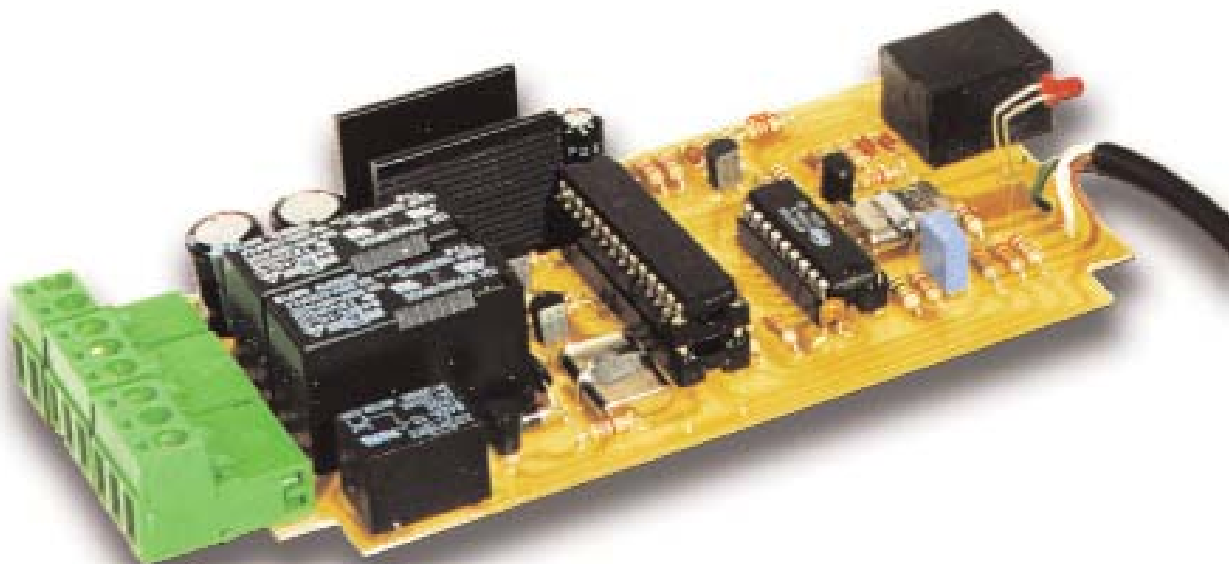


# Controllo GSM bidirezionale con cellulari Siemens



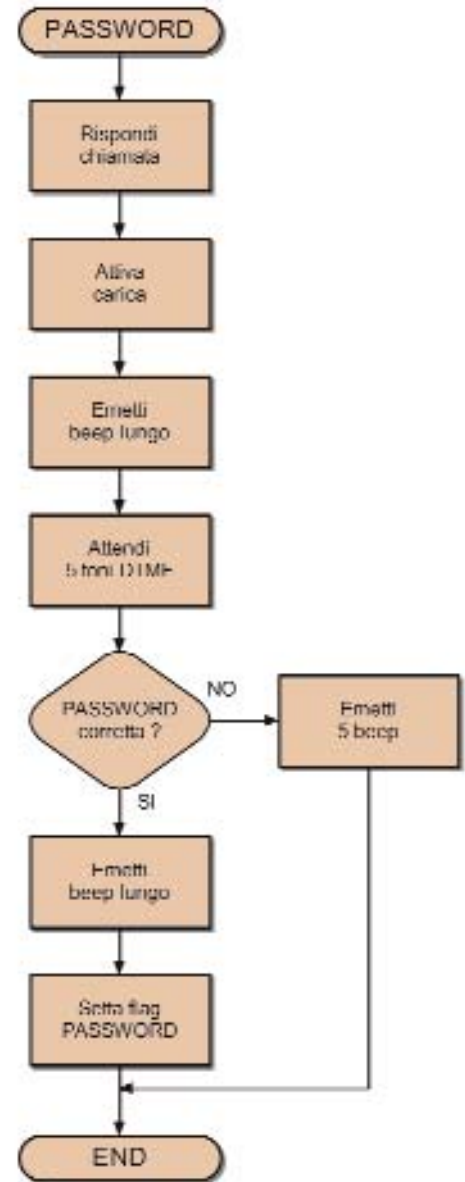
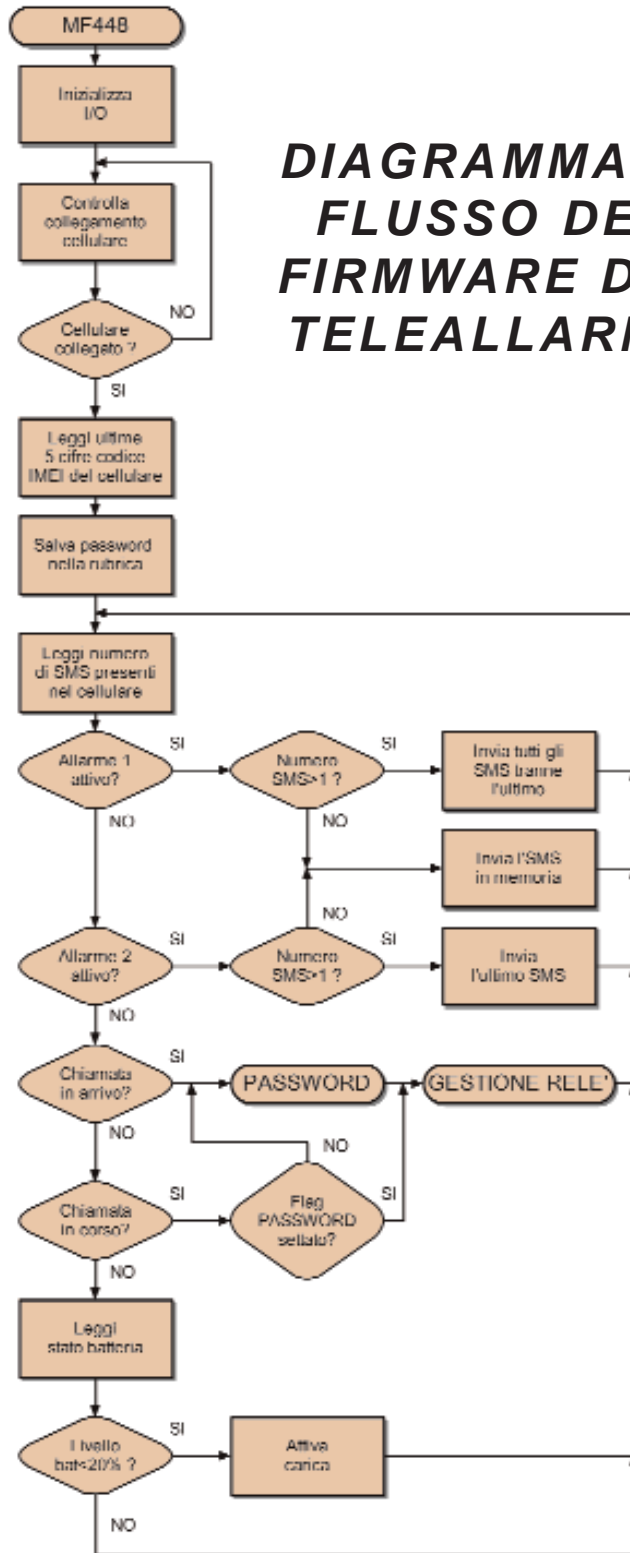
## FT448

Sono passati pochi mesi da quando abbiamo presentato una serie di progetti per controlli remoti che sfruttano la rete GSM e che utilizzano come terminale un comune cellulare Siemens della serie S35. Questi circuiti, molto semplici ma allo stesso tempo decisamente funzionali, hanno suscitato un interesse straordinario tra i nostri lettori tanto che siamo stati sommersi da richieste di ogni tipo, chiarimenti, suggerimenti, nonché informazioni più approfondite sul funzionamento e sull'uso di questi apparati. A beneficio di quanti avessero perso i fascicoli precedenti di *Elettronica In*, ricordiamo che sul numero 66 del febbraio di

quest'anno abbiamo presentato il progetto di un teleallarme GSM ovvero di un dispositivo in grado di inviare un SMS a qualsiasi altro cellulare quando l'ingresso di allarme viene attivato. Un sistema di questo genere è facilmente abbinabile all'impianto antifurto per auto o per casa e ci avvisa, ovunque noi siamo, del tentativo di effrazione. Sullo stesso fascicolo abbiamo presentato anche un circuito di telecontrollo, sempre abbinato ad un cellulare Siemens, col quale è possibile attivare a distanza, con una semplice telefonata, due relè con i quali azionare qualsiasi carico. Infine sul fascicolo n. 67 del marzo 2002 abbiamo proposto il circuito di un apricancello in grado di effettuare l'apertura di un cancello automatico utilizzando come telecomando qualsiasi cellulare GSM abilitato allo scopo. Il dispo-

