

TELECOMANDO DTMF 4 CANALI INPUT E 4 CANALI OUTPUT

Un rivoluzionario telecomando via RTX o linea telefonica che, oltre a controllare 4 relè, consente di verificare lo stato di 4 ingressi TTL. Le applicazioni di questo circuito sono moltissime e vanno dal telecontrollo dell'impianto di antifurto di una casa al comando via telefono del riscaldamento di una baita in montagna

di Andrea Sbrana - 1ª Parte

Dopo la pubblicazione della chiamata selettiva presentata nel lontano marzo '93, in redazione sono giunte numerosissime richieste di telecontrolli e telecomandi che lavorassero più o meno con la stessa semplicità di quella selettiva.

La maggioranza delle richieste, oltre alla possibilità di azionare dei relè, era orientata verso un possibile telecontrollo, ovvero conoscere a distanza se una data apparecchiatura era effettivamente entrata in funzione oppure no, se si

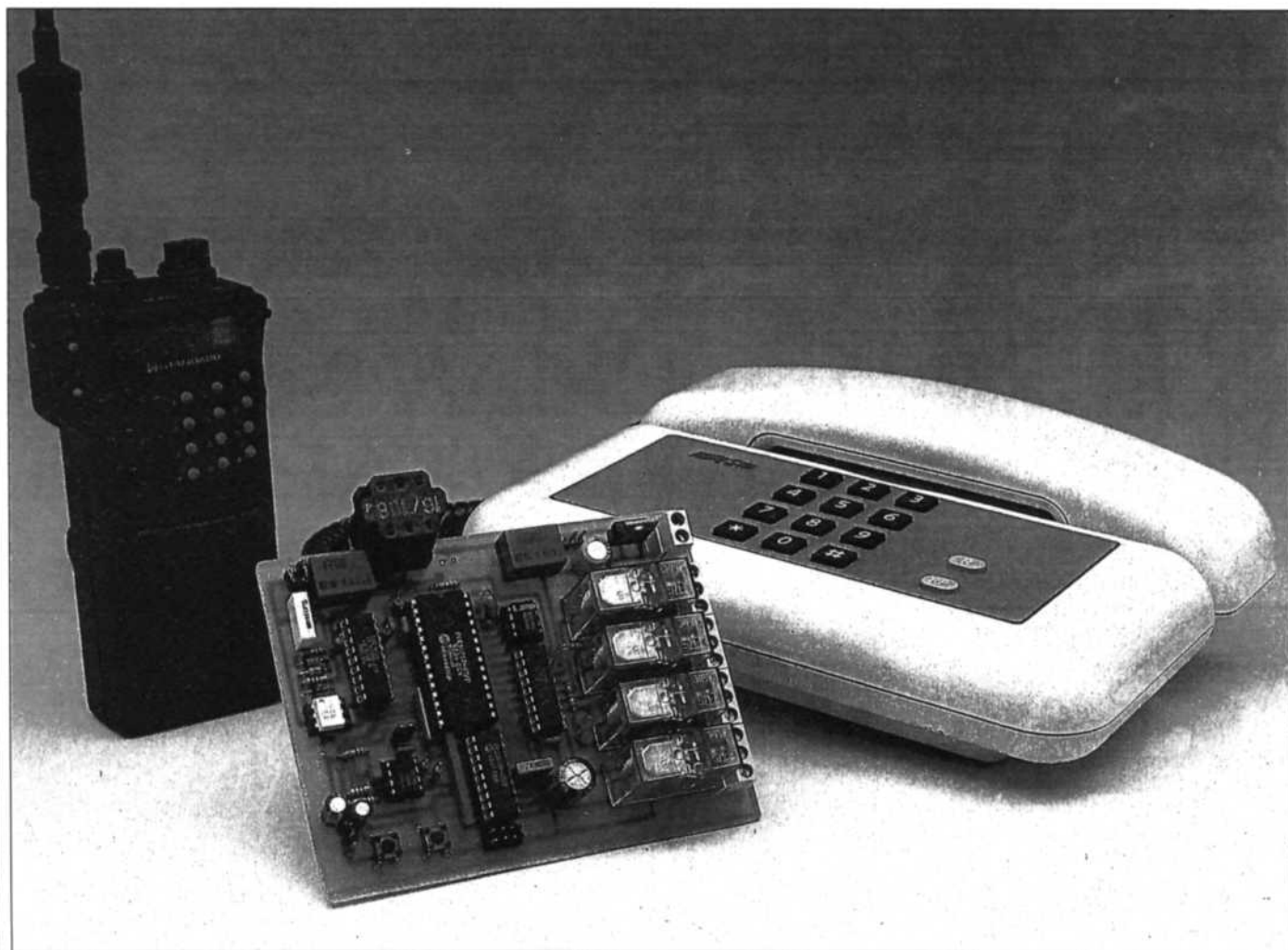


Tabella 1 - Caratteristiche tecniche

Codice di accesso:	programmabile da 1 a 8 cifre (circa un miliardo e mezzo di combinazioni) direttamente da tastiera
Numero di squilli per attivazione via telefono:	programmabile da 1 a 15 direttamente da tastiera
Canali di uscita:	4
Canali in ingresso:	4
Risposta dello stato dei canali:	1 beep canale attivo, 3 beep canale non attivo
Sgancio da linea telefonica:	automatico dopo circa 30 + 40 secondi dall'ultima nota DTMF inviata oppure manuale (tasto #)
Memoria stato relè:	anche in mancanza di tensione
Collegamenti all'RTX:	tramite microfono, altoparlante e PTT (niente connessione con squelch)
Programmazione:	tramite RTX o tramite telefono in parallelo
Ingressi:	di tipo digitale 0-5 V
Alimentazione:	8-18 V, 500 mA

era attivato l'impianto di antifurto oppure se la porta di un negozio era rimasta aperta e così via.

Effettivamente, è raro trovare sulle riviste del settore circuiti di questo tipo, perché probabilmente adatti a un pubblico più esperto dell'hobbista e soprattutto perché fino ad ora i costi di una realizzazione di questo tipo erano senza dubbio proibitivi.

Abbiamo allora deciso di presentare un telecomando completo di tutti quegli accessori che di frequente vengono dati come optional rispetto al circuito di base e che, nei modelli commerciali, ne aumentano considerevolmente sia il costo che le dimensioni.

La nostra proposta

Tutta la logica del nostro telecomando, che da ora in poi chiameremo telecom, è schematizzata in Figura 1: tante sono le sezioni che contribuiscono al funzionamento globale, e le analizzeremo una per una.

Il "cervello" del telecom è costituito, ovviamente, da un microcontrollore, il logic controller, che si incarica di gestire il ciclo logico di lavoro contemporaneamente alla scansione dei tempi. Il controllore impiegato è un PIC16C57, con a bordo non i soliti 500 byte di memoria, ma 2 Kbyte, dato che il programma di gestione è abbastanza complesso.

Il controllore logico pilota diverse periferiche, una delle quali è costituita da un controller input/output, anch'esso gestito da un controllore tipo PIC16C54. Queste due sezioni dialogano tra di loro con due soli fili (comunicazione seriale asincrona) e permettono, quindi, di di-

sporre di ben quattro linee di output e quattro linee di input. Tale controller vede due interfacce verso il mondo esterno: una sezione di potenza, che chiaramente sarà quella che piloterà i relè, e un interfacciamento ingressi, che, come dice il nome stesso, riceverà gli input esterni. Vedremo in seguito più dettagliatamente come avviene il dialogo tra i due controllori.

Il logic controller è interfacciato anche con una memoria di tipo EEPROM seriale, che consente di memorizzare tutti i dati variabili del ciclo di lavoro, come ad esempio lo stato dei relè, il codice di accesso al telecom e il numero di squilli telefonici necessari a far entrare in lavoro il telecom.

Da ciò possiamo subito intuire che il telecom potrà anche rimanere senza alimentazione senza perdere alcuna informazione essenziale, anzi, quando verrà fornita nuovamente tensione, i quattro relè si azioneranno nello stesso modo di quando tale tensione era presente precedentemente.

