

TELECOMANDO CODIFICATO a RAGGI INFRAROSSI, 4 CANALI in TECNOLOGIA SMD



Realizzazione pratica di un telecomando codificato a raggi infrarossi capace di azionare 4 differenti carichi. Il trasmettitore è stato realizzato usando, in parte, componenti miniaturizzati SMD.

Valter Narcisi
©2010

San Benedetto del Tronto (AP)
www.narcisivalter.it
info@narcisivalter.it

Descrizione di un sistema di telecomando codificato a raggi infrarossi a 4 canali, basato sullo stesso principio di funzionamento dei normali telecomandi per televisori, videoregistratori, ecc.

La novità sostanziale, in questo progetto, sta nel fatto che, per mantenere piccola la misura del trasmettitore ho fatto ricorso alla **tecnologia SMD**.

In questo modo ho potuto alloggiare l'intero trasmettitore a 4 canali dentro un contenitore plastico della ditta Teko, modello **10124**, dalle misure pressoché identiche all'ormai classico pacchetto di sigarette.

Il contenitore presenta sia un comodo vano per alloggiare la batteria da 9V accessibile tramite una comoda apertura sia un frontalino trasparente rosso per l'emissione dei raggi infrarossi.

I **componenti SMD** oggi si trovano abbastanza facilmente (anche dietro ordinazione presso il Vs. rivenditore di fiducia).

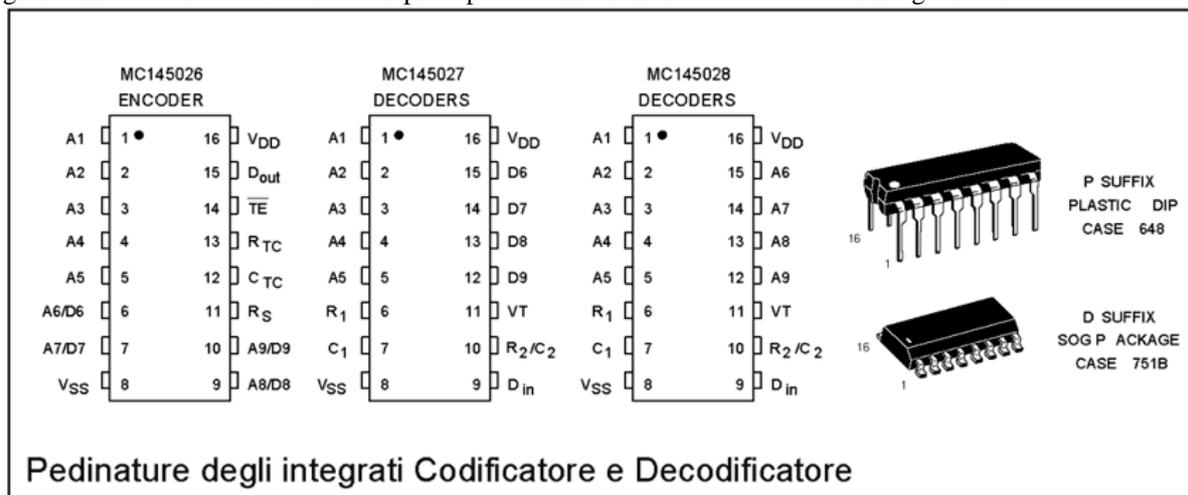
Chi si cimenta per la prima volta in questo tipo di realizzazione non deve aver timore: i componenti SMD sono solo miniaturizzati e leggermente più delicati dei normali componenti elettronici. Servono, piuttosto, un paio di pinzette ed una punta per saldatore del tipo 'a matita'.

Il circuito ricevitore, al contrario, non utilizza nessun componente SMD.

L'ENCODER ED IL DECODER

La realizzazione fa uso di 2 integrati CMOS della Motorola siglati **MC145026D** (Codificatore in versione SMD) ed **MC145027P** (decodificatore in contenitore DIP16). La famiglia comprende un terzo integrato, l'MC145028 (decodificatore), il cui funzionamento non si discosta molto dall'MC145027 e che, comunque, non viene utilizzato nel progetto in esame.

A grandi linee cercherò di descrivere il principio di funzionamento dei due circuiti integrati della Motorola.



Pedinature degli integrati Codificatore e Decodificatore

MC145026

Questo integrato codifica i livelli presenti sui 9 piedini di indirizzo (da A1 ad A9) e la sequenza risultante viene prelevata, sottoforma di dati seriali, dal piedino 15 (Data Out): la trasmissione avviene solo se al piedino 14 (Transmit Enable) è presente un livello logico 0.

I piedini di indirizzo sono del tipo Three-State ovvero è possibile applicare a tali piedini sia il livello logico '0', sia il livello logico '1' sia il livello Three-State (Alta Impedenza-Non Collegato).

I piedini 6, 7, 9 e 10 sono programmabili, nel senso che possono essere utilizzati sia come piedini di indirizzo (A6, A7, A8 e A9) sia come piedini 'Data' (D6, D7, D8 e D9): ecco allora che nel progetto abbiamo potuto sfruttare questi quattro piedini come dati per i quattro canali rinunciando in parte al numero totale dei codici programmabili: infatti, utilizzando tutti i 9 piedini come indirizzo (Address) è possibile creare un sistema di codifica con 19683 combinazioni diverse, ma dal momento che abbiamo sfruttato 4 piedini per i canali, possiamo impostare un codice a scelta tra un massimo di 243 combinazioni (3⁵).

(N.B. - Utilizzando i quattro piedini come 'Data', essi accettano soltanto livelli in logica binaria '0' oppure '1').

Ai piedini 11, 12 e 13 viene applicata una rete RC che determina la frequenza di clock interna dell'Encoder (la formula per il calcolo di questa frequenza è riportata direttamente sullo schema elettrico del Trasmettitore).

MC145027

Questo integrato decodifica i **dati seriali** in arrivo al piedino 9 (che non sono altro che quelli inviati dal Trasmettitore).

Dell'indirizzo in arrivo, viene inizialmente decodificata la **prima parte**, quella contenente l'indirizzo a 5 bit: se tale indirizzo corrisponde a quello impostato sui piedini 1, 2, 3, 4 e 5, il piedino 11 (Trasmissione Valida o VT) si porta a livello logico alto, altrimenti rimane a livello 0: contemporaneamente vengono presi in considerazione i dati ricevuti

con la **seconda parte** dell'indirizzo (nel nostro caso, la configurazione dei pulsanti sul TX) e questi dati (4 bit) vengono fedelmente riportati alle uscite contrassegnate con D6, D7, D8 e D9 (piedini 12, 13, 14 e 15 del Decoder). La configurazione sui piedini dei dati (12, 13, 14 e 15) **rimane memorizzata fino al successivo arrivo di nuovi dati** mentre il terminale VT (piedino 11) rimane alto per tutto il tempo che rimane premuto il pulsante sul TX. Perchè il decodificatore possa funzionare, però, è indispensabile che la rete RC (R17, C16 e C17) applicata al piedino 10 risulti **77 volte il prodotto fra C2 ed R2** del circuito del Trasmettitore e la rete RC applicata ai piedini 6 e 7 (R30 e C12) risulti **3,95 volte il prodotto fra C2 ed R2** sul circuito del Trasmettitore.

