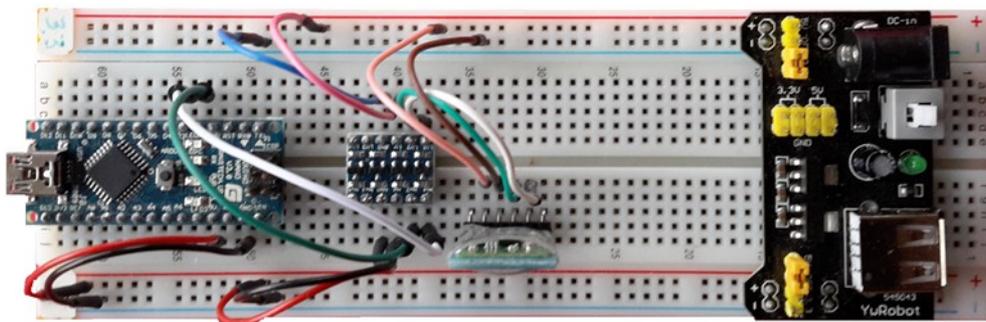


Figura 7: Dettaglio del montaggio dello schema elettrico per testare il modulo Bluetooth.

L'HC-05 è dotato di un LED la cui frequenza di lampeggio rivela il modo di funzionare che è di tre tipi:

- Lampeggio veloce, quando lo si alimenta, in attesa che sia attivata il modo comandi o sia connesso a un altro Bluetooth (paired).
- Lampeggio lento 1Hz, modo comandi, in attesa di ricevere comandi AT.
- Due lampeggi e un secondo di pausa quando è connesso a un altro dispositivo Bluetooth.

Per entrare in modo comandi è sufficiente tener premuto il piccolo pulsante che si trova sulla destra in basso del nostro della scheda HC-05, mentre lo si alimenta, il cambiamento del lampeggio del LED fornisce l'informazione di avvenuto cambio di stato. Seguite una delle istruzioni di test riportata nei file pdf citati. Ricordate che con il modulo HC-05 tutti i comandi devono terminare con “\r\n” (Hex: 0x0D 0x0A) quindi se usate il serial monitor di Arduino di selezionate “entrambi (NL & CR)”. L'unica differenza che ho potuto notare, rispetto alla letteratura citata, è che alla richiesta AT+NAME l'HC-05 il modulo non restituisce alcun carattere, però se modifichiamo il nome con ad esempio AT+NAME=HC SLAVE la risposta è OK e il nome viene cambiato. Verificate la password e prendetene nota. Questa vi verrà richiesta dall'applicazione Android. Modificate AT+CMODE che di default è eguale a 0 con AT+CMODE=1 e lasciate il resto delle impostazioni quelle originali. Dopo queste poche impostazioni, il modulo HC-05 è pronto per essere montato sul veicolo. Ricordate che le connessioni del Bluetooth sul veicolo sono diverse, ossia viene usata la porta seriale (TX, RX; D0, D1) che è la stessa che va all'USB, quindi quando programmate Arduino, dovete sfilare il bluetooth dallo zoccolo.

## Software per Arduino

Il modo di funzionare dell'applicazione è piuttosto semplice. Sfrutta il collegamento Bluetooth che può essere instaurato tra il cellulare il un modulo HC-05 (Slave). L'applicazione invia in continuazione quattro byte di dati e qualora per un secondo non siano più ricevuti dal mezzo, il robot si ferma.

I dati ricevuti sono memorizzati e portano a una modifica dello stato del veicolo solo se differenti dai precedenti, altrimenti sono ignorati.

Il primo byte determina le funzioni del motore. Il valore inviati sono rispettivamente:

F1= Avanti  
F2= Indietro  
F3= Ferma  
F5= Ferma

Il secondo byte determina la velocità del motore, modifica il PWM da 0 a 255.