Avendo parlato di squilli telefonici, si capisce che il telecom potrà essere connesso alla linea Sip, e questo implica la necessità di utilizzare due circuiti, il ring detector e l'interfaccia linea telefonica.

L'interfaccia con la linea telefonica provvede a far transitare nei due sensi i toni DTMF e i toni di risposta del

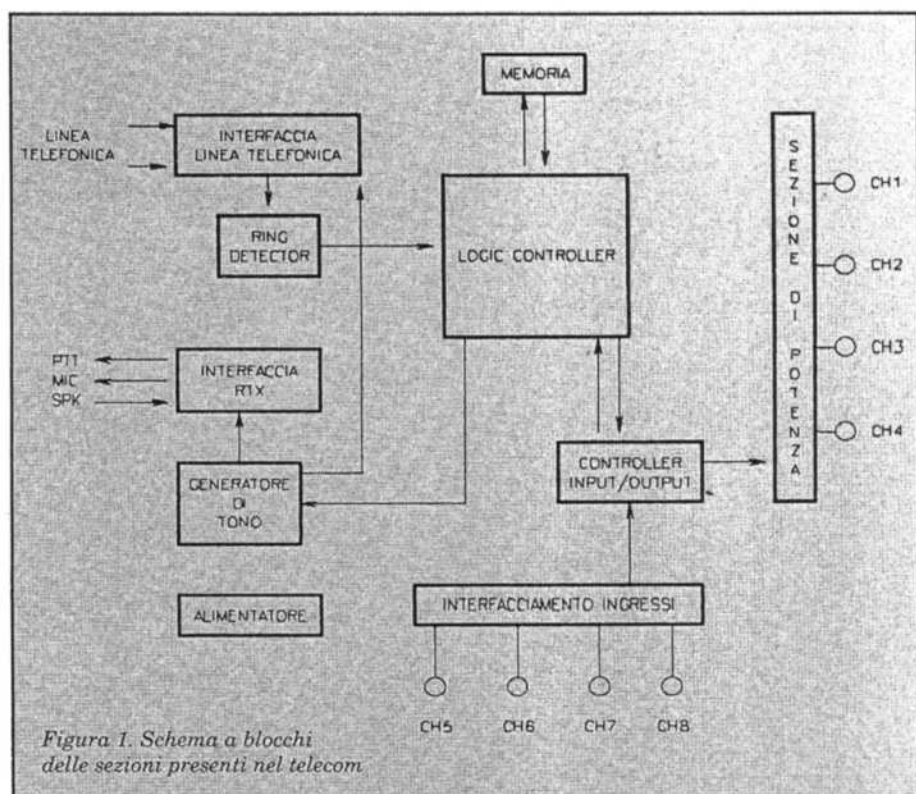


Figura 1. Schema a blocchi delle sezioni presenti nel telecom.

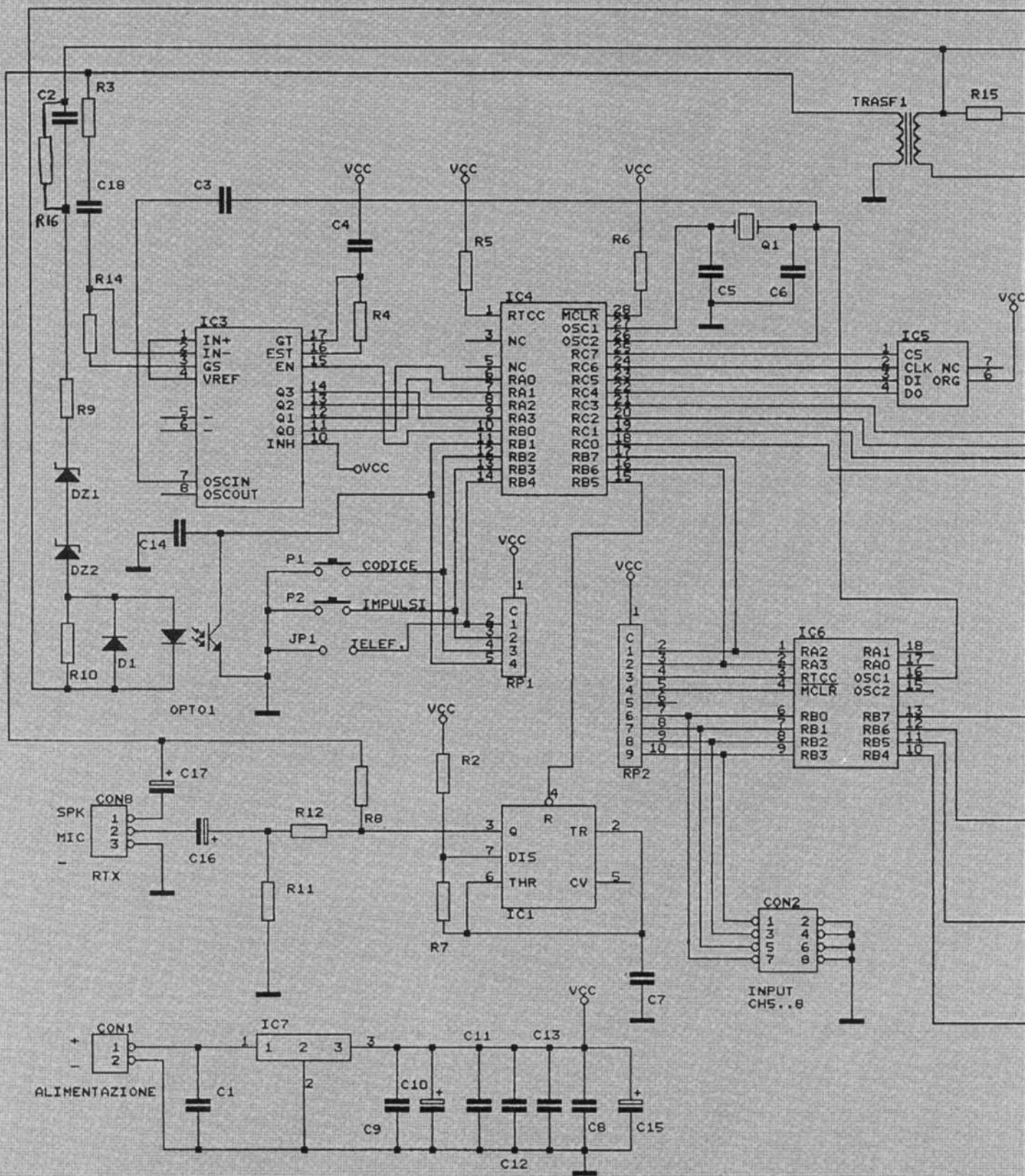
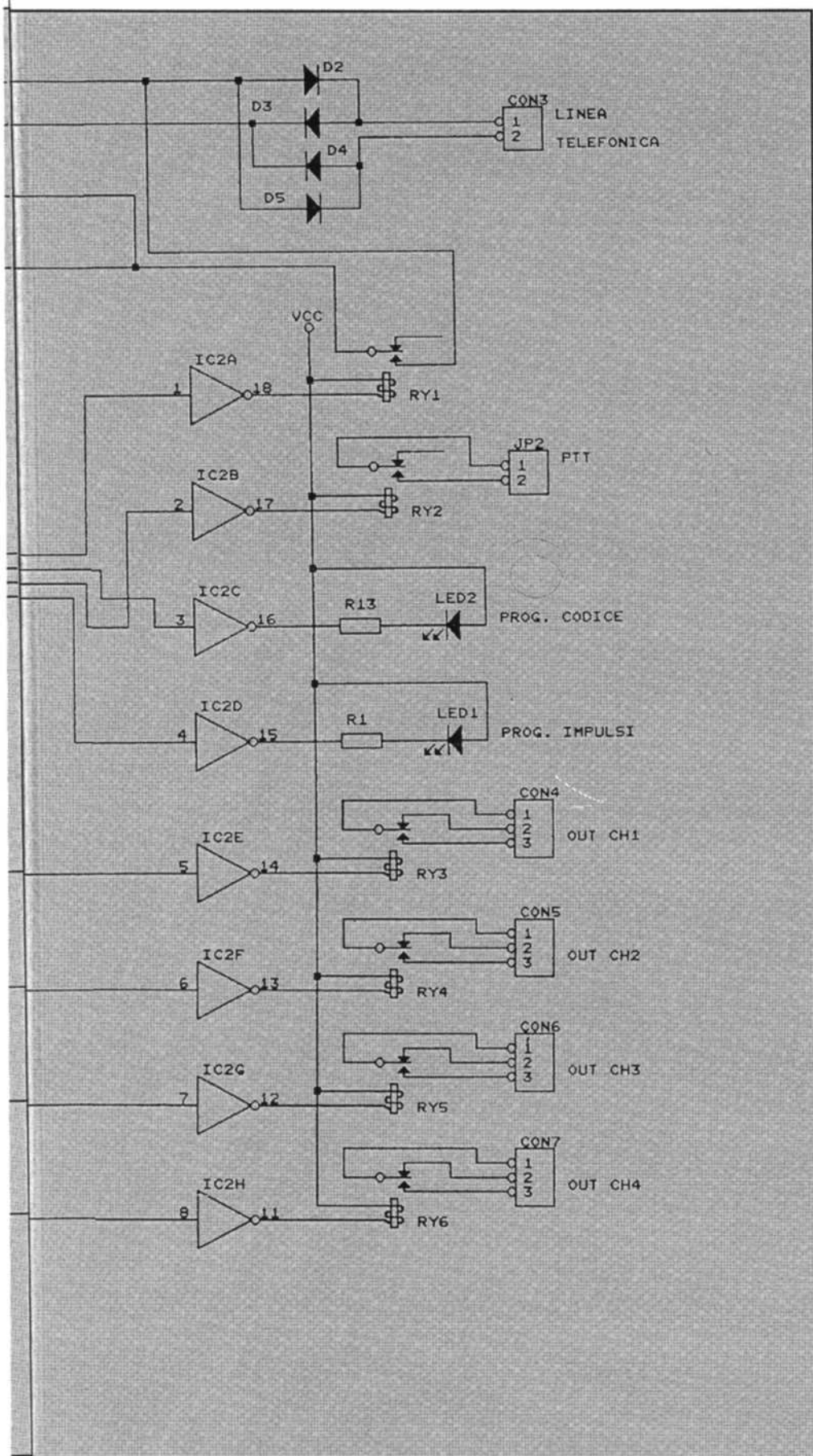


