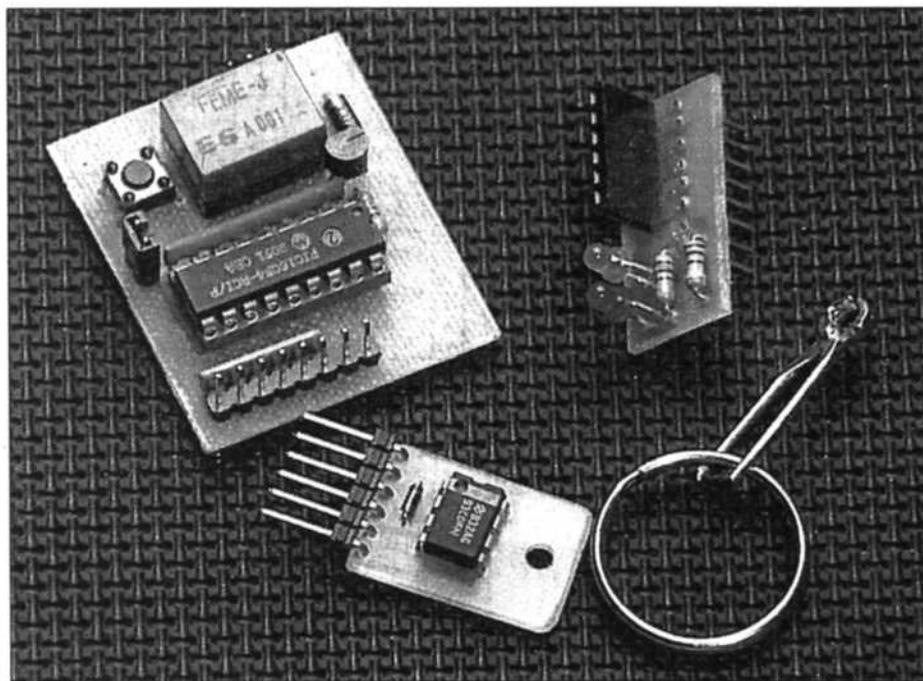


CHIAVE ELETTRONICA CON OLTRE 4 MILIARDI DI COMBINAZIONI

Incominciamo con questo numero la descrizione della migliore serratura elettronica mai vista: sicura, con le possibili combinazioni e, da non sottovalutare, facile da realizzare, con la serie di basette omaggio che Progetto regala a tutti i suoi lettori

di Andrea Sbrana - 1ª parte



Abbiamo avuto modo di analizzare diversi progetti di serrature elettroniche, ma senza dubbio di smentita possiamo affermare che questa è la migliore in assoluto. Lo possiamo dire, forti delle sue tantissime combinazioni - più di 4 miliardi - oltre che per l'estrema semplicità circuitale.

La nostra serratura è composta da tre parti che descriveremo in tre numeri della rivista per farvi comprendere fin nei più minimi dettagli il funzionamento di questo prodigio tecnologico. In ogni

numero, inoltre, vi regaleremo il circuito stampato della sezione che descriveremo: potrete così realizzare la serratura seguendo i nostri consigli e i nostri suggerimenti e alla fine avrete costruito qualcosa di veramente eccezionale.

Infatti, non potevamo presentare la classica chiave resistiva o capacitiva, come da anni troviamo su riviste del settore, ma dovevamo offrirne una totalmente diversa, più affidabile e, soprattutto, con una probabilità bassissima di essere decodificata e, quindi, elusa.

Inoltre, una delle maggiori preoccupazioni dell'hobbista era quella di doversi procurare le resistenze di precisione adeguate e non sempre era possibile trovarle come volevamo. Un altro svantaggio delle chiavi resistive è che con escursioni termiche notevoli spesso non avviene il riconoscimento.

La soluzione da noi proposta, invece, offre notevoli vantaggi costruttivi e implementativi che adesso esporremo.

Caratteristiche principali

Definire quali caratteristiche siano più importanti di altre è arduo per questo circuito, quindi le elencheremo senza un preciso ordine.

Una fra le più innovative funzionalità è l'assenza di taratura del circuito: con le chiavi resistive era necessario regolare i trimmer per la comparazione dei valori resistivi, mentre adesso tutto questo non è più necessario, poiché i dati vengono comparati in forma digitale, senza possibilità di errore.

Per lo stesso motivo, sarà possibile autocostruirsi una chiave semplicemente acquistando una memoria di tipo EEPROM (o 93C06 o 93C46 a seconda di quella reperibile dal negoziante) e per programmarla sarà sufficiente premere un pulsante. Se in futuro cambierete codice, basterà ripremere il solito pulsante per riprogrammare tutte le chiavi in vostro possesso.

Anche il numero di combinazioni è notevole: più di quattro miliardi, poiché il codice viene scritto con quattro byte, abbiamo, quindi, 2 elevato alla 32 ($4 \times 8 = 32$ bit) che dà esattamente 4.295.000.000!

La possibilità allora di trovare due antifurti con la stessa chiave è praticamente nulla, anche perché ogni chip viene personalizzato dall'autore in fase di programmazione con un codice diverso dagli altri.

