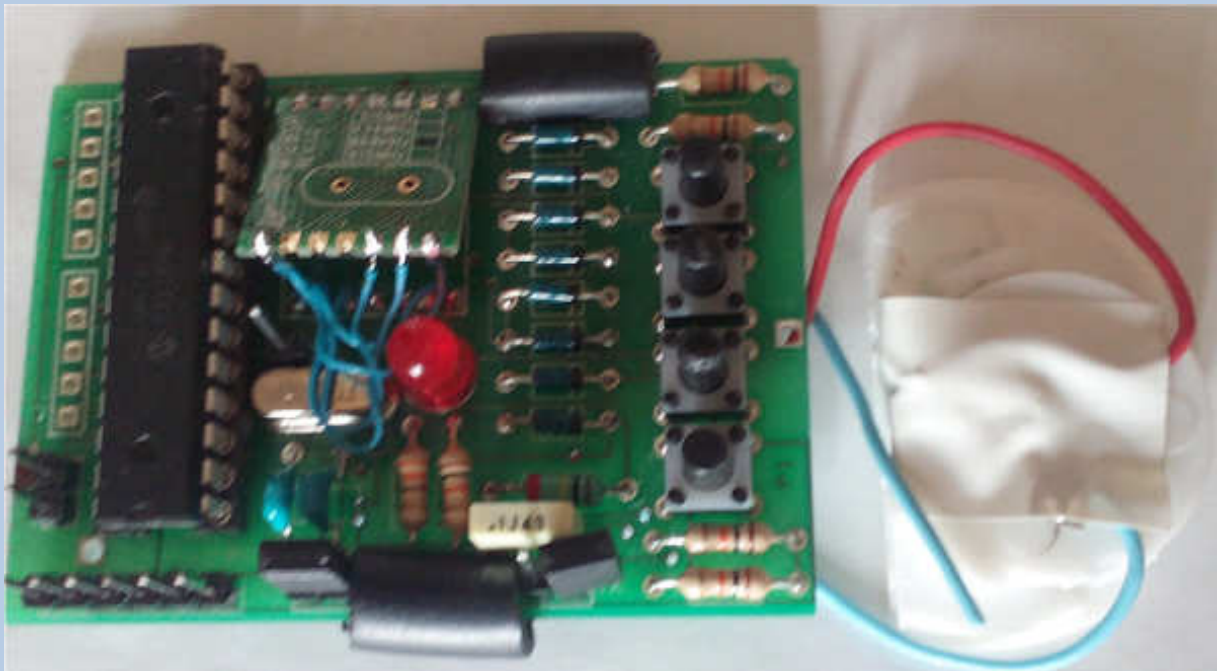


Antonio d'Abbieri

**PROGETTO DI UN
RADIOCOMANDO A 4 CANALI
IN BANDA 868 MHz**



**Un Radiocomando o un modulo domotico con conferma
dell'avvenuta ricezione dei codici**

Roma, 24 maggio 2015

Sommario

Il progetto	5
Strumenti di programmazione necessari	5
Attrezzatura necessaria	6
Caratteristiche tecniche	7
Lista dei componenti	8
Descrizione del TX.....	9
Dimensioni e contenitore del TX	9
Note di realizzazione	11
TX.....	11
RX.....	12
Prova di funzionamento TX + RX	12
Modifiche allo schema elettrico e allo stampato	13
Aggiornamenti allo schema ed al PCB	13
Modifica dello stampato.....	14
Saldatura del modulo a RF.....	15
La programmazione del TX.....	16
Nota importante sull'alimentazione.....	17
Descrizione del Ricevitore	19
Il montaggio del ricevitore.....	20
Note per la programmazione	21
Prova di funzionamento	22
Conclusione	23
Se il circuito non funziona?	24

Schema elettrico.....	25
Circuito stampato	26
Vista in 3D.....	27

Il progetto

Il progetto si prefigge la realizzazione di un radiocomando a 4 canali in banda 868 MHz avente una portata di circa 100 metri in linea d'aria.

Il progetto si presta alla comunicazione tra "oggetti" (sensori o attuatori) per realizzare sistemi domotici per il controllo o l'azionamento di apparecchiature elettroniche o elettromeccaniche. In particolare si presta all'accensione e spegnimento di lampade, televisori, sistemi di riscaldamento e condizionamento.

Il radiocomando si presta anche al pilotaggio di sistemi di sicurezza, come antifurti e cancelli elettrici, perché utilizza sistemi di codifica dei segnali radio diversi da quelli commerciali, e quindi non attaccabili dai dispositivi di intercettazione e copia studiati per violare i più diffusi radiocomandi.

Il progetto presenta doti di affidabilità elevata perché:

1. Il ricevitore è sempre operativo perché è dotato di logica WDT (WatchDog Timer) che rende il circuito in grado di gestire spikes, disturbi e cadute di tensione sull'alimentazione. In caso di blocco del programma il ricevitore si resetta e riparte automaticamente entro 2,3 secondi.
2. Il software di controllo è ben commentato e modificabile dall'utente il quale può creare la propria logica di comunicazione, in modo da rendere il sistema inattaccabile.
3. Il trasmettitore è dotato di batteria al litio di lunga durata, inoltre il suo consumo è nullo finché non si preme un tasto. In questo modo la funzionalità del TX è assicurata per mesi o anni.

Strumenti di programmazione necessari

Per la realizzazione di questo progetto sono necessari i seguenti strumenti e programmi.



Il sistema di sviluppo MikroC della Mikroelektronika. Si tratta di un prodotto gratuito, nella versione base, più che sufficiente per sviluppare questo progetto. Comprende un ottimo editor per scrivere il codice C, il compilatore, tanti strumenti utili e una raccolta di librerie già pronte per gestire i dispositivi più comuni.



Il software di programmazione dei microcontrollori PIC della Microchip e il programmatore PICKit2



Attrezzatura necessaria

Per la realizzazione del progetto non occorre una strumentazione particolare, sono sufficienti le seguenti comuni dotazioni.