Figura 2. Schema elettrico del telecom.



telecom, mentre il ring detector genera un segnale ogni volta che "sente" uno squillo telefonico.

Poiché è possibile controllare il circuito anche via radio, abbiamo inserito un'interfaccia RTX, che provvede a gestire sia il pulsante PTT che i segnali audio necessari.

Il segnale audio di conferma dello stato dei canali e delle avvenute operazioni viene trasmesso da un generatore di tono esterno al controllore.

Per concludere troviamo un alimentatore che stabilizza la tensione di alimentazione a 5 V.

Caratteristiche tecniche

Prima di andare ad analizzare lo schema elettrico, consigliamo di consultare le caratteristiche principali del telecom riportate in Tabella 1, tanto per dare un'idea delle reali capacità del nostro circuito.

Analisi dello schema elettrico

In Figura 2 possiamo vedere lo schema elettrico completo del telecom. Per un'analisi più logica che garantisca una più facile comprensione del principio di funzionamento, partiamo dalle varie periferiche: la più semplice è senza dubbio il generatore di tono che fa capo a IC1. Questo integrato non è altro che il famoso 555 connesso come multivibratore astabile controllato sul pin 4 (reset) dal controller IC4.

Non appena su tale pin è presente una tensione positiva, l'integrato oscilla alla frequenza stabilita dai valori di R2, R8 e C8. Con i valori suggeriti nell'elenco componenti, la frequenza si aggira intorno agli 800 Hz. Sull'uscita di IC1 (pin3) è allora presente un'onda quadra di ampiezza 5 V. Per adattare questo livello a quello richiesto per il microfono dell'RTX e per la linea telefonica, sono presenti due partitori di tensione, composti rispettivamente dalle resistenze R12, R13 e da R3, R9.

La seconda periferica da vedere è quella che fa capo all'optoisolatore, ovvero il ring detector. Tramite il Led dell'optoisolatore, è possibile trasferire sull'ingresso 11 di IC4 il segnale pulsante in arrivo dalla linea telefonica quando giunge uno squillo. Il ponte composto da D2, D3, D4 e D5 permette di non curare costantemente la connessione con la linea telefonica, indipendentemente dalla polarità.

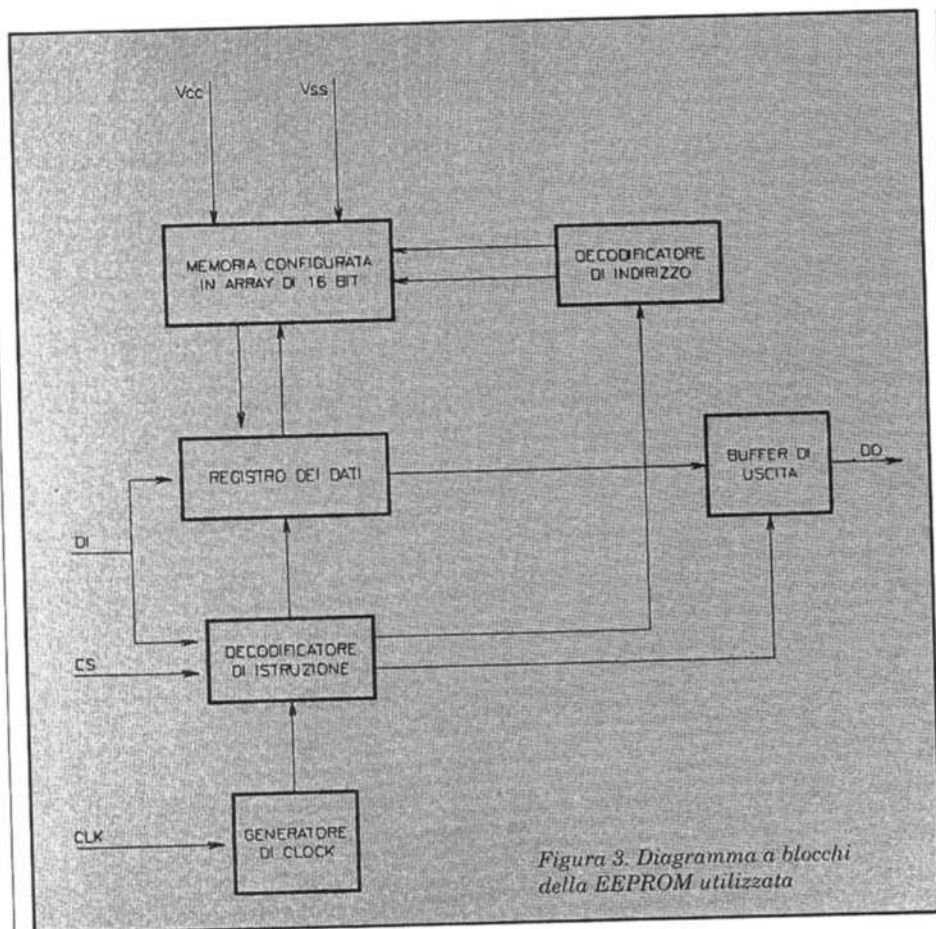


Figura 3. Diagramma a blocchi della EEPROM utilizzata

Ovviamente il segnale pulsante in uscita dall'optoisolatore sarà poi interpretato e gestito dal controllore IC4.