sitivo è in grado di memorizzare i numeri di circa 200 utenti e l'impiego non comporta alcun addebito telefonico. Evidentemente, con questa tecnologia, e sulla falsariga di questi progetti, è possibile realizzare numerosi altri dispositivi di controllo remoto, come ci hanno suggerito numerosi lettori. Tra le richieste più "gettonate" un controllo remoto a più canali (che abbiamo messo in lavorazione) ed un sistema che integrasse sia il teleallarme che il telecontrollo. Abbiamo realizzato quest'ultimo progetto a tempo di record ed il frutto del nostro lavoro è descritto nelle pagine seguenti. La rapidità con la quale abbiamo realizzato questo circuito non va sicuramente a scapito della qualità; come vedremo, infatti, questo circuito integra alcune innovative soluzioni hardware e software che i precedenti dispositivi non avevano. A

## DIAGRAMMA DI FLUSSO DEL FIRMWARE DEL TELEALLARME



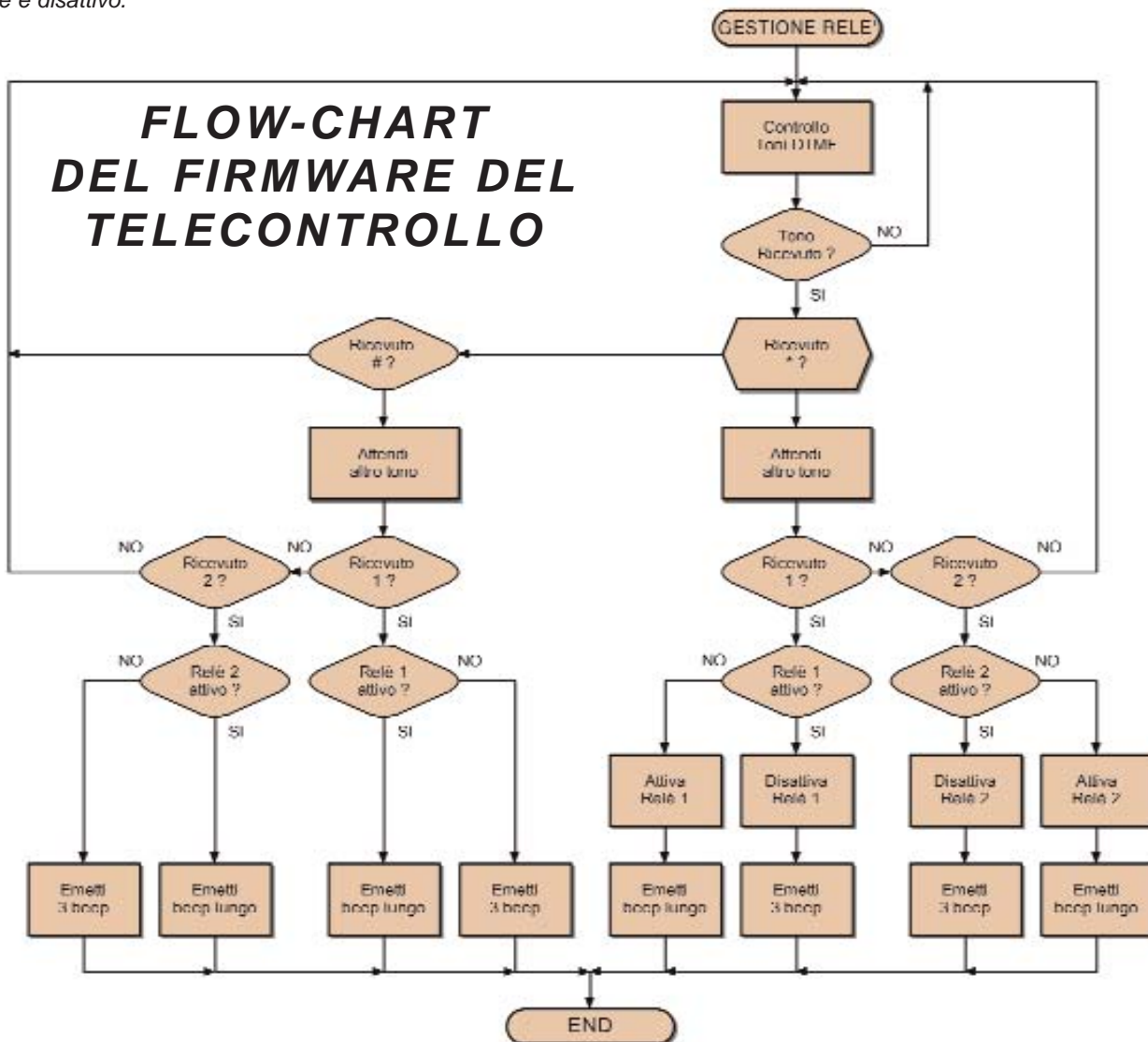
## IL RICONOSCIMENTO DELLA PASSWORD

titolo di esempio citiamo il controllo della batteria. Il nuovo apparato verifica, tramite la porta seriale, il livello di carica della batteria (il dato è disponibile nel firmware del cellulare) ed attiva il circuito di