SCHEMA ELETTRICO TRASMETTITORE

Il circuito codificatore, come già accennato, utilizza l'integrato CMOS **MC145026D** (in questo progetto è stata utilizzata la versione in contenitore SMD).

Sul circuito stampato le piste relative ai piedini per l'impostazione del codice e quella di massa sono molto vicine in modo tale che, per l'impostazione del livello logico 0 sarà sufficiente creare un piccolo corto di stagno tra le sue piste. Per impostare il livello 1 bisognerà necessariamente creare un corto verso i +9 volt della batteria mentre per impostare il livello Three-State non si deve fare niente in quanto nel circuito stampato i piedini del codice risultano già 'appesi' (ovvero non collegati).

La rete RC sui piedini 11, 12 e 13 di U1 deve essere realizzata con componenti possibilmente precisi (resistenze con tolleranza almeno del 5% o inferiore e condensatori di buona qualità a bassa perdita) e si **sconsiglia vivamente** di sostituirli con valori diversi.

Con i valori che ho impostato, la frequenza di Clock del generatore interno all'Encoder si aggira intorno a 7800 Hz e può essere controllata con oscilloscopio o frequenzimetro collegandosi al Test Point TP3 (che risulta collegato direttamente al piedino 13 dell'MC145026D).

Sui piedini 6, 7, 9 e 10 di U1 è stata applicata una logica a pulsanti, ognuno dei quali corrisponde ad un canale: la pressione di un pulsante (o anche più pulsanti contemporaneamente) da origine ad un particolare treno di impulsi univoco che dal piedino 15 di U1 raggiunge il piedino 8 del gate U2C (CD4011), il quale, unitamente al gate U2D, forma un oscillatore ad onda quadra che funziona, però, solo in corrispondenza degli **impulsi positivi** applicati al suo ingresso, cioè il piedino 8 di U2C.

Detto in parole povere, U1 fornisce un segnale codificato che modula quello generato dall'oscillatore U2C-U2D.

Il LED DL1 ci indica che il trasmettitore sta regolarmente trasmettendo mentre i due transistor Q1 e Q2, in configurazione darlington, pilotano i due LED infrarossi FD1 e FD2 (del tipo LD274) con picchi di corrente relativamente potenti. Il trimmer P1 e i ponticelli J1 e J2 sono utili in fase di taratura e controllo.

SCHEMA ELETTRICO DEL RICEVITORE

Il circuito decodificatore utilizza l'integrato MC145027P, in contenitore DIP16.

Anche nel circuito del ricevitore, per mezzo dei piedini 1, 2, 3, 4 e 5 di U1, deve essere impostato il codice, ma questa volta tramite opportuni ponticelli (in questo PCB lo spazio c'è): **la configurazione del codice impostato deve corrispondere con quella impostata sul trasmettitore.**

La rete RC sui piedini 6, 7 e 10 di U1 deve essere realizzata, come nel caso del TX, con componenti possibilmente precisi (resistenze con tolleranza almeno del 5% o inferiore e condensatori di buona qualità e bassa perdita).

Si raccomanda vivamente di **non sostituire i valori dei componenti R30, C12, R17, C16 e C17** in quanto essi vengono calcolati in base alla frequenza dell'oscillatore interno presente nell'integrato U1 (MC145026D) del Trasmettitore che, come già detto, ammonta a circa 7,8 kHz.

Il segnale trasmesso dal TX viene captato dal primo stadio, un preamplificatore con accoppiamento in alternata formato da Q1, Q2 e Q3 e dal fotodiodo ricevitore di raggi infrarossi FD1 (del tipo S186P).

Il secondo stadio, U2B, è un amplificatore Passa-Banda in alternata avente un guadagno di 15 volte.

Il terzo stadio, formato da U2A, limita il segnale a 800 mVpp grazie ai due diodi D1 e D2.

Lo stadio successivo, U3B, è un comparatore in continua ed unitamente al diodo D3, rivela e limita la trasmissione alle sole semionde positive: la rete RC formata da R13, R14 e C10 elimina del tutto la "portante" restituendo il treno di impulsi codificati che, portati a livello logico CMOS dal comparatore U3A e squadrato ulteriormente dai due gate U4E ed U4F, viene inviato al piedino di ingresso del decodificatore.

Se il codice rilevato dal treno di impulsi corrisponde a quello impostato sul ricevitore, l'integrato U1 dà... "il via libera" portando alto il livello al piedino 11 (VT-Trasmissione Valida).

Inoltre, su uno dei piedini 'Data' dell'MC145027P (12, 13, 14 o 15) ritroveremo un livello basso corrispondente al canale per il quale è stato premuto il relativo pulsante su Trasmettitore.

Il livello alto al piedino 11 di U1 viene immediatamente visualizzato dal LED DL1: lo stesso livello alto, con un leggerissimo ritardo (responsabili i componenti D13, R42 e C29) viene mandato anche al piedino 1 del gate U4A.

A questo punto, il piedino 2 di U4A va a livello logico basso scatenando una serie di eventi:

1. Tramite D4 viene sbloccato l'oscillatore formato da U4B ed il cicalino emette un segnale sonoro (di durata pari al tempo in cui il pulsante sul trasmettitore rimane premuto) che ci avverte che su uno dei quattro canali è **avvenuto sicuramente** uno scambio.
2. L'uscita di uno dei quattro gate di U5 (A, B, C o D) si porta a livello logico alto determinando l'accensione del LED relativo: la durata di accensione è pari al tempo in cui il pulsante sul Trasmettitore rimane premuto (A tal proposito, si sarebbero potute risparmiare le resistenze R26, R26 ed R28, unendo tutti i 4 catodi dei LED sulla resistenza R25. Ho invece optato per una singola resistenza su ogni LED perché qualcuno, anche accidentalmente, potrebbe premere contemporaneamente più di un pulsante sul telecomando ed in questa particolare situazione, con un'unica resistenza, si potrebbero danneggiare uno o più gate di U5).
3. Uno dei quattro Flip-Flop RS (vedi U6 ed U7) viene comandato con un fronte di salita e, di conseguenza, si ha un cambio di livello alle relative uscite (Toggle).
4. Uno dei quattro relè viene eccitato (o diseccitato, dipende dallo stato in cui era il relè prima che arrivasse l'impulso sul FF) e questo cambiamento viene indicato dal LED relativo posto in parallelo alla bobina del relè stesso. Il LED riflette sempre lo stato del relè: se acceso, relè attivato, se spento, relè a riposo.