Un'altra periferica è costituita dal decoder DTMF, connesso sia all'PTX che alla linea telefonica. Questo decoder è un ormai classico 8870, che fornisce un'uscita binaria su quattro bit in relazione al carattere DTMF ricevuto.

Il controllore IC4 sarà avvertito di un carattere in arrivo quando giungerà un segnale positivo sul suo pin numero 10.

La penultima periferica da analizzare è la memoria identificata da IC5: è una EEPROM seriale di tipo 93C06 oppure 93C46 (entrambi i tipi vanno bene).

In questa memoria trovano posto il codice di accesso, il numero dei caratteri del codice di accesso, il numero degli squilli telefonici prima di entrare in azione e, per finire, lo stato dei relè. In pratica una volta acquisito uno stato, questo viene mantenuto anche in mancanza di tensione, evitando così l'uso di una batteria in tampone.

In Figura 3 è visibile il diagramma a blocchi della EEPROM utilizzata: si tratta di una memoria riscrivibile elettronicamente strutturata in array di 16 bit ciascuno.

L'ultima periferica che analizziamo è il secondo controllore IC6, un altro PIC serie 16C54. Questo controllore dialoga con il primo tramite due fili, uno di ricezione e l'altro di trasmissione.

Ha poi quattro ingressi con resistenza di pull-up e quattro uscite per i quattro relè. Sulle uscite sono presenti dei buffer darlington che permettono il pilotaggio diretto dei relè.

Vediamo allora come avviene il dialogo tra i due chip: IC6 resta in attesa fino a quando non giunge da IC4 una richiesta che può essere di due tipi soltanto (scrivi oppure leggi). Assieme alla richiesta viene trasmesso da IC4 anche il numero del canale da processare. Supponiamo che la richiesta sia del tipo "leggi". Allora IC6 testa il canale indicato da IC4 sia esso di input sia di output, e poi invia la risposta (0 oppure 1) a IC4, senza modificarne lo stato. IC4 comunque, dopo aver trasmesso la richiesta, resta in attesa della risposta, ben sapendo che questa arriverà in breve tempo.

Se, invece, la richiesta è del tipo "scrivi", IC6 modificherà il canale indicato (ovviamente solo se questo è di output) e poi invierà il nuovo stato del canale.

Nel caso di un canale di input, si avrà la sola lettura del suo stato.

La gestione software

Come visto, sono i due PIC a controllare il funzionamento di tutto il circuito. Ci pare importante, quindi, scoprire i segreti del programma residente nei due integrati, partendo da IC6.

In Figura 4 è visibile il diagramma a blocchi del software memorizzato in IC6: dopo ogni reset, sia per mancanza di

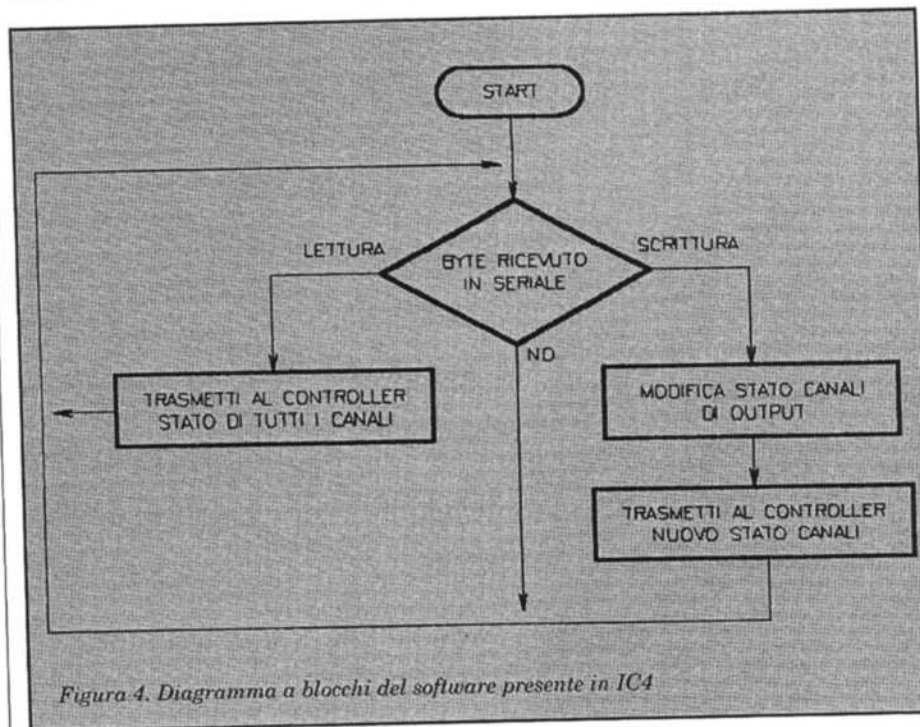


Figura 4. Diagramma a blocchi del software presente in IC4

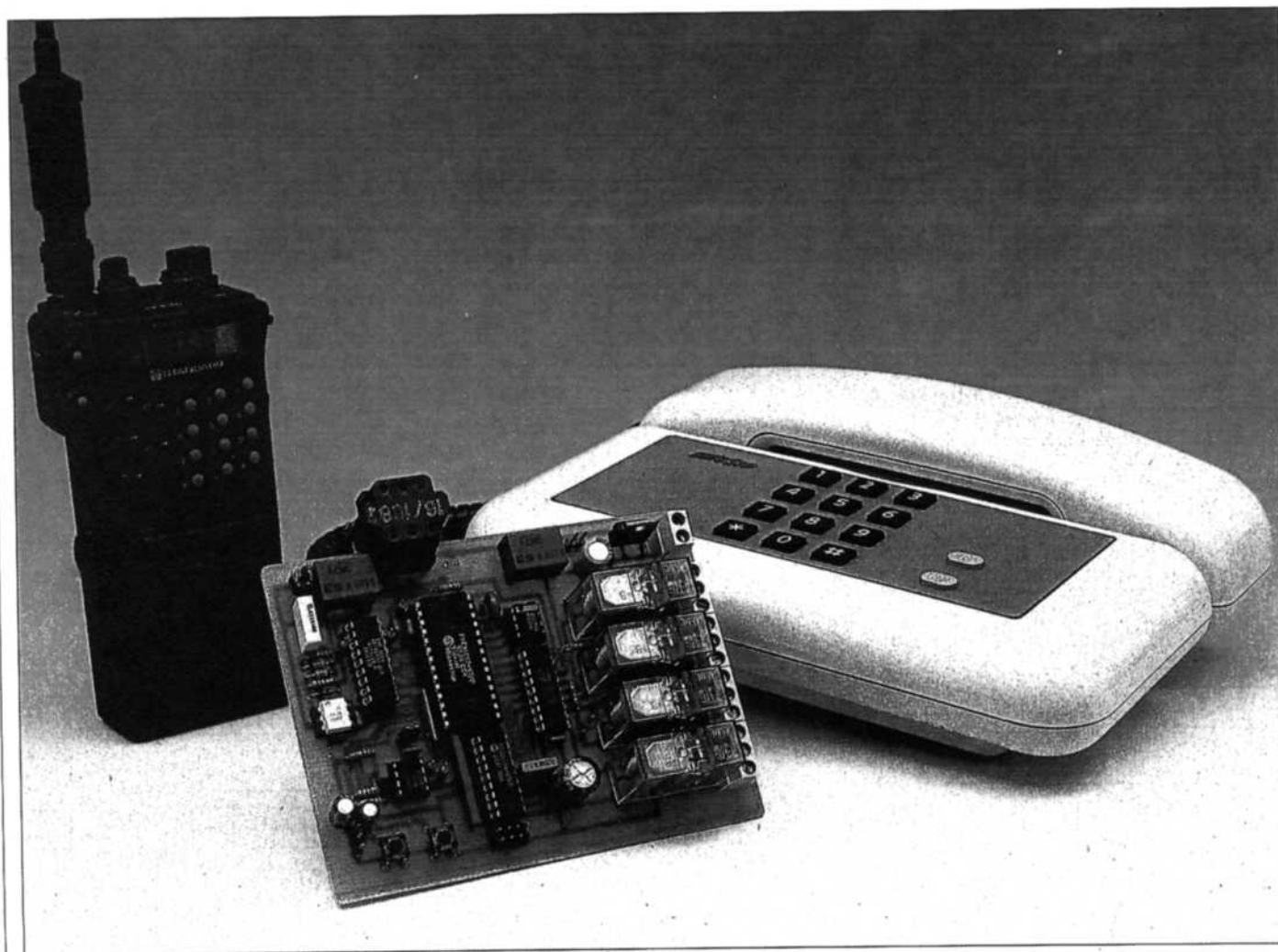
TELECOMANDO DTMF 4 CANALI INPUT E 4 CANALI OUTPUT

