

Elettronica In

Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

120

**Demoboard per moduli
GPS/GSM**

**Rilevatore
di microspie
0,1 ÷ 2,5 GHz**

**Ampli di potenza
integrato da 200W**

Timer 100 ore con display

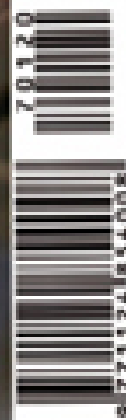
Allarme con scritte scorrevoli

Controllo a relè con interfaccia DMX

Leghe metalliche a memoria di forma

Caricabatterie programmabile professionale

Radiocontrollo Bluetooth per Velbus: il software



*** **ESCLUSIVO** ***
CORSO LCD
(Liquid Crystal Display)

Rivelatore di microspie

0,1 ÷ 2,5 GHz

di **Alessandro Orlando**

Sensibile ricevitore radio che consente di rilevare la presenza di microspie operanti tra 100 MHz e 2,5 GHz. Costruzione semplicissima grazie all'impiego di un chip dedicato. Indicazione con VU-meter analogico, alimentazione con pila a 9 volt.

Una delle apparecchiature che affasciano maggiormente quanti si avvicinano per hobby al mondo dell'elettronica è sicuramente la microspia: forse perché l'idea di poter sapere ciò che altri dicono di noi è particolarmente accattivante. A chi, invece, è interessato solo al profitto, conoscere, ad esempio, in anticipo le intenzioni di un rivale in affari consentirebbe di prendere le necessarie contromisure, per quanto il mezzo usato sia, come vedremo tra poco, assolutamente illegale. Comunque, in un periodo come questo nel quale sempre più spesso si sente parlare di intercettazioni di vario

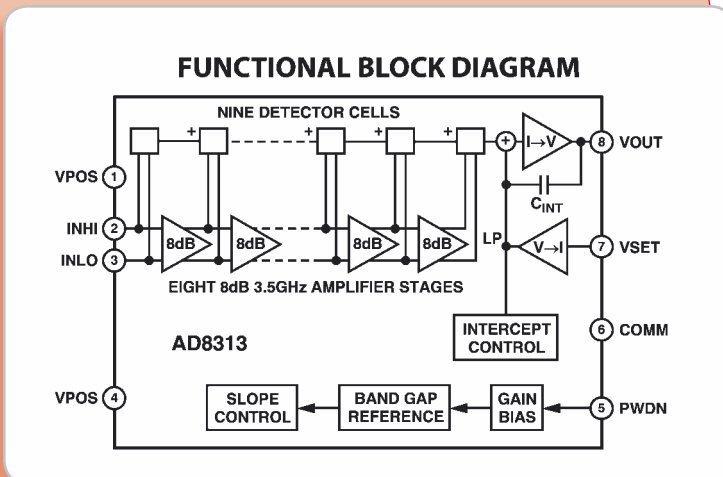
genere, più o meno legali, quella ambientale, in cui un microfono capta le voci ed i suoni presenti in un ambiente e li ritrasmette a distanza utilizzando una portante radio, risulta la più semplice da attuare. Ovviamente le intercettazioni di questo e di altro genere (telefoniche, telematiche, eccetera) possono avvenire esclusivamente su ordine della Magistratura: nessuno, nemmeno le Forze dell'Ordine, può violare la privacy dei cittadini. Ma tant'è, siamo in Italia e, a parte le intercettazioni legali, c'è sicuramente un uso sistematico e illegale dello spionaggio elettronico. Basta navigare in Internet per >

Il ricevitore AD8313ARMZ

L'AD8313 è un rilevatore logaritmico di segnale RF, avente una sensibilità di ingresso di 70 dB a 2,5 GHz. Come visibile dallo schema a blocchi qui a destra, internamente è composto da 8 amplificatori da 8 dB ciascuno posto in cascata ed è specificamente studiato per effettuare misure in radiofrequenza o il controllo degli stadi amplificatori a frequenze superiori a 2,5 GHz. Il chip è dotato anche di nove celle di rilevazione collegate in ingresso ed in uscita ad ogni stadio di amplificazione. Tali celle, per effetto della transconduttanza tipica del rivelatore usato, trasformano ogni singola tensione (in valore assoluto) in una corrente.

La somma di queste correnti lungo la dorsale dei rivelatori viene inviata allo stadio di uscita che provvede a ritrasformarla in tensione il cui livello corrisponde così all'intensità del segnale ricevuto.

Il chip viene alimentato attraverso i due pin VPOS (1 e 4): il piedino 4 alimenta i primi 4 stadi mentre il piedino 1 alimenta i rimanenti 4. I pin 2 (INHI) e 3 (INLO) sono rispettivamente gli ingressi non invertente e invertente del segnale a radiofrequenza. Se l'antenna usata non è un dipolo, normalmente il pin 3 viene collegato a massa tramite un condensatore, mentre sul pin 2 è collegata l'antenna. Il pin 5 (PWDN) collegato a VPOS consente di attivare il circuito. Il pin 6 (COMM) è la massa, mentre il pin 8 (VOUT) e l'uscita in tensione direttamente proporzionale al segnale in ingresso. L'ultimo pin, il 7 (VSET), determina l'applicazione: può essere utilizzato come ingresso di controllo degli stadi amplificatori RF, oppure collegato con VOUT per la misura dell'RSSI (Received Signal Strength Indication), l'Indicazione dell'intensità del



segnale ricevuto.

Una resistenza tra i pin 7 e 8 determina invece il rapporto tra tensione in uscita e segnale in ingresso (mV/dB). Con il valore da noi adottato (1 kohm) si hanno circa 21 mV/dB, valore più che adeguato per pilotare un piccolo VU-meter a lancetta.

Caratteristiche tecniche del chip

- Banda passante minima: da 0,1 GHz a 2,5 GHz.
- Gamma dinamica in ingresso: 70 dB $\pm$ 3,0 dB.
- Accuratezza: $\pm$ 1,0 dB oltre 65 dB (a 1,9 GHz).
- Tempo di risposta: 40 nanosecondi.
- Tensione di alimentazione: da 2,7 V a 5,5 V.
- Consumo: 40 mW a 3 V.
- Consumo in power-down: 20 μ A.
- Tensione di uscita: regolabile tramite una resistenza.

accorgersi che c'è un florido commercio di sistemi per lo spionaggio elettronico, anche di quelli che, per le loro caratteristiche, non potrebbero in alcun caso essere utilizzati. Ci riferiamo in particolare alle intercettazioni effettuate sui cellulari GSM per mezzo di apparati tipo IMSI Catcher. In commercio oggi si trovano modelli di diverso genere e per

tutte le tasche: basta girare un po' su Internet per riuscire ad accedere a vari siti che vendono e procurano ogni genere di dispositivo di intercettazione. Il più delle volte tali siti vendono infrangendo la legge, per cui, oltre ai curatori dei siti, anche chi compra apparati di intercettazione tramite essi può correre seri rischi legali. Recentemente numero-

sere intercettati e spiati, ed il sistema più diffuso è proprio la microspia ambientale con trasmettitore radio operante sulla banda VHF o UHF. Vediamo di saperne qualcosa di più per poter correre ai ripari.

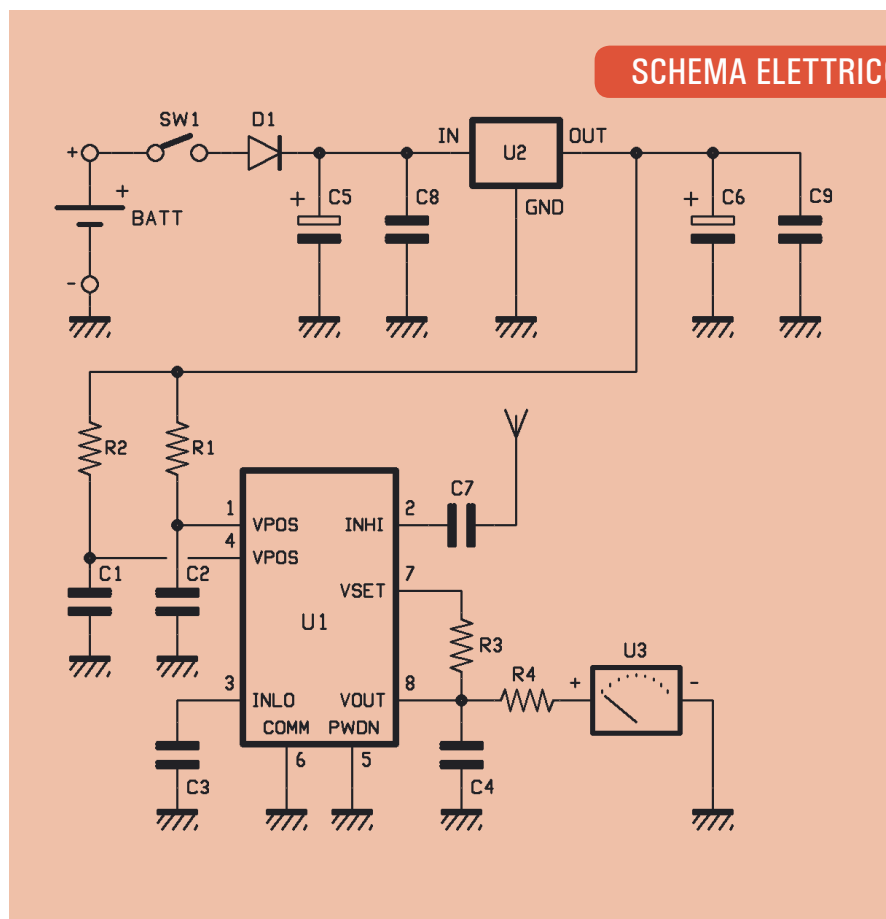
Microspie e rilevatori

Relativamente alle microspie, esse spaziano da quelle più economiche che trasmettono nella banda FM 88÷108 MHz a quelle più sofisticate con modulazione NFM o Digitale e che solitamente operano tra 140 e 870 MHz. Esistono anche dei modelli con controllo remoto che possono essere attivate o disattivate a piacere. In linea di massima, comunque, l'intercettazione viene fatta trasportando a distanza tramite

- Alimentazione: 9 Volt
- Assorbimento: 18 mA
- Sensibilità massima:
 - 88 dBm a 100 MHz
 - 90 dBm a 900 MHz
 - 100 dBm a 1,9 GHz
 - 90 dBm a 2,5 GHz
- Gamma di frequenz: 0,1 ÷ 2,5 GHz

radiofrequenza i segnali audio captati sia nell'ambiente che prelevati dalla linea telefonica. Da ciò deriva che la ricerca di microspie e cimi- ci può essere effettuata andando a cercare dei segnali RF sospetti, metodologia di più facile applicazione ed utilizzabile solamente quando i dispositivi non sono dotati di attivazione da remoto. In questo caso, se le microspie sono spente, è possibile utilizzare apparati per la rivelazione delle giunzioni non lineari (NLJD) più che del segnale RF. Essi si basano sul principio dei radar: illuminano una piccola area con un segnale RF spettralmente puro ad alta frequenza (tipicamente a 900 MHz) ed ogni circuito elettronico presente in quell'area (composto da silicio e metalli vari in piccole quantità) fa variare il campo elettrico per effetto delle giunzioni PN (non lineare) del silicio. Il sensibile ricevitore posto all'interno del rivelatore, sintonizzato esattamente sulle armoniche superiori, solitamente la 2° e la 3° (anche di più per i modelli sofisticati) riceve il segnale armonico ritrasmesso dalle giunzioni PN dell'eventuale microspia, segnalando la presenza di un circuito elettronico sospetto tramite un display o un segnalatore acustico. Unitamente a questa apparecchiatura, si dovrebbe utilizzare anche un visore a Raggi X ed effettuare una ispezione manuale dell'ambiente, ma tutto ciò implica un dispendio di risorse giustificabile solo in particolari azioni di Polizia; inoltre, qualsiasi mezzo si usi, non si può avere la certezza che un ambiente sia completamente "bonificato" dalla presenza di intercettazioni, a meno di non smantellarlo completamente. Normalmente, per le bonifiche ambientali, servono anche costosi analizzatori di spettro, utilizzati da personale altamente qualificato.

Tutto quanto sopra evidenzia un concetto molto semplice: rilevare la presenza di microspie non è facile.



Per avere la certezza di una valida bonifica è necessario spendere molto denaro e molto tempo, incaricando specialisti del settore. Comunque, l'individuazione della portante RF della microspia rappresenta ancora la soluzione più diffusa e quella alla portata di tutti: essa infatti può essere messa in pratica acquistando un rilevatore di microspie o costruendone uno.

Anche noi di *ElettronicaIn* abbiamo voluto portare il nostro contributo, progettando un rilevatore di microspie molto sensibile, di facile realizzazione, e dal costo accettabile.

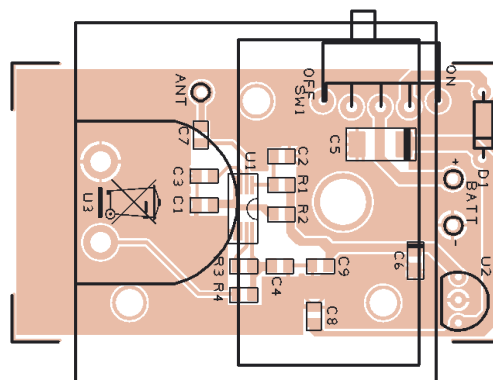
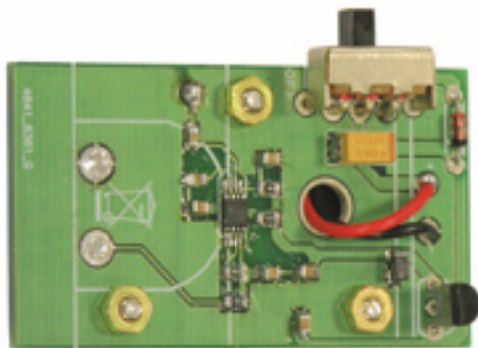
Schema elettrico

Come si può vedere dallo schema elettrico, il circuito nel suo insieme è molto semplice, viste le premesse di economicità, facilità di realizzazione e sicuro funzionamento.

Iniziamo la descrizione partendo dal cuore del dispositivo, il chip AD8313, al quale abbiamo dedica-

to il riquadro riportato nella pagina precedente. I pin 1 e 4 alimentano il circuito attraverso i due condensatori di filtro C1 e C2 e le due resistenze R1 e R2 che prelevano direttamente la tensione stabilizzata. L'ingresso invertente (pin 3) è collegato a massa tramite il condensatore C3 mentre l'altro ingresso (non invertente, pin 2) va direttamente all'antenna tramite il condensatore C7. Questa particolare configurazione si utilizza quando l'antenna in ingresso non è costituita da un dipolo, bensì da una stilo o una ground-plane di qualsiasi tipo.

Il pin 5 effettua il controllo di accensione ed è collegato a massa per consentire il funzionamento del circuito. Infine, tra il pin 7 e 8 è stata montata la resistenza R3 da 1 kohm per ottenere un rapporto tra tensione in uscita e segnale RF in ingresso di circa 21 mV/dB. La resistenza R4 serve per proteggere l'uscita del chip da eventuali sovraccarichi de-



ELENCO COMPONENTI:

C1: 100 nF multistrato (0805)	U2: 78L05
C2: 100 nF multistrato (0805)	U3: Vu-meter 200 µA f.s.
C3: 1000 pF ceramico (0805)	R1: 10 ohm (0805)
C4: 100 nF multistrato (0805)	R2: 10 ohm (0805)
C5: 10 µF 25 VL tantalio (TAJ-D)	R3: 1 kohm (0805)
C6: 1 µF 25 VL tantalio (TAJ-A)	R4: 4,7 kohm (0805)
C7: 1000 pF ceramico (0805)	SW1: Deviatore slitta 90°
C8: 100 nF multistrato (0805)	
C9: 100 nF multistrato (0805)	
D1: 1N4148	Varie:
U1: AD8313ARMZ	- Porta batteria 9V
	- Circuito stampato

Il montaggio del nostro rilevatore di microspie non presenta particolari difficoltà: occorre solo prestare un po' di attenzione durante il montaggio del chip AD8313ARMZ che, essendo SMD, necessita di una certa "delicatezza", ottenibile con l'uso di un saldatore a punta fine e di flussante in gel. Gli altri componenti, SMD e non (resistenze, condensatori, diodo e stabilizzatore), non sono critici.

terminati dalla componente induttiva dello strumentino a lancetta. Occorre precisare che quest'ultima va dimensionata in base al tipo di strumento. È consigliabile utilizzare un microamperometro molto sensibile con elevata impedenza; nel nostro progetto abbiamo utilizzato un economico (ma non per questo inadeguato) Vu-meter da 200 µA fondo scala, ed abbiamo ottenuto sperimentalmente la resistenza R4 (4,7 kohm) in modo da posizionare la lancetta su "0 dB" in assenza di segnale RF. Tutti i componenti passivi SMD del circuito sono in formato 0805 mentre l'integrato è un 8 pin MSOP. L'alimentazione a batteria viene abbassata a 5 volt tramite lo stabilizzatore di tensione U2, un 78L05, più che adeguato per alimentare il circuito, visto l'esiguo assorbimento di 18 mA.

Realizzazione pratica

Anche se il nostro rilevatore di microspie è costituito quasi esclusiva-

mente da componenti a montaggio superficiale, esso non presenta grandi difficoltà in fase di montaggio, a patto che abbiate a disposizione gli utensili adeguati: un saldatore a punta molto fine con potenza di 20÷25 W, una pinzetta a becchi, del flussante in gel ed infine una buona dose di pazienza.

Dopo aver realizzato il circuito stampato con la tecnica della fotoincisione (il master può essere scaricato come sempre dal sito della rivista www.elettronica.in.it) ed aver praticato i pochi fori necessari, prendete il circuito stampato tenendo le piste rivolte verso di voi, quindi identificate le piazzole dove deve essere montato l'interruttore a slitta. Ponete una goccia di flussante in gel sulle piazzole dove va montato il chip decoder. Utilizzando la pinzetta, prendete il chip AD8313 e posizionate lo sullo stampato: il suo pin 1 è il più vicino ai pin dell'interruttore. Fatelo aderire bene sul flussante: in questo modo potete verificare che

il chip rimane fissato allo stampato. Controllate bene l'allineamento dei pin sulle otto piazzole quindi, fate sciogliere una quantità minima di stagno su un pin d'angolo. Lo stagno, grazie al flussante, scorre ed aderisce perfettamente al pin ed alla piazzola. Controllate ancora l'allineamento ed eventualmente correggetelo fino a raggiungere una condizione soddisfacente. Saldare ora il pin diagonalmente opposto al primo, quindi lasciate raffreddare il chip per qualche secondo. Verificate un'ultima volta l'allineamento quindi procedete con la saldatura dei pin rimanenti. Avete terminato la parte più complicata. Saldare ora i pochi componenti passivi SMD (resistenze e condensatori) ponendo prima una piccola quantità di stagno su una delle piazzole; depositate ora un po' di flussante sull'area dove il componente deve essere montato, quindi posizionate il componente con la pinzetta, facendolo aderire al flussante. Sal-

L'infezione e la cura

Fig. A

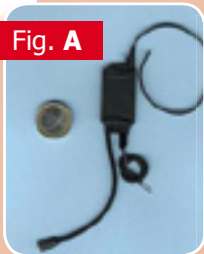


Fig. B



Esistono molti tipi di microspie ambientali, ognuna dotata di caratteristiche più o meno evolute. Le più diffuse, quasi considerabili dilettantistiche, sono le classiche cimici ambientali (Fig. A e B): esse sono molto piccole, alimentate a batteria e tipicamente dispongono anche di un circuito di vox, ossia un dispositivo che attiva la radiofrequenza solo in presenza di segnali acustici nell'ambiente: ciò permette di aumentare l'autonomia delle batterie. Una variante più evoluta (Fig. C) può essere attivata e controllata tramite un telecomando remoto. Anche le microspie telefoniche sono molto diffuse (Fig. D): esse vengono occultate nelle borchie del telefono, dal

Fig. C



Fig. D



quale prelevano sia l'alimentazione che il segnale audio da trasmettere via radiofrequenza.

Per bonificare gli ambienti infettati dalle microspie, occorre utilizzare dispositivi idonei a rilevare la portante RF emessa durante la fase di trasmissione. A disposizione dei privati, esistono sia dei rilevatori molto economici (Fig. E) che dei prodotti semi-professionali (Fig. F). Aziende ed organi pubblici operanti nel settore della sicurezza, invece, dispongono di apparecchiature molto più complesse e sofisticate quali gli analizzatori di spettro multifunzione (Fig. G) ed i rilevatori di giunzioni non lineari (NLJD, Fig. H), questi ultimi in grado di rilevare la presenza di microspie anche quando sono spente.

Fig. E



Fig. F



Fig. G



Fig. H



date ora il lato che avevate prestagnato. Saldate il secondo contatto e, all'occorrenza, ripassate la saldatura sulla piazzola prestagnata.

Montate ora il diodo di protezione D1 (ad inserzione) con la fascia colorata rivolta verso l'interno del PCB, il 78L05 con la parte curva all'esterno, infine l'interruttore a slitta.

Fissate ora il portatile sul lato opposto ai componenti, tramite tre viti da 2,5 MA e relativo dado.

Saldate infine i due fili dell'alimen-

tazione, lo strumentino (direttamente sul PCB oppure collegato ad esso con due fili) e l'antenna.

Relativamente a quest'ultima, nel prototipo abbiamo usato un'antenna Aurel a 433 MHz con corpo in gomma morbida, collegata al PCB attraverso un filo conduttore di circa 4,5 cm, ma è possibile utilizzare anche uno spezzone di filo rigido o un'antenna a stilo che può essere allungata o accorciata in base alla sensibilità che si vuole ottenere dal rivelatore.

Utilizzo pratico

Se il montaggio è corretto, il circuito deve funzionare immediatamente. Accendete il dispositivo e verificate che l'ago dello strumento si porti a metà scala (in corrispondenza circa del livello di 0 dB); avvicinando l'antenna a qualsiasi sorgente di segnale RF, l'ago si sposta verso il fondo scala e, in presenza di segnali forti, anche oltre. La ricerca di microspie si effettua andando a cercare la posizione in cui il segnale RF captato raggiunge il massimo livello.

per il

MATERIALE

I componenti necessari alla realizzazione di questo progetto possono essere acquistati presso qualsiasi rivenditore di materiale elettronico. Per quanto riguarda il circuito stampato, il master relativo può essere scaricato gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronicaonline.it). L'integrato AD8313ARMZ è disponibile presso la ditta Futura Elettronica al prezzo di 28,00 Euro, IVA compresa.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Allarme con scritte scorrevoli

di **Matteo Destro**

Sistema in grado di controllare fino a 512 ingressi, collegati ad altrettanti sensori, e di visualizzare su un ampio display alfanumerico un messaggio specifico per ogni ingresso. Vediamo in dettaglio il firmware, il software di configurazione e l'utilizzo in pratica. Seconda e ultima puntata.

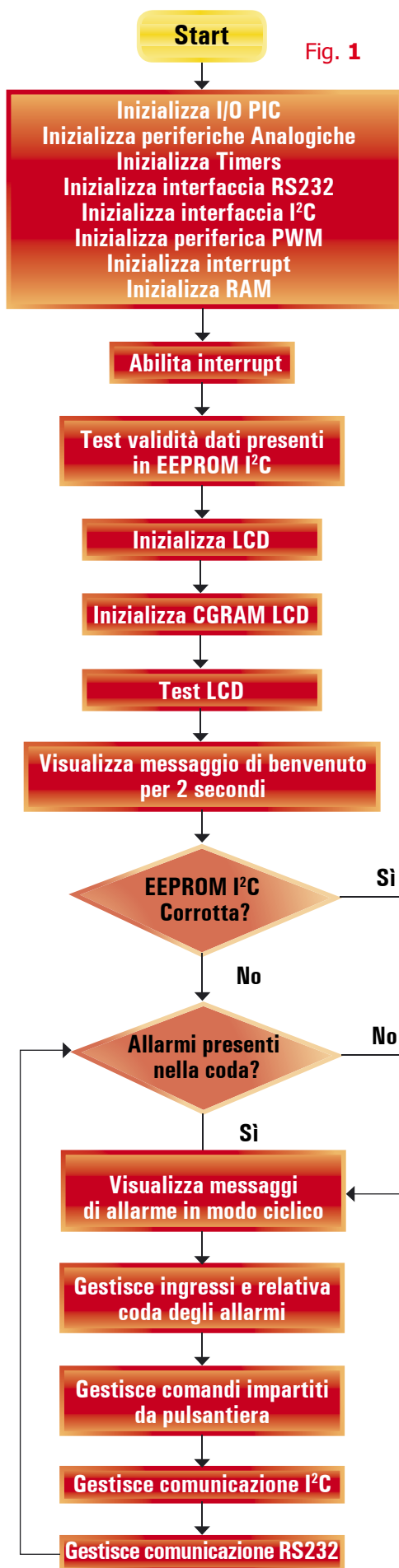


Nella precedente puntata abbiamo parlato delle caratteristiche tecniche del nostro visualizzatore di messaggi ed abbiamo descritto in dettaglio lo schema elettrico. In altre parole, l'argomento principale è stato l'hardware; in questa puntata, invece, approfondiamo tutto ciò che riguarda il firmware ed il software. Dapprima analizzeremo, partendo dalla descrizione generale del diagramma di flusso, il programma che viene eseguito dal microcontrollore; commenteremo poi alcune routine di codice sorgente particolarmente significative. Vedremo quindi l'utilizzo in pratica: il visualizza-

tore di messaggi d'allarme è dotato sia di una tastiera che di un ampio display, il quale fornisce numerose informazioni durante il normale funzionamento e durante le fasi di programmazione.

Concluderemo la presentazione di questo progetto con la descrizione del software per ambiente Windows che abbiamo messo a punto e che consente di effettuare tre azioni fondamentali: definire i modi di funzionamento dei vari ingressi, programmare i messaggi associati agli eventi di allarme e trasferire la nuova configurazione nella memoria del dispositivo.





Descrizione firmware

Per una migliore comprensione del firmware osserviamo il diagramma di flusso raffigurato in figura 1.

All'avvio del programma vengono inizializzate tutte le periferiche a bordo del PIC18F4620, in particolare l'interfaccia I²C, l'interfaccia RS232 e il modulo PWM. Vengono quindi impostate le porte per la gestione dei vari punti di I/O e infine vengono abilitati gli interrupt.

Terminata la fase di init, è necessario verificare la validità dei dati presenti nella EEPROM I²C: se i dati sono corrotti o la EEPROM non è programmata è necessario avvisare l'utente con un apposito messaggio. Per verificare la validità dei dati, il programma legge gli ultimi 16 byte della EEPROM, che devono contenere una sequenza ben definita di numeri. In particolare, durante la

programmazione, viene memorizzata la seguente sequenza: 0xF0; 0 x E 1 ; 0 x D 2 ; 0 x C 3 ; 0 x B 4 ; 0 x A 5 ; 0x96;0x87; 0x78;0x69; 0 x 5 A ; 0 x 4 B ; 0 x 3 C ; 0 x 2 D ;

0x1E; 0x0F. La sequenza è ottenuta sottraendo un'unità alla cifra più significativa e sommando una unità a quella meno significativa. Se il programma non ritrova i byte appena elencati, esso considera corrotto il contenuto della EEPROM quindi, al termine delle inizializzazioni hardware, entra in un ciclo in attesa di riprogrammazione della EEPROM, ciclo accompagnato, come già anticipato, da un messaggio di errore

che evidenzia l'anomalia. Concluso il test sulla EEPROM ed indipendentemente dal suo esito, viene inizializzato il display (si ricorda che il modello utilizzato dispone di due controller, pertanto il firmware deve eseguire due chiamate alla routine di inizializzazione, specificando ogni volta a quale controller è destinata la chiamata). Dato che il nostro dispositivo fa uso di due caratteri speciali (non presenti nella tabella dei caratteri standard), è necessario inizializzare la memoria CGRAM dei controllori. I byte da inviare alla CGRAM vengono prelevati dalla memoria FLASH del PIC. Relativamente al PIC, una porzione della sua memoria FLASH serve per memorizzare alcune informazioni di sola lettura, come i caratteri speciali da inviare alla CGRAM, i messaggi di errore e quelli visualizzati sul display quando si accede ai vari menu di configurazione. Per concludere l'inizializzazione dell'LCD, viene eseguito un test per verificare l'integrità di ogni singolo pixel, test effettuato scrivendo su tutto il display il carattere "■" (si ricorda che i caratteri del display hanno dimensioni di 5x8 pixel). Attenzione ad un particolare: il display non è in grado né di accorgersi né di comunicare che alcuni pixel non funzionano correttamente. Pertanto il controllo è di tipo visivo ed è l'operatore che si deve accorgere della presenza di pixel difettosi.

Concluso il test, viene visualizzato per due secondi il messaggio di benvenuto (non modificabile da menu). Quindi il programma esegue il main menu, in cui rimane in attesa di ricevere dei comandi da parte dell'utente o di rilevare la presenza degli allarmi sugli ingressi. Sempre nel main, potrebbe arrivare la richiesta di lettura/scrittura della memoria EEPROM I²C; in mancanza di allarmi attivi, viene visualizzato sul display LCD il messaggio di default.

La gestione delle funzioni più com-

plesse viene realizzata utilizzando una macchina a stati: ad esempio, per la gestione dei vari menu di configurazione e visualizzazione, si fa largo uso della macchina a stati nominata "LCD_State".

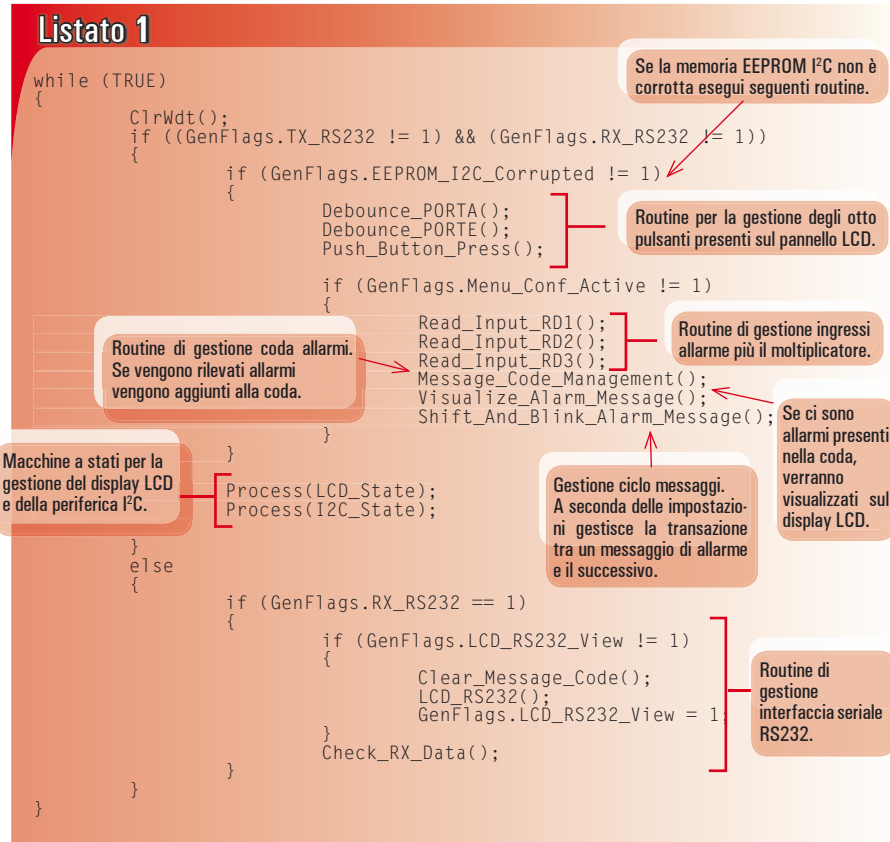
Il firmware presente nel PIC18F4620 è realizzato in linguaggio C, e come tutti i programmi complessi è suddiviso in più file (vedere figura 6).

Per ogni file con estensione ".C" ne esiste un corrispondente con estensione ".H" che contiene la dichiarazione delle routine utilizzate nel file ".C", più eventuali dichiarazioni di costanti. Abbiamo scelto il linguaggio C perché la programmazione tramite tale linguaggio permette di semplificare la stesura di programmi complessi, che richiederebbe molto tempo se venissero sviluppati in linguaggio Assembler.

Di seguito riportiamo le caratteristiche salienti del PIC18F4620 utilizzato nel progetto:

- tecnologia NanoWatt per il risparmio energetico,
- PLL interno per una frequenza massima di lavoro di 40 MHz (10 Mips),
- moltiplicatore 8x8 interno,
- 64 kbyte di memoria FLASH,
- 3986 byte di RAM,
- 1024 Byte di EEPROM.

Ritorniamo ora al punto in cui, terminata l'inizializzazione dell'hardware, il programma avvia l'esecuzione del "main program" (visibile nel Listato 1). Dato che il programma è molto complesso, non possiamo vedere in dettaglio ogni singola linea di codice, pertanto focalizziamo l'attenzione su alcune routine particolarmente significative; in particolare vediamo quale principio utilizza il firmware per riconoscere e salvare l'allarme rilevato sugli ingressi. Le routine che si occupano di leggere i sedici ingressi diretti (che ricordiamo vengono letti tramite due latch a 8 bit) raccolgono i due byte in un'unica word a 16 bit. Supponia-



mo che i contatti di ingresso siano impostati come normalmente aperti: in assenza di allarmi, gli ingressi presentano tutti uno stato logico "1", come mostrato in Figura 2.

Se, ad esempio, si attiva l'allarme



numero 5, il livello logico del rispettivo ingresso passa da "1" a "0" (Figura 3).

A questo punto il programma applica una maschera al valore letto, operazione con

la quale esso identifica se i contatti sono programmati come normalmente aperti o normalmente chiusi;



l'operazione consiste nell'eseguire uno XOR tra il valore letto e la maschera sugli ingressi, che nel caso in esame è composta da una serie di

"1". Di conseguenza avremo il risultato in Figura 4.

A questo punto è necessario "shiftare" (far scorrere bit-per-bit) verso destra la word ottenuta, permettendo alla routine di leggere tutti i singoli

bit e identificare quali di questi sono a livello logico "1". I bit riconosciuti come "1" vanno poi moltiplicati per il valore raggiunto dal contatore che identifica il numero di



shift verso destra che la word ha subito (il contatore si chiama Temp_Counter ed il suo valore massimo è 16, in quanto la word è formata da 16 bit). Nel caso in esame si

identifica l'allarme numero 5. Inoltre se la routine comprende che il valore degli ingressi moltiplicatori è diverso da zero, somma al numero

dell'allarme il valore "moltiplicatore x 16". Nel Listato 2, riportiamo la routine che si occupa di salvare il codice dell'allarme letto nella coda dei messaggi.

Per ultimo, vediamo le routine di gestione del display LCD (Listato 3), che utilizza esattamente gli stessi concetti più volte espressi durante il corso sui display: l'unica differenza è rappresentata dal linguaggio usato che in questo caso è il C per la famiglia 18F (nel corso sui display le routine di gestione erano state scritte in Assembler per la famiglia di microcontrollori 16F). Cominciamo col descrivere le due routine che si occupano di inviare i comandi ("**Send_Comm**") e i dati ("**Send_Data**") ai due controller. Notate che entrambe necessitano di parametri: il primo identifica il comando o il dato da inviare, mentre il secondo identifica il controller a cui è destinato il primo parametro. Le due routine rispettano il diagramma temporale di figura 5,

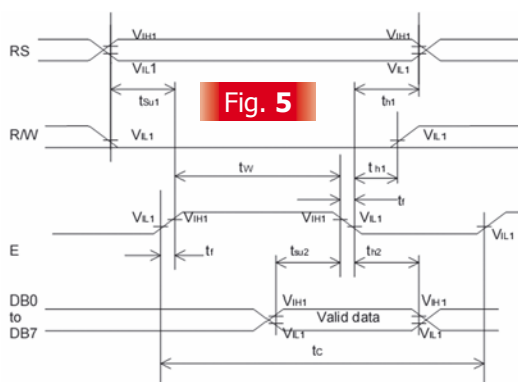


Fig. 5

ricavabile dal datasheet del display. Tutte le routine di gestione del display fanno riferimento a quelle sopra esposte. Ad esempio la routine di gestione dell'inizializzazione (Listato 4) presenta una serie di chiamate alla funzione "**Send_Comm**", mentre quella di scrittura dei caratteri sulla riga 1 non fa altro che eseguire in un loop la chiamata di scrittura ("**Send_Data**") ad una locazione di memoria specificata da una precedente routine. Il loop così ottenuto invia 40 caratteri alla memoria DDRAM del controller che

Listato 2

```
void Message_Code_Management(void)
{
    t_INTUNION Temp_Code;
    uchar Temp_Mul;
    uint Temp_Data;
    uchar Temp_Counter;

    Temp_Code.uc1 = ISTATO_RD1;
    Temp_Code.uch = ISTATO_RD2;
    Temp_Mul = (~ISTATO_RD3 & 0x1F);

    if ((ISTATO_RD1 != Last_ISTATO_RD1) || (ISTATO_RD2 != Last_ISTATO_RD2) ||
        (ISTATO_RD3 != Last_ISTATO_RD3))
    {
        Last_ISTATO_RD1 = ISTATO_RD1;
        Last_ISTATO_RD2 = ISTATO_RD2;
        Last_ISTATO_RD3 = ISTATO_RD3;

        Temp_Counter = 0;
        Shift_Mask_RD = 1;

        do
        {
            Temp_Data = ((Temp_Code.ui >> Temp_Counter) & Shift_Mask_RD);
            Temp_Data = Temp_Data * (uint)(Temp_Counter + 1);

            if (Temp_Data != 0)
            {
                Temp_Data += ((uint)Temp_Mul * (uint)16);
                Update_Message_Code(Temp_Data);
            }
        } while (++Temp_Counter != 16);
    }
}
```

I valori degli ingressi (ISTATO_RD1 e ISTATO_RD2) sono già stati elaborati con il valore della maschera (funzione XOR).

Se sugli ingressi c'è stata una variazione viene eseguito il codice all'interno dell'IF.

Vengono salvati gli stati degli ingressi, per identificare le variazioni di stato successive.

Estrapolazione codice dall'allarme.

Se necessario, moltiplica il codice dell'allarme per il valore del moltiplicatore. Il codice viene poi salvato nella coda degli allarmi.

così visualizza il messaggio sulla riga 1. L'array "**LCD_Buffer_Row_1**" contiene il messaggio per la riga 1 (Listato 5).

Descrizione pulsanti e relativi menu

Il visualizzatore di allarmi è dotato di una tastiera di gestione realizzata

Listato 3

```
void Send_Comm(uchar Command_LCD, uchar Controller)
{
    RW_LCD_M(LOW);
    RS_LCD_M(LOW);
    LATD = Command_LCD;
    if (Controller != 1)
    {
        E2_LCD_M(HIGH);
        Nop();
        Nop();
        E2_LCD_M(LOW);
    }
    else
    {
        E1_LCD_M(HIGH);
        Nop();
        Nop();
        E1_LCD_M(LOW);
    }
    Wait_uSec(80); // RITARDO DI 40 uSec
}

void Send_DataD(uchar Data_LCD, uchar Controller)
{
    RW_LCD_M(LOW);
    RS_LCD_M(HIGH);
    LATD = Data_LCD;
    if (Controller != 1)
    {
        E2_LCD_M(HIGH);
        Nop();
        Nop();
        E2_LCD_M(LOW);
    }
    else
    {
        E1_LCD_M(HIGH);
        Nop();
        Nop();
        E1_LCD_M(LOW);
    }
    Wait_uSec(80); // RITARDO DI 40 uSec
}
```

Per mandare un comando al controller del display LCD è necessario portare a livello logico basso il pin di R/W e il pin RS.

Preparare il codice del comando da inviare sulla porta D.

Infine alzare e abbassare il segnale di enable. Il segnale di enable deve rimanere alto per almeno 230 nsec. A seconda del controller da comandare sarà eseguito il codice per E2 o per E1.

Per mandare un dato al controller del display LCD è necessario portare a livello logico basso il pin di R/W e a livello logico alto il pin RS.

Preparare il codice del comando da inviare sulla porta D.

Infine alzare e abbassare il segnale di enable. Il segnale di enable deve rimanere alto per almeno 230 nsec. A seconda del controller da comandare sarà eseguito il codice per E2 o per E1.

Listato 4

```
void Init_LCD(uchar Controller)
{
    Wait_mSec(30);           // Ritardo di 30 mSec
    Send_Comm(0x38, Controller); // 00111000 FUNCTION SET
    Send_Comm(0x0C, Controller); // 00001100 DISPLAY ON, CURSOR OFF, BLINKING OFF
    Send_Comm(0x01, Controller); // 00000001 DISPLAY CLEAR
    Wait_mSec(2);           // Ritardo di 2 mSec
    Send_Comm(0x06, Controller); // 00000110 ENTRY MODE SET
}
```

Codice comando.

Controller cui inviare i comandi (1 o 2).

con dei semplici pulsanti: tale tastiera (la figura 7 mostra la disposizione dei pulsanti e la relativa funzione) permette di impartire semplici comandi di impostazione e visualizzazione. Vediamo ora la funzione svolta da ogni pulsante.

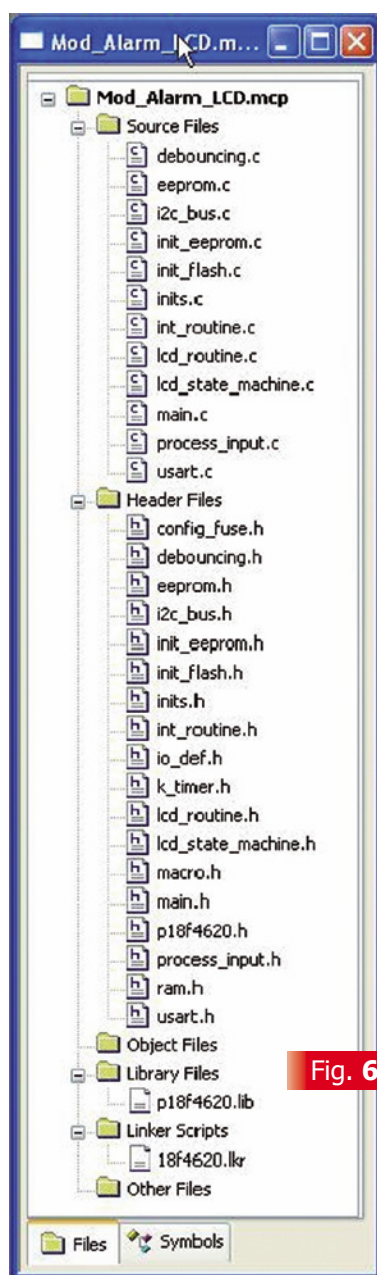


Fig. 6

Listato 5

```
void Write_Row1_LCD(uchar Controller)
{
    Row_Counter = 40;
    do
    {
        Send_Data(LCD_Buffer_Row_1[40 - Row_Counter], Controller);
    } while (--Row_Counter != 0);
}
```

Dato

Controller cui inviare i comandi (1 o 2).

• **Up, Down, Left, Right:** servono per navigare nei vari menu, quindi hanno diverse funzioni. In seguito verranno discussi in dettaglio, a seconda del menu in cui vengono fatti operare.

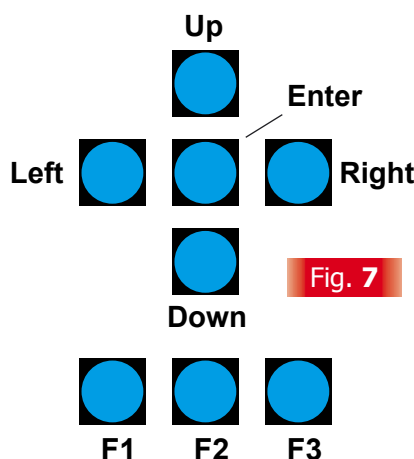


Fig. 7

- **Enter:** accende/spegne la retroilluminazione del display. Nei vari sottomenu di configurazione serve per uscire senza salvare le modifiche fatte.
- **F1:** richiama menu per modificare i messaggi memorizzati in EEPROM I²C.
- **F2:** richiama menu per modificare l'impostazione dei contatti di ingresso (Normalmente aperti "NO", o normalmente chiusi "NC").
- **F3:** richiama menu per modificare il contrasto dell'LCD.

- **F2 + F3:** richiama menu per modificare "tempo di ciclo" tra messaggi di allarme.
- **F1 + F2:** richiama menu per la visualizzazione dei messaggi di allarme memorizzati nella coda.
- **F1 + F3:** cancella la coda dei messaggi.

L'immagine di figura 8 mostra tutti i menu che è possibile richiamare: per ognuno di essi sono stati evidenziati i pulsanti coinvolti nella gestione delle funzioni a cui si riferiscono.

Menu "Modifica messaggi memorizzati in EEPROM"

Questo menu permette, una volta richiamato, di modificare i messaggi di allarme memorizzati nella EEPROM. Dalla schermata principale si esegue lo scroll dei messaggi fino ad individuare quello su cui si vuole eseguire la modifica, quindi, dal relativo sottomenu, si esegue la modifica del testo.

Di seguito è riportato il significato assunto da ogni pulsante:

Menu principale:

- **Left:** esegue lo scroll verso sinistra dei messaggi. Richiama il messaggio precedente.
- **Right:** esegue lo scroll verso destra dei messaggi. Richiama il messaggio successivo.
- **Enter:** richiama il sottomenu per la modifica del messaggio visualizzato.
- **F3:** Esce dal menu.

Sottomenu:

- **Left:** sposta il cursore verso sinistra. Il cursore identifica la posizione in cui si esegue la modifica. ➤

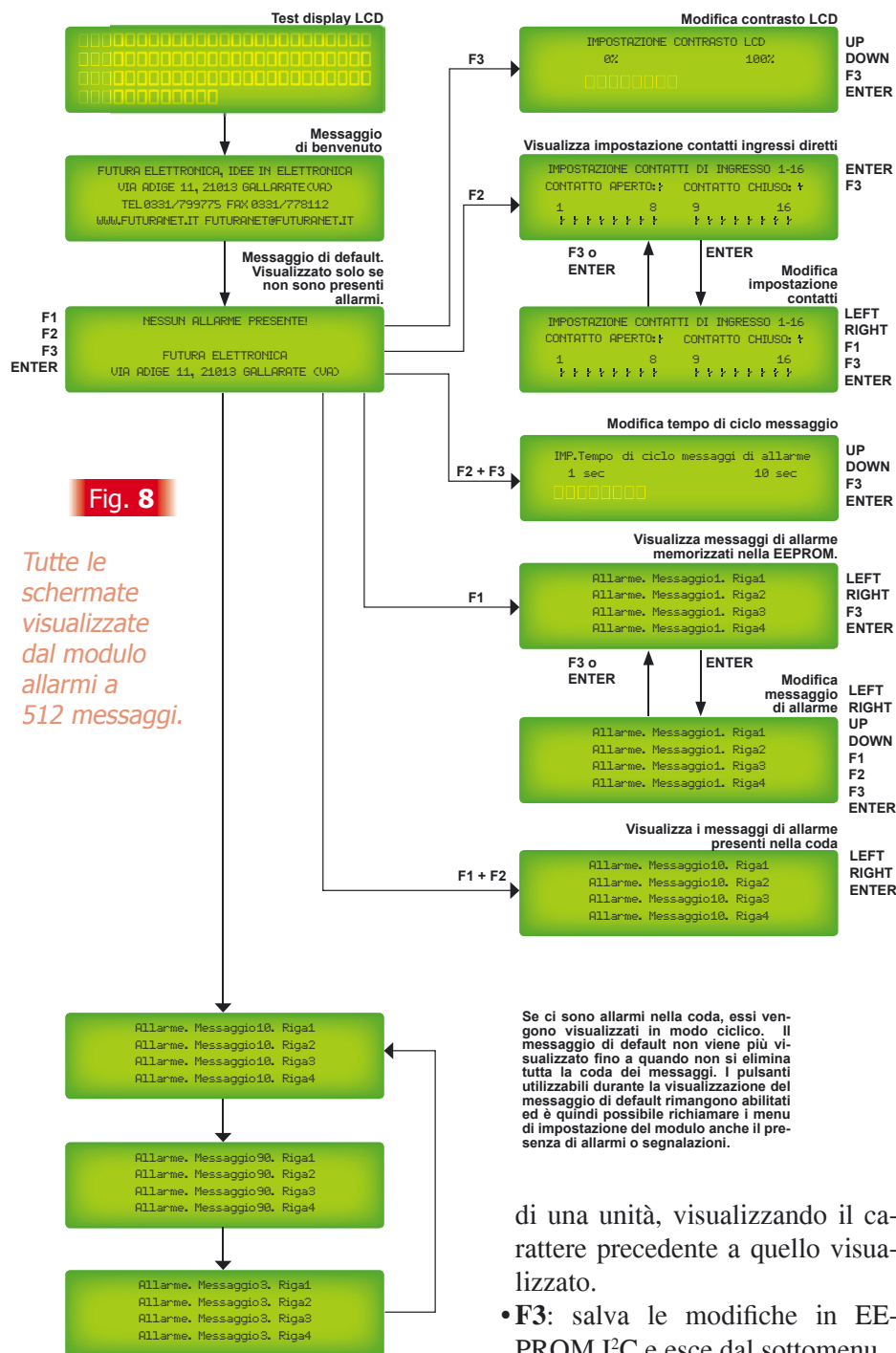


Fig. 8

Tutte le schermate visualizzate dal modulo allarmi a 512 messaggi.

- **Right:** sposta il cursore verso destra.
- **Up:** sposta il cursore verso l'alto.
- **Down:** sposta il cursore verso il basso.
- **F1:** cambia il carattere su cui è posizionato il cursore. Incrementa di una unità, visualizzando il carattere successivo a quello visualizzato.
- **F2:** cambia il carattere su cui è posizionato il cursore. Decrementa

di una unità, visualizzando il carattere precedente a quello visualizzato.

- **F3:** salva le modifiche in EEPROM I²C e esce dal sottomenu.
- **Enter:** esce dal sottomenu senza salvare le modifiche effettuate.

Menu "Modifica impostazione contatti di ingresso"

Questo menu permette, una volta richiamato, di modificare l'impostazione dei sedici contatti di ingresso. Nella schermata principale viene visualizzata la configurazione dei contatti di ingresso attiva in quel momento, mentre dal sottomenu si esegue la modifica sulla configu-

razione degli ingressi. Il contatto "NO" o "NC" viene rappresentato da un simbolo grafico salvato nella CGRAM del display LCD.

Di seguito è riportato il significato di ogni pulsante.

Menu principale:

- **Enter:** richiama il sottomenu per la modifica dell'impostazione dei contatti.
- **F3:** esce dal menu.

Sottomenu:

- **Left:** sposta il cursore verso sinistra. Il cursore identifica la posizione in cui si esegue la modifica.
- **Right:** sposta il cursore verso destra.
- **F1:** cambia la configurazione del contatto; se "NC" diventa "NO" e viceversa. Agendo su F1 si vede cambiare il simbolo grafico.
- **F3:** salva le modifiche fatte e esce dal sottomenu.
- **Enter:** esce dal sottomenu senza salvare le modifiche fatte.

Menu "Modifica contrasto LCD"

Serve per modificare il contrasto: quest'ultimo cambia istantaneamente, in funzione del nuovo valore impostato.

Di seguito è riportato il significato di ogni pulsante:

- **Up:** aumenta il contrasto.
- **Down:** diminuisce il contrasto.
- **F3:** salva le modifiche in EEPROM PIC ed esce dal menu.
- **Enter:** esce dal menu senza salvare le modifiche fatte.

Menu "Tempo di ciclo"

Tramite questo menu è possibile modificare il tempo di ciclo tra un messaggio di allarme e il successivo. Si ricorda che i codici dei messaggi di allarme sono salvati nella "coda degli allarmi".

In questo caso, le funzioni dei vari pulsanti diventano le seguenti:

- **Up:** aumenta il tempo di ciclo.

- **Down**: diminuisce il tempo di ciclo.
- **F3**: salva le modifiche in EEPROM PIC e esce dal menu.
- **Enter**: esce dal menu senza salvare le modifiche fatte.

Menu "visualizza messaggi presenti nella coda allarmi"

Si tratta del menu più importante poiché, una volta richiamato, consente di visualizzare i messaggi di allarme memorizzati nella coda: quest'ultima può memorizzare fino a 127 allarmi.

È un menu di sola visualizzazione. Di seguito è riportato il significato di ogni pulsante.

- **Left**: esegue lo scroll verso sinistra dei messaggi. Richiama il messaggio precedente.
- **Right**: esegue lo scroll verso destra dei messaggi. Richiama il messaggio successivo.
- **Enter**: esce dal menu.

Il programma di configurazione

Nonostante il dispositivo possa essere riconfigurato completamente tramite la tastiera di cui è dotato, abbiamo voluto realizzare un programma utile allo scopo e operante in ambiente Windows. La figura 9 mostra la finestra principale del programma, finestra che mette in evidenza il messaggio di allarme numero 3 e i relativi parametri di configurazione. L'allarme è impostato per un tempo di ciclo di 2 secondi; la transizione tra l'allarme in esame ed il successivo viene effettuata attraverso lo shift verso destra e sinistra delle quattro righe che compongono il messaggio (riga 1 shift a sinistra, riga 2 shift a destra, riga 3 shift a sinistra e riga 4 shift a destra).

Per ogni riga dell'allarme è possibile impostare il relativo allineamento: sinistra, centrato o destra (l'allineamento è valido per le righe che contengono meno di 40 caratteri, in caso contrario esso non può essere appli-

cato). È inoltre possibile allineare tutti i 512 messaggi in una sola volta utilizzando i tre comandi racchiusi nel frame "Allinea tutti i messaggi". Sotto i messaggi trovano posto i comandi per impostare i contatti dei sedici ingressi diretti, che come detto più volte nell'articolo, possono essere o normalmente aperti oppure normalmente chiusi. Si ricorda che con il contatto normalmente aperto (NO), l'allarme in ingresso viene identificato alla chiusura del contatto stesso; viceversa avviene se si sceglie l'opzione "Normalmente Chiuso

(NC)". Nella sezione "Opzioni" si impostano i parametri di transizione tra un messaggio di allarme e il successivo (le transizioni supportate sono già state descritte nella precedente puntata).

È anche possibile impostare il tempo di ciclo tra un messaggio di allarme ed il successivo, definire se un particolare ingresso deve essere considerato come allarme o come semplice avviso (in questo caso, il relé di segnalazione non viene attivato) e programmare gli scorrimenti dei vari messaggi singolarmente oppure tutti

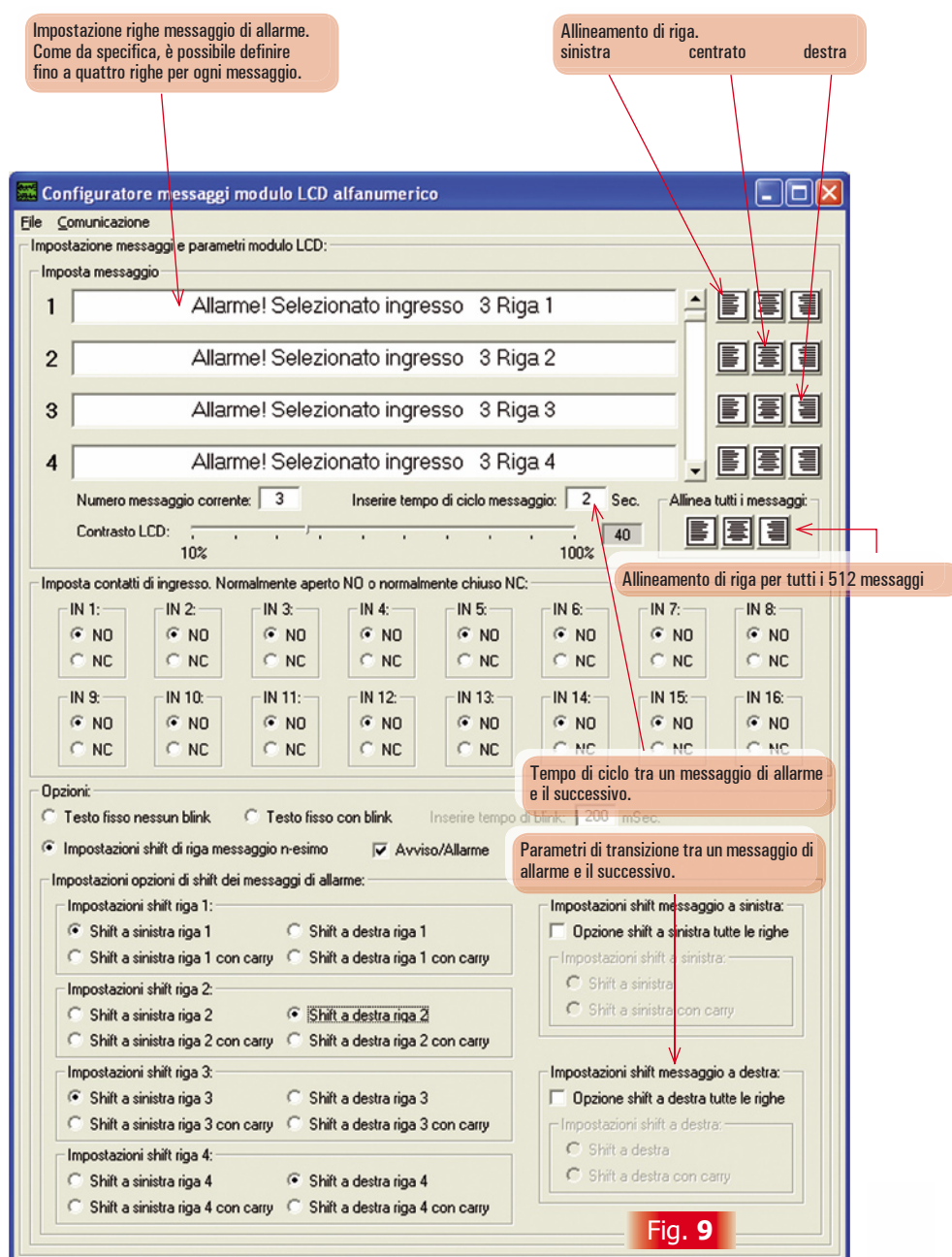


Fig. 9

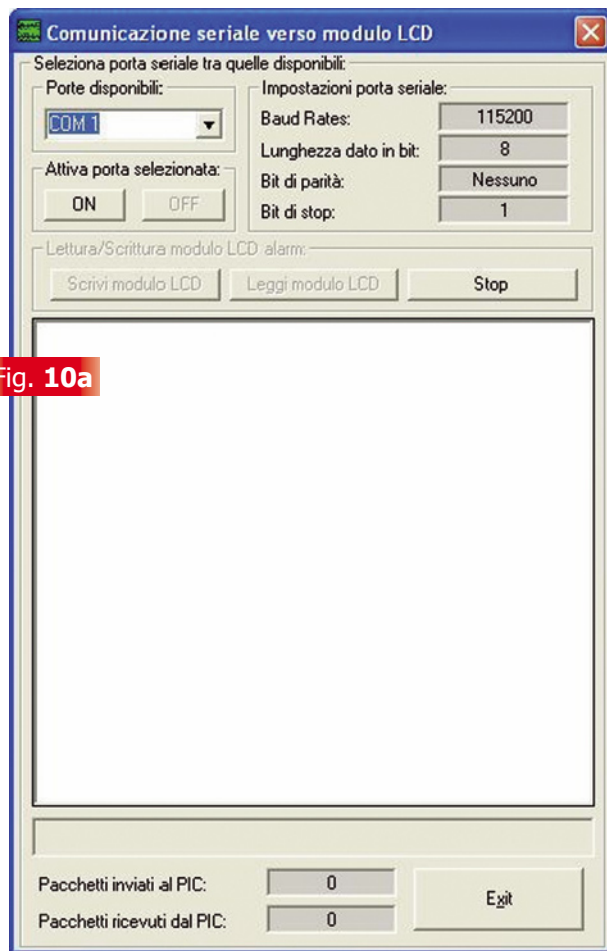


Fig. 10a

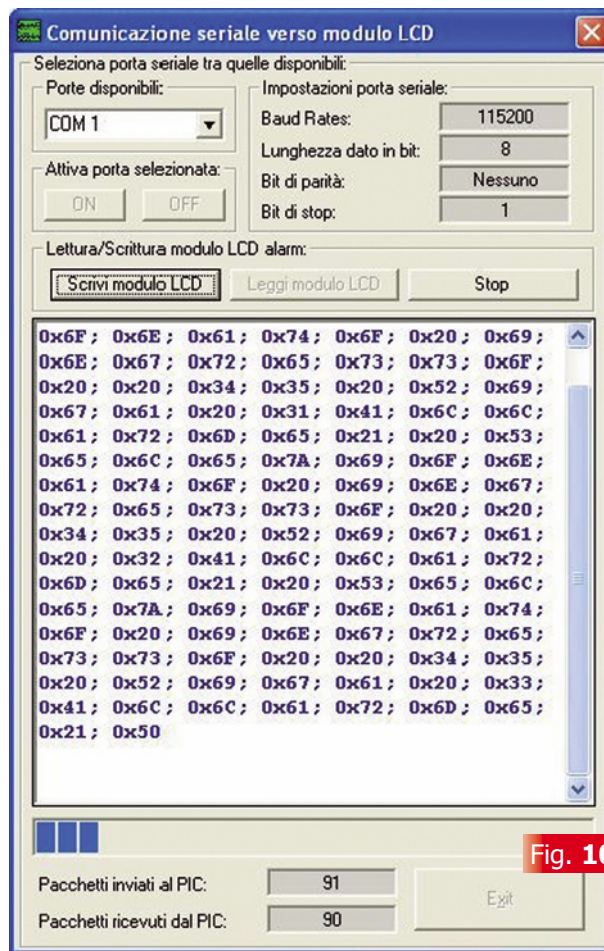


Fig. 10b

nello stesso modo (tutte le righe a sinistra o a destra).

Conclusa la programmazione dei parametri e dei messaggi occorre trasferire la nuova configurazione nell'hardware. Per fare ciò, si richiama il modulo di lettura/scrittura dal menu "Comunicazione": appare la finestra visibile nella figura 10a.

Per prima cosa è necessario scegliere la porta seriale tramite la quale si vuole creare la connessione con

il modulo allarmi. Nel nostro caso abbiamo selezionato la "COM1". Se nel vostro PC non sono presenti porte seriali, potete utilizzare un convertitore USB/RS232, oggetto di facile reperibilità e di costo contenuto, tramite il quale si può dotare un PC di nuova generazione di una ComPort virtuale, perfettamente adatta allo scopo. Dopo avere terminato l'installazione del convertitore, il PC dispone di una porta seriale nuova,

identificabile tramite la finestra di gestione delle risorse hardware. Per semplificare le cose, ipotizziamo che Windows abbia assegnato l'indirizzo COM1 alla seriale virtuale emulata dal convertitore appena installato.

Selezionata la ComPort, premete sul pulsante "ON" per convalidare la scelta. A questo punto, premendo sul pulsante "Scrivi modulo LCD" viene avviata la procedura di programmazione del dispositivo hardware. Que-

per il

MATERIALE

Il materiale utilizzato in questo progetto è facilmente reperibile in commercio. Il master del CS, il firmware con cui programmare il PIC ed il software di configurazione sono scaricabili gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). Il microcontrollore in SMD utilizzato in questo circuito (PIC18F4620-I/PT) è disponibile al costo di 14,00 Euro, IVA compresa.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Descrivere in maniera assolutamente comprensibile un progetto complesso come questo è, come direbbero gli Americani, "a big challenge". Sicuramente, la parte più complessa da descrivere è quella relativa ai vari menu di configurazione, che cambiano in funzione delle personalizzazioni applicate. Nonostante il cambiamento dei valori, le caratteristiche base di ogni menu restano inalterate ed in questo caso un'immagine di quanto ci si può aspettare in pratica, aiuta più di mille parole. Proprio per tale ragione abbiamo voluto inserire in questo riquadro le fotografie di alcune schermate significative che abbiamo ripreso sul nostro prototipo in laboratorio.

Figura A. Abbiamo ipotizzato di utilizzare il modulo allarmi in abbinamento ad un sistema anti intrusione che segnala di essere operativo attivando una uscita a relé, collegata all'ingresso numero 6 del nostro dispositivo. Trattandosi di una segnalazione, non viene generato un allarme quindi il relé del nostro modulo resta inattivo.

Figura B. Il menu per la regolazione del contrasto è molto semplice: visualizza solamente una barra di stato che indica in modo grafico il livello di contrasto sul display.

Figura C. Mostra il menu con cui si programma l'intervallo di tempo di transizione da un messaggio di allarme al messaggio successivo. La barra di stato definisce l'intervallo, il cui valore è compreso tra 1 e 10 secondi.

Figura D. Tramite questo menu vengono definiti gli stati di attivazione dei vari ingressi. Se ad un ingresso è associato il simbolo "interruttore aperto", tale ingresso va in allarme quando il contatto ad esso collegato si chiude. In altre parole, il sensore esterno segnala l'allarme chiudendo un contatto normalmente aperto. Se ad una uscita è assegnato il simbolo "interruttore chiuso", il ragionamento è analogo ma il sensore segnala l'allarme aprendo un contatto normalmente chiuso.

Figura E. Qui ipotizziamo l'apertura forzata di un cancello automatico. Per fare ciò è necessario che l'interruttore magnetico di allarme posto sul cancello raggiunga l'ingresso 2 del modulo allarmi tramite un relé controllato dal telecomando: l'apertura da telecomando deve escludere il contatto magnetico sul cancello per tutti il ciclo di apertura e chiusura.

Fig. A

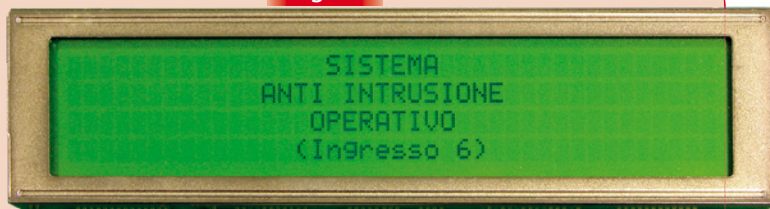


Fig. B



Fig. C



Fig. D



Fig. E



sta procedura, del tutto equivalente ad un "file transfer", è accompagnata da un'animazione grafica (Figura 10b in basso), operata da una "status bar" che, scorrendo, dà un'idea del tempo trascorso dall'inizio del file transfer e del conseguente tempo rimanente. Inoltre nella finestra di testo vengono mostrati i pacchetti dati inviati e ricevuti: ricordiamo che il programma rilegge ogni pacchetto dati trasmesso, per avere la certezza

che il trasferimento sia andato a buon fine. Qualora si volesse interrompere la comunicazione, è sufficiente premere il pulsante "Stop". Il modulo può anche essere letto, opzione questa molto utile qualora si volesse avere una copia di back-up di una configurazione effettuata manualmente tramite la tastiera. Eventuali errori di trasferimento durante il file transfer vengono visualizzati tramite messaggi di notifica.

Note conclusive

Questo visualizzatore di allarmi può essere abbinato a sistemi anti intrusione già installati, ma è in grado di operare anche autonomamente e, per quanto non sia paragonabile ad una centrale anti intrusione, sicuramente può essere utilizzato per avvisare del cambio di stato di vari sensori. Tutto dipende dalla fantasia di chi lo vuole utilizzare, ossia dalla vostra fantasia, pertanto... buon lavoro.

Controllo a relé con interfaccia DMX

di Davide Scullino

Compatibile con lo standard di controllo luci DMX512, consente di attivare in modalità ON/OFF qualsiasi apparecchiatura collegata alla linea di controllo. Uscita di potenza a relé, indirizzo impostabile tramite dip-switch, alimentazione 12 Vdc.

Gli impianti per l'illuminazione e gli effetti coreografici nelle manifestazioni artistiche vengono ormai da anni gestiti mediante apparati che rispondono allo standard DMX512, che ha permesso di uniformare i cablaggi e le periferiche, quindi di espandere a piacimento un impianto esistente, certi della piena compatibilità delle parti aggiunte. Il DMX512 è nato essenzialmente per due ragioni: controllare un numero consistente di dispositivi di illuminazione e relativi servocomandi (rotori per sfere, fari, ma anche macchine per il fumo) usando un bus di tre soli cavi e decentrare le unità di potenza,

evitando quindi di portare in giro i pesanti conduttori occorrenti a far viaggiare le elevate correnti richieste. Nel caso delle lampade, la console che deve operare il controllo invia, in formato digitale (su 8 bit) ad ognuna le informazioni su come deve accendersi; localmente, un decodificatore converte l'informazione digitale in una tensione continua che va a comandare il dimmer di ciascuna lampada. Per far sì che ogni comando raggiunga una specifica unità, il protocollo prevede un metodo che consente di assegnare l'indirizzo, ossia stabilisce una codifica delle stringhe tale che la periferica possa >

leggere il comando ad essa destinato; è possibile indirizzare da 1 a 511 periferiche per canale o bus. Del protocollo abbiamo ampiamente parlato a partire dal fascicolo n° 91, proponendo anche un programma da computer per il controllo professionale di luci, un'interfaccia USB/RS485, una centralina locale di decodifica e dei dimmer di potenza.

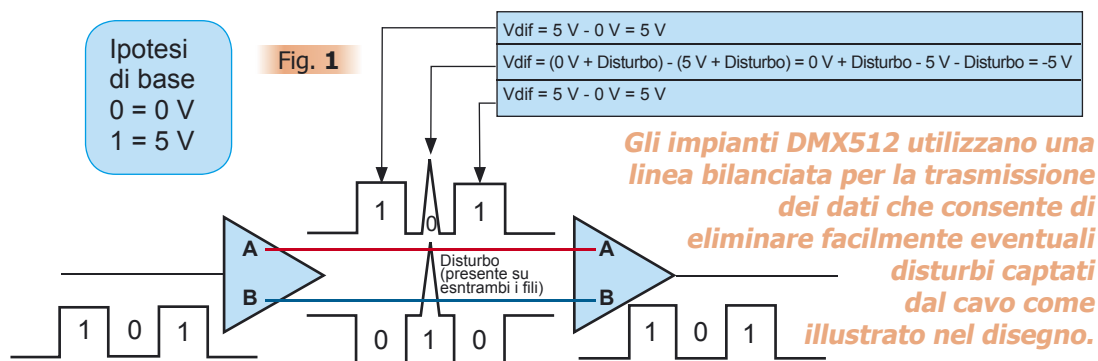
In queste pagine torniamo sull'argomento proponendo una periferica molto semplice, che mediante un relé può attivare o disattivare in modo ON/OFF qualsiasi dispositivo elettrico o comandabile elettricamente; l'unità è progettata per attivare l'uscita quando il dato ricevuto presenta un valore compreso tra 140 e 255 mentre si disattiva nel caso il valore sia uguale o inferiore a 120. L'isteresi prevista serve ad evitare incertezze di commutazione, che possono verificarsi perché le console DMX comandate manualmente mediante cursori ricavano l'informazione digitale dalla lettura di una tensione analogica prelevata da comuni potenziometri; quindi, se non si ponesse un margine, la tolleranza dovuta alle variazioni termiche, a semplici vibrazioni o all'incertezza del contatto provocherebbe oscillazioni che, se sul piano analogico corrispondono a piccole percentuali di tensione, su quello digitale pos-

sono provocare lo spostamento dei dati di una o più unità. Imponendo un'isteresi, per quanto piccola, saremo certi che i fattori sopra elencati non provocheranno false commutazioni.

Schema elettrico

Detto ciò, passiamo a vedere come è strutturato l'attuatore proposto in queste pagine: il cuore del circuito è un microcontrollore Microchip PIC16F627A programmato in modo da decodificare il protocollo DMX512 e verificare l'indirizzo contenuto nelle stringhe di dati, confrontandolo con quello impostato localmente mediante il dip-switch SW1; i dati in arrivo dal bus vengono letti con l'ausilio di un convertitore RS485 e, se sono quelli attesi, vengono usati dal micro per comandare l'utilizzatore tramite un comune relé. Questo è, in sintesi, il circuito che vi proponiamo.

Il PIC lavora alla frequenza di clock di ben 20 MHz (garantita dal quarzo collegato tra i piedini 15 e 16) perché deve svolgere molto rapidamente determinate operazioni riguardanti

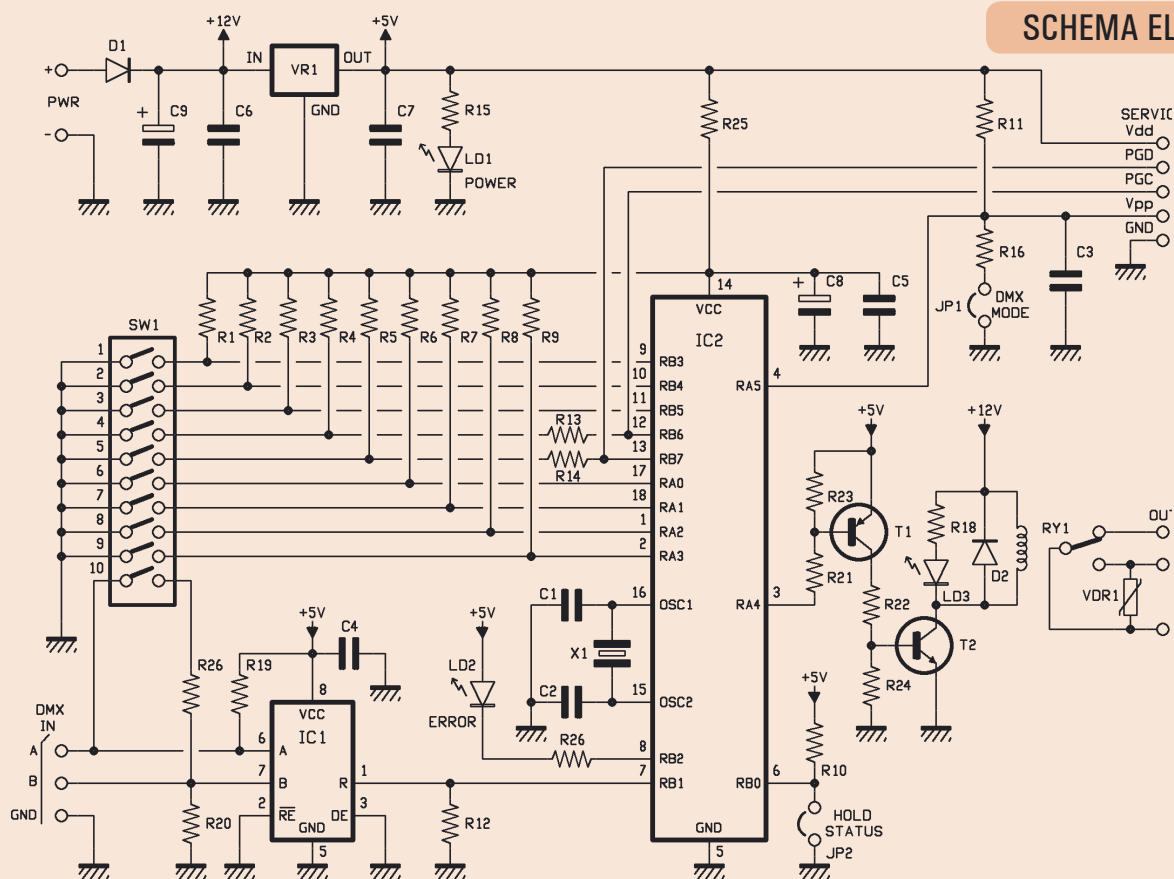


le stringhe di dati che riceve dal bus, in quanto lo standard DMX512 prevede una velocità di comunicazione elevatissima (ogni console deve, teoricamente, aggiornare lo stato di 512 periferiche quaranta volte al secondo).

Vediamo ora esattamente come funziona l'insieme: dopo l'accensione e l'inizializzazione degli I/O, il micro per prima cosa legge lo stato delle nove linee che ha impostato come input (il pull-up è esterno e viene garantito dalle resistenze R1÷R9) destinati alla lettura del dip-switch SW1; la lettura riguarda i dip dall'1 al 9, dal momento che il decimo serve ad inserire o meno il terminatore del bus. I dip 1÷9 permettono di definire l'indirizzo della periferica DMX512, che può essere impostato tra 1 e 511 perché l'address 0 non viene considerato dal software del PIC. La lettura dell'indirizzo avviene esclusivamente all'accensione del microcontrollore, quindi se si cambia l'impostazione dei dip mentre il circuito è in funzione la modifica non ha effetto fino allo spegnimento e alla successiva accensione.

Dopo la lettura dell'SW1, il software del micro controlla ciclicamente la propria linea RB1, iniziata come ingresso dei dati in arrivo dal bus DMX512; per poter acquisire le informazioni il PIC si avvale di un convertitore integrato RS485/TTL con sigla SN75176 necessario in quanto i segnali nello standard DMX512 viaggiano lungo una linea RS485, ovvero sono bilanciati; più esattamente, il dato

- Unità per il comando ON/OFF con protocollo DMX512
- Uscita a relé
- Tensione commutabile dal relé: 250 Vca/cc
- Corrente commutabile dal relé: 8 A
- Tensione di alimentazione: 12 ÷ 15 Vcc
- Assorbimento: 100 mA
- Indirizzo impostabile: 1 ÷ 511
- Gestione: microcontrollore



viaggia simmetrico (positivo su un filo e negativo sull'altro) rispetto al conduttore di massa. Questa tecnica permette sia di elevare il livello utile di ogni impulso che di abbattere i disturbi captati durante il tragitto; infatti, se ogni impulso viene generato simmetricamente, l'ampiezza che ne deriva è doppia rispetto a quella che si avrebbe con impulsi unidirezionali poiché il rapporto tra segnale e disturbo che ne risulta è teoricamente il doppio. Inoltre, siccome per trasformare gli impulsi simmetrici in normali dati unidirezionali, quali quelli in formato TTL, si usano circuiti differenziali, il segnale viene sommato e l'eventuale disturbo captato dai conduttori si annulla, almeno in teoria; il concetto si comprende rammentando che ogni impulso viene trasmesso sdoppiato e sotto forma di due impulsi di polarità opposta. Facendo entrare in un comparatore due se-

gnali uguali ma opposti di fase, uno all'ingresso non-invertente e l'altro a quello invertente, la somma algebrica risultante è pari alla somma dei valori assoluti dei due impulsi. Quanto al disturbo, ammettendo che un'interferenza captata lungo il tragitto affligga in ugual misura i due conduttori di segnale, entrando nel differenziale viene annullata, perché la parte corrispondente al filo che raggiunge l'ingresso invertente è identica a quella entrante nel non-invertente; quindi, la somma algebrica dei disturbi è pari a zero.

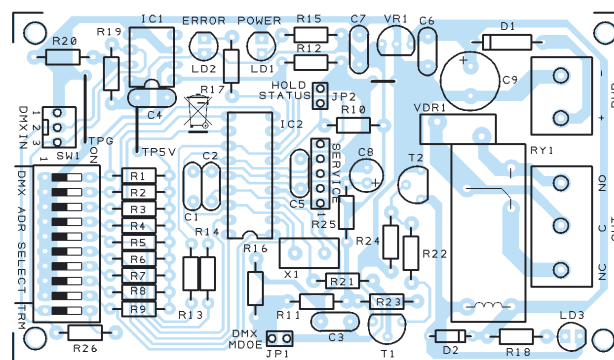
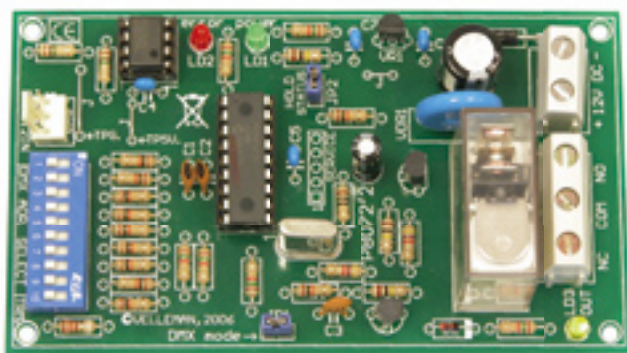
Questo è il segreto che permette di usare la linea RS485 per coprire distanze di diverse centinaia di metri e, a volte, di chilometri. Il funzionamento appena descritto appare più comprensibile guardando la Figura 1, che riporta un'interfaccia bilanciata.

Tornando al nostro circuito, vediamo che il bus del DMX512, compo-

sto dai fili di segnale A e B e dalla linea di massa comune entra nel connettore SK2 e da esso raggiunge IC1; qui i segnali vengono sommati algebricamente e danno come risultato un impulso a 5 volt quando A è positivo e B negativo, ovvero lo zero logico nel caso contrario o quando sia A che B sono a zero perché non c'è alcun segnale.

Gli impulsi in formato TTL raggiungono il microcontrollore.

Come accennato, il software controlla ciclicamente RB1 e non appena registra su di essa una transizione, dovuta all'arrivo di una stringa di dati dal bus DMX512, memorizza le informazioni corrispondenti; grazie ad un'apposita routine di identificazione del protocollo, estrae sia l'indirizzo che il dato relativo. Per farla breve, il programma conta i pacchetti ricevuti a partire dal capo della stringa e, quando il conteggio raggiunge un valore pari a quel-



ELENCO COMPONENTI:

R1+R11: 10 kohm
 R12: 100 ohm
 R13+R18: 1,5 kohm
 R19: 1 Mohm
 R20: 1 Mohm
 R21: 4,7 kohm
 R22: 4,7 kohm
 R23, R24: 100 kohm
 R25: 10 ohm
 R26: 120 ohm
 C1, C2: 15 pF ceramico
 C3: 10 nF multistrato
 C4+C7: 100 nF multistrato

C8: 10 μ F 35V elettrolitico
 C9: 470 μ F 25V elettrolitico
 D1: 1N4007
 D2: 1N4148
 LD1: led 3mm verde
 LD2: led 3mm rosso
 LD3: led 3mm giallo
 T1: BC557
 T2: BC547
 IC1: SN75176
 IC2: PIC16F627A (VK8072)
 VR1: 78L05
 RY1: Relè 12Vdc/16A

VDR1: VDR300
 SW1: Dip-switch 10 vie
 X1: Quarzo 20 MHz

Varie:
 - Strip maschio 3 pin
 - Strip maschio 2 pin (2 pz.)
 - Zoccolo 4+4
 - Zoccolo 9+9
 - Morsettiera 2 poli
 - Morsettiera 3 poli
 - Connettore XLR 3 poli maschio
 - Circuito stampato

lo impostato dall'SW1 (l'indirizzo della periferica) carica in RAM il valore corrispondente (0-255), che poi elabora per decidere le azioni da intraprendere. In altre parole, l'unità conta i pacchetti di ogni stringa e va a leggere il contenuto di quello corrispondente al numero del suo indirizzo.

Per fare un esempio, se l'indirizzo della nostra unità è 30 e la console ha collegate periferiche fino alla 100, sul bus arriveranno stringhe contenenti 100 pacchetti almeno; la nostra unità conterà fino a 30 e, all'arrivo del trentesimo pacchetto andrà a leggere il dato in esso contenuto.

Acquisita tale informazione, possono accadere due cose: se il dato letto presenta un valore almeno di 140 (010001100), il firmware for-

za a livello basso la linea RA4 del microcontrollore provocando la saturazione del T1, il quale alimenta la base del T2 determinando la saturazione di quest'ultimo; così si attiva il relé. Se invece invece il valore rilevato dal pacchetto in arrivo è minore di 140, il microcontrollore lascia le cose come sono, nel senso che se precedentemente il relé era a riposo, la linea RA4 rimane ad 1 logico, mentre se il comando giunge quando il relé si trova attivo (perché una pacchetto precedente l'aveva eccitato) il pin 3 del micro resta a zero. Ogni volta che un comando provoca l'attivazione dell'RY1, il relé resta eccitato fino a quando al circuito non giunge una nuova stringa di comando contenente un valore inferiore a 120; come detto poc'anzi, se il circuito riceve un comando

contenente un valore anche minore di 140 ma superiore a 120, RY1 rimane nello stato in cui si trova.

L'attivazione del relé viene segnalata dal led LD3, alimentato in parallelo alla sua bobina mediante la resistenza di limitazione della corrente R18; sempre in parallelo, si trova il diodo (D2) che protegge la giunzione base-collettore del T2 quando il transistor si interdice, condizione al verificarsi della quale la bobina reagisce generando un'extratensione inversa.

Bene, finora abbiamo visto gli aspetti essenziali del funzionamento dell'unità; restano da analizzare alcuni dettagli, a partire dal led LD2, comandato mediante l'uscita RB2 del PIC: serve a comunicare alcuni eventi e, più esattamente, emette un solo lampeggio dopo l'alimen-

È un sistema di comunicazione nato per il controllo luci e attualmente esteso anche alle macchine per gli effetti scenografici; fu ideato per risolvere il problema del decentramento dei dispositivi di potenza necessari a pilotare fari, sfere luminose rotanti ecc. e limitare così il costo dei conduttori e le perdite energetiche nel percorso tra console e utilizzatore. Utilizzando tale standard il banco di controllo si limita a inviare su una linea comune a tutti i dispositivi (composta da tre fili) stringhe di dati contenenti, per ciascuno, il comando e l'indirizzo; così facendo, il controllo avviene usando cavi sottili e poco costosi, la cui consistenza è indipendente dall'assorbimento dei carichi, mentre la rete ad alta tensione raggiunge le unità locali dove si trovano le lampade o gli utilizzatori.

L'indirizzo serve per dirigere un certo comando a una e una sola lampada; lo standard DMX512 prende il nome dal fatto che prevede l'indirizzamento di un massimo di 512 periferiche (address da 0 a 511). Il comando è un byte da 8 bit (permette 256 livelli) e può assumere un valore compreso tra 0 e 255; esprime il livello di luminosità della lampada (ovvero della potenza che essa riceve dal dimmer) secondo questa convenzione: 0 significa spegnimento e 255 accensione al massimo.

La comunicazione sul bus avviene ad alta velocità, dato che la console di comando emette sequenzialmente in una stringa indirizzi e comandi di tutti i possibili 512 dispositivi, anche se ne sono installati di meno; il tutto avviene quaranta volte al secondo, per consentire l'esecuzione di giochi di luce quali la rapida rotazione di un punto luminoso su un cerchio di faretto o l'esecuzione sincronizzata di giochi di luci in movimento,

che avverrebbe fuori tempo se i dati venissero aggiornati troppo lentamente. La linea è di tipo bilanciato e il bus normalmente presenta l'uno logico (fili dati, A e B, positivi rispetto alla massa comune).

L'invio dei dati funziona così: ogni pacchetto parte con una transizione a livello basso, chiamata break, della durata di almeno 88 μ s, cui seguono una pausa a livello alto, un byte vuoto (corrispondente all'indirizzo zero) un bit di stop, quindi il blocco contenente il byte utilizzato dalle periferiche; ciascun byte inizia con un bit di start (impulso a livello alto) e termina con uno, analogo, di stop. La console trasmette periodicamente una stringa contenente un numero di pacchetti corrispondente al più alto indirizzo di periferica da modificare: ad esempio, se si vuole agire sulla lampada con indirizzo 64, è necessario generare stringhe di almeno 64 pacchetti, 63 dei quali rimangono invariati.



tazione del circuito, ad indicare che il microcontrollore funziona correttamente; nel normale utilizzo, se lampeggia lentamente vuol dire che non vi sono dati in arrivo dal bus DMX512.

Infine, se lampeggia rapidamente significa che mediante SW1 è stato impostato l'indirizzo 0, che non va usato. Un altro dettaglio significativo riguarda il jumper JP1, letto dalla linea RA5: definisce la modalità DMX secondo cui il circuito deve operare; per l'esattezza, quando è aperto (RA5 a livello logico alto) si ottiene il funzionamento canonico, nel quale l'unità si adatta di volta in volta al comando ricevuto e segue in tempo reale le eventuali variazioni. Chiudendo il ponticello, si attiva la modalità a correzione d'errore, nella quale il microcontrollore, prima

di eseguire un comando, vuole verificarlo due volte; ciò può servire per evitare l'imprecisione dovuta a determinati dispositivi di controllo, tuttavia determina, come inconveniente, una certa lentezza nell'adeguamento dello stato del relé al comando inviato dalla console. Infatti, perché giungano due comandi consecutivi alla stessa periferica possono trascorrere alcuni decimi di secondo, dato che, da quando arriva il comando diretto a una certa periferica, devono passarne altri 512 diretti alle ipotetiche altrettante unità affacciate sul bus.

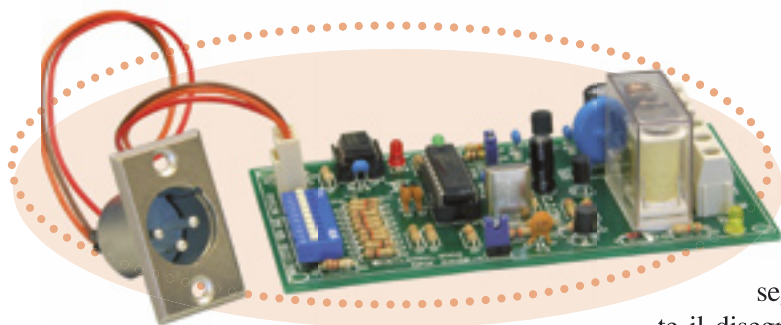
Restando in tema di relé, analizziamo l'ultimo particolare: mediante il jumper JP2 è possibile stabilire come l'uscita del circuito debba comportarsi nel caso venga sconnesso il cavo DMX512 o la console

smetta di inviare i dati mentre RL2 è eccitato; chiudendo il ponticello, se si interrompe il link il relé torna a riposo, indipendentemente dal fatto che l'ultimo comando ricevuto abbia forzato l'attivazione o il mantenimento (valore del comando superiore o uguale a 140 o, a relé eccitato, maggiore di 120). Lasciando JP2 aperto, in caso di disconnessione il relé mantiene la propria condizione, quindi se al momento dell'interruzione del link risultava eccitato rimarrà tale.

Si noti che tutti i jumper vanno impostati prima di alimentare il circuito; eventuali modifiche apportate durante il funzionamento non verranno prese in considerazione.

Concludiamo la descrizione dicendo che l'intero circuito è alimentato con una tensione continua del valore





za chiuderete con jumper (caps) a passo 2,54 mm. Per l'orientamento dei componenti polarizzati seguite attentamente

il disegno di montaggio,

di 12÷15 V, applicata ai morsetti di SK1; il diodo D1 protegge l'insieme nel caso si applichi l'alimentazione con la polarità invertita. Dal suo catoio viene prelevata la corrente necessaria al relé, mentre al micro e al convertitore RS485/TTL provvede il regolatore integrato VR1, che è il tradizionale 7805 in versione plastica TO-92, cui è affidato il compito di ricavare 5 V ben stabilizzati, la cui presenza determina l'accensione del led LD1, che fa da spia di presenza dell'alimentazione.

Realizzazione pratica

Sul piano costruttivo, il circuito non presenta particolari difficoltà: una volta incisa e forata la basetta (mediante fotoincisione) si possono disporre i componenti, iniziando, per comodità, dalle resistenze, dai diodi al silicio e dagli zoccoli per gli integrati, che sono quelli a più basso profilo; è poi la volta dei transistor e dei led, quindi del quarzo, dei condensatori (prima quelli non polarizzati) del varistore e del relé.

Quanto ai jumper JP1 e JP2, utilizzate delle strip a passo 2,54 mm da due punte ciascuna, che all'occorren-

dove trovate le indicazioni del caso. Allo scopo di agevolare le connessioni con l'esterno, ovvero quelle di alimentazione e dello scambio del relé, montate sul circuito stampato delle morsettiere a passo 5 mm in corrispondenza delle rispettive piazzole.

Completato il montaggio, inserite il microcontrollore programmato e l'SN75176 negli zoccoli corrispondenti; prima di utilizzare il dispositivo, controllate attentamente che tutto sia a posto e, in particolare, accertatevi che non vi siano cortocircuiti dovuti a gocce o "baffi" di stagno tra piste contigue, soprattutto fra quelle dello scambio del relé. Ciò è molto importante se con lo scambio di RY1 andate a comandare utilizzatori funzionanti con la tensione di rete, perché in tal caso un contatto sbagliato potrebbe fare non pochi danni.

Per completare l'unità, cercate un contenitore adatto, possibilmente in plastica, così da non dovervi preoccupare per l'isolamento della basetta dal fondo; su un lato, opportunamente forato, collocate il connettore XLR maschio da pannello, cui por-

terete il filo di massa e le linee A e B del bus RS485. Sempre su un lato, applicate una presa plug da pannello che userete per portare l'alimentazione in bassa tensione, prelevabile da un qualsiasi alimentatore generico che fornisca 12÷15 Vcc con una corrente di 150 milliampere.

L'impostazione dell'address

Prima di impiegare il circuito, bisogna definire il modo di funzionamento scelto, ovvero impostare i jumper per la modalità DMX (sicura o normale, JP1) e il mantenimento dello stato del relé in caso di disconnessione del connettore XLR (JP2); ma, cosa ancor più importante, occorre definire l'indirizzo che identificherà la nostra periferica sul bus DMX512.

Quest'ultima impostazione si effettua usando i dip da 1 a 9 dell'SW1, tenendo conto che dip 1 vale 1 e dip 9 corrisponde a 256; quindi, ad esempio, l'indirizzo 257 si ottiene chiudendo (ON) i soli dip 1 e 9, mentre il 128 si imposta portando in ON solamente dip 8. Ricordate che non è previsto l'uso dell'address 0, quindi si può impostare un indirizzo da 1 a 511.

Se il dispositivo è l'ultimo della catena, nel senso che sul bus è quello più lontano dalla console che comanda il sistema DMX512, bisogna inserire il terminatore (R26) ovvero la resistenza che termina il bus stesso; ciò si ottiene chiudendo (ON) il dip10 dell'SW1.

per il

MATERIALE

Il progetto presentato in questo articolo è disponibile in scatola di montaggio (cod. K8072) al costo di 27,00 Euro. Il kit contiene il circuito stampato, tutti i componenti attivi e passivi, il microcontrollore programmato, il relé ed un connettore XLR maschio. Sono esclusi l'alimentatore (ad esempio il cod. AL08-12, 8,00 Euro) ed un contenitore plastico (ad esempio il cod. COFFER3, 7,80 Euro). I prezzi sono comprensivi d'IVA.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Amplificatore BF 200 W ultracompatto

di Davide Scullino



Amplificatore BF studiato per realizzare diffusori amplificati per sale da ballo o monitor da palco. Completo di elegante contenitore che funziona anche come dissipatore e che accoglie sia il modulo di potenza che l'alimentatore da rete. Stadio di accensione automatica con controllo sul segnale d'ingresso.

Diversamente dall'impianto Hi-Fi domestico, quello per la sonorizzazione di grandi ambienti ha le unità di preamplificazione e potenza distinte: il preamplificatore si trova nel mixer o comunque nel banco di regia, mentre la sezione finale viene normalmente dislocata addosso al diffusore; il banco riceve i segnali delle varie fonti audio (giradischi, lettore CD, computer) che il DJ seleziona ed eventualmente miscela agendo su una console. Il risultato viene amplificato in tensione, ottenendo così una componente stereo che poi viene mandata a due o più casse amplificate. Queste ultime sono

robusti diffusori, realizzati con particolari trasduttori magnetodinamici o piezoelettrici adatti alla diffusione in grandi ambienti, che portano sul retro l'amplificatore finale; possono essere pilotate direttamente con uscite ad alta impedenza ($5\div30\text{ kohm}$) e basso livello (non più di 1 Veff.) delle quali elevano il segnale in potenza prima di mandarlo agli altoparlanti.

Il progetto descritto in queste pagine è proprio un'unità di amplificazione per diffusori amplificati: consiste in un finale da 200 watt musicali (100 W r.m.s.) completo di alimentatore e di un trasformatore toroidale da collocare

all'interno del dissipatore, che funge anche da contenitore; l'insieme è stato pensato per essere montato sul retro o sul fondo di una cassa con altoparlanti da 4 o 8 ohm di impedenza. Ciò vuol dire che per poterlo assemblare come previsto bisogna trovare un radiatore di sagoma e dimensioni adatte a poter fissare la scheda in modo che i Darlington finali ne tocchino esattamente i bordi interni; ma di questo ci occuperemo più avanti. Sappiate comunque che, proprio in previsione della difficoltà che potreste incontrare nel reperire il materiale, questo progetto è disponibile in scatola di montaggio.

di doverlo accendere e spegnere manualmente, il circuito dispone di un interruttore comandato dal segnale BF, che chiamiamo per semplicità "vox": esso provvede ad accendere l'amplificatore solo quando alla presa di ingresso giunge il segnale audio. Il tutto viene gestito da un microcontrollore cui, tra l'altro, è affidato il compito di attivare la protezione contro il cortocircuito dei finali. Vediamo dunque ogni singola parte che compone lo schema elettrico, iniziando con l'amplificatore vero e proprio, che comincia dalla resistenza R5 e termina ai punti LS+ ed LS-, cui va collegato l'altoparlante (o la cassa acustica).

T2: il primo è l'ingresso vero e proprio mentre il secondo si occupa della retroazione in funzione del segnale in uscita, retroazione effettuata dal bipolo R10/C2.

La componente audio da amplificare viene applicata ai due contatti della morsettiera IN, passa quindi da R5 (che introduce una leggera attenuazione), attraversa il filtro C3/R6 (che elimina eventuali disturbi impulsivi e ad alta frequenza captati dai fili di collegamento) e raggiunge, infine, la base di T1 attraverso la capacità di disaccoppiamento C5.

T1 amplifica in tensione il segnale in base, presentandolo invertito di fase



Schema elettrico

L'amplificatore integra uno stadio alimentatore dotato di una elevata capacità di erogazione di corrente; tale soluzione è stata adottata sia per ridurre il tutto a un unico circuito stampato, cosa ideale quando bisogna realizzare un modulo compatto, sia per disporre di riserve di potenza adeguate quando la musica raggiunge livelli di dinamica ragguardevoli. Per risparmiarci