All'accensione del dispositivo, tramite D5, C19 e R31 i quattro Flip-Flop verranno resettati e tutti i relè diseccitati. Questo avviene anche al ripristino della rete dopo un eventuale Black-Out.

Il ponticello J11, se ommesso, esclude il cicalino: in fase di taratura, comunque, può essere di aiuto avere una buona segnalazione acustica !

I LED INFRAROSSI

Per questo progetto ho utilizzato 2 LED infrarossi del tipo LD274 (trasmettitori). Questi possono essere sostituiti con qualsiasi LED emettitore (ad esempio SFH415, SFH4110, SFH425, ecc.) senza pregiudicare minimamente il funzionamento del Trasmettitore stesso. Questi LED trasmettono tutti su una lunghezza d'onda tipica di 950 nm e posseggono un Rise Time di 500 ns.

Come ricevitore è stato utilizzato un LED ad infrarossi della Vishay-Telefunken siglato S186P, ma anche in questo caso sono possibili le più svariate sostituzioni (ad esempio BPW41 o BPW50).

Anche per il LED ricevitore si è scelto un tipo con ricezione tipica sui 950 nm.

Come accennato all'inizio dell'articolo, la portata del sistema è di circa 5-8 metri ma dotando i LED TX e/o RX di opportuni cappucci, lenti convergenti e filtri ottici, la portata può addirittura superare i 12-15 metri.

Per il LED ricevitore si consiglia altresì di utilizzare dei micro-contenitori metallici collegati a massa per aumentarne il rendimento e la sensibilità (se aprite un televisore noterete che i LED ricevitori del telecomando sono quasi sempre isolati, soprattutto dalla luce esterna). Vale la regola: più sono isolati dalla luce esterna, più saranno precisi e performanti.

L'ALIMENTATORE

Il circuito del ricevitore va alimentato con una tensione di 12-14 Vcc (300 mA) prelevabile da un normale alimentatore.

Comunque, per chi non avessero a disposizione un alimentatore, ho realizzato uno schema che è possibile utilizzare con il telecomando. **Attenzione al montaggio del trasformatore:** i pin 1 e 2 del connettore T1 vanno allacciati al primario del trasformatore mentre i pin 3 e 4 vanno allacciati al secondario (15 Vca).

Per sicurezza, il fusibile è stato provvisto di apposito cappuccio isolato.

REALIZZAZIONE PRATICA

L'assorbimento massimo del circuito Ricevitore si aggira intorno ai **200-250 mA** mentre quello del trasmettitore è inferiore ad **1 uA a riposo** e poco più di **200 mA in trasmissione**.

Il Circuito Stampato va realizzato con una buona tecnica (computer, bromografo, trasferibili, ecc) escludendo subito la penna per C.S. o peggio ancora, la basetta millefori !

I LED IR sul trasmettitore vanno montati e piegati in posizione orizzontale mentre il piccolo LED rosso da 3 mm può essere lasciato sulla basetta (l'emissione di luce di questo piccolo LED può essere vista direttamente attraverso il pannellino frontale trasparente) oppure può essere montato, praticando un piccolo foro, sul contenitore stesso usando una ghiera per LED da 3 mm.

TARATURA E COLLAUDO

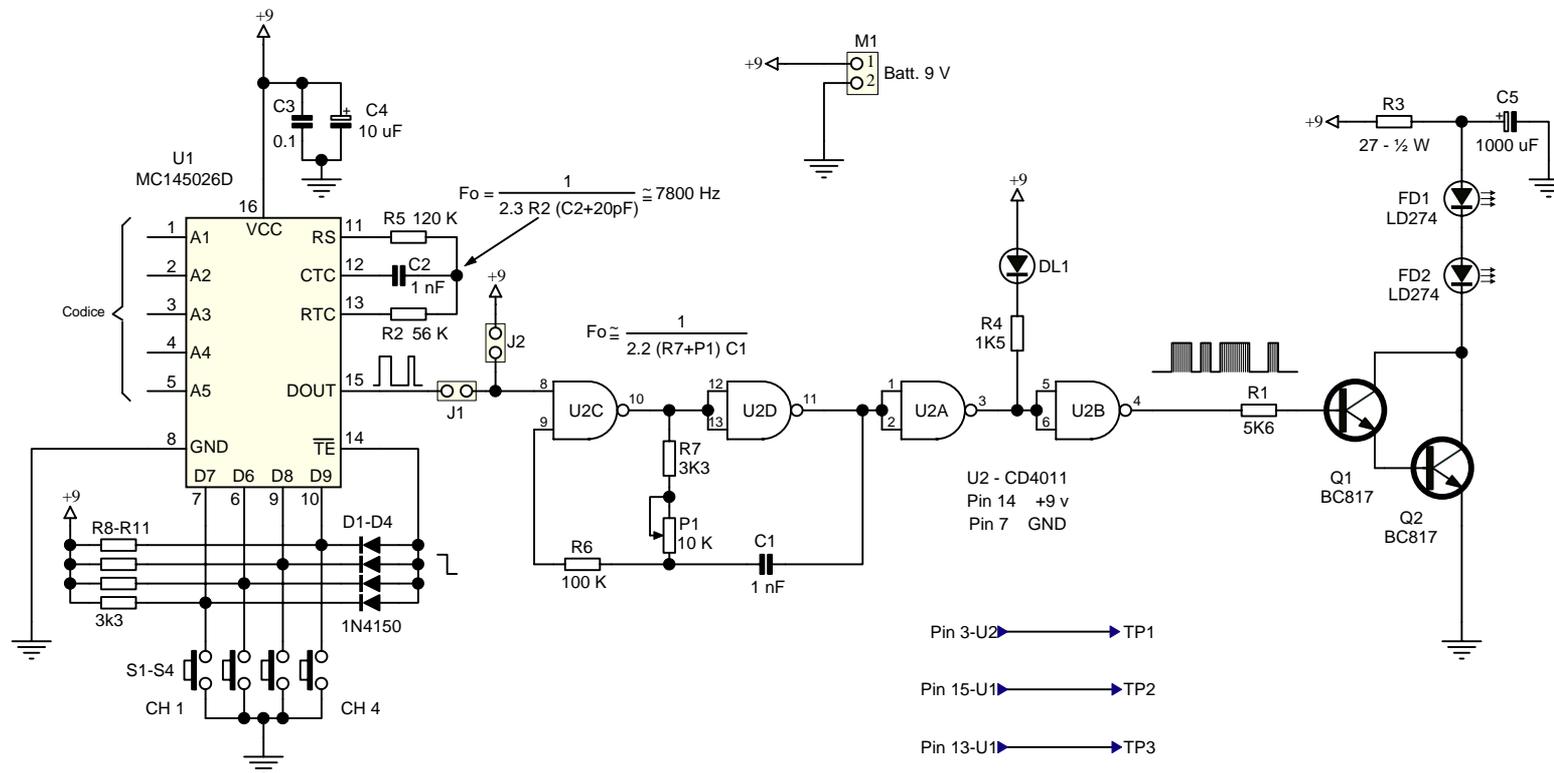
Per effettuare la taratura bisogna agire sul trimmer P1 (posto sul Trasmittitore) per raggiungere la massima portata possibile.