Dopo la descrizione teorica, non ci manca che terminare il nostro telecomando telefonico con un'analisi della realizzazione pratica della scheda. Non mancheranno per terminare i consigli sulle corrette procedure di allineamento

di Andrea Sbrana - 2ª parte

Nella prima parte, ci siamo occupati della teoria del circuito e abbiamo iniziato l'analisi del software inserito nei due microprocessori. Completiamo adesso la descrizione del software incluso nel PIC principale del telecom.

In Figura 6 è visibile la routine che si incarica di modificare lo stato dei canali: poiché questo compito viene svolto da IC6 in base a un preciso comando IC4 all'altro integrato, invia il comando di scrittura e poi il numero del cana-



le da modificare. Successivamente resta in attesa della risposta che confermi l'avvenuta o meno modifica (ad esempio se il codice d'accesso non è stato attivato non ci sarà alcuna variazione sui canali).

In Figura 7, invece, troviamo la routine che permette di leggere i dati sulla EEPROM: c'è uno scambio continuo di informazioni tra IC4 e la memoria. IC4 invia l'indirizzo in cui dovrà essere letto il primo byte del codice di accesso e successivamente attende il byte stesso. La procedura è identica per tutti gli otto byte del codice, anche se voi avrete optato per un codice più corto.

Poi viene richiesto lo stato dei canali e il numero degli impulsi per l'attivazione tramite linea telefonica. Ricevuti tutti questi dati, IC4 li memorizza nei suoi registri interni per fare successivamente i confronti richiesti.

In Figura 8 riportiamo la routine che si incarica di contare gli impulsi della suoneria: molto semplicemente vediamo che esiste un conteggio per confrontare il numero di squilli giunti con quello precedentemente impostato, ma in realtà in questa routine abbiamo anche un antirimbasso software che fa incrementare il PIC esattamente ogni squillo (che come ben sapete è una sinusoide a circa 25 Hz).

Finito il conteggio, viene attivato il

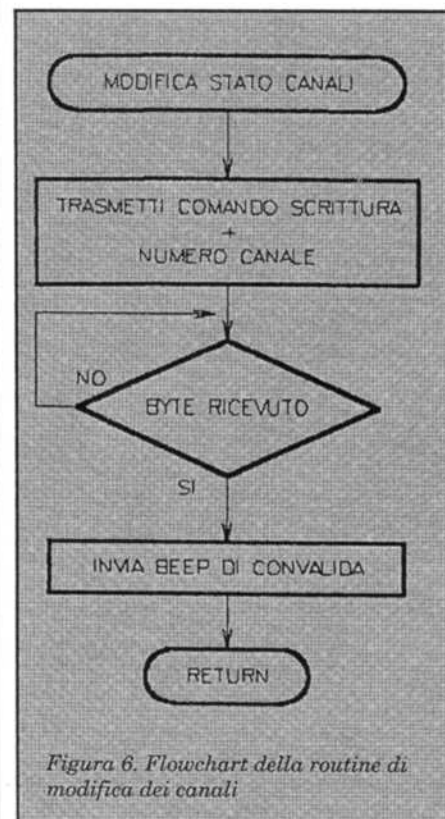


Figura 6. Flowchart della routine di modifica dei canali

relè di chiusura linea e inviati tre beep di conferma.

La routine di programmazione del codice è visibile in Figura 9: non appena il pulsante P1 viene premuto, si entra in questa routine. La prima azione è quella di accendere il Led 1, poi si attende un carattere DTMF (da notare che, anche se qui non è stato descritto per amore di brevità, quando il ponticello J1 è chiuso, viene attivato anche il relè di chiusura linea per poter eventualmente inserire i caratteri DTMF direttamente dal tele-

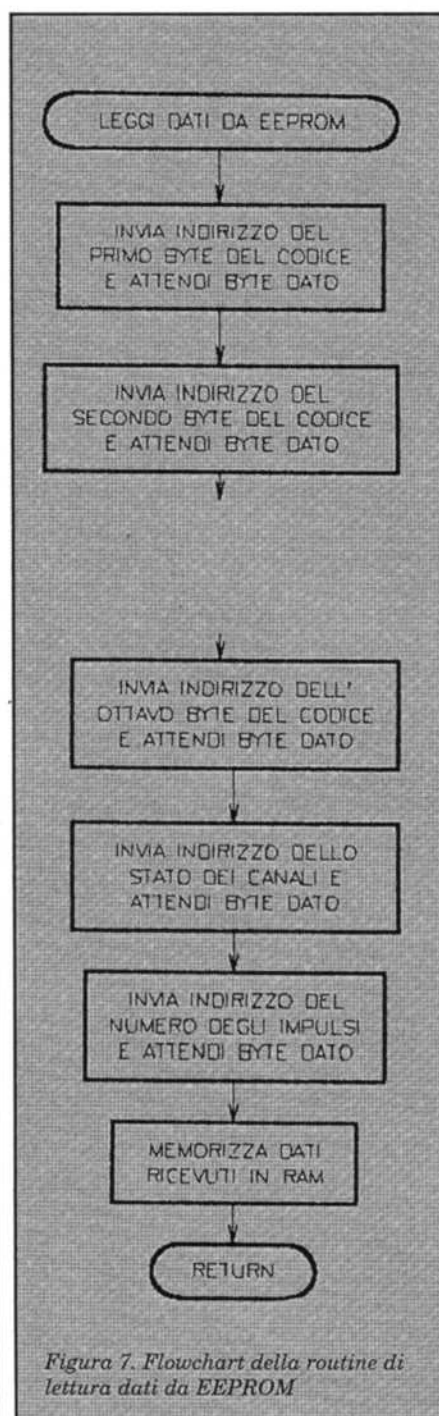


Figura 7. Flowchart della routine di lettura dati da EEPROM

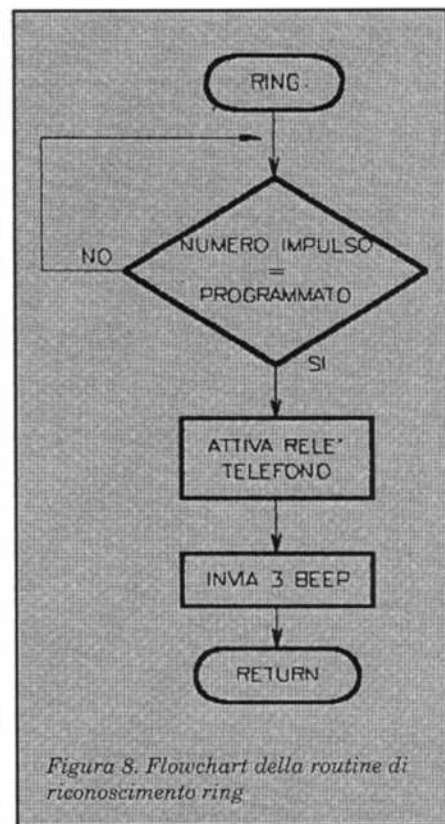


Figura 8. Flowchart della routine di riconoscimento ring

fono di casa). Se si desidera in qualsiasi momento interrompere l'inserzione di un nuovo codice, è sufficiente ripremere il pulsante P1 e rimarrà memorizzato il codice vecchio.