ricarica quando il livello scende sotto il 20%. Ultimata la carica (livello al 100%), il circuito si disattiva per riattivarsi nuovamente quando la soglia scende nuovamente al 20%. Con questa tecni-

ca la batteria ha sicuramente una durata maggiore rispetto ad una procedura di carica che prevede di mantenere costantemente sotto tensione la batteria. Ma vediamo in dettaglio come funzio-

I tre diagrammi di flusso relativi al firmware implementato nel micro PIC16F876 chiariscono, in ogni particolare, come funziona il nostro controllo remoto. Subito dopo l'accensione, il sistema legge l'IMEI del cellulare e salva nella prima posizione della rubrica le ultime 5 cifre di tale dato che rappresentano la password di accesso nel caso il dispositivo venga utilizzato come telecontrollo. Come teleallarme, invece, il sistema dispone di due ingressi di controllo che consentono di inviare due informazioni distinte, solitamente una per segnalare un allarme vero e proprio e l'altra per segnalare la presenza di un guasto o di un malfunzionamento del sistema. Nel primo caso è possibile inviare l'SMS ad un massimo di 8 differenti numeri di cellulare, nel secondo ad una sola. Il led resta acceso durante l'invio degli SMS; durante questa fase il circuito provvede anche a bloccare la tastiera del telefono. Nel caso di impiego come telecontrollo, il circuito risponde automaticamente ed invia un lungo beep a conferma dell'avvenuto collegamento. A questo punto dobbiamo inviare, tramite la tastiera del telefono, i 5 toni corrispondenti alla password di accesso: se la password è corretta il sistema risponde con un altro beep lungo e ci abilita all'attivazione delle uscite, in caso contrario vengono generati cinque brevi beep e la chiamata viene terminata. Per modificare lo stato delle uscite è sufficiente digitare sulla tastiera \*1 o \*2; a seguito di questa azione il relè relativo cambia stato ed il circuito genera un beep lungo se il relè si attiva o tre brevi beep se il relè si disattiva. E' anche possibile interrogare il dispositivo digitando #1 o #2: la risposta è simile a quella precedente: un solo beep lungo indica che il relè è attivo, tre brevi beep che il relè è disattivo.



na questo circuito che, lo abbiamo già detto, può essere utilizzato sia come teleallarme (per inviare degli SMS ad altri cellulari) che come telecontrollo per attivare due carichi di potenza. Come nei precedenti progetti, il sistema uti-

lizza un cellulare Siemens della serie S35 il cui modem interno può essere pilotato mediante i terminali disponibili sul connettore di I/O. Ma procediamo con ordine, dando inizialmente un'occhiata al flow-chart il quale chiarisce come

funziona il dispositivo. Iniziamo dalla funzione di teleallarme. Al contrario della versione precedente, questo circuito dispone di due ingressi di controllo la cui attivazione può avvenire (come vedremo in dettaglio durante la

## I CAVI DI CONNESSIONE



BIANCO: A  
MARRONE: B  
GIALLO: GND  
VERDE: +12V  
ROSSO: IN2 ATTIVO AL +  
NERO: IN1 ATTIVO AL -  
ARANCIO: IN2 ATTIVO AL -  
BLU: IN1 ATTIVO AL +

CALZA: GND (1)  
GIALLO: +VCC (3)  
MARRONE: TX DEL CELLULARE (5)  
BIANCO: RX DEL CELLULARE (6)  
ROSSO: RICONOSCIMENTO ACCESSORI (8-9)  
VERDE: SPEAKER (11)

*Il disegno illustra come vanno effettuati i collegamenti tra il connettore del cellulare e le relative piazzuole dello stampato. Per quanto riguarda gli ingressi di allarme, ciascun colore del flat utilizzato corrisponde ad una specifica funzione come indicato nel disegno.*