Se desiderate, infatti, avere più moduli con lo stesso codice, dovrete espressamente richiederlo telefonando allo

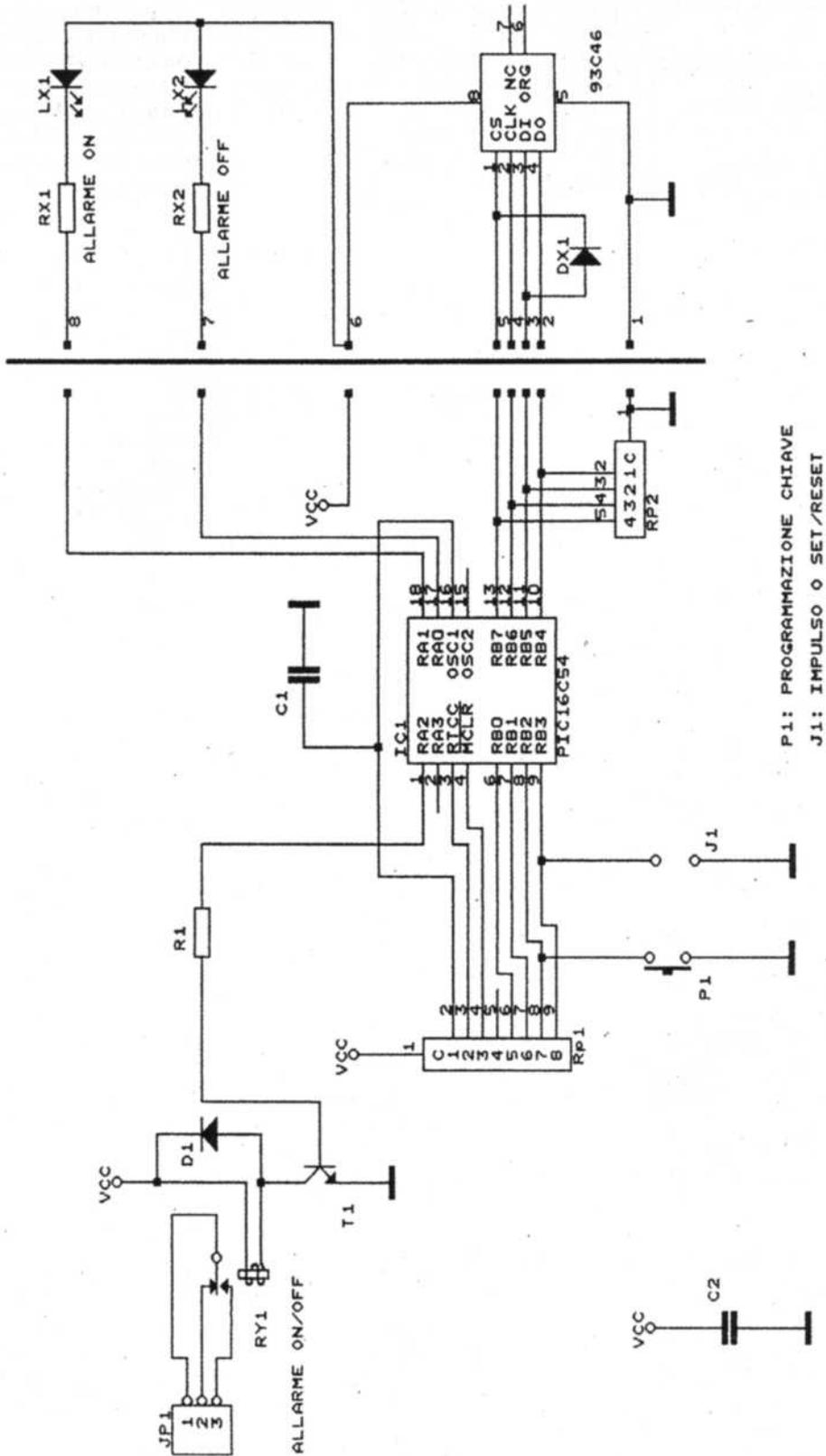


Figura 1. Schema elettrico del modulo base

0337/259730. Molte volte, infatti, può capitare di voler accedere a più allarmi o aperture porte o altro con un'unica

chiave di accesso, quindi si rende strettamente necessario avere moduli con il medesimo codice. Oltre a queste primarie caratteristiche, dobbiamo aggiungere il basso consumo, la semplicità d'uso, la possibilità di avere un funzionamento di tipo impulsivo oppure di tipo set/reset settando o meno un jumper, le piccole dimensioni e la facile riproducibilità.

Come funziona

Questo mese vedremo il funzionamento del modulo base, mentre sui prossimi numeri descriveremo il modulo inseritore e la chiave vera e propria.

In Figura 1 troviamo lo schema elettrico del modulo base. Notiamo subito che la logica del funzionamento è tutta racchiusa in IC1, il microcontrollore

ELENCO COMPONENTI

Semiconduttori

IC1: PIC16C54 (c/o 0337/259730)