E' opportuno, comunque, intervallare spesso la taratura con momenti di riposo per non sovraccaricare troppo la resistenza R3 ed i transistor Q1-Q2 del circuito trasmettitore.

Per mezzo di un oscilloscopio potete controllare la forma d'onda o la frequenza dell'oscillatore U2C-U2D del Trasmittitore collegando il puntale sul Test Point TP1 non prima di aver tolto il ponticello su J1 ed averlo inserito su J2: in questo modo l'oscillatore rimarrà sempre in funzione e non verrà modulato dal segnale di codifica.

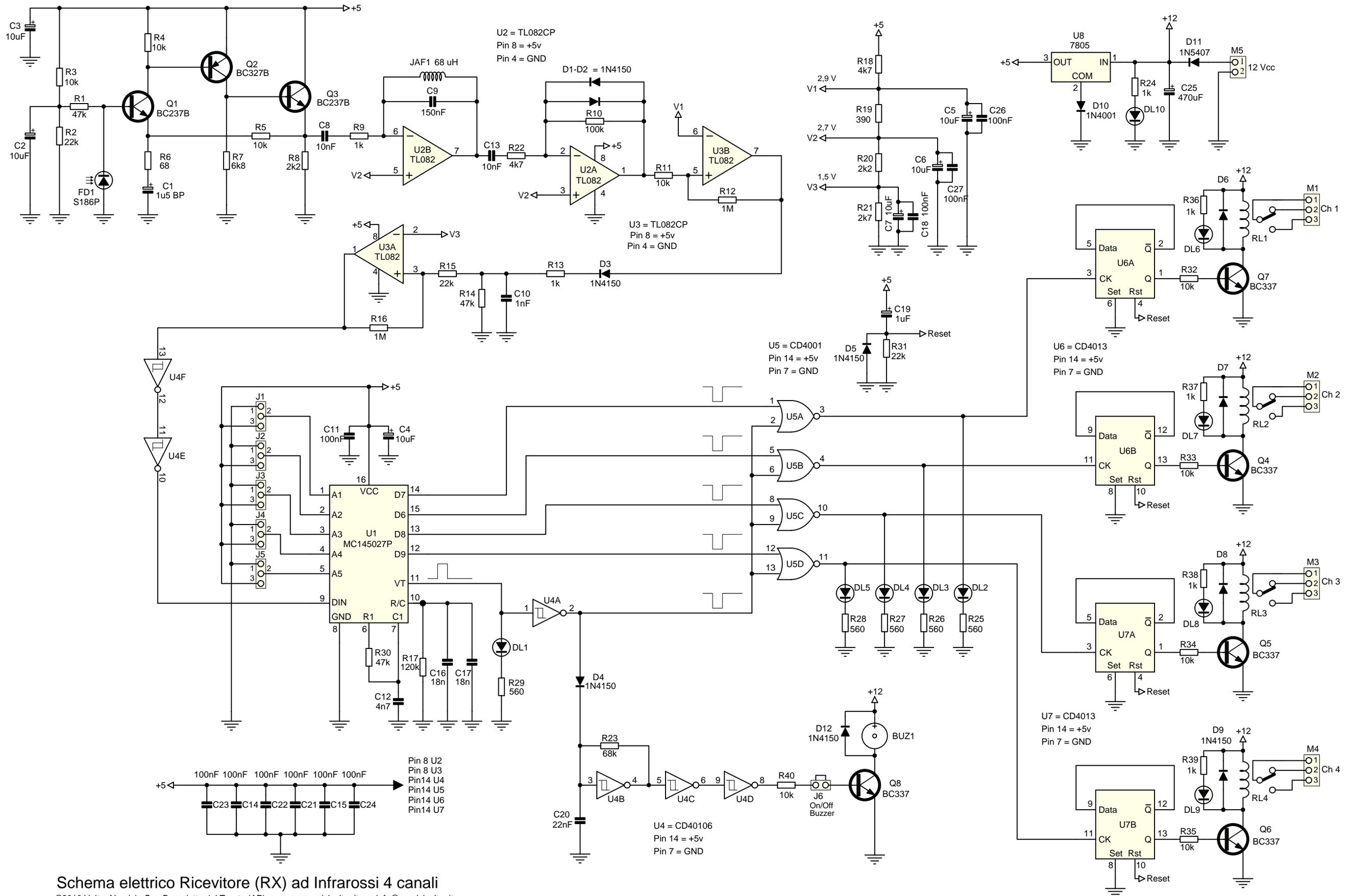
Anche in questo caso, però, è consigliabile non indugiare troppo...!

Per controllare visivamente il treno di impulsi codificati è necessario collegarsi con l'oscilloscopio sul Test Point TP2 del circuito Trasmittitore.



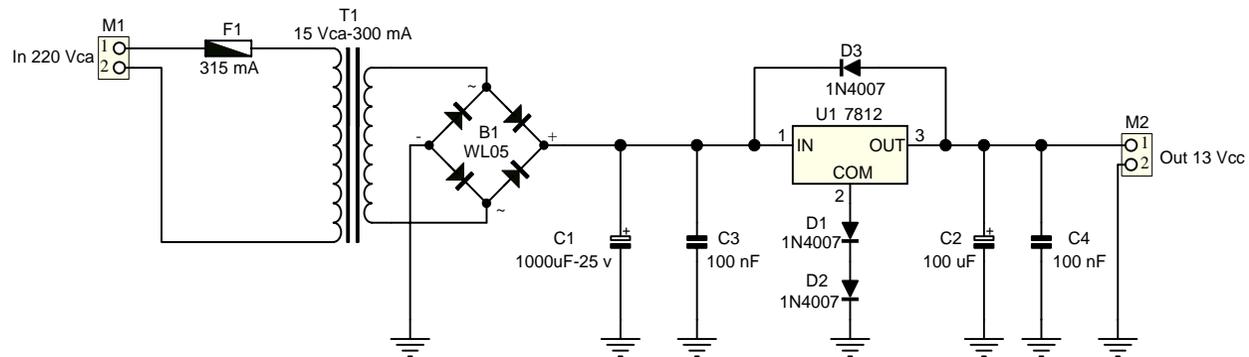
Schema elettrico Trasmettitore (TX) ad Infrarossi 4 canali