1. Saldatore a stilo con punta molto sottile. Ottima una stazione saldante tipo Weller.
2. Stagno da 1 mm. 60/40
3. Filo wire-wrap 0,3 mm.
4. Tester digitale
5. Lente d'ingrandimento o occhiali per orologiai
6. Braccetto di sostegno per circuiti stampati
7. Forbicine o piccola tronchesina

Caratteristiche tecniche

Il radiocomando ha le seguenti caratteristiche:

frequenza: 868 MHz

canali radio: circa 160

distanza coperta: circa 100 metri in linea d'aria

consumo TX: zero quando non è usato

consumo RX: pochi mA

dimensioni TX: 60 x 43 mm

dimensioni RX + Relé: 109 x 43 mm

n° canali RC: 4 (4 pulsanti sul TX azionano 4 relé sull'RX. La logica ON/OFF va definita via software)

Alimentazione TX: 3,3 Vcc (pila al litio a bottone)

Alimentazione RX: da rete, 3,3 – 3,7 Vcc stabilizzati e condensatori di filtro da 100 nF e da 470 uF sui pin di alimentazione.

Sicurezza contro le intrusioni: elevata infatti i codici trasmessi variano in continuazione in base a un protocollo definito via software e condiviso da TX e RX.

Lista dei componenti

Qta per TX	Qta per RX	Nome	Codice TME	Prezzo	Totale
1	1	RFM12B-868S1P oppure RFM12B-868S2P		3.86	3.86
2	2	Condensatori 22 Pf	CC-22	0.00703 (busta 100 pz)	0,7
	1	Barra 40 pin femmina	ZL262-40SG	0.697 (busta 10 pz)	6.97

Qta per TX	Qta per RX	Nome	Codice RS	Prezzo	Totale
	4	Relè reed DIP05-1A72-BV710	291-9710	2.21	8.84
1	1	PIC16F73-I/SP	467-1347	3.75	3.75
	4	Pulsante tattile	479-1457	0.10 (busta da 20pz)	2.0
	8	Diodi 1n4148	761-3473	0.015 (busta da 250 pz)	3.75
1	1	Led rosso d. 5 mm	247-1432	0.168 (busta 5 pz)	0.84
1	1	Quarzo 20 MHz	693-6986	0.313 (busta 10 pz)	3.13
2	2	Condensatori 15 Pf	811-8358	0.17 (busta 25 pz)	4.25
1	1	Condensatori 100 nF	312-1469	0.077 (busta 10 pz)	0.77
5	1	Resistenze 10 KOhm	707-7745	0.015 (busta 10 pz)	0.15
1	1	Resistenza 330 Ohm	707-7622	0.138 (busta 10 pz)	1.38
1	1	Resistenze 100 KOhm	707-7824	0.143 (busta 10 pz)	1.43
	1	Barra 40 pin maschio	156-049	0.383 (busta 10 pz)	3.83
	1	Barra 45 pin femmina	230-4900	7.26	7.26
1	1	Zoccolo 28 pin larghezza 7.62 mm	674-2498	0.46 (busta 10 pz)	4.6

Descrizione del TX

Dimensioni e contenitore del TX



Il TX è stato progettato per trovare alloggio in un contenitore plastico facilmente reperibile dotato di sportello a scorrimento e apertura laterale. Questa è utile sia per aprire la scatola sia per inserire un eventuale spinotto per la ricarica della batteria.



Nel nostro caso, vista la durata elevata della pila al litio, non si ritiene conveniente usare elementi ricaricabili che avrebbero una più rapida auto-scarica.

Il circuito stampato è stato progettato in modo da mostrare i 4 pulsanti facendo scorrere lo sportello, in questo modo si ottiene anche la protezione contro pressioni accidentali.



Sul cartoncino a destra dei pulsanti si può scrivere la funzione oppure P1, P2, P3, P4.

Note di realizzazione

Il circuito è composto da due parti

- la parte radio che funziona sia come RX che come TX
- la parte relé che si connette al solo RX

Quindi il TX è composto solo dallo stampato della radio, dopo aver tolto l'espansione relé segnando lungo la fila di fori.

L'RX invece si compone di entrambi i circuiti stampati i quali devono essere interconnessi.

TX

Come farlo funzionare da TX

- 1 - Segare lo stampato lungo la linea di pallini
- 2 - montare tutti i componenti sul pcb con i pulsanti
- 3 - NON mettere il ponticello su PL6 contrassegnato con RX
- 4 - Ponticellare PL3 indicato da INT (l'interruttore deve essere sempre chiuso perché il circuito si alimenta premendo i pulsanti)
- 5 - caricare il software per TX

6 - collegare una pila da 3,3 volt (massimo 3,8 vcc) a PL1 contrassegnato da 3 VCC

Il TX del radiocomando si alimenta premendo uno dei pulsanti.

Il reset viene assicurato da R7 C3

RX

L'RX usa lo stampato completo (radio + relé) con i seguenti accorgimenti:

1 - il PCB non va spezzato

2 - non si devono montare:

- gli 8 diodi D1 - D8

- le 4 resistenze di pull down R3 - R6

- i 4 pulsanti SW1 - SW4

3 - mettere un ponticello su PL6 contrassegnato con RX

4 - mettere un interruttore di alimentazione su PL3 indicato da INT

5 - montare i 4 relé

6 - ponticellare i pin speculari di PL5 e PL7 (linee dati)

7 - ponticellare i pin speculari di PL8 e PL1 (alimentazione)

8 - caricare il software per RX

9 - collegare una pila da 3,3 volt o un alimentatore (massimo 3,8 vcc) a PL1 contrassegnato da 3 VCC

Prova di funzionamento TX + RX

Premendo uno dei pulsanti sul TX si deve accendere il led per un attimo a significare che il circuito funziona, cioè è alimentato e il microcontrollore esegue il programma.

Se è presente un ricevitore si vedrà il led lampeggiare velocemente a significare che il comando è stato ricevuto dall'RX il quale ha restituito un segnale di feedback al TX.

Sul ricevitore si accenderà il led per indicare l'avvenuta ricezione di un comando e si attiverà il relé abbinato al pulsante premuto, secondo le logiche previste dal programma di gestione.