T1: BC337 - D1: 1N4001

Resistori

R1: 8,2 kΩ

Rp1: Rete resistiva 10 kΩ 1+8

Rp2: Rete resistiva 10 kΩ 1+4

Condensatori

C1: 56 pF - C2: 100 nF

Varie

Ry1: Relè miniatura 5 V

P1: pulsante da C.S. - J1: Jumper

JP1: connettore - JP2: connettore

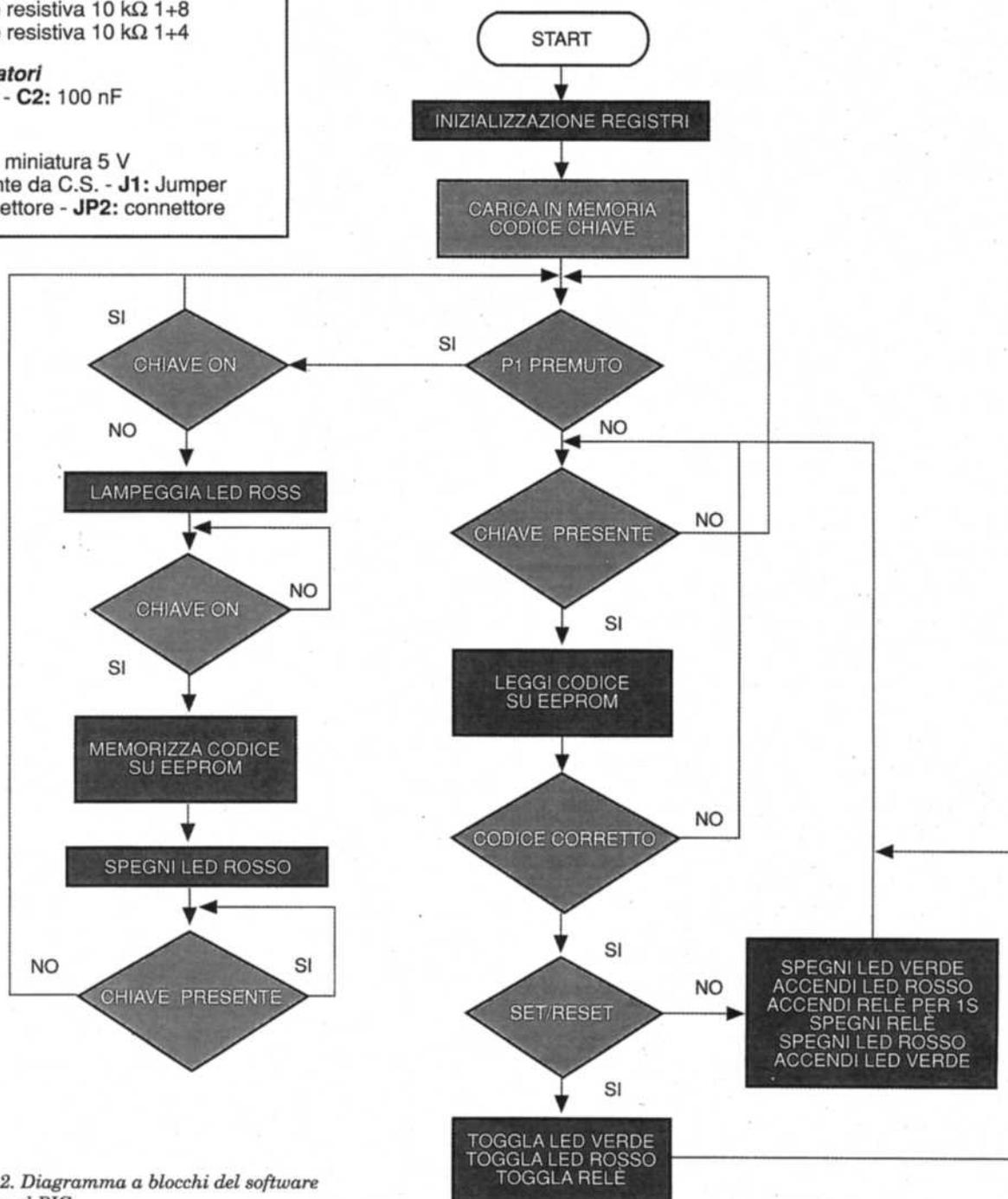


Figura 2. Diagramma a blocchi del software inserito nel PIC

della Microchip dal costo più basso degli altri! A tale proposito ricordiamo che sarà possibile richiederlo programmato direttamente all'autore telefonando allo 0337/259730 che lo invierà ai soli lettori di Progetto per la modica cifra di £ 18.000 + spese di spedizione.

Collegati a questo chip vediamo l'input del pulsante, l'input del jumper, l'output del relè e le connessioni con il modulo chiave e inseritore.

Per comprendere il meccanismo di funzionamento, è visibile in Figura 2 il diagramma a blocchi del software inserito nel PIC.

All'accensione si ha la solita inizializzazione dei registri successivamente impiegati, poi si passa a "caricare" nella RAM del PIC il codice di quattro byte memorizzato su PROM durante la fase di programmazione del PIC. A questo punto il PIC è attivo, cioè sta in attesa o della pressione del pulsante P1 (programmazione chiave) oppure dell'inserimento della chiave nel modulo inseritore.

Non appena il pulsante P1 viene premuto, la prima operazione che viene eseguita è il test antirimbazzo per essere sicuri della corretta pressione del pulsante. Poi si testa lo stato della chiave: se la chiave è attivata (Led rosso acceso e Led verde spento) si torna allo stato precedente, in quanto non è ammesso di poter programmare una chiave durante lo stato attivo di un allarme per evitare che un ladro, riuscito ad arrivare al modulo, possa "clonarsi" una chiave.

Se, al contrario, la chiave è disattiva, il diodo Led rosso comincia a lampeggiare fino a quando una chiave non viene inserita. A questo punto, si ha la memorizzazione del codice nella chiave e il Led rosso viene spento.

Il PIC resta allora in attesa che la chiave venga tolta dall'inseritore. Quando ciò avviene, il controllo torna allo stato iniziale.

Se, al posto della pressione del pulsante P1, viene rilevata la presenza della chiave nell'inseritore, il PIC passa alla lettura della EEPROM e successivamente confronta i quattro byte appena letti con quelli memorizzati nella sua PROM. Nel caso in cui questi byte non coincidano, non accade nulla e si attende il disinserimento della chiave. Al contrario, quando il confronto dà esito positivo, si testa per prima cosa lo stato del jumper J1 per vedere se è richiesto un funzionamento del relè di tipo impulsivo oppure di tipo set/reset (o per intenderci passo-passo).

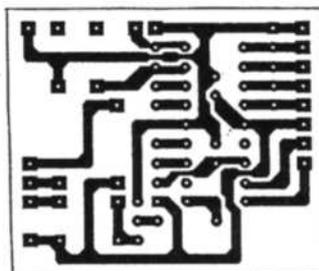
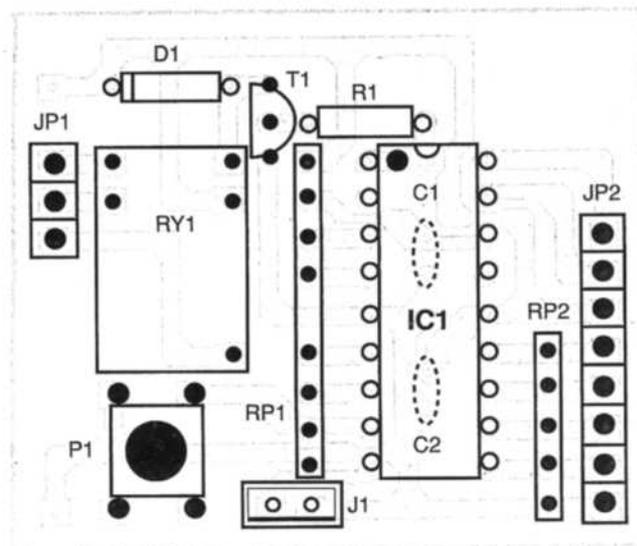


Figura 3. Circuito stampato scala 1:1 e disposizione dei componenti del circuito base della chiave elettronica. Nel saldare i componenti non dimenticate di inserire, prima di IC1, i due condensatori C1 e C2



Questa scelta si è resa necessaria in quanto per alcune applicazioni (ad esempio elettroserrature) occorre solamente un piccolo impulso di avviamento.