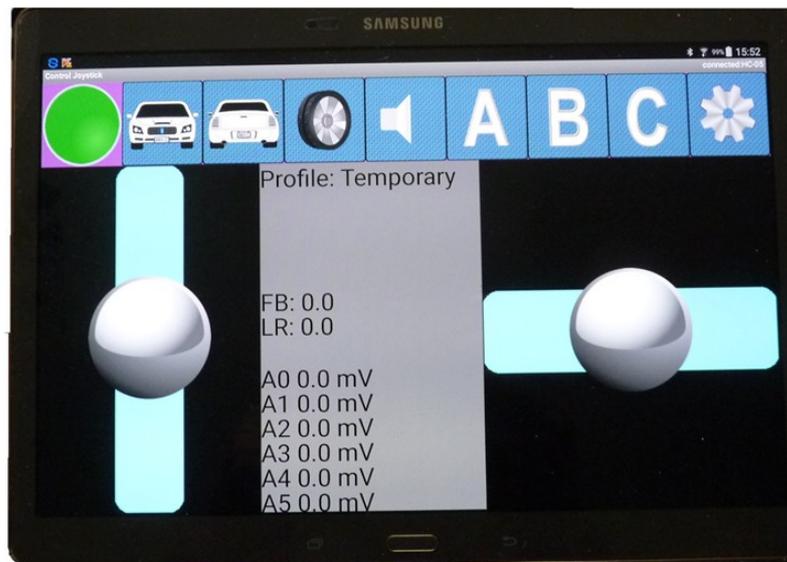
Il terzo byte determina la posizione del servo dello sterzo. L'ampiezza in gradi della rotazione può essere modificata nel setup delle impostazioni sull'APP. Il quarto è per i servizi ausiliari fari clacson etc.

Per programmare il file di progetto nella scheda Arduino, se il Bluetooth è nel suo

zoccolo sfilatelo per poi caricare il file “Car HC-05. ino” che troverete in allegato ai file del progetto.

## Applicazione per Android

Se non lo avete ancora fatto andate sul sito citato all’inizio e scaricatevi l’applicazione da Google Play ed eseguirla, vi comparirà la seguente schermata:



**Figura 8:** Schermata principale del programma.

Cliccate sull’ultimo quadratino in alto a destra, quello delle impostazioni, e andate su “settings” e selezionate “continuous stream” e quindi “save settings”. Se volete cambiare i limiti di velocità o di sterzo cliccate su “change ranges” e modificate ciò che vi interessa. Cliccate quindi su “connect to car” e si aprirà una tendina con i bluetooth collegabili tra cui dovrete avere un HC-05 se non avete cambiato il nome del modulo, altrimenti il nome assegnato. Quando selezionate il dispositivo vi verrà chiesta la password. L’avvenuta connessione con la macchina sarà evidenziata dal disco il alto a sinistra che diventerà verde (inizialmente è rosso e lampeggia).

Controllate che ambedue le ruote girino giuste e nello stesso verso, in caso contrario invertite le connessioni ai motori, verificate quindi la funzionalità dello sterzo. Se tutto è corretto, divertitevi.

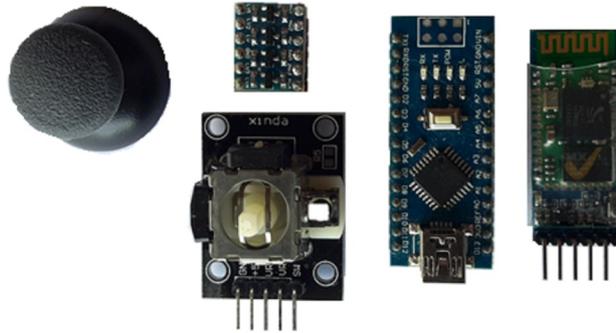


### Nota

Il software deve essere impostato per poter inviare i comandi di gestione del clacson e l’accensione dei fari. I valori da utilizzare possono essere cambiati ma devono coincidere con quelli del software installato su Arduino.

## Il Joystick

In alternativa alla citata applicazione per Android, se non volete adoperare il telefonino, potete cimentarvi nella costruzione di un Joystick. I pezzi che vi servono sono quelli di Figura 9.