*Per il montaggio del nostro sistema di controllo remoto abbiamo utilizzato un contenitore plastico della Teko, precisamente il modello Coffe2. Su un lato di tale contenitore abbiamo previsto il foro per il cavo di collegamento al cellulare, il led di segnalazione e la presa RJ45 con 8 terminali. Sul lato opposto abbiamo realizzato la cava dalla quale escono i morsetti che fanno capo all'ingresso di alimentazione ed alle due uscite dei relè di potenza. Il led, inizialmente acceso, si spegne quando*

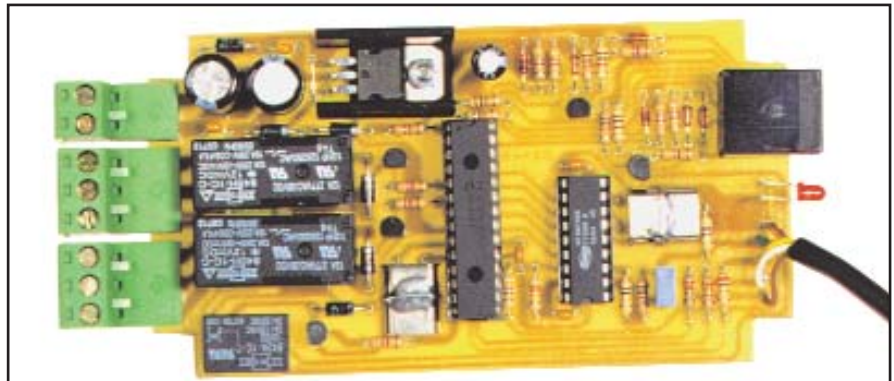
*al sistema viene collegato il cellulare. Successivamente il led emette un breve lampeggio ogni dieci secondi circa e resta acceso durante l'invio degli SMS di allarme. Per alimentare il circuito è necessario utilizzare un adattatore dalla rete in grado di erogare una tensione continua di 12 volt ed una corrente di almeno 0,5 A. Utilizzando il dispositivo in auto è sufficiente collegare l'ingresso di alimentazione ai terminali della batteria.*

descrizione dello schema elettrico) con impulsi positivi, negativi o semplicemente con i contatti di un relè o di un pulsante. La presenza di due ingressi consente di inviare due informazioni distinte, solitamente una per segnalare un allarme vero e proprio e l'altra per segnalare la presenza di un guasto o di un malfunzionamento del sistema. Possiamo dunque preparare due messaggi con testi differenti (ad esempio "allarme attivo" e "sistema in avaria") da abbi-

nare ad un massimo di nove numeri differenti con una particolarità: l'ultimo messaggio dovrà essere quello con la segnalazione dell'avaria. In pratica se intendiamo inviare il messaggio di allarme in primo luogo a noi stessi e poi al cellulare di nostra moglie e nostro fratello, dovremo memorizzare tre messaggi di allarme con questi tre numeri più un quarto messaggio con la segnalazione di guasto abbinato al nostro numero. Così facendo, in caso di attiva-

zione dell'ingresso n.1 (allarme), il sistema invierà tre SMS di allarme a noi, a nostra moglie e a nostro fratello mentre se ad attivarsi è il secondo ingresso il sistema invierà esclusivamente il quarto SMS memorizzato con la segnalazione del guasto al nostro numero di cellulare. In pratica abbiamo la possibilità di mandare il messaggio di allarme ad 8 utenze diverse mentre quello con la segnalazione del guasto è solamente uno e viene inviato ad una sola utenza.

Nel caso in cui venga memorizzato un solo messaggio, questo verrà inviato sia attivando il primo che il secondo ingresso. Eventuali messaggi che dovessero arrivare al cellulare collegato al nostro sistema vengono inseriti nella decima posizione di memoria ed immediatamente cancellati. In questo modo tutti i messaggi in arrivo dai nostri amici, dal gestore, eccetera, non influiscono sulla sequenza dei messaggi memorizzati. Nell'apposito riquadro spieghiamo in dettaglio come inserire nella memoria del cellulare i vari messaggi. A tale proposito ricordiamo che, una volta inserita la sequenza dei messaggi, e dovendo fare una variazione, è consigliabile modificare il contenuto del messaggio anziché cancellare il messaggio stesso e scriverne uno nuovo. In questo caso, infatti, il nuovo messaggio verrebbe inserito nell'ultima posizione alterando la sequenza originale. L'unico led di segnalazione previsto nel circuito rimane acceso fino a quando non si collega il cellulare al dispositivo; a questo punto il led si spegne ed emette un breve lampeggio ogni 10 secondi circa per segnalare che il circuito è attivo. Il led resta acceso anche durante l'invio degli SMS di allarme. Durante questa fase (invio degli SMS) il circuito provvede anche a bloccare la tastiera del telefono. Osservando il diagramma di flusso notiamo anche che subito dopo l'accensione, il sistema legge l'IMEI del cellulare collegato e salva nella prima posizione della rubrica le ultime 5 cifre di tale dato. Queste cifre rappresentano la password di accesso nel caso il dispositivo venga utilizzato come telecomando. Se infatti chiamiamo il telefonino lo stesso risponde automaticamente ed invia un lungo beep che ci conferma dell'avvenuto collegamento. A que-