Nel caso in cui si sia scelto il funzionamento di tipo impulsivo, il Led verde viene spento, il Led rosso acceso e così pure il relè viene attivato. Successivamente il PIC attende circa un secondo e ritorna allo stato iniziale, cioè con il Led rosso spento, il Led verde acceso e il relè non eccitato.

A seconda delle versioni del PIC, è possibile anche che, con questo tipo di funzionamento, il Led verde resti sempre fisso acceso, ovviamente non pregiudicando il risultato finale.

Viceversa, scegliendo il funzionamento di tipo set/reset, il relè muterà il suo stato e così pure i due Led (in ogni caso uno dei due rimarrà sempre spento e l'altro sempre acceso).

Per quanto riguarda i tempi dati, dobbiamo accennare al fatto che questi sono legati al valore della rete resistiva Rp1 e a quello del condensatore C1: potete variare questi tempi rimanendo entro i limiti 4,7 k Ω -100 k Ω e 33 pF-220 pF.

Anche per il riconoscimento della chiave è necessario un tempo minimo.

Una doverosa precisazione riguarda la distanza massima raggiungibile tra modulo base e chiave: durante nostre prove, siamo arrivati a circa 30 metri, ovviamente usando cavetto schermato per antifurto e senza rumore generato da neon o carichi induttivi. In teoria non dovrebbero esserci problemi per distanze anche maggiori, ma a seconda di dove collocherete il modulo base e a seconda del tragitto che dovranno affrontare i cavi, potreste avere dei problemi di lettura e di memorizzazione. Noi consigliamo di non situare i due circuiti (modulo base e inseritore) a più di circa 2 metri di distanza.

In molte applicazioni può risultare anche più conveniente, poiché per andare dall'antifurto alla chiave saranno sufficienti solo tre fili (positivo, negativo e contatto chiave) contro otto.

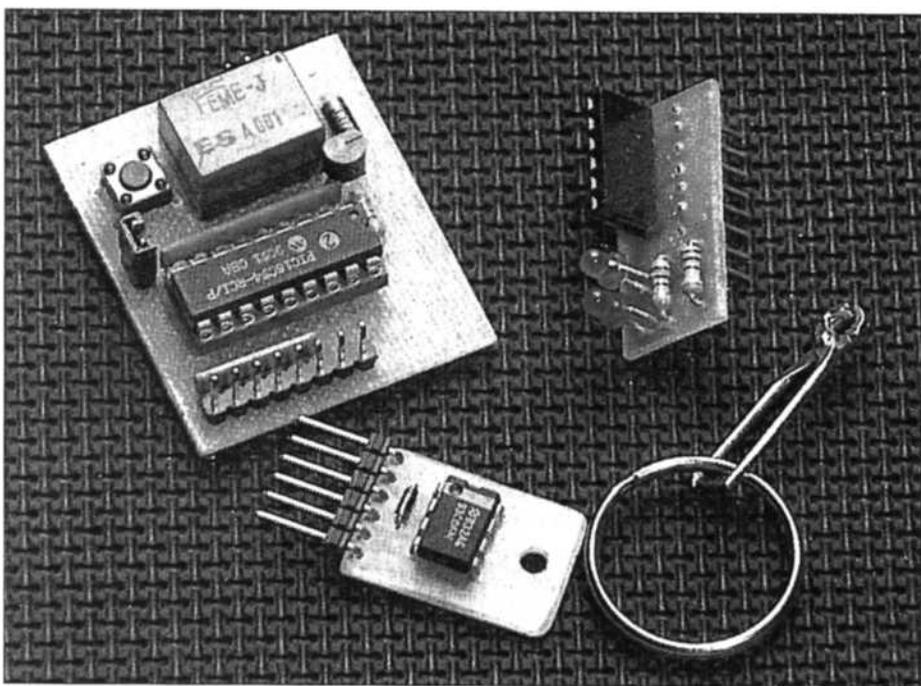
Sarà sufficiente nascondere bene sia il circuito che i cavetti di collegamento con l'antifurto.

continua

CHIAVE ELETTRONICA CON OLTRE 4 MILIARDI DI COMBINAZIONI

Dopo aver svelato i segreti del cuore della nostra serratura elettronica nella prima parte, passiamo all'analisi del modulo inseritore, la cui realizzazione risulta semplificata dal circuito stampato allegato alla rivista

di Andrea Sbrana - 2ª parte



Ci siamo occupati nella prima parte dell'analisi del modulo base, del cuore, della nostra serratura elettronica. A chi avesse perso la descrizione tecnica, ricordiamo che il nostro modello è, senza dubbio di smentita, sicuramente il più sicuro fino ad ora proposta sul mercato delle auto-costruzioni.

Abbina, inoltre, all'altissimo numero

di combinazioni possibili, delle dimensioni estremamente ridotte che hanno permesso di far stare il modulo inseritore all'interno di una comune presa elettrica.

Da non sottovalutare, infine, l'opportunità offerta a tutti i lettori di Progetto di realizzare la serratura elettronica utilizzando i tre circuiti stampati offerti in omaggio.

Analisi del circuito

Come è possibile evincere dall'analisi del circuito elettrico di Figura 1, il modulo inseritore è sicuramente il più semplice componente della serratura elettronica. È composto, infatti, solamente da due diodi Led (che comunque non sono di tipo comune), da un connettore e da due semplicissime resistenze.

La necessità di realizzare un modulo separato per queste semplici funzioni può non apparire di immediata comprensione.