Modifiche allo schema elettrico e allo stampato

Nel progetto è stato inserito un modulo RFM12B – SMD. Questo componente non esiste nelle librerie di DESIGNSPARK quindi è stato creato appositamente.

Si presenta però un difetto nel componente infatti sullo schema la numerazione prosegue correttamente da 1 a 14 ma quando si fa il PCB la numerazione da 1 a 7 è corretta quella da 8 a 14 è rovesciata (da 14 a 8). Se ne deduce che la funzione di creazione di nuovi componenti non è perfetta.

Questo problema ha portato alla realizzazione di circuiti stampati sbagliati e ha determinato la modifica del componente alterando la numerazione dei pin in modo che il PCB alla fine risulti corretto mentre lo schema presenta la numerazione da 8 a 14 invertita. In pratica ho spostato i numeri sullo schema mettendoli vicini ai giusti piedini e ora tutto è corretto, sia sullo schema, sia sul PCB. Di questa anomalia si deve tener conto quando si usa il componente RFM12B – SMD in un altro progetto.

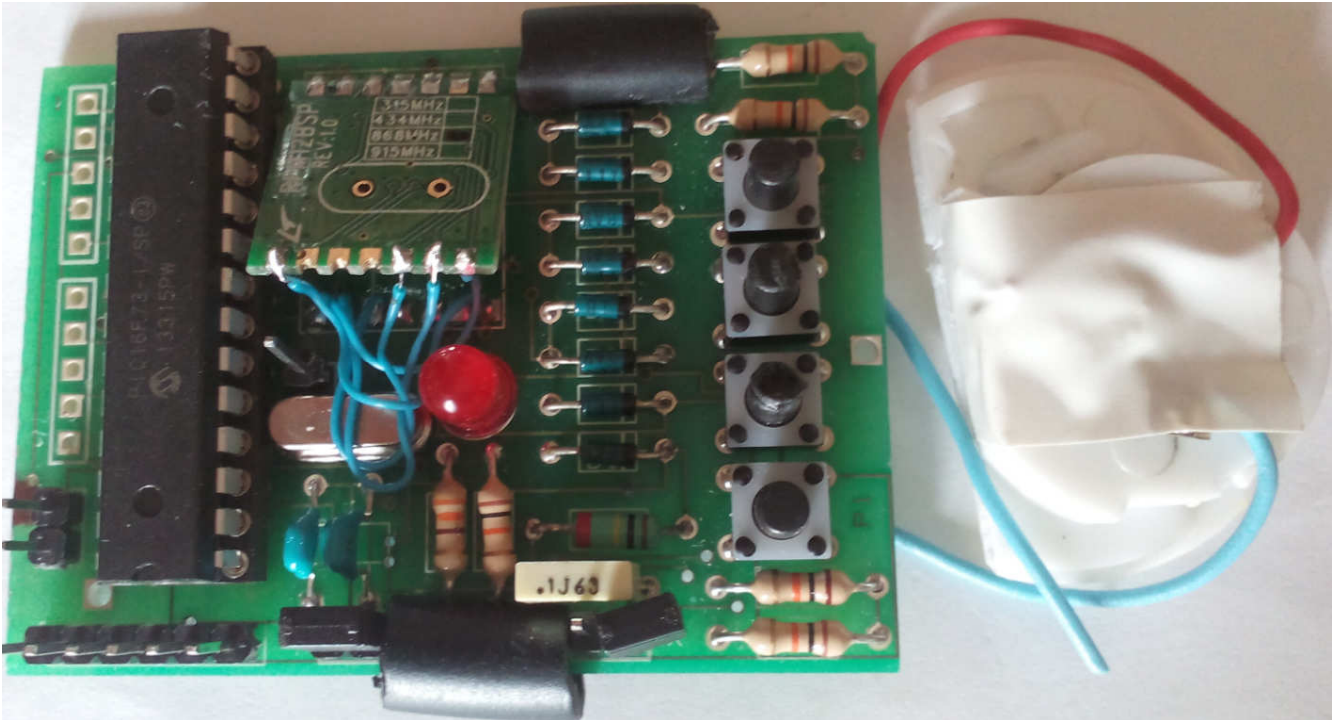
Aggiornamenti allo schema ed al PCB

Dall'esperienza maturata con questa prima versione sono emerse alcune migliorie per le future realizzazioni.

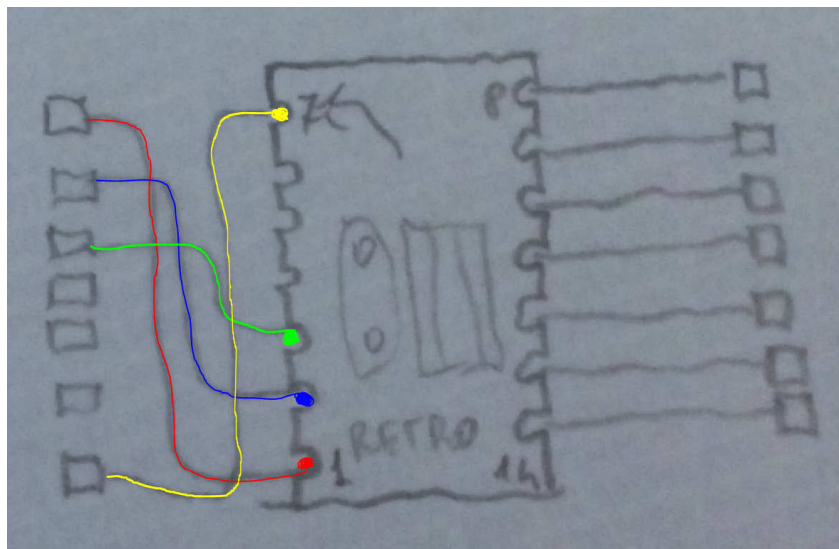
- Lo schema ed il circuito stampato sono stati aggiornati per correggere l'errore di cui sopra.
- Il pin 2 del connettore ICSP è stato collegato direttamente al positivo del PIC in modo che non sia necessario ponticellare il connettore RX per alimentare tutto il circuito.
L'alimentazione tramite ICSP ora è diretta.