*La basetta del nostro circuito di controllo remoto a montaggio ultimato. Al centro della piastra il microcontrollore PIC16F876 al quale fanno capo tutte le funzioni logiche. Le uscite di potenza utilizzano due relè con contatti da 5A mentre il circuito di ricarica viene controllato da un relè miniatura con contatti da 1A.*

sto punto dobbiamo inviare, tramite la tastiera del telefono, i 5 toni corrispondenti appunto alla password di accesso, ovvero alle ultime cinque cifre dell'IMEI. Se la password è corretta il sistema risponde con un altro beep lungo e ci abilita all'attivazione delle uscite, in caso contrario vengono generati cinque brevi beep e la chiamata viene terminata. Non esiste alcun segnale che viene inviato all'ingresso audio del cellulare; in questo caso infatti i toni vengono generati dal cellulare stesso mediante opportuni comandi AT inviati sulla linea seriale. I collegamenti di bassa frequenza tra il cellulare ed il nostro circuito sono dunque ridotti ad uno solo, quello che dall'altoparlante porta all'ingresso dell'integrato riconoscitore di toni DTMF U2. In questo modo si evitano "ritorni" di BF che potrebbero rendere critico il funzionamento di questa sezione. La generazione di toni BF tramite comandi seriali è un'altra innovazione rispetto alla versione precedente del telecomando. Proseguiamo l'analisi del funzionamento osservando a pagina 43 il diagramma di flusso relativo alla gestione dei relè. Per modificare lo stato delle uscite è

sufficiente digitare sulla tastiera \*1 o \*2; a seguito di questa azione il relè relativo cambia stato ed il circuito genera un beep lungo se il relè si attiva o tre brevi beep se il relè si disattiva. E' anche possibile interrogare il dispositivo per conoscere la condizione dei relè senza che ciò provochi una variazione di stato. Questa funzione si ottiene digitando #1 o #2 e la risposta è simile a quella precedente: un solo beep lungo indica che il relè è attivo, tre brevi beep che il relè è disattivo. Il circuito dispone di un time-out che interrompe la connessione se per più di 20 secondi non giunge un comando. In ogni caso la connessione termina non appena il chiamante chiude la comunicazione abbassando la cornetta o premendo sull'apposito tasto del cellulare. Ricordiamo che per chiamare il dispositivo allo scopo di modificarne lo stato delle uscite è possibile utilizzare un telefono fisso o un cellulare; al contrario, la ricezione dei messaggi di allarme generati dalla prima sezione può essere effettuata solamente con apparati cellulari in grado di ricevere gli SMS. Un'ultima particolarità del funzionamento della sezione di telecomando riguarda il

circuito di carica della batteria. Durante questa fase, infatti, anche se il livello della batteria è sufficiente, viene sempre attivato il relè di ricarica per evitare che la batteria possa improvvisamente "abbandonarci".

Il "cuore" del circuito è rappresentato dall'integrato U1, un PIC16F876 opportunamente programmato al quale fanno capo tutte le funzioni logiche. Questo chip comunica col cellulare tramite la linea seriale che fa capo ai pin 12 e 13 (RC1 e RC2): tramite questa linea vengono inviati al cellulare i comandi AT corrispondenti alle varie funzioni e vengono acquisite le informazioni relative al numero dei messaggi in memoria, all'IMEI, ai messaggi in arrivo, allo stato della batteria, eccetera. I toni DTMF in arrivo vengono decodificati dall'integrato U2, un comune 8870. I dati relativi vengono comunicati al micro tramite 5 linee (Q1,Q2,Q3,Q4 e STD). Il guadagno del decoder DTMF dipende da R6,R7 e R21; con i valori da noi utilizzati il segnale viene decodificato praticamente sempre, anche quando il volume di uscita del cellulare è al minimo. E' consigliabile, comunque, regolare il volume in posizione intermedia. Il clock dell'8870 viene controllato dal quarzo Q2 da 3,58 MHz. Il circuito di ricarica della batteria fa capo al transistor T3 controllato dall'uscita RC3 del micro. L'attivazione di questo circuito con la conseguente chiusura del relè RL3 mette sotto carica la batteria del cellulare tramite la resistenza R10 da 4,7 Ohm che viene alimentata a 5 volt. Utilizzando una resistenza di valore più elevato (10 o 22 Ohm), la carica è più lenta e l'assorbimento complessivo del circuito è inferiore; in ogni caso la carica viene sempre controllata dal micro che provvede a disattivare