Se si pensa, però, che una delle caratteristiche basilari per mantenere la sicurezza della serratura elettronica è l'impossibilità di arrivare al modulo che contiene il relè che comanda l'apertura della porta.

Dal punto di vista estetico, inoltre, non potevamo non considerare l'esigenza di ridurre le dimensioni del circuito per poterlo inserire nello spazio di una comune presa di corrente, per poterlo posizionare, magari, nell'estrema vicinanza del pulsante del campanello.

Questi due fattori sono risultati decisivi nel suggerirci lo sviluppo di un circuito separato.

L'utilità e la funzione dei due diodi Led è stata ampiamente illustrata nella precedente puntata, quando ci siamo occupati dell'analisi del modulo base al quale il nostro circuito va connesso con uno spezzone di filo non eccessivamente lungo.

Realizzazione pratica

La realizzazione pratica di questa chiave è, avendo a disposizione il circuito stampato, una banalità anche per i meno esperti: è sufficiente, infatti, porre unicamente attenzione alla polarità dei diodi Led.

Chi, oltre a usare il circuito stampato omaggio offerto a tutti i lettori, desidera

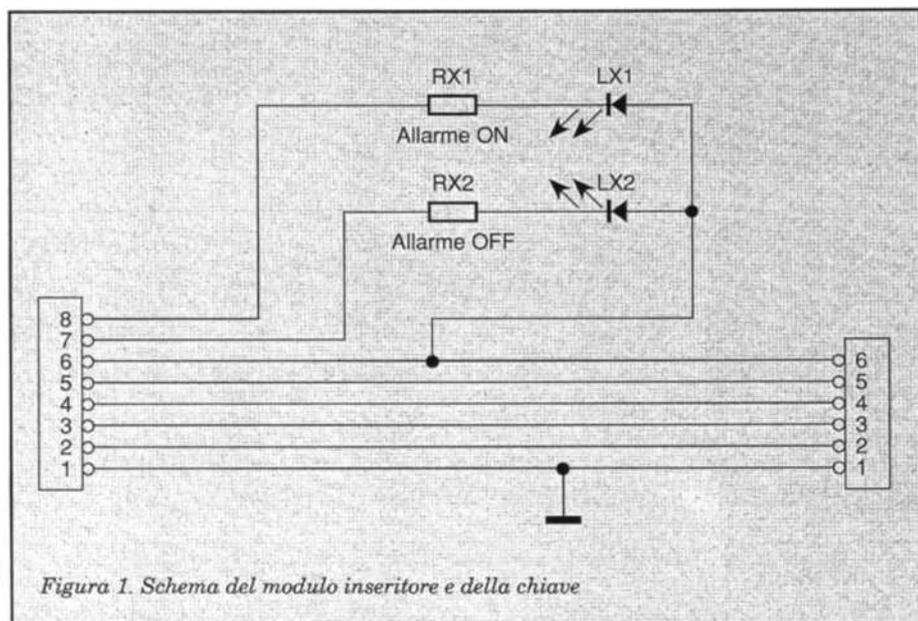


Figura 1. Schema del modulo inseritore e della chiave

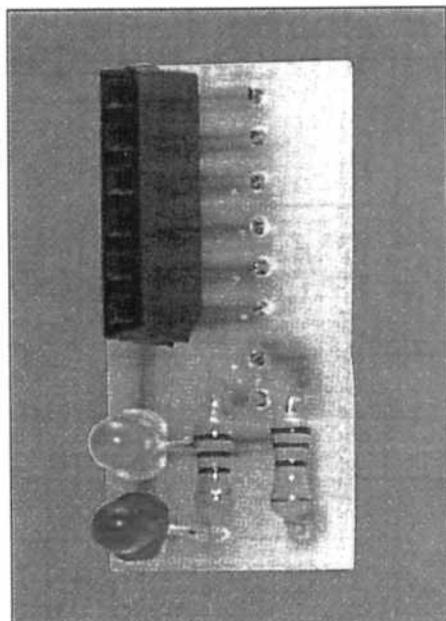
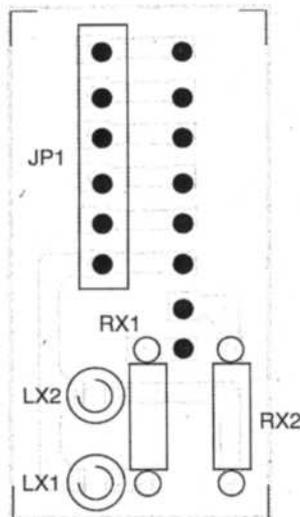


Figura 2.
Circuito stampato
in scala 1:1
del modulo
inseritore

Figura 3.
Disposizione
dei componenti
e collegamenti
esterni
in scala 2:1



realizzare più esemplari della nostra serratura potrà avvalersi del circuito stampato visibile nella Figura 2.

La disposizione dei componenti, invece, è visibile nella Figura 3.

Come abbiamo già avuto modo di dire, la minimizzazione del circuito stampato perde l'utilità se non vengono usati diodi Led in miniatura.

Anche se leggermente più costosi, infatti, questi diodi possono essere tranquillamente inseriti in una presa per indicare all'utente lo stato di funzionamento della chiave.

In particolare, in fase di riposo, l'accensione del solo Led rosso sta a indicare che la serratura è attiva e attende l'inserimento della chiave. Il Led verde, invece, indica che la chiave è stata inserita correttamente e che è stata riconosciuta.

La prossima puntata

Per ora concludiamo qui la descrizione del secondo modulo della nostra serratura a quattro miliardi di combinazioni.

Nel prossimo numero della rivista, insieme al terzo e ultimo circuito stampato, troverete la descrizione del modulo chiave che, come vedremo più diffusamente, è realizzato con due soli componenti: un comunissimo diodo e una memoria EEPROM in miniatura che permette la memorizzazione del codice di accesso per una durata teoricamente infinita.