Una volta ricevuto il carattere DTMF, il PIC si chiede se questo è l'ottavo oppure un "#". In caso contrario, accetta il carattere e aspetta il successivo.

Se, invece, arriva l'ottavo carattere, oppure il "#", allora significa che il nuovo codice è arrivato correttamente e, quindi, si può passare alla sua memorizzazione su EEPROM.

Terminata allora la fase di programmazione, il Led 1 viene spento (e così pure l'eventuale relè di linea) e si ritorna al software principale.

La routine di programmazione del numero degli impulsi, visibile in Figura 10, lavora in modo analogo, l'unica differenza è che questa accetta un solo carattere DTMF e che il pulsante da premere è P2 e il Led è il numero 2. La routine di maggior rilievo è quella presentata in Figura 11: quella di ricezione DTMF.

La prima distinzione che viene fatta è sul tipo di carattere DTMF ricevuto.

Se questo è un numero tra 1 e 8, viene fatta una seconda distinzione tra i primi quattro numeri e tra i secondi quattro: se il carattere è compreso tra 1 e 4, si va a vedere se è possibile eseguire modifiche (in pratica se è stato inviato prece-

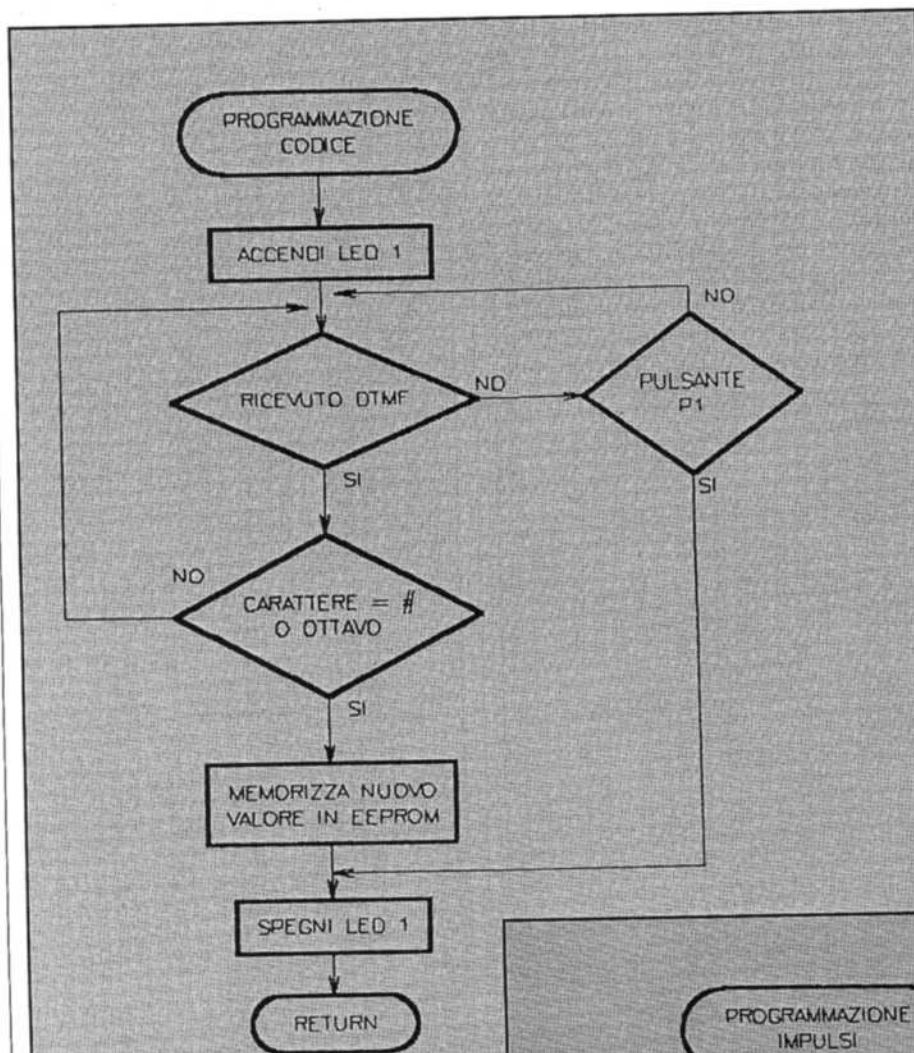


Figura 9. Flowchart della routine di programmazione codice

dentemente il codice di accesso) e in caso positivo si effettuano.

In caso negativo, si agisce come se il carattere fosse stato compreso tra il numero 4 e il numero 8, cioè viene richiesto lo stato del canale a IC6.

Si attende, quindi, la risposta e in base a questa si invia un beep di conferma (se il canale interrogato è attivo) oppure tre beep (se il canale interrogato è non attivo).

Nel caso in cui il carattere rivelato sia un "#", otteniamo lo spegnimento del relè della linea telefonica (ovviamente se prima era acceso).

Se giunge uno "0", invece, viene disabilitata la possibilità di eseguire modifiche fino a quando un nuovo codice non viene nuovamente impostato.

Il carattere "9", invece, non produce alcun effetto.

Quando, infine, viene rilevato un "*",

il PIC attende successivamente i caratteri del codice di accesso: se questi giungono correttamente, dopo l'ultimo arrivato viene abilitata la modifica dei quattro canali di output, in caso contrario si resetta il tutto e il PIC torna allo stato iniziale.

In pratica

Passiamo ora alla parte più divertente per l'hobbista e cioè alle fasi di montaggio del telecom.

A tale proposito, ricordiamo che questo può anche essere richiesto già montato e collaudato direttamente all'autore, telefonando allo 0337/259730 (costo £195.000).

In Figura 12 trovate la traccia del circuito stampato necessario, mentre in Figura 13 potete vedere il piano di cablaggio dei vari componenti. Siamo riusciti a realizzare uno stampato monofaccia, quindi facilmente autocostruibile per chiunque, senza nemmeno un ponticello fra pista e pista.

I primi componenti da piazzare sono ovviamente gli zoccoli per i circuiti integrati e per l'optoisolatore, poi di seguito le resistenze e i condensatori.