©2010 Valter Narcisi - San Benedetto del Tronto (AP) - www.narcisivalter.it - info@narcisivalter.it



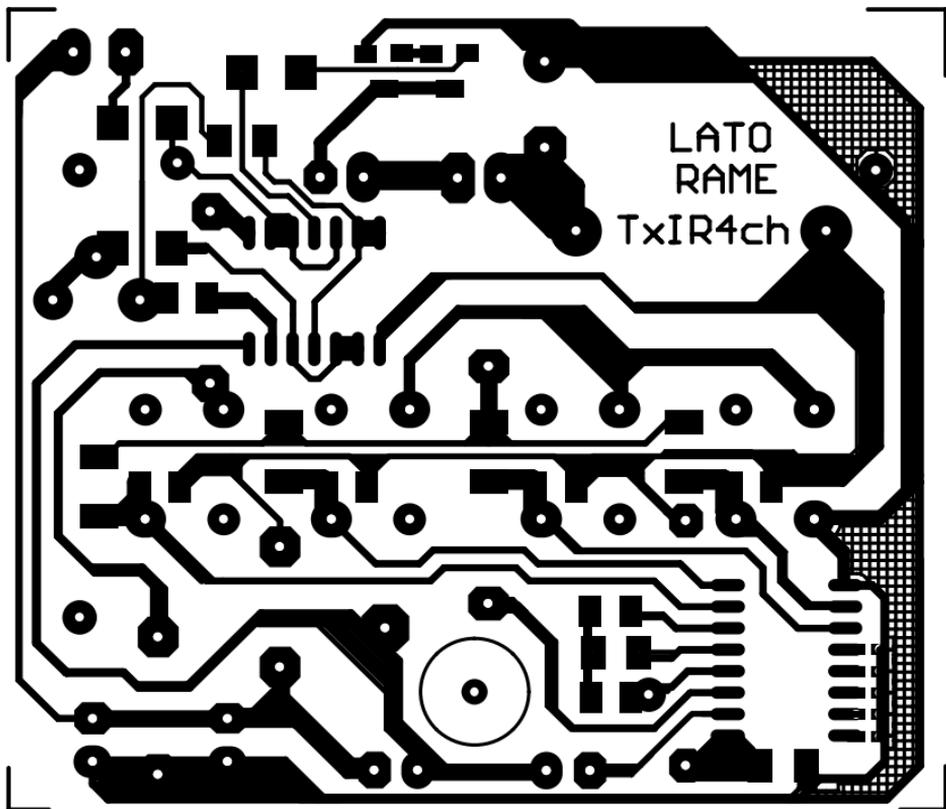
Schema elettrico Ricevitore (RX) ad Infrarossi 4 canali

©2010 Valter Narcisi - San Benedetto del Tronto (AP) - www.narcisivalter.it - info@narcisivalter.it



Schema elettrico dell'alimentatore per Ricevitore ad Infrarossi 4 canali

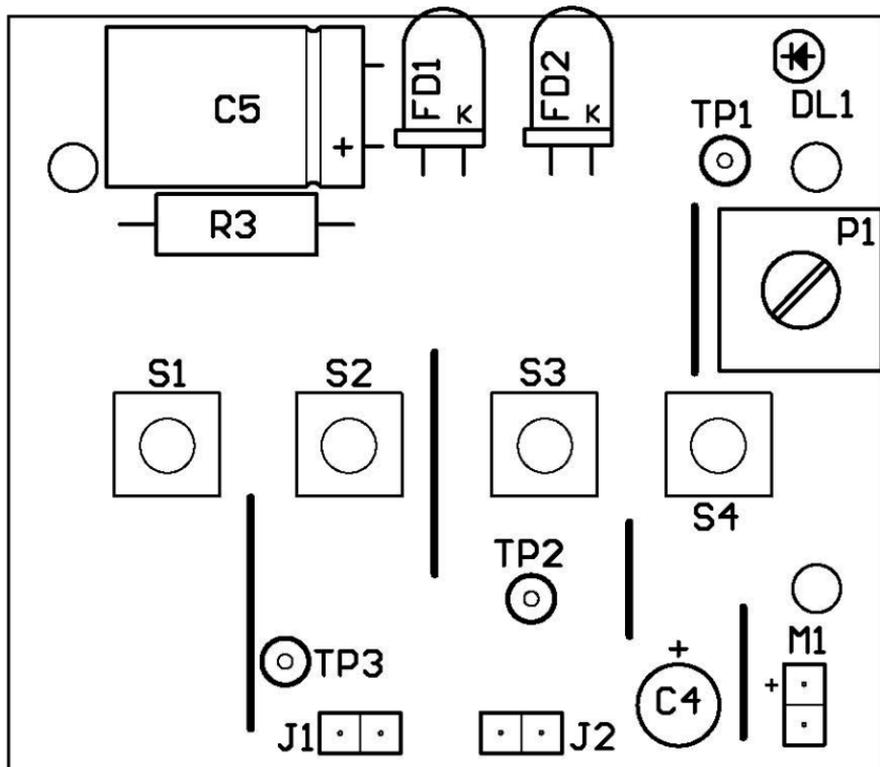
©2010 Valter Narcisi - San Benedetto del Tronto (AP) - www.narcisivalter.it - info@narcisivalter.it



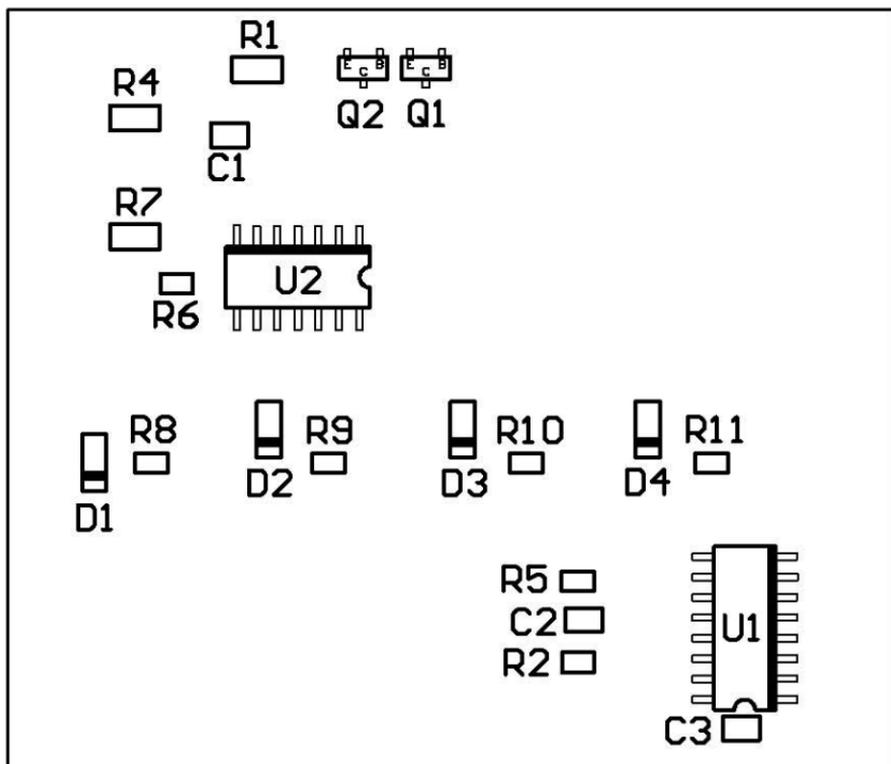
Circuito Stampato (Lato Rame e SMD)