Non perdetevi, quindi, il prossimo numero di Progetto Elektor.

continua

ELENCO COMPONENTI

Semiconduttori

LX1: Led rosso 3 mm

LX2: Led verde 3 mm

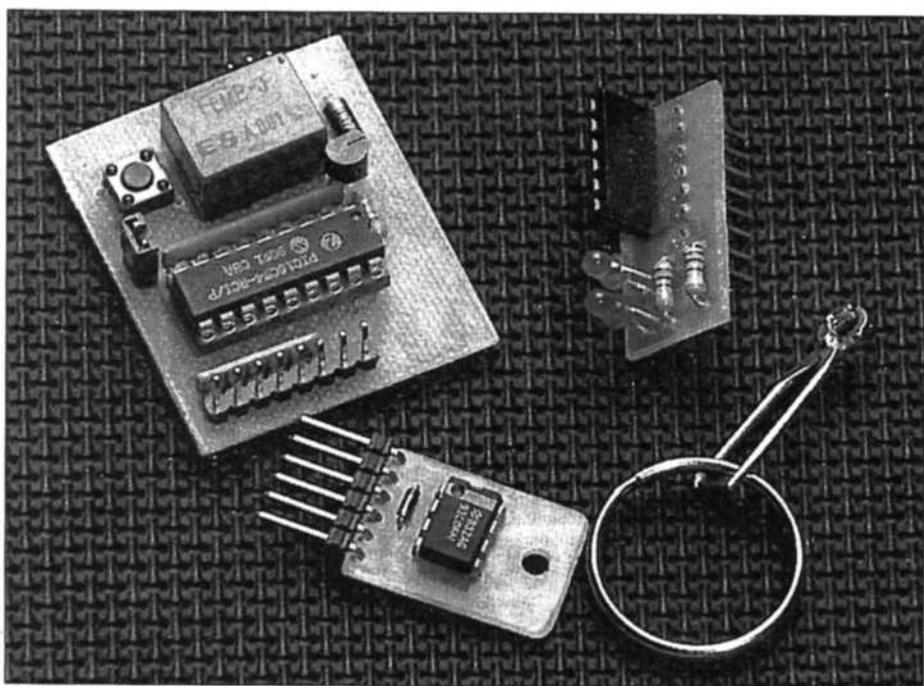
Resistori

RX1, RX2: 220 Ω

CHIAVE ELETTRONICA CON OLTRE 4 MILIARDI DI COMBINAZIONI

Concludiamo la descrizione della nostra serratura elettronica con il modulo che sicuramente racchiude le più interessanti novità del circuito: la chiave. Realizzatela e provate il funzionamento dell'intero circuito che, utilizzando le regole più elementari, è immediato!

di Andrea Sbrana - 3ª parte



Siamo arrivati alla conclusione della descrizione della nostra serratura elettronica che, però, nasconde un'interessantissima sorpresa: un doppio circuito stampato omaggio. Infatti, questo mese ci occupiamo della chiave elettronica e abbiamo pensato di regalare ai nostri lettori due chiavi, proprio come nelle serrature tradizionali.

Pur mantenendo la semplicità circuitale del precedente, la chiave ingloba una memoria di tipo non volatile, o me-

glio una EEPROM cioè Electrically Erasable Programmable Read Only Memory.

Memorie di questo tipo difficilmente vengono impiegate in circuiti per hobbisti, e, proprio per questo motivo, abbiamo deciso di darne una spiegazione abbastanza particolareggiata.

Innanzitutto diciamo che le EEPROM che dovremo impiegare sono di tipo seriale, poiché ne esistono anche di tipo parallelo: la differenza tra i due tipi sta nel fatto che, mentre le EEPROM paral-

lele vengono gestite esattamente come se fossero EPROM, quindi con pin di indirizzo, di dato e di controllo, le seriali hanno pochissimi pin e tutte le informazioni transitano in seriale su questi pin.

Non solo, ma anche del tipo seriale esistono tre sottogruppi di EEPROM, identificati per la maggior parte dalle sigle: abbiamo la serie 24xx, la 85xx, la 59xx e la 93xx. Ognuna di queste serie differisce dalle altre per il protocollo impiegato nella comunicazione con il controller, che nel nostro caso è il PIC descritto nella precedente puntata.

Fondamentalmente, distinguiamo due tipi fra queste seriali appena descritte: il tipo cui fanno capo le 24xx, le 85xx e quelle cui fanno capo le 93xx.

Il primo gruppo sfrutta un protocollo basato sullo scambio di informazioni e comandi su due soli fili, il secondo su tre o quattro fili.

Poiché le memorie che fanno parte del secondo gruppo sono le meno costose, abbiamo deciso di impiegarle per il nostro circuito, a scapito del numero di fili necessari per il funzionamento.