Modifica dello stampato

Per correggere l'errore sul PCB si devono modificare le connessioni del modulo RFM12B. Si è cercato di ridurre al minimo le filature pertanto si è preferito montare il modulo al rovescio.



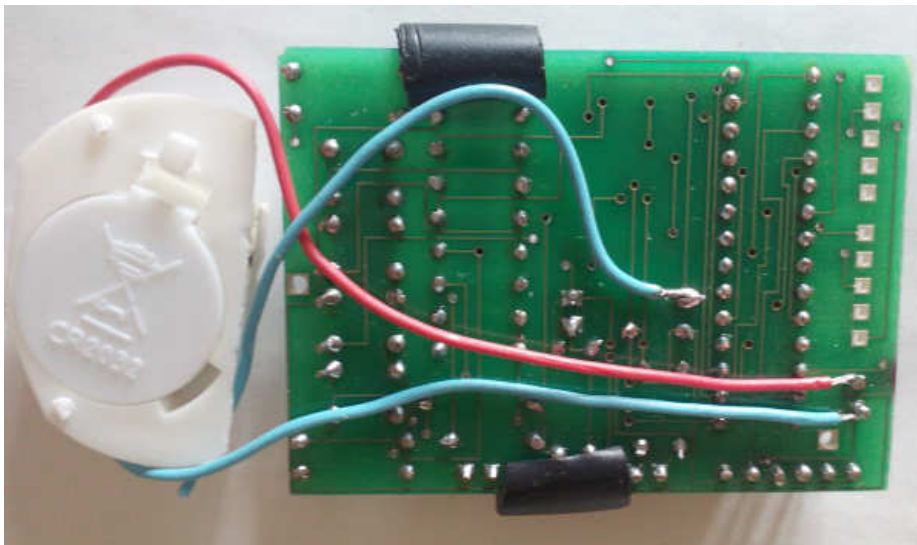
In questo modo i 7 contatti sul lato destro si possono saldare direttamente allo stampato, tenendo il modulo un po' sollevato. Sul lato sinistro si devono fare 4 collegamenti a wire-wrap come riportato nello schema seguente.



Saldatura del modulo a RF

Tenere il modulo sollevato sul lato sinistro (sotto c'è il quarzo che è bene coprire con un pezzetto di nastro in modo da evitare contatti con le piste sottostanti).

Eeguire prima i 4 collegamenti a wire-wrap poi poggiare il modulo sul PCB in modo che i pin a destra coincidano con le 7 piazzole del PCB. Quindi saldare un pin e, caso mai, regolare la posizione. Infine saldare tutti e 7 i piedini.

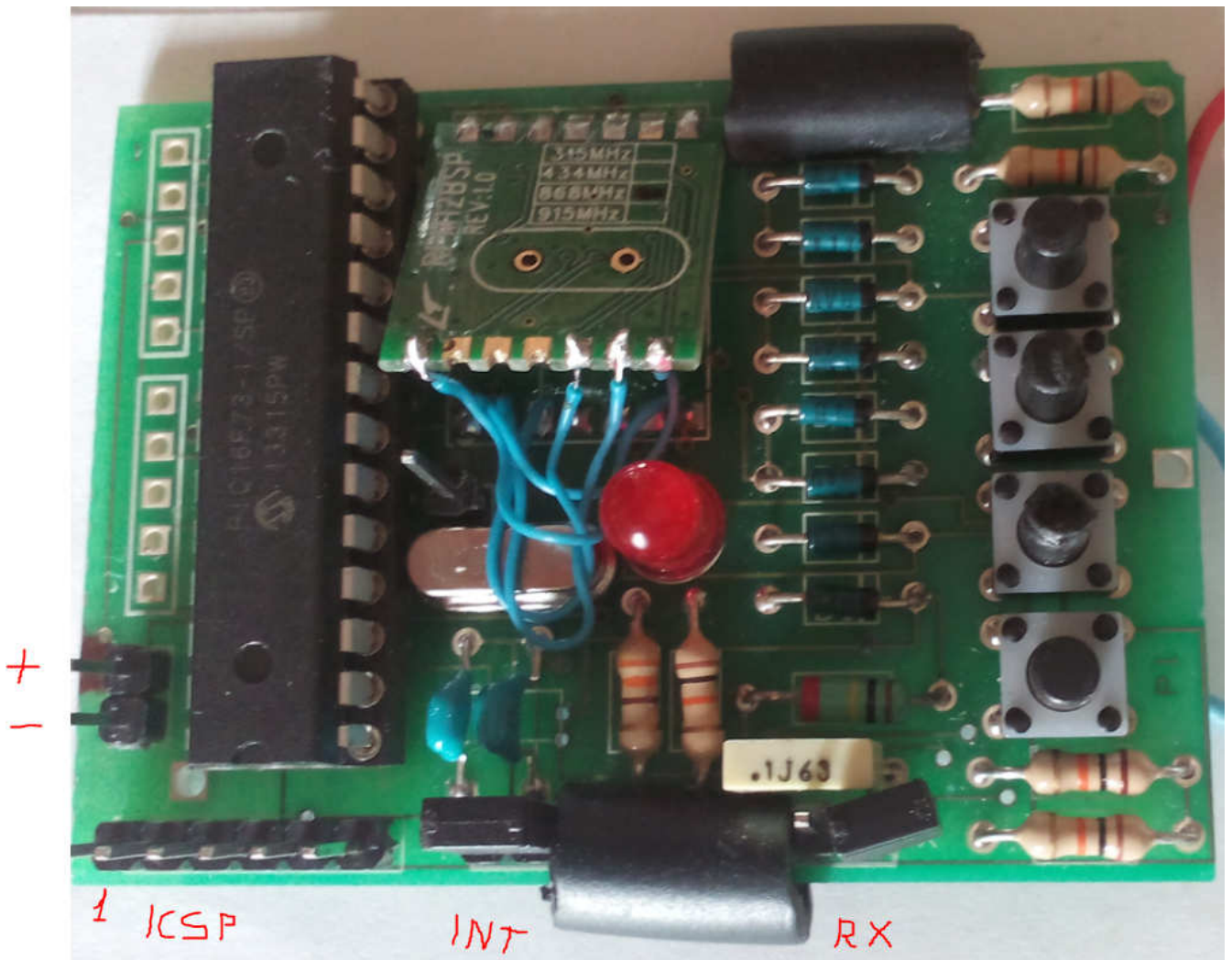


Collegare l'alimentazione direttamente allo stampato perché se si usa un connettore ad aghi sui pin appositi, lo spessore non consente l'ingresso del PCB nella scatola. Questo vale anche per l'antenna (8,2 cm. di lunghezza).