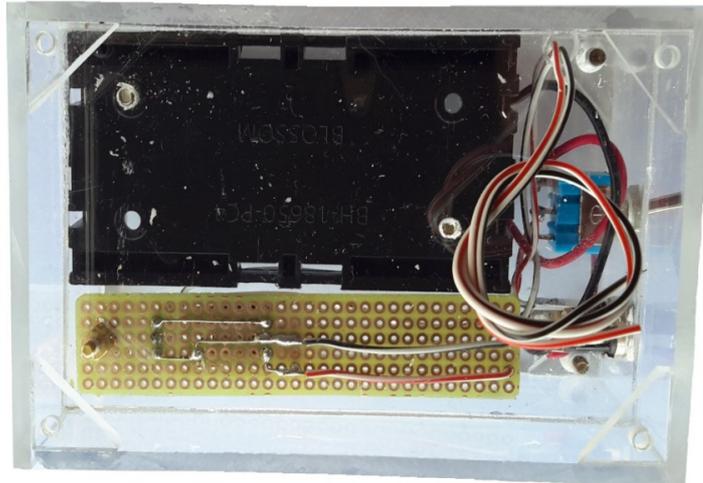


**Figura 9:** Schema elettrico con il dettaglio del Level shifter.

Il problema che ho sempre dovuto affrontare costruendo aggeggi elettronici è quello dei contenitori dove alloggiarli. Recentemente ho risolto il problema costruendomi i contenitori con il plexiglass. Ho iniziato, al solito, tanto per provare, ma la semplicità di costruzione è tale che vale la pena di sottoporvela. Ho usato del plexiglass (policarbonato) da tre millimetri di spessore e ho scoperto che si può lavorare facilmente e in particolare piegare, forare, filettare e incollare. L'unico problema, se così vogliamo chiamarlo, è quello di tagliare i pezzi necessari.

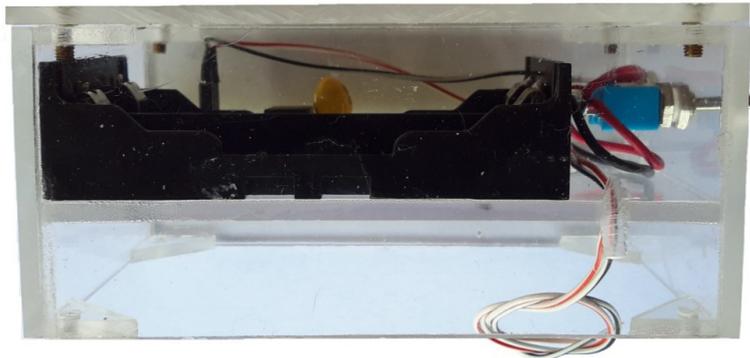
L'incollatura, che sembrerebbe la parte più delicata, è in effetti, un'operazione banale. E' necessario procurarsi del diclorometano, che è un liquido trasparente simile all'acqua, anche se un po' più tossico. Io l'ho acquistato in internet, per inciso, costa di più il trasporto del componente. Per incollare due pezzi è sufficiente avvicinare le due superfici da incollare e con un pennellino a setole dure, così da adoperare una piccola quantità di diclorometano, passarlo sulla giunta da incollare. Il liquido penetra per capillarità e i due pezzi sono da ritenersi incollati nel giro di un paio di minuti. Se guardate il video che trovate in bibliografia, avrete una chiara idea di come operare.

Un pezzo di legno rigorosamente in squadra è l'attrezzo necessario per incominciare a incollare i primi due pezzi della scatola. E' sufficiente fissare due lati consecutivi, con del nastro adesivo di carta sul pezzo di legno, facendo coincidere lo spigolo da incollare. Ripetete l'operazione per gli altri due lati facendo attenzione a incollarli allo stesso modo dei primi due. Incollando due pezzi così attenuti avrete costruito la scatola cui mancano i due coperchi. Un secondo pezzo di legno, dello spessore voluto, posto all'interno della scatola serve da appoggio. Nelle Figura 10 e Figura 11 si vede il sistema assemblato e il ripiano di mezzo che divide la scatola in due parti. La parte sottostante contiene il porta batterie e l'alimentazione a 5 volt. Le schede sono fissate con viti in fori filettati praticati nel plexiglass. Il vano superiore serve invece a contenere l'elettronica. Sopra e sotto negli angoli sono incollati quattro pezzi triangolari con i fori filettati per il fissaggio dei coperchi.



**Figura 10:** Sistema assemblato, visto da sotto.

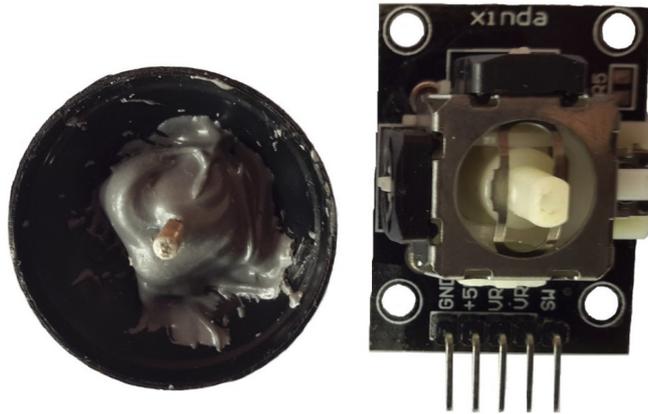
Il pregio di questa colla e di non opacizzare le superfici incollate e da prove fatte può incollare altre plastiche rigide, io ho provato ad incollare anche del PVC sul plexiglass con risultati a dir poco eccezionali.