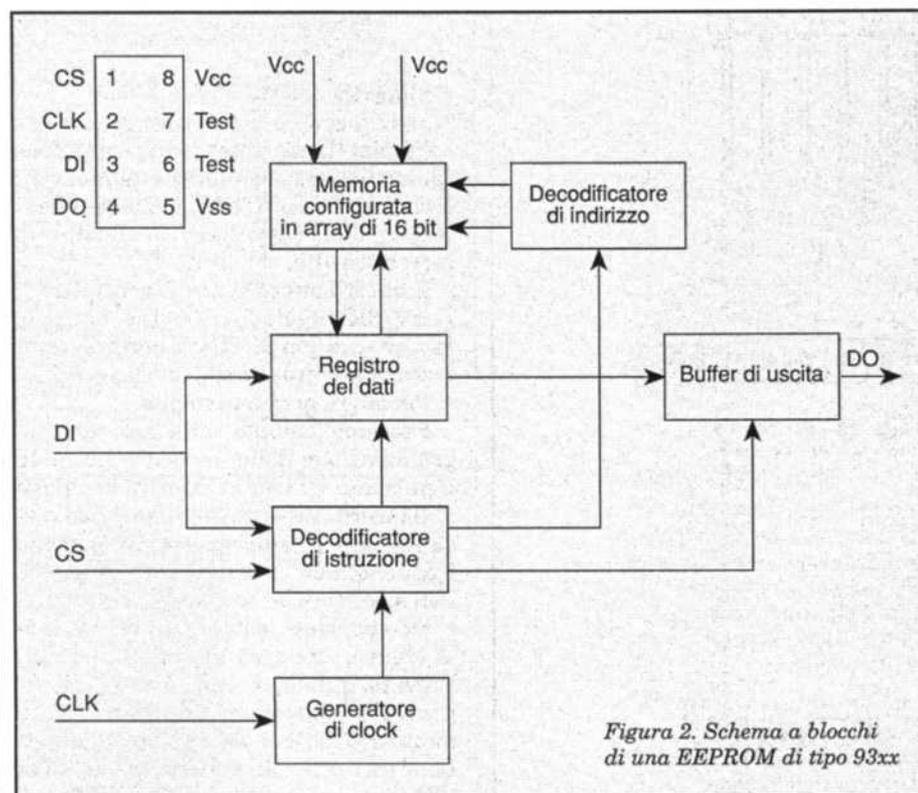
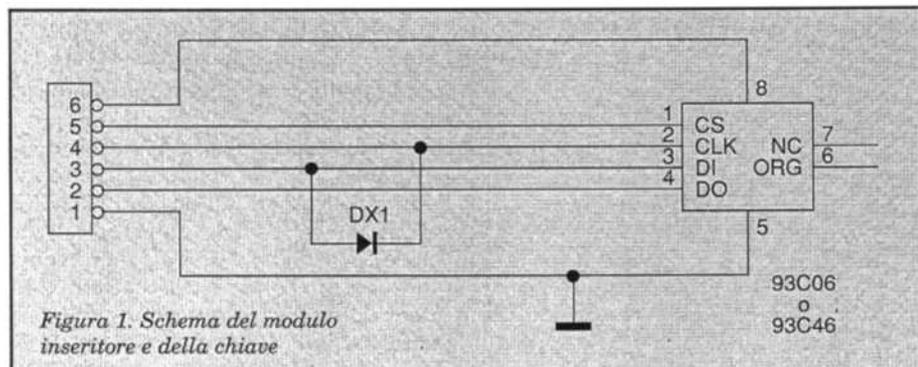
Inoltre, la gestione delle serie 24xx e 85xx è più lenta (100 kHz di clock) della serie 93xx (1 MHz di clock).

In Figura 2 potete vedere lo schema a blocchi di un interno di memorie tipo 93xx.

Notiamo subito che i segnali di pilotaggio sono essenzialmente quattro: CS (Chip Select), CLK (Clock), DI (Data Input), DO (Data Output).

Il CS non fa altro che abilitare la EEPROM sia alla lettura che alla scrittura. Il CLK viene usato per sincronizzare le varie operazioni sia interne che con il controllore esterno. Il DI è l'ingresso per i dati (intesi come comandi, dati e indirizzi). Il DO è l'uscita dei dati interni alla memoria.

La memoria in questione è organizzata come un array di "celle" contigue ognuna da sedici bit. Quindi, ad esempio la 93C06 che è da 256 bit, avrà 16 celle da 16 bit ciascuna, mentre la 93C46



alla memoria di capire quando su questo pin sono in arrivo dei comandi oppure dei dati. Ogni comando è seguito dall'indirizzo corrispondente alla cella da trattare. Quindi, ad esempio, per scrivere il numero 33 nella cella di indirizzo 12, dovremo inviare alla EEPROM prima il comando di scrittura (se la memoria è già stata abilitata) poi il numero 12 (indirizzo) e, infine, il numero 33 (dato). La EEPROM allora collegherà il dato nel registro dati e l'indirizzo nel decodificatore di indirizzo. A questo punto scriverà tale dato all'indirizzo specificato. Nel caso di una lettura, invece, verrà passato alla EEPROM il comando di lettura con l'indirizzo e successivamente sul pin DO usciranno in seriale i bit del dato richiesto.

Come vedete, anche se difficile da capire inizialmente, gestire una EEPROM di questo tipo non è poi così complicato.

che è da 1 Kbit, avrà 64 celle da 16 bit. Nel nostro circuito sarà possibile inserire sia le 93C06, sia le 93C46, poiché l'indirizzamento dei dati è il medesimo.

Questo tipo di memorie ha, inoltre, a differenza delle altre a due fili, delle istruzioni che può eseguire e che facilitano il lavoro del programmatore e le rendono anche più sicure di altre.

I comandi possibili sono:

- READ leggi da una cella
- WRITE scrivi su una cella
- ERASE cancella il contenuto di una cella
- EWEN abilita la scrittura e/o cancellazione di una cella
- EWDS disabilita la scrittura e/o cancellazione di una cella
- ERAL cancella tutte le celle
- WRAL scrivi su tutte le celle

Oltre, infatti, ai due comandi disponibili in tutti i tipi di EEPROM, la serie 93 offre la possibilità ad esempio di cancellare tutta la memoria con un solo comando, oppure di scrivere lo stesso dato su tutta la memoria sempre con un solo comando.

Inoltre, all'accensione, queste EEPROM sono disabilitate alla cancellazione/scrittura, rendendole così meno vulnerabili di altre a cancellazioni impreviste, e per abilitarle è necessario fornire un comando apposito. Successivamente è possibile disabilitarle nuovamente con un altro comando.

Continuando la descrizione della Figura 2, notiamo che i dati in ingresso vengono presentati a due blocchi funzionali: un decodificatore di istruzione e un registro per dati.