NOTA

I due distanziali in gomma nera che si vedono nella fotografia non sono sempre necessari infatti il PCB una volta montato si incastra bene nel contenitore.

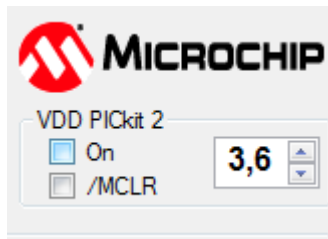
La programmazione del TX



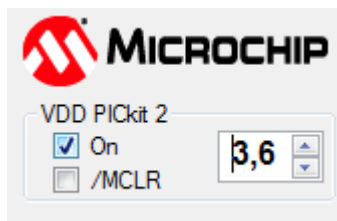
- La programmazione dell'MPU tramite il picKit2 deve essere fatta **tenendo chiuso il ponticello RX** (vedi punto 3 seguente) il quale fornisce alimentazione al PIC. E chiuso pure l'interruttore di alimentazione. (Attenzione: in figura il ponticello RX è aperto. Si deve chiudere).
- La programmazione tramite il picKit2 deve avvenire senza dare alimentazione al circuito perché 5 volt sono troppi. Togliere alimentazione al circuito levando la spunta su ON, come nella foto seguente



Ora si procede alla programmazione, una volta terminata si abbassa la tensione a 3,6 (vedi figura seguente)



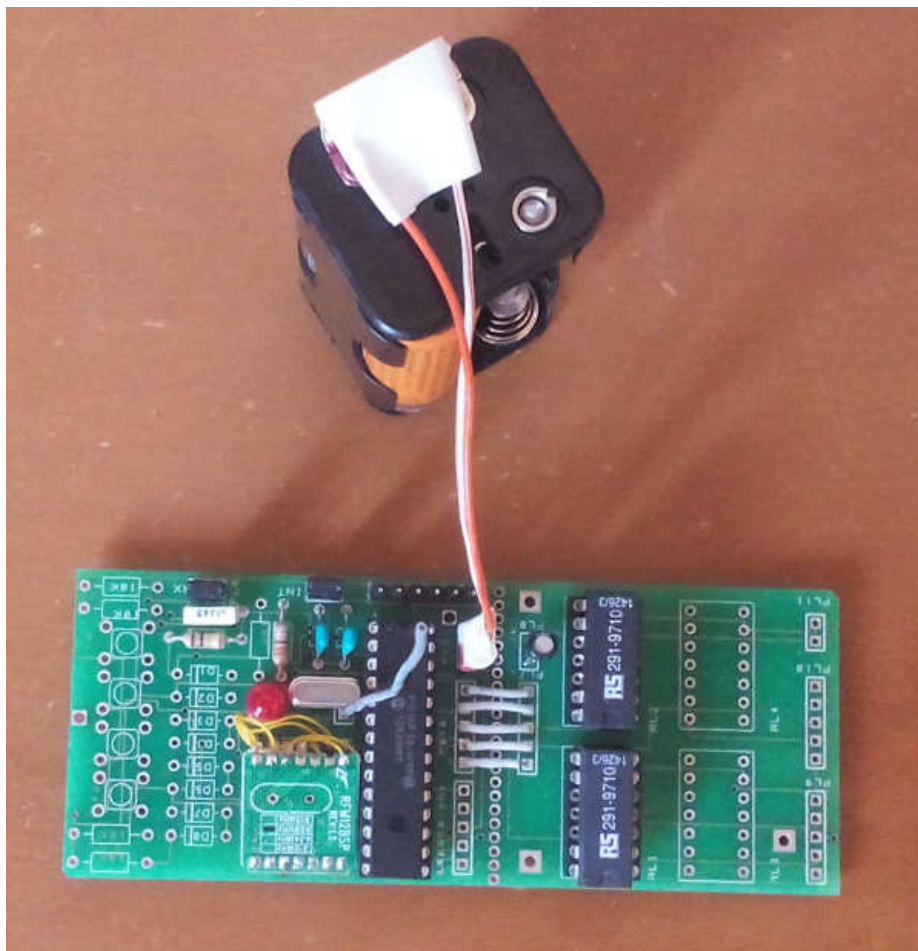
e si alimenta il circuito mettendo la spunta su ON.



Nota importante sull'alimentazione

Secondo il data sheet il modulo RFM12B può reggere fino a 5 vcc ma il suo funzionamento è dato fino a 3,8 vcc. Da prove fatte (leggi: mi sono sbagliato) il modulo non solo non si brucia ma mostra di funzionare anche se alimentato a 5 vcc, almeno a breve distanza. Comunque è meglio non superare i 3,8 volt.