questa sezione quando la batteria è carica al 100%. La nostra apparecchiatura viene alimentata con una tensione a 12 volt continui anche se avremmo potuto fare ricorso ad una sorgente a 5 volt; questa scelta è dettata dal fatto che i relè a 5 volt sono meno reperibili di quelli a 12 volt e che per un impiego in auto è più conveniente che l'apparecchiatura preveda un'alimentazione a 12 volt. Osservando lo stadio di alimentazione notiamo che il potenziale a 12 volt viene utilizzato per alimentare esclusivamente le bobine dei relè; il regolatore U3 provvede a ridurre la tensione da 12 a 5 volt stabilizzati, tensione con la quale viene alimentato il circuito di ricarica della batteria e l'integrato 8870. Per alimentare il microcontrollore la tensione viene abbassata a circa 3,6 volt mediante i due diodi in serie D2 e D3. Il micro può ovviamente funzionare a 5 volt ma in questo modo il livello alto della linea seriale di comunicazione col cellulare non supera i 3,6 volt, perfettamente compatibile con quella del telefono. I due relè di uscita sono controllati dalle porte RA3 e RA4 del micro mentre gli ingressi di allarme fanno capo alle porte RB7 (ingresso 1) e RB6 (ingresso 2). Le reti di ingresso consentono di attivare gli allarmi con segnali logici positivi o negativi, oltretutto, ovviamente, con un contatto pulito di un relè o di un pulsante. In pratica per attivare il primo canale è sufficiente applicare una tensione positiva all'ingresso IN1+ oppure collegare a massa l'ingresso IN1- o collegare al +12V l'ingresso IN1+ tramite i contatti di un relè. Lo stesso discorso vale per il secondo canale. Abbiamo previsto anche di rendere disponibili all'esterno due pin del micro (RA0 e RA1), uscite A e B, molto utili in caso di modifiche al firmwa-

re per il debugging dello stesso. Non volendo utilizzare questa opzione, potremo evitare di usare le resistenze R23 e R24. Il clock del microcontrollore U1 è controllato dal quarzo Q1 da 8 MHz mentre l'unico led di segnalazione (LD1) viene pilotato dalla porta RC7.

## Adattare l'FT448 ai cellulari Siemens S45

Nel campo dei telefoni mobili l'evoluzione procede a velocità stratosferica ed i cellulari della serie Siemens 35 sono diventati difficilmente reperibili; per realizzare questo progetto, pertanto, è necessario rivolgersi al mercato dell'usato. D'altra parte non è possibile utilizzare modelli differenti o, addirittura, apparati di altre case. Gli unici modelli compatibili quasi al 100% sono i modelli Siemens della serie 45 che sono ancora reperibili in commercio. Anche in questo caso, tuttavia, esistono delle leggere differenze per cui è necessario apportare alcune modifiche (molto semplici) al nostro progetto. La differenza tra le due famiglie di cellulari (per quello che ci interessa) riguarda essenzialmente il circuito di ricarica della batteria che nel caso della famiglia 45 deve fornire una tensione più alta. Vediamo dunque le modifiche da apportare ricordando che, una volta eseguite, il dispositivo non potrà più essere utilizzato (a meno di ripristinare la configurazione originale) con i cellulari della famiglia 35. La prima modifica consiste nell'individuare e rimuovere i diodi D2 e D3 e, al loro posto, inserire una resistenza da 270 ohm. In pratica la resistenza va collegata tra il catodo di D3 e l'anodo di D2. La seconda operazione consiste nell'inserire tra la massa e "l'uscita" della resistenza appena

aggiunta un diodo zener da 3,6V con in parallelo una resistenza da 1Kohm. I due componenti andranno fissati dal lato rame del circuito come indicato nella fotografia in basso a sinistra. Lo zener è un elemento polarizzato e perciò va montato nel giusto verso, pena il mancato funzionamento del circuito. La terza modifica consiste nell'inserire una serie di 3 diodi 1N4007 tra il morsetto GND del regolatore 7805 (chip U3) e la massa. Ciò al fine di innalzare di un paio di volt la tensione di uscita del regolatore. Iniziate quindi a costruire la serie, saldando il cato-