Questo è necessario per permettere

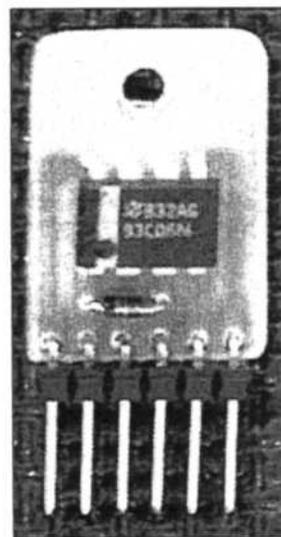
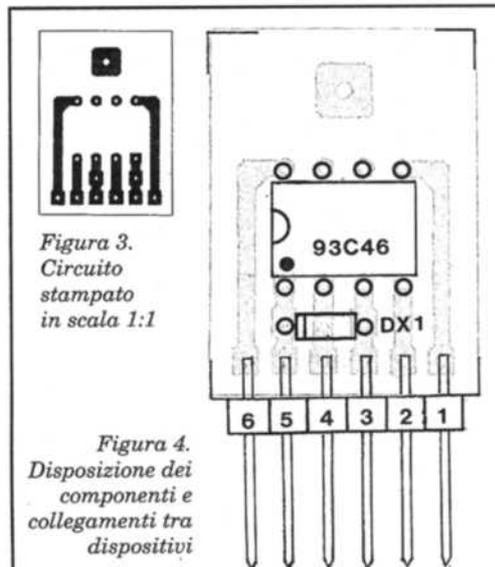
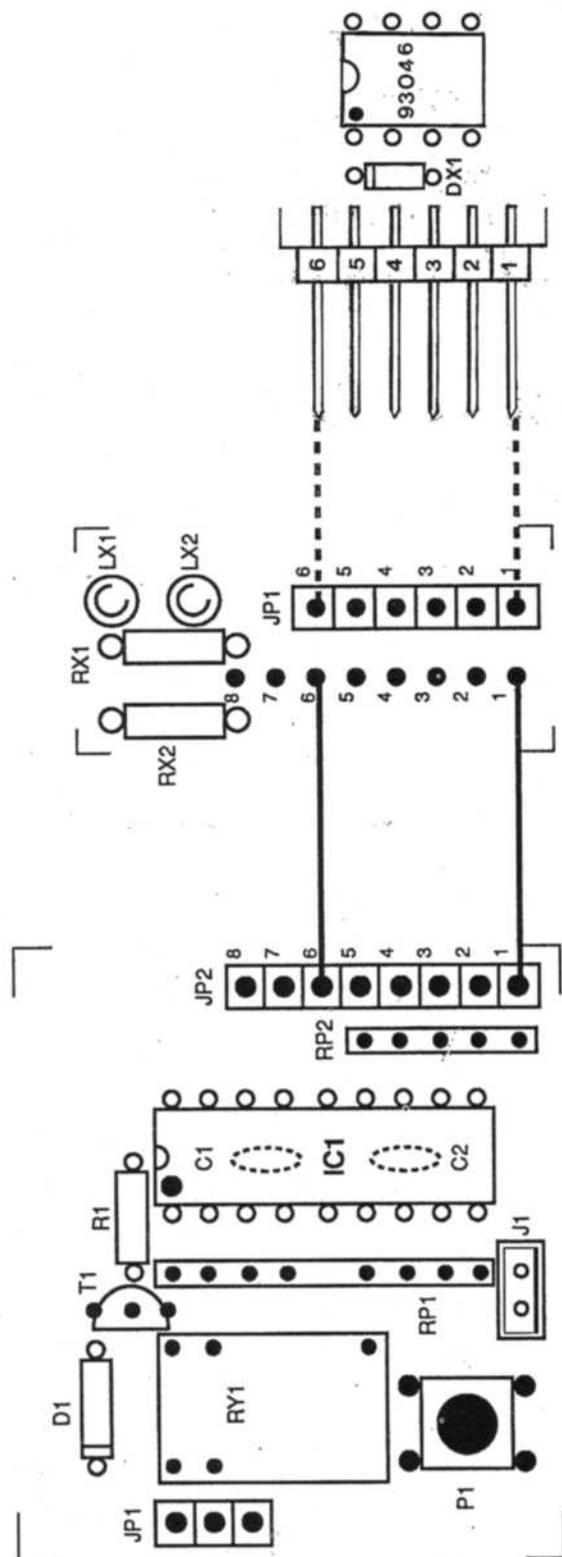


Figura 5. Disposizione dei componenti per l'intero circuito della chiave elettronica



Costruzione del dispositivo

La realizzazione pratica di questa chiave è, avendo a disposizione il circuito stampato, una banalità anche per i meno esperti.

Ricordiamo che il PIC programmato potrà essere richiesto direttamente all'autore telefonando allo 0337/259730. Ad ognuno sarà spedito un chip con un codice diverso, visto che ne sono disponibili più di 4 miliardi! Il costo di tale integrato, con programmazione indipendente, è stato stabilito per i soli lettori di Progetto in L. 18.000 + spese di spedizione.

Collaudo

Per il collaudo, come pure per le applicazioni successive, dovrete alimentare il circuito con 5 V: attenzione perché il PIC è molto critico e, se non alimentato correttamente, si brucia!

A questo punto si dovrà accendere il Led verde e il relè dovrà restare a riposo. Inserite ora una EEPROM non programmata dal vostro circuito (anche vergine) e non dovrà accadere niente.

Passiamo, quindi, alla fase di programmazione della memoria: premete il pulsante P1 (senza inserire la chiave nell'inseritore) e noterete che il Led rosso inizierà a lampeggiare più o meno frequentemente. Inserite ora la chiave nell'inseritore e attendete che il Led rosso si spenga: potete così disinserire la chiave, che sarà già programmata. Provate, quindi, a reinserirla: se il jumper J1 è collegato, è abilitato il modo impulsivo, quindi vedrete accendersi il Led rosso e il relè per un secondo, poi tutto tornerà come prima. Se, invece, è abilitato il modo set/reset, il Led verde e quello rosso, unitamente al relè, cambieranno di stato.

Le uniche attenzioni da avere riguardano la lunghezza dei cavi tra modulo base e inseritore, come accennato nella precedente puntata.

Ogni volta poi che vorrete costruirvi una chiave, sarà sufficiente premere il pulsante P1 e procedere come prima per programmarla con lo stesso codice. ■

ELENCO COMPONENTI

Semiconduttori
 IC1: 93C06 o 93C46
 DX1: 1N4148