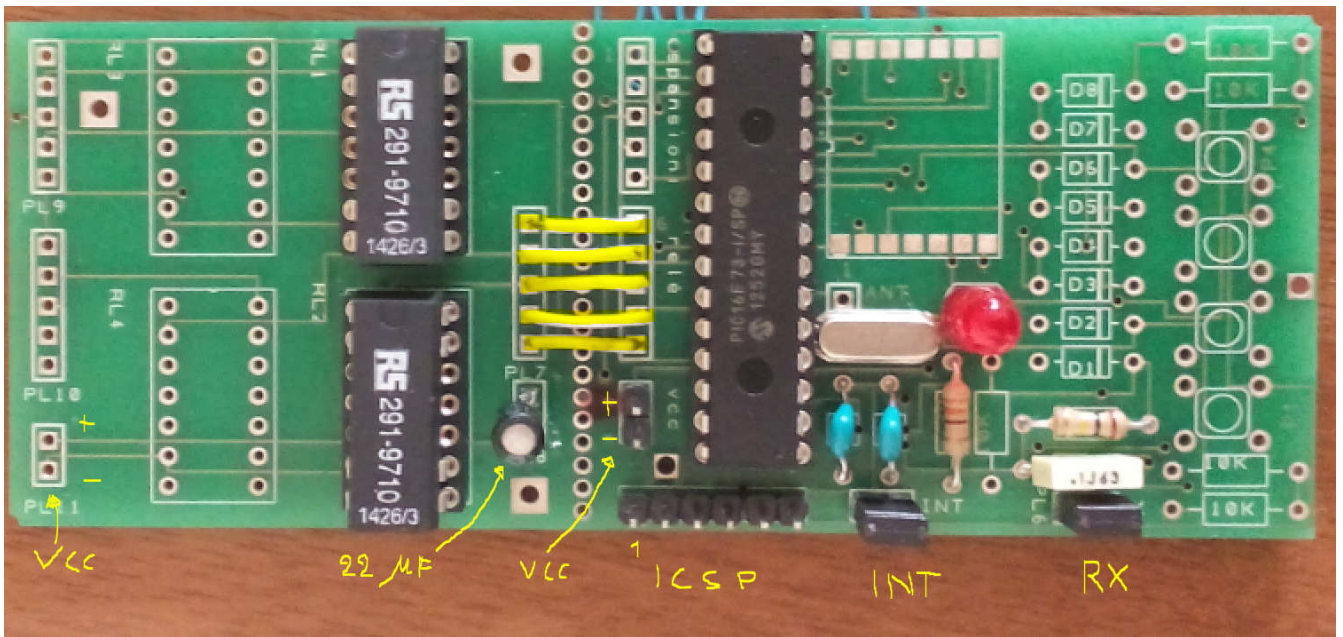
Descrizione del Ricevitore



Il ricevitore è dotato del modulo Radio e di quello Relé, quindi il PCB non deve essere segato. Nella foto si vede il ricevitore col modulo RFM12B saldato sul lato destro e i 4 collegamenti a wire-wrap sul lato sinistro.

Per la connessione di questo modulo allo stampato si veda quanto già detto per il TX.

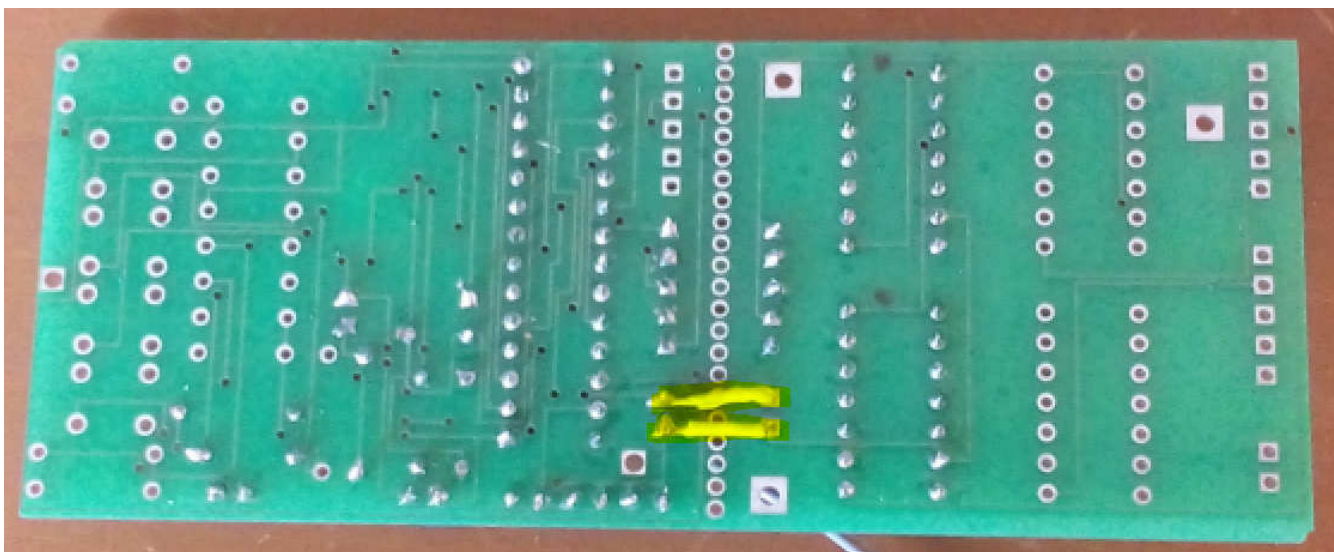
Il montaggio del ricevitore



Connessioni lato componenti. Il modulo RFM12B non è ancora montato

Seguire le seguenti istruzioni:

1. - il PCB non va spezzato
2. - non si devono montare:
gli 8 diodi D1 - D8
le 4 resistenze di pull down R3 - R6
i 4 pulsanti SW1 - SW4
3. - mettere un ponticello su PL6 contrassegnato con RX
4. - mettere un interruttore di alimentazione su PL3 indicato da INT
5. - montare i relé che servono per il progetto, nella foto ne uso solo 2.
6. - ponticellare i pin speculari di PL5 e PL7 (linee dati **in giallo sulla foto**)
7. - ponticellare i pin speculari di PL8 e PL1 (alimentazione, **si vedono sul retro del PCB**)
8. - montare un condensatore elettrolitico da 22 uF come mostrato in foto (va bene qualsiasi valore più grande). Si può anche mettere sul connettore di alimentazione, in questo caso aggiungere anche un 100 nF in parallelo.
9. Saldare l'antenna (8,2 cm di filo) sulla piazzola vicino al quarzo segnata dalla scritta ANT.
10. - caricare il software per RX
11. - collegare una pila da 3,3 volt o un alimentatore (massimo 3,8 vcc) a PL1 contrassegnato da 3 VCC



Connessioni sul retro. Si notino i due fili gialli che portano l'alimentazione al modulo relé

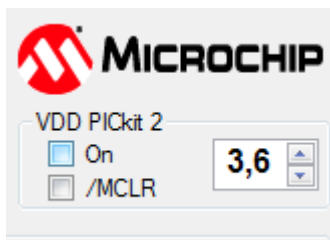
Note per la programmazione

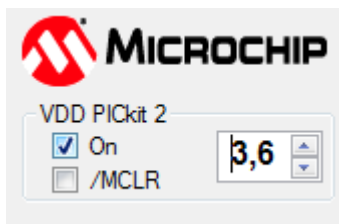
Anche il ricevitore va alimentato al massimo a 3,8 vcc, quindi collegare il programmatore pickit2 al connettore ICSP e avviare il software di programmazione.