del Trasmettitore a Infrarossi 4 Canali

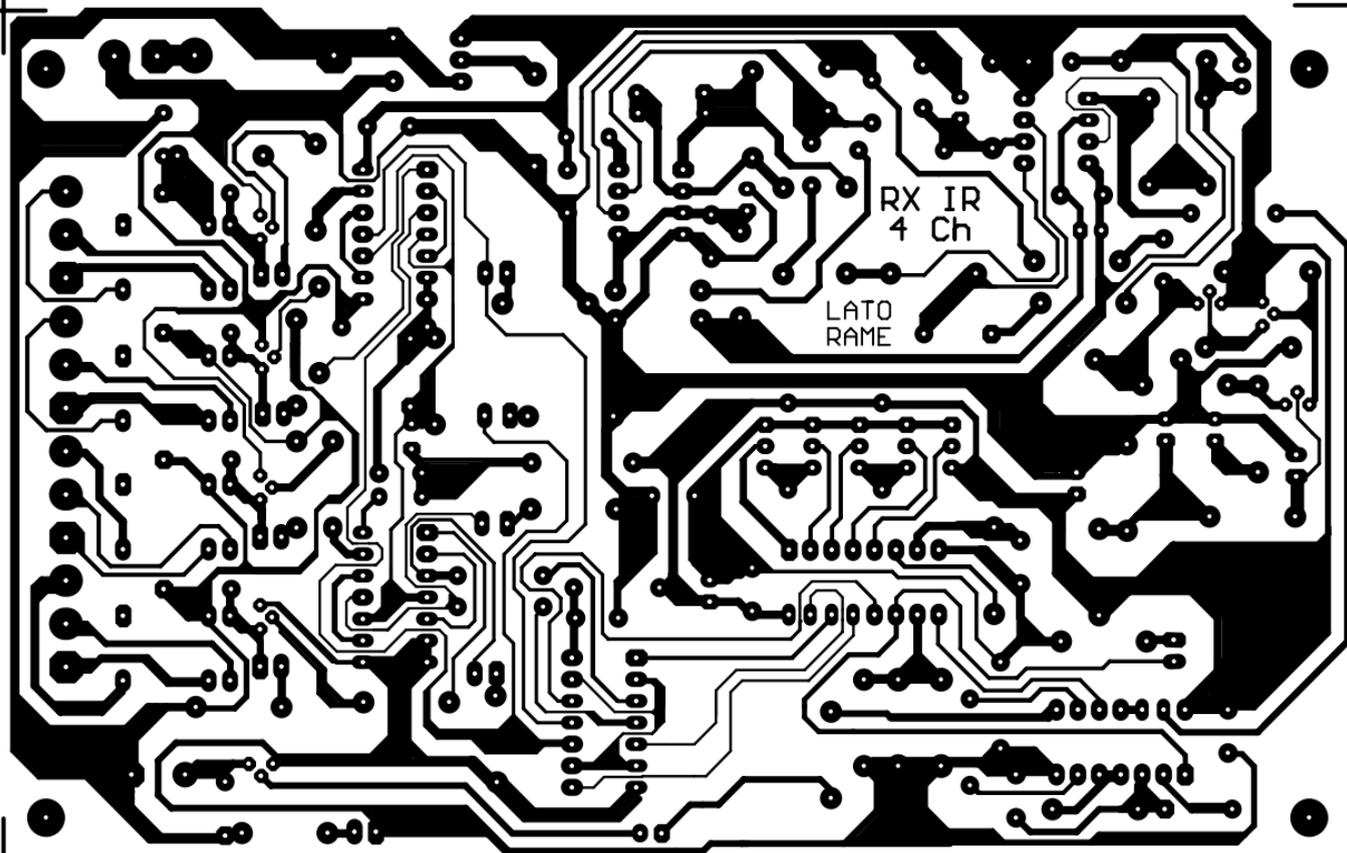
SCALA 2:1



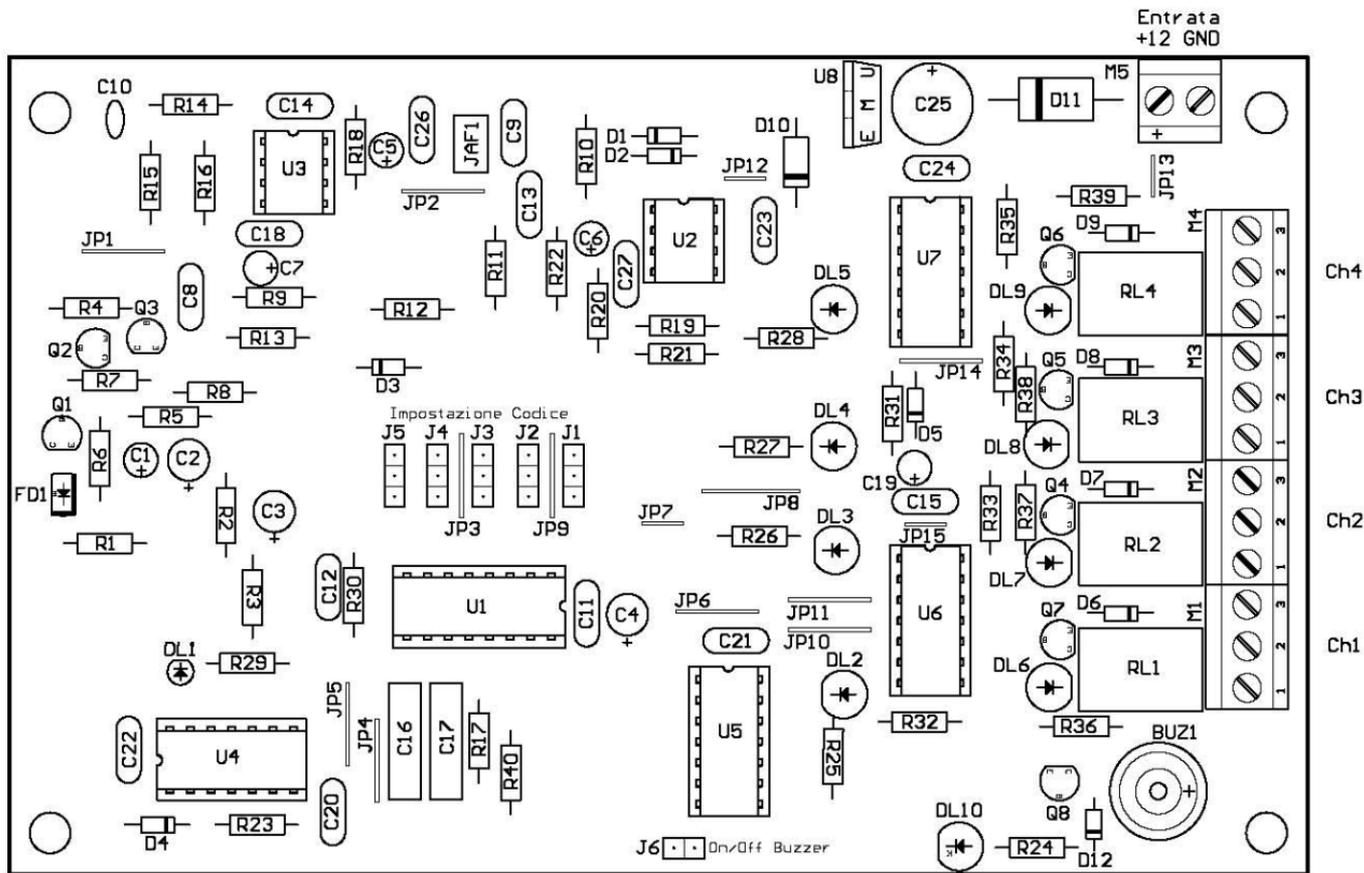
Piano componenti
 del Trasmettitore IR 4 Ch