**Figura 11:** Sistema assemblato visto lateralmente.

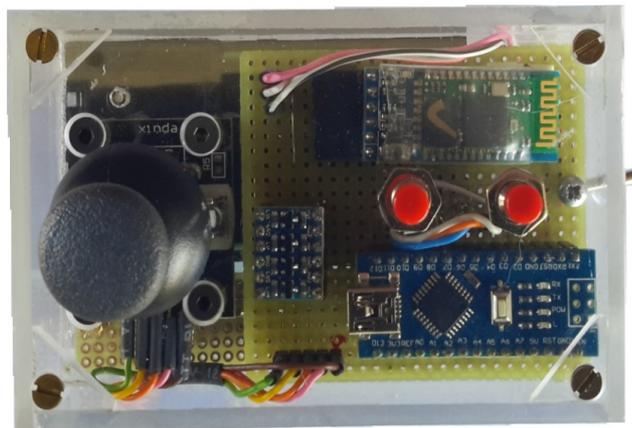
La trasparenza del plexiglass conferisce poi al contenuto un certo fascino, ma se non piace si può optare per materiali colorati e opachi.

Per terminare la costruzione del contenitore bisogna fissare il Joystick sul coperchio superiore. Il foro nel plexiglass dell'albero di comando del Joystick deve essere di diametro 2-3 millimetri maggiore di quello necessario altrimenti lo spessore del coperchio limiterebbe l'ampiezza del movimento. Per poter montare la manopola è necessario modificarla come in Figura 12, fissando con della resina epossidica una vite da 2 mm nel suo centro e filettando la levetta del Joystick che ha già un foro idoneo. Si può quindi avvitare la manopola nella levetta di comando fino a quando, spostando la leva in una delle estremità, la manopola andrà a toccare il coperchio della scatola.



**Figura 12:** *Dettagli sul montaggio della manopola del Joystick.*

Il clacson è attivato premendo la manopola del Joystick che aziona il pulsante montato sulla basetta. Dopo aver montato i due pulsanti per l'accensione dei fari e dei fanalini sul coperchio superiore, può considerarsi conclusa la costruzione meccanica del Joystick.



**Figura 13:** *Vista del Joystick a montaggio ultimato.*

## Schema elettrico

Lo schema elettrico del Joystick è riportato in Figura 14.