Togliere la spunta su ON e mettere 5 v di alimentazione.

Ora possiamo programmare il PIC caricando il software che si trova nella cartella RX. Al termine abbassiamo la tensione a 3,6 e mettiamo la spunta su ON per alimentare il circuito. Naturalmente possiamo alimentarlo anche a batteria.





Anche a 5 volt non si brucia il modulo ma il data sheet consiglia di non superare i 3,8 volt.

Prova di funzionamento

Siamo ormai al test che è davvero semplice.

1. Alimentare l'RX e verificare che si accenda il led per un attimo. Il PIC funziona.
2. Premere un tasto sul TX e tenerlo premuto per **circa 3 secondi**. Verificare che:
 - sul TX si accende il led per un attimo (TX OK, segnale inviato)
 - sull'RX si accende il led (ricezione avvenuta, codici esatti, segue attivazione relè come da programma, viene inviata conferma al mittente)
 - sul TX il led si mette a lampeggiare (Ricevuta conferma il comando è stato eseguito)
3. Premere in sequenza i 4 pulsanti e verificare che si ottiene sempre la conferma di ricezione.

Conclusione

Ora è possibile modificare il programma per adattarlo ai propri scopi. In particolare si possono cambiare i codici inviati. Si può cambiare la logica attuale mettendo una sequenza del tipo:

- Il TX chiede un numero
- L'RX invia un numero a caso
- Il TX raddoppia il numero ricevuto e lo trasmette
- L'RX riceve il numero e vede se corrisponde a quanto atteso.

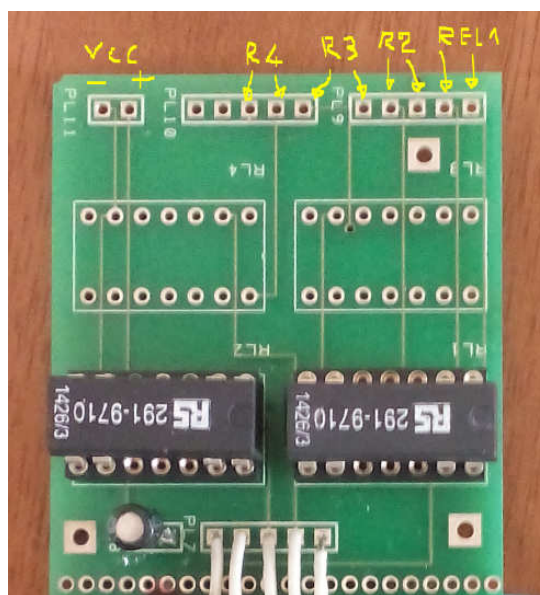
Inviando numeri a caso (o sempre diversi da quelli usati in precedenza) si useranno sempre codici diversi e nessun "catturatore" potrà violare il sistema usando codici vecchi.

Anche la logica di attivazione dei relé si deve stabilire via software, ad esempio, premendo un pulsante sul TX il relé corrispondente si attiva e vi resta per un tempo fissato, oppure fino alla pressione di un altro tasto.

I relé reggono 1 Ampere, se occorre possono pilotare relé esterni di maggiore potenza.

Connessioni tra microcontrollore, relé e connettori di uscita						
PIN MPU	PORTA MPU	PIAZZOLA USCITA	PIAZZOLA ENTRATA	RELE'	CONTATTO 1	CONTATTO 2
16	RC5	E	E	RL1	PL9 PIN 1	PL9 PIN 2
18	RC7	D	D	RL3	PL9 PIN 5	PL10 PIN 1
21	RB0	C	C	RL2	PL9 PIN 3	PL9 PIN 4
22	RB1	B	B	RL4	PL10 PIN 2	PL10 PIN 3

I connettori di uscita sono il PL9 e il PL10 con le connessioni mostrate in tabella e in foto.



Se il circuito non funziona?