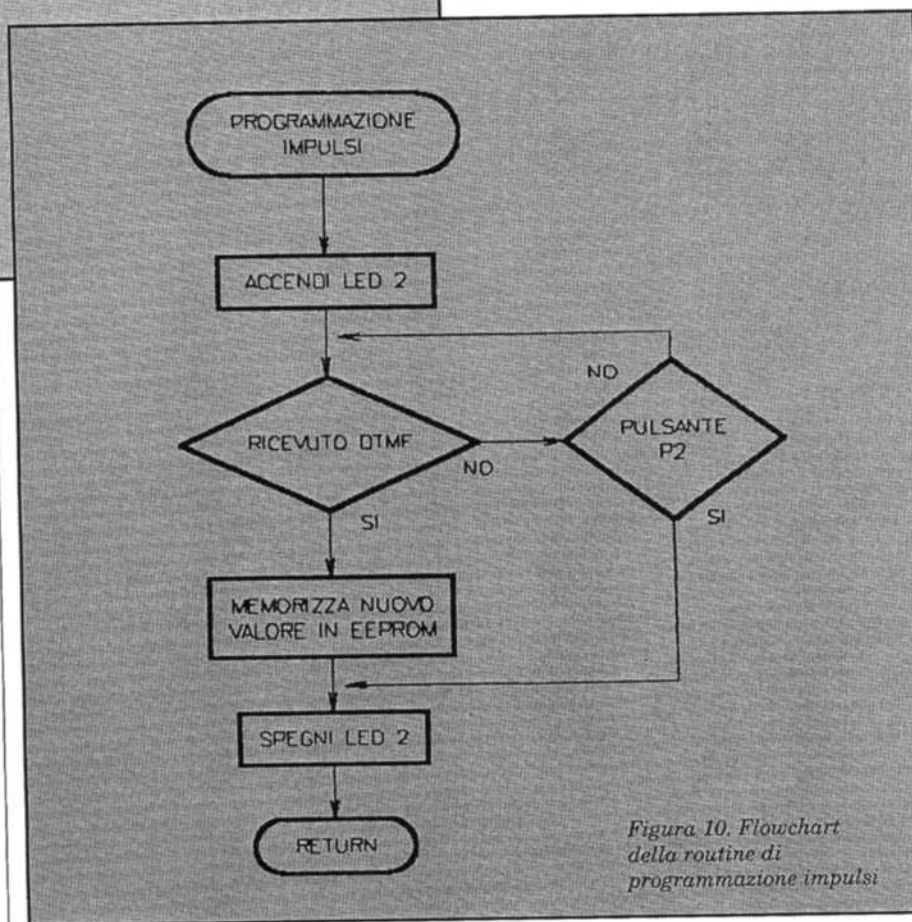


Figura 10. Flowchart della routine di programmazione impulsi

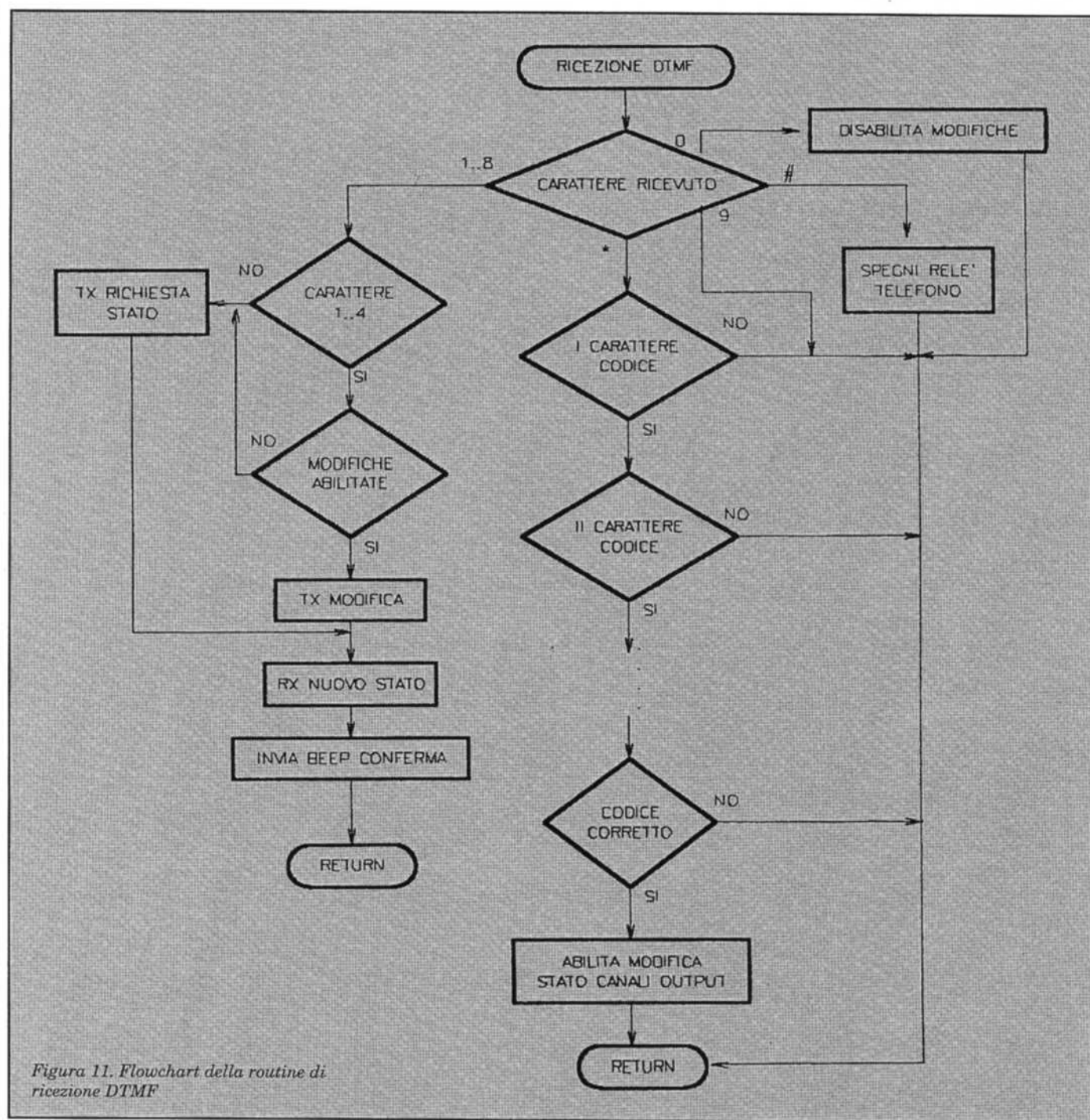


Figura 11. Flowchart della routine di ricezione DTMF

Prima di inserire gli integrati nei relativi zoccoli, ricordatevi di montare prima di IC4 i tre condensatori C3, C5 e C6, che sono gli unici componenti che si trovano sotto un integrato.

Non ci sono avvertenze particolari, se non quelle tipiche che raccomandano di fare molta attenzione a tutti i componenti polarizzati.

Il TRASF1 è un trasformatore d'isolamento per linee telefoniche e potrà essere richiesto alla CKE (02/6174981) con la sigla 16/1082.

I due PIC programmati invece li potete trovare direttamente dall'autore, al numero 0337/259730 al prezzo di £ 60.000.

Come si usa

Per brevità, riportiamo di seguito le semplici note d'uso del telecom:

- Alimentare il telecom con una tensione compresa tra 8 e 18 volt.

- Collegare CON3 a una linea telefonica e/o MIC all'ingresso microfonico di un RTX, SPK all'uscita speaker e PTT al PushTo Talk sempre dell'RTX.

- Cortocircuitare il jumper JP1 solo se si intende usufruire del settaggio e/o del funzionamento tramite linea telefonica.

Alla prima accensione, il codice della chiave elettronica, quello del numero di squilli e l'accensione dei vari canali sarà casuale.