 (Scala 2:1)



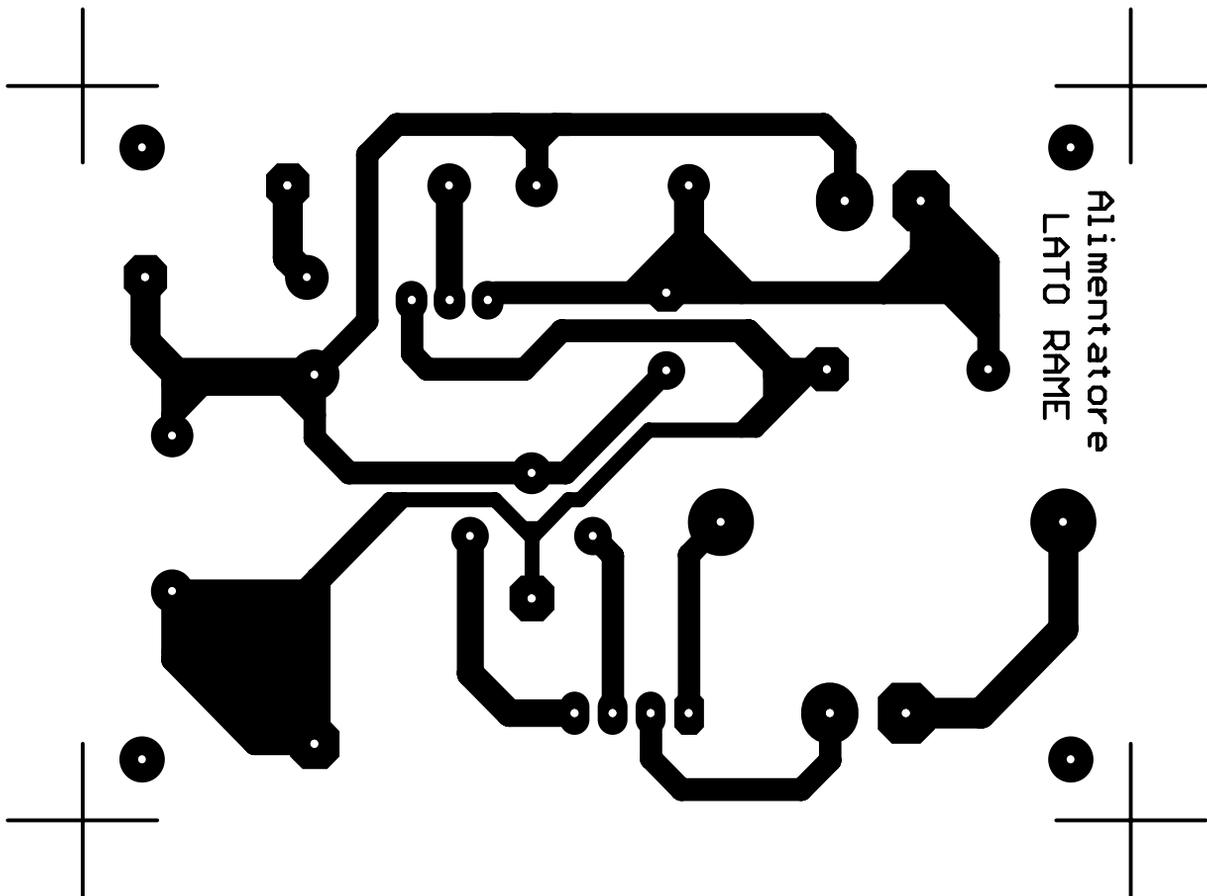
Piano Componenti SMD lato rame
 del Trasmettitore IR 4 Ch
 (Scala 2:1)



Circuito stampato del ricevitore IR 4 canali (Scala 1:1)

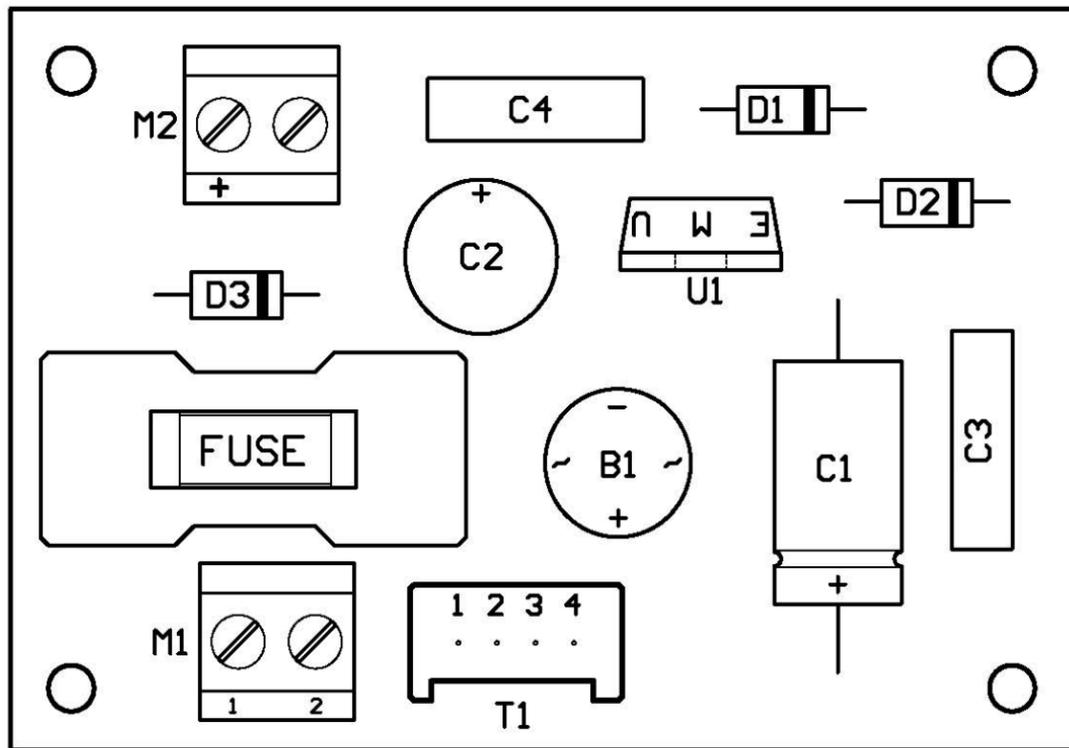


Piano componenti del circuito Ricevitore IR 4 Ch (SCALA 1:1)



Circuito Stampato dell'alimentatore
(SCALA 1:2)

Out 13 Vcc



220 Vca

1-2 = Primario (220 Vca)

3-4 = Secundario (15 Vca - 300 mA)

Piano componenti del circuito alimentatore (SCALA 1:2)

ELENCO COMPONENTI CIRCUITO TRASMETTITORE

R1	5K6 (SMD)
R2	56K (SMD)
R3	27 - ½ W
R4	1K5 (SMD)
R5	120K (SMD)
R6	100K (SMD)
R7	3K3 (SMD)
R8	3k3 (SMD)
R9	3k3 (SMD)
R10	3k3 (SMD)
R11	3k3 (SMD)
C1	1 nF (SMD)
C2	1 nF (SMD)
C3	0.1 uF (SMD)
C4	10 uF
C5	1000 uF
P1	10 K
D1	1N4150 (SMD)
D2	1N4150 (SMD)
D3	1N4150 (SMD)
D4	1N4150 (SMD)
DL1	LED ROSSO
FD1	LD274
FD2	LD274
Q1	BC817 (SMD)
Q2	BC817 (SMD)
U1	MC145026D (SMD)
U2	CD4011 (SMD)
J1	CONNETTORE 2 POLI STRIP
J2	CONNETTORE 2 POLI STRIP
M1	MORSETTI ERA 2 POLI
S1	Pulsante NA
S2	Pulsante NA
S3	Pulsante NA
S4	Pulsante NA

ELENCO COMPONENTI CIRCUITO RICEVITORE

R1	47k
R2	22k
R3	10k
R4	10k
R5	10k
R6	68
R7	6k8
R8	2k2
R9	1k
R10	100k
R11	10k
R12	1M
R13	1k
R14	47k
R15	22k
R16	1M
R17	120k
R18	4k7
R19	390
R20	2k2
R21	2k7
R22	4k7
R23	68k
R24	1k
R25	560
R26	560
R27	560
R28	560
R29	560
R30	47k
R31	22k
R32	10k
R33	10k
R34	10k
R35	10k
R36	1k
R37	1k
R38	1k
R39	1k
R40	10k
C1	1u5 BP
C2	10uF
C3	10uF
C4	10uF
C5	10uF
C6	10uF
C7	10uF
C8	10nF
C9	150nF
C10	1nF
C11	100nF
C12	4n7
C13	10nF
C14	100nF
C15	100nF
C16	18n
C17	18n
C19	1uF
C20	22nF
C21	100nF
C22	100nF
C23	100nF
C24	100nF
C25	470uF
C26	100nF
C27	100nF

C28	100nF
D1	1N4150
D2	1N4150
D3	1N4150
D4	1N4150
D5	1N4150
D6	1N4150
D7	1N4150
D8	1N4150
D9	1N4150
D10	1N4001
D11	1N5407
D14	1N4150
DL1	Led Rosso 3 mm
DL2	Led Verde 5 mm
DL3	Led Verde 5 mm
DL4	Led Verde 5 mm
DL5	Led Verde 5 mm
DL6	Led Rosso 5 mm
DL7	Led Rosso 5 mm
DL8	Led Rosso 5 mm
DL9	Led Rosso 5 mm
DL10	Led Giallo 5 mm
FD1	S186P
Q1	BC237B
Q2	BC327B
Q3	BC237B
Q4	BC337
Q5	BC337
Q6	BC337
Q7	BC337
Q8	BC337
U1	MC145027P
U2	TL082
U3	TL082
U4	CD40106
U5	CD4001
U6	CD4013
U7	CD4013
U8	7805 Stabilizzatore
JAF1	68 uH
M1	MORSETTI ERA 3 POLI
M2	MORSETTI ERA 3 POLI
M3	MORSETTI ERA 3 POLI
M4	MORSETTI ERA 3 POLI
M5	MORSETTI ERA 2 POLI
J1	CONNETTORE 3 POLI STRIP
J2	CONNETTORE 3 POLI STRIP
J3	CONNETTORE 3 POLI STRIP
J4	CONNETTORE 3 POLI STRIP
J5	CONNETTORE 3 POLI STRIP
J6	CONNETTORE 2 POLI STRIP
BUZ1	Cicalina Piezo
RL1	RELAY 12v DEV.
RL2	RELAY 12v DEV.
RL3	RELAY 12v DEV.
RL4	RELAY 12v DEV.

ELENCO COMPONENTI ALIMENTATORE

C1	1000uF-25v
C2	100 uF-25v
C3	100 nF
C4	100 nF
D1	1N4007
D2	1N4007
D3	1N4007
B1	Ponte WL05
U1	7812 Stabilizzatore
F1	Fusibile 315 mA
M1	MORSETTI ERA 2 POLI
M2	MORSETTI ERA 2 POLI
T1	Trasformatore 15 Vca-300 mA