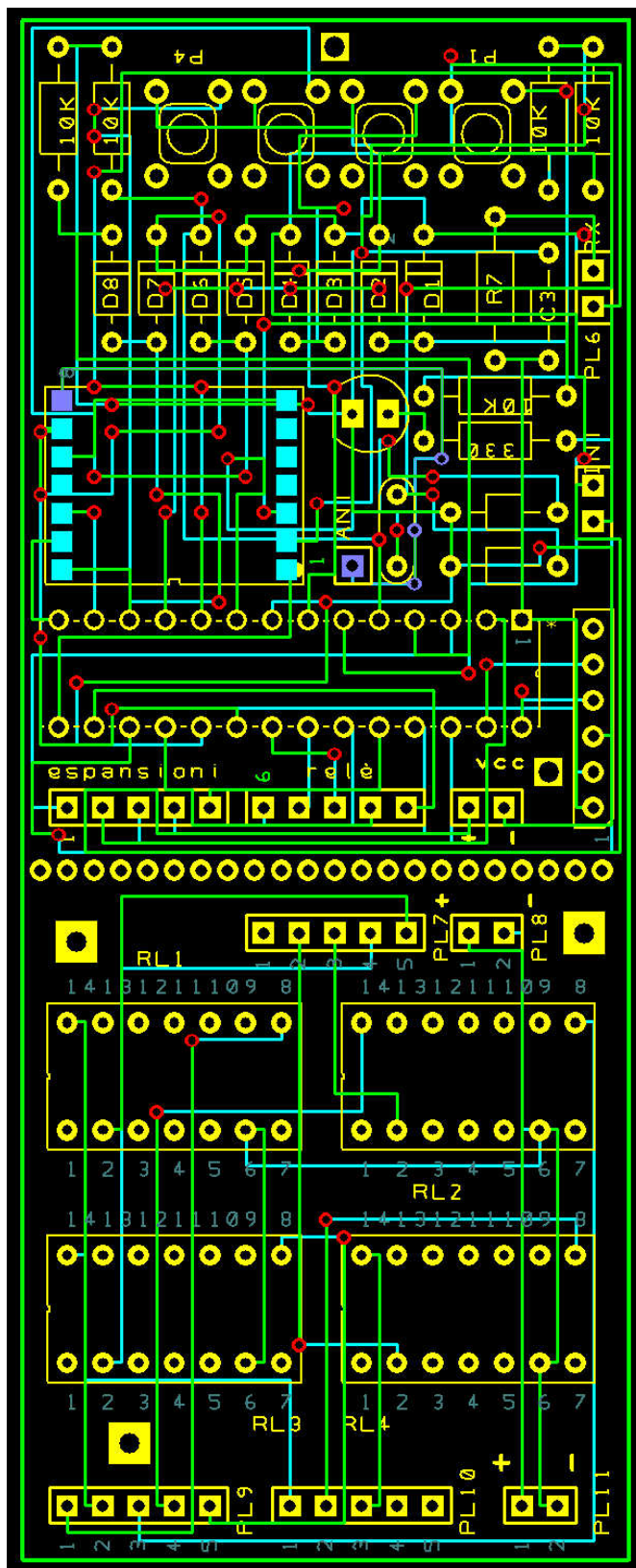
1. Hai montato le antenne?
2. Hai alimentato TX ed RX correttamente? Le eventuali pile sono cariche?
3. Hai programmato bene i PIC? Tutti e due? Ognuno col programma giusto?
4. Hai messo i 5 ponticelli tra RX e scheda relé? (vedi foto connessioni lato componenti)
5. Hai messo i 2 ponticelli per l'alimentazione tra RX e scheda relé? (vedi foto connessioni sul retro)
6. Hai inserito i PIC nel verso giusto? E i relé?
7. Controlla il verso dei led e dei diodi
8. Controlla che sull'RX siano chiusi i ponticelli RX e INT
9. Controlla che sul TX sia chiuso il ponticello su INT e aperto quello su RX.
10. Hai collegato bene il modulo RFM12B? Controlla le foto e lo schema della modifica al collegamento riportata in questo manuale.

Se l'RX accende il led per un attimo quando viene alimentato allora il problema è nella parte RF perché il PIC funziona. Ciò vale anche per il TX, il led si deve accendere un attimo quando si preme uno dei 4 pulsanti.

Se il problema persiste la domanda è: hai modificato le librerie RFM12LIB nel software? Queste non devono essere modificate assolutamente.

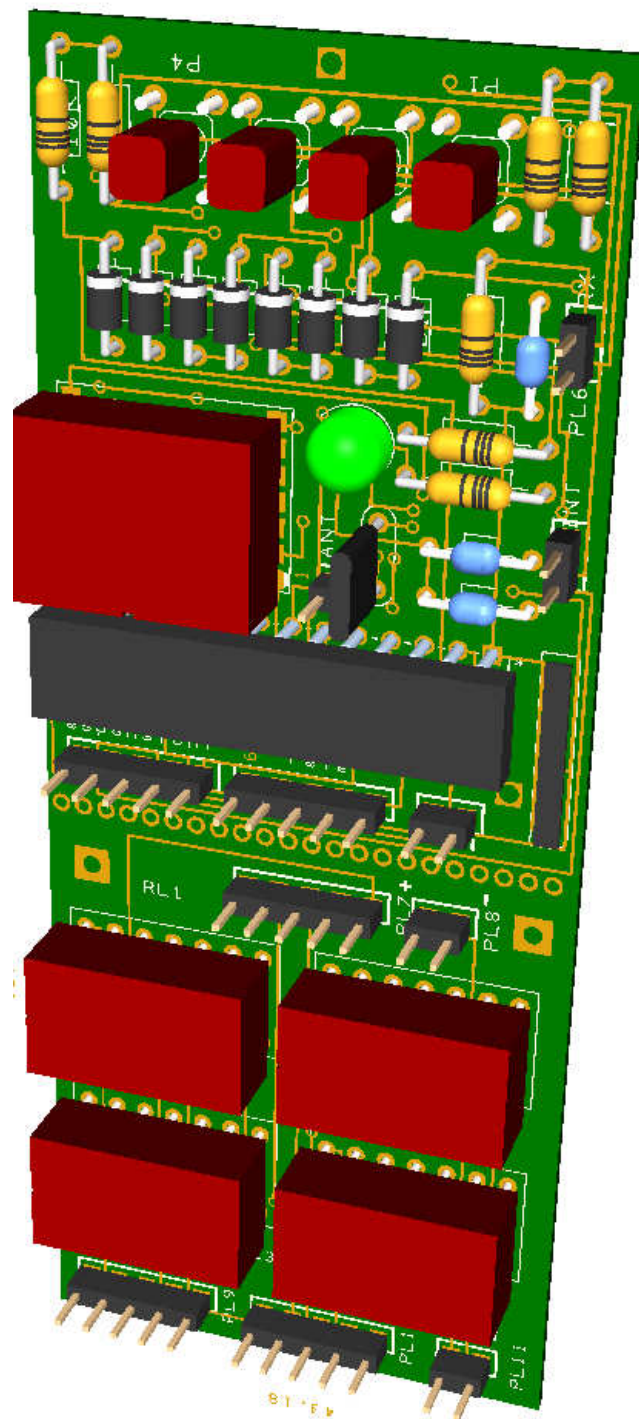
Hai curato le saldature? Controlla con una lente che non ci siano sbavature di stagno.

Circuito stampato



In alto la parte radio, sotto la fila di pallini (segabile) la parte relé

Vista in 3D



FINE