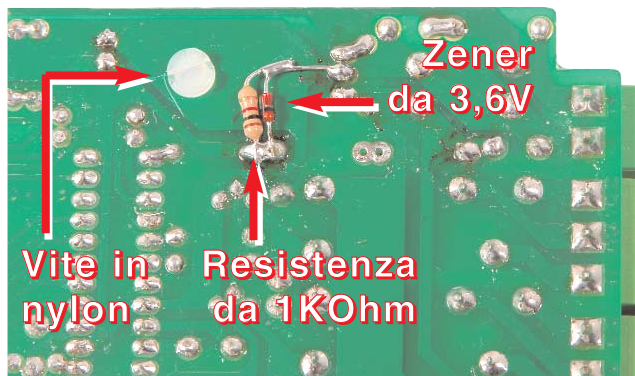
do di un diodo all'anodo del successivo. Successivamente dissaldiate il terminale centrale del regolatore dal circuito; piegatelo leggermente verso l'alto e saldatelo all'anodo dell'ultimo diodo della serie. Il catodo del primo diodo della serie andrà invece stagnato in corrispondenza del foro in cui precedentemente era saldato il terminale centrale del 7805 (per maggiori dettagli in queste pagine sono comunque presenti delle immagini che mostrano come procedere). Infine sostituite la vite e il dado di fissaggio di metallo del regolatore con dei componenti di

materiale isolante per evitare che il "case" venga a contatto con la massa del circuito.

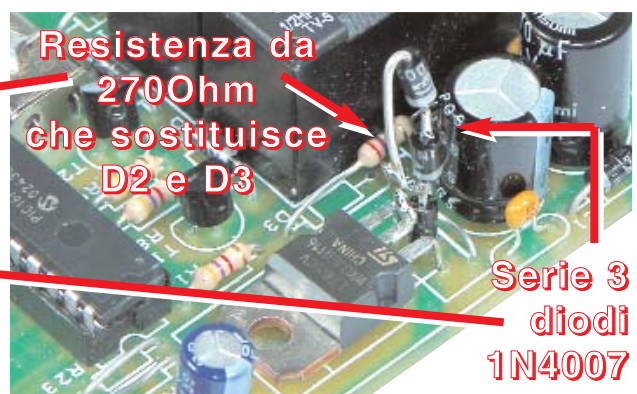
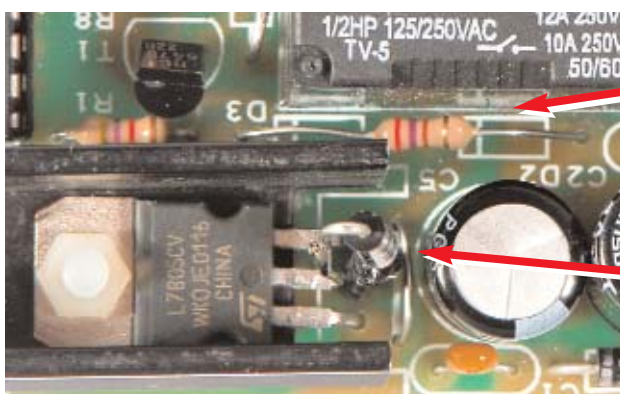
**L'articolo completo del progetto è stato pubblicato su:**

**Elettronica In n. 71  
Luglio-Agosto 2002**

### Modifiche da apportare all'FT448 per adattarlo ai Siemens S45



L'immagine a sinistra mostra, nel dettaglio, le posizioni in cui vanno saldati la resistenza da 1KOhm e il diodo zener da 3,6V (prendendo la foto come riferimento lo zener va posizionato in modo che il catodo dello stesso, indicato dalla fascetta nera, sia rivolto "verso il basso"). La stessa foto evidenzia i due fori lasciati liberi dalla rimozione dei diodi D2 e D3 e la presenza della vite di fissaggio in nylon che, per evitare di collegare il piedino GND del regolatore 7805 a massa, dovrà sostituire quella in metallo utilizzata in precedenza.



Le due immagini mostrano come inserire la resistenza da 270Ohm e la serie di 3 diodi 1N4007 (per una maggiore visibilità, nella foto di destra è stato rimosso il dissipatore di calore al regolatore 7805). Si noti che il piedino centrale del 7805 va dissaldato dalla basetta e collegato alla serie di 3 diodi.