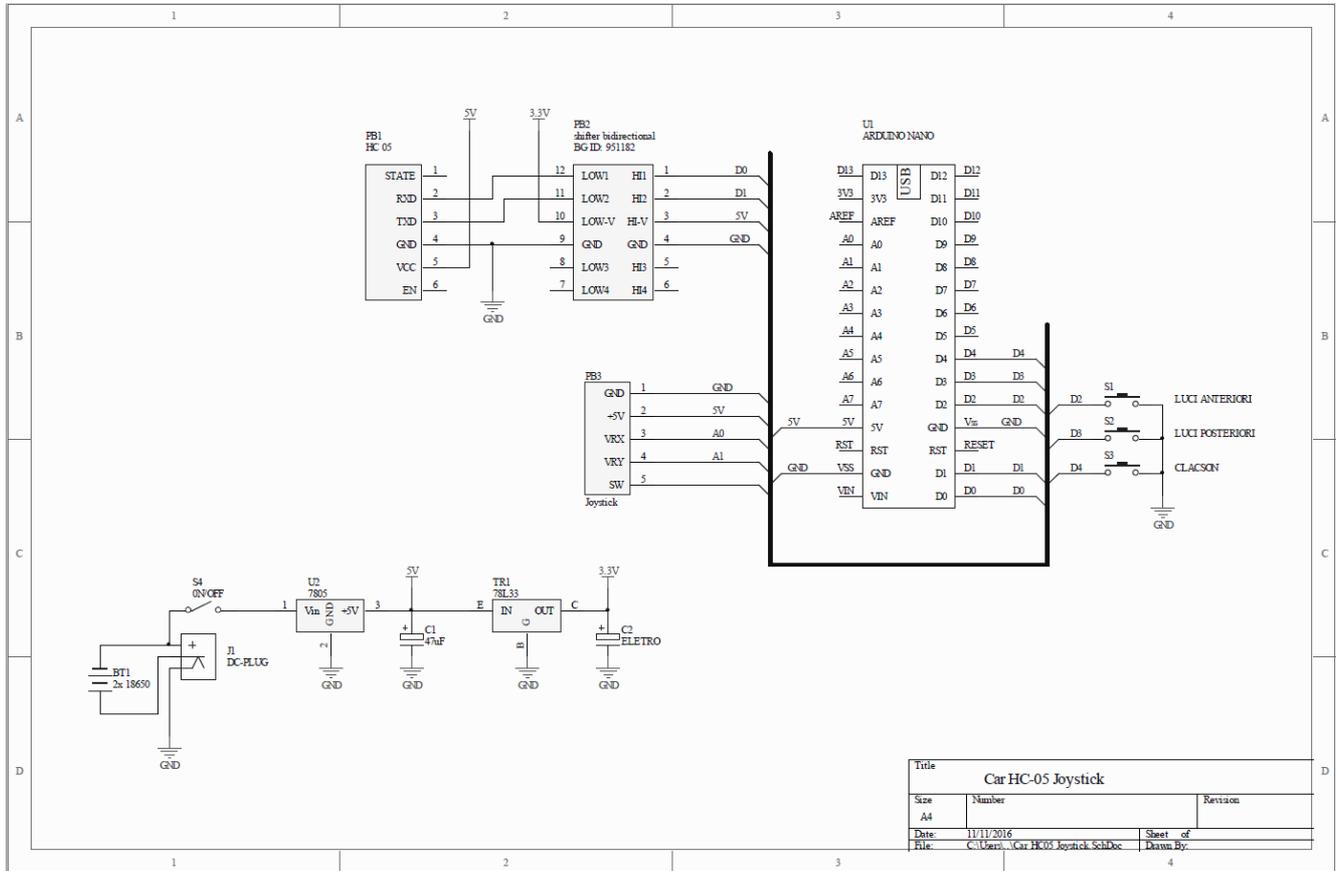


Figura 14: Schema elettrico del Joystick.

Il connettore J1 è montato vicino all'interruttore S4 e serve a ricaricare le batterie. La connessione è tale che quando si infila il jack questo stacca il negativo da massa disattivando il Joystick e alimentando solo le batterie. Anche qui per il level shifter vale quanto già detto in precedenza e se volete potete collegare i 3.3V direttamente al corrispondente pin di Arduino senza montare TR3 e C2.

Il modulo HC-05 da utilizzare per il Joystick, bisogna impostarlo come Master al fine di poter colloquiare con lo Slave che è installato sul veicolo. Se non avete fatto modifiche alla programmazione originale, vi basterà programmare il vostro HC-05 per mezzo dei seguenti comandi AT:

- AT+ROLE=1      definisce il modo di funzionare come master
- AT+CMODE=1    si connette con qualsiasi modulo

## Bibliografia

- [1] [www.LaurTec.it](http://www.LaurTec.it): sito dove poter scaricare l'articolo e relativi file di progetto.
- [2] [www.tec.reutlingen-university.de/uploads/media/DatenblattHC-05\\_BT-Modul.pdf](http://www.tec.reutlingen-university.de/uploads/media/DatenblattHC-05_BT-Modul.pdf)
- [3] [wiki.iteadstudio.com/Serial\\_Port\\_Blutetooth\\_Module\\_\(Master/Slave\):\\_HC-05](http://wiki.iteadstudio.com/Serial_Port_Blutetooth_Module_(Master/Slave):_HC-05)
- [4] Come piegare il plexiglass: [www.youtube.com/watch?v=pSJH0RNOdjc](http://www.youtube.com/watch?v=pSJH0RNOdjc)
- [5] Come incollare il plexiglass: [www.youtube.com/watch?v=x8\\_x\\_D4MTMU](http://www.youtube.com/watch?v=x8_x_D4MTMU)

## History

Data	Versione	Autore	Revisione	Descrizione Cambiamento
21.11.16	1.0	Paolo Salvagnini	Mauro Laurenti	Versione Originale.