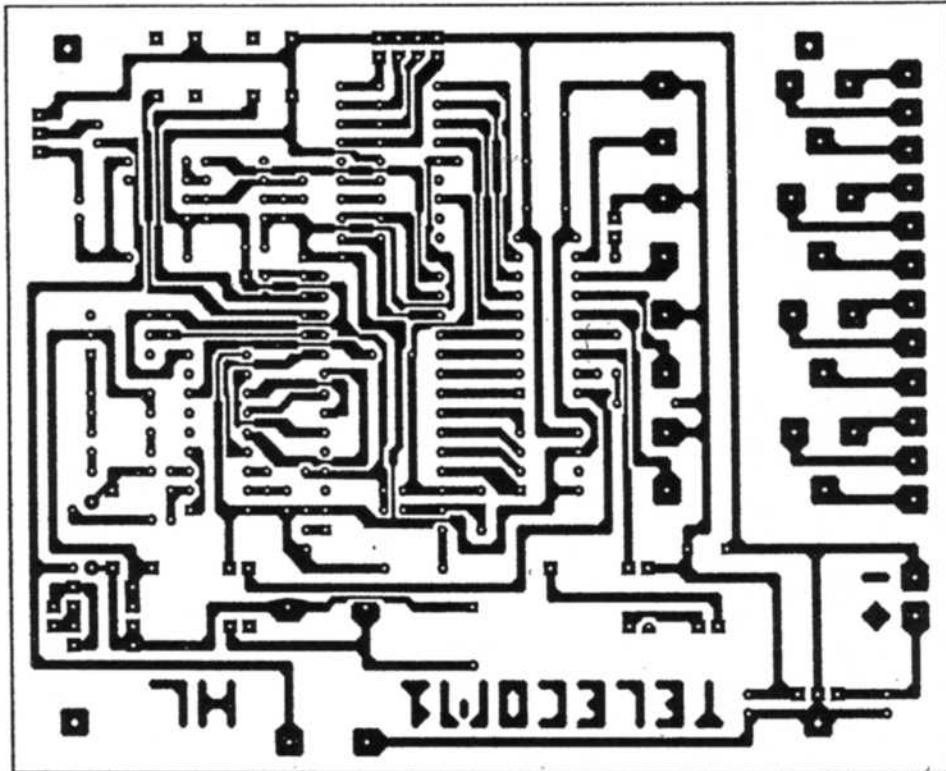


Figura 12. Circuito stampato in scala 1:1

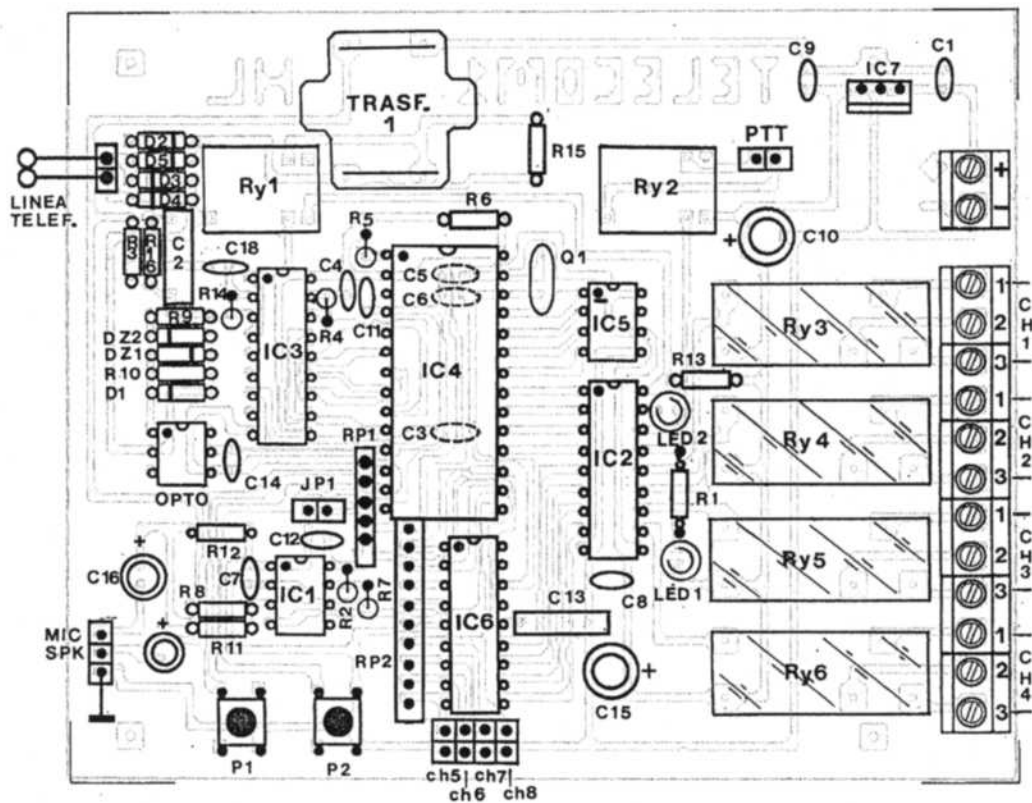


Figura 13. Disposizione dei componenti

ELENCO COMPONENTI

Semiconduttori

IC1: NE555
IC2: L603C
IC3: 8870
IC4: PIC16C57XT programmato (c/o 0337/259730)
IC5: 93C06 o 93C46
IC6: PIC16C54XT programmato (c/o 0337/259730)
IC7: 7805
OPTO1: 4N33 o 4N35
LED1, LED2: Led rosso 3 o 5 mm
D1: 1N4148
D2, D3, D4, D5: 1N4007
Dz1, Dz2: Zener 27 V 1 W

Resistori

R1, R13: 220 Ω
R2: 120 k Ω
R3: 2,7 k Ω
R4: 330 k Ω
R5, R6, R10: 10 k Ω
R7: 56 k Ω
R8: 120 Ω
R9: 1 k Ω
R11, R12, R14: 100 k Ω
R15: 680 Ω
R16: 12 k Ω
Rp1: Rete resistiva 10 k Ω 1+4
Rp2: Rete resistiva 4,7 k Ω 1+9

Condensatori

C1, C4, C8, C9, C11, C12, C13, C18: 100 nF
C2: 22 nF 400 V
C3: 33 pF
C5, C6: 82 pF
C7: 10 nF
C10: 220 μ F 16 V
C14: 47 nF
C15: 100 μ F 12 V
C16, C17: 2,2 μ F 12 V

Varie

Q1: Oscillatore ceramico 3,58 MHz
Ry1, Ry2: Relé 5 V 1 sc miniatura
Ry3, Ry4, Ry5, Ry6: Relé 5 V 1 sc
P1, P2: Pulsante N.A.
JP1: Jumper

Per programmare il codice di accesso via telefono, premere e rilasciare il pulsante di sinistra P1 ed il Led LED2 si accenderà, connettendo il telecom alla linea telefonica (se JP1 è cortocircuitato).

Attivare ora un telefono in modo TONE in parallelo alla linea telefonica oppure un ricetrasmittitore.

- Inviare il codice di accesso desiderato con un massimo di otto caratteri. Se il codice è composto da meno di otto caratteri, dovete, dopo l'ultimo, inviare il carattere di chiusura "#".
- Il Led si spegnerà ed il telecom terrà memorizzato il codice anche in mancanza di alimentazione.
- Per memorizzare il numero di squilli, procedere come prima, dopo aver premuto il pulsante P2 (di destra) e notando che si accenderà il Led LED1. Il numero di squilli potrà variare da 0 a 15, inviando il carattere desiderato come da tabella.

Nota: inviando il carattere "D", non si avrà attivazione tramite telefono.

Dopo l'invio di uno di questi caratteri, descritti in Tabella 1, il Led si spegnerà automaticamente.

Monitor del canali

Per monitorare lo stato di un canale, basta inviare il numero corrispondente, sia per i canali di input che per quelli di output.

Quando cesserà l'invio del carattere DTMF, dopo un secondo il telecom risponderà con un beep se il canale è attivo, con tre beep se il canale non è attivo. Un canale di output è attivo se il relè corrispondente è eccitato. Un canale di input è attivo se il suo ingresso non è collegato a massa.

Se è stato scelto il funzionamento via linea telefonica, il telecom si scollegherà autonomamente dopo circa 40 secondi dall'invio dell'ultimo carattere DTMF, oppure dalla ricezione del carattere "#".

Modifica dei canali di output

I canali di output possono essere modificati solamente se si conosce il codice di accesso. Inviare il carattere reset "*" e poi il codice di accesso.

Inviare ora il canale da modificare (da 1 a 4). Il canale prescelto verrà modifica-

Tabella 1.

Carattere	Squilli
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
0	10
*	11
#	12
A	13
B	14
C	15

Ovviamente da telefono non sarà possibile inviare i caratteri "A", "B", "C" e "D".

to e il suo nuovo stato sarà trasmesso con un beep se attivo o con tre beep se non attivo.

È possibile ora modificare tutti gli altri canali fino a quando non viene inviato il carattere che resetta il codice di accesso e cioè "0".

In questo caso si torna al monitoraggio dei canali e per modificarli ancora va inviato un nuovo codice con la procedura prima descritta.

Lo stato dei canali verrà mantenuto anche in caso di assenza prolungata di tensione di alimentazione, quindi se ad esempio accendete una stufa elettrica e poi la tensione di alimentazione va via, al suo ritorno la stufa riprenderà a funzionare.

Certi dell'interesse suscitato, vi invitiamo a comunicare alla redazione le vostre idee per impieghi specifici, così da permetterci di progettare apparati che realmente interessano i nostri lettori. Scrivete a:

Redazione PROGETTO
Idee PIC
Via Ferri, 6
20092 Cinisello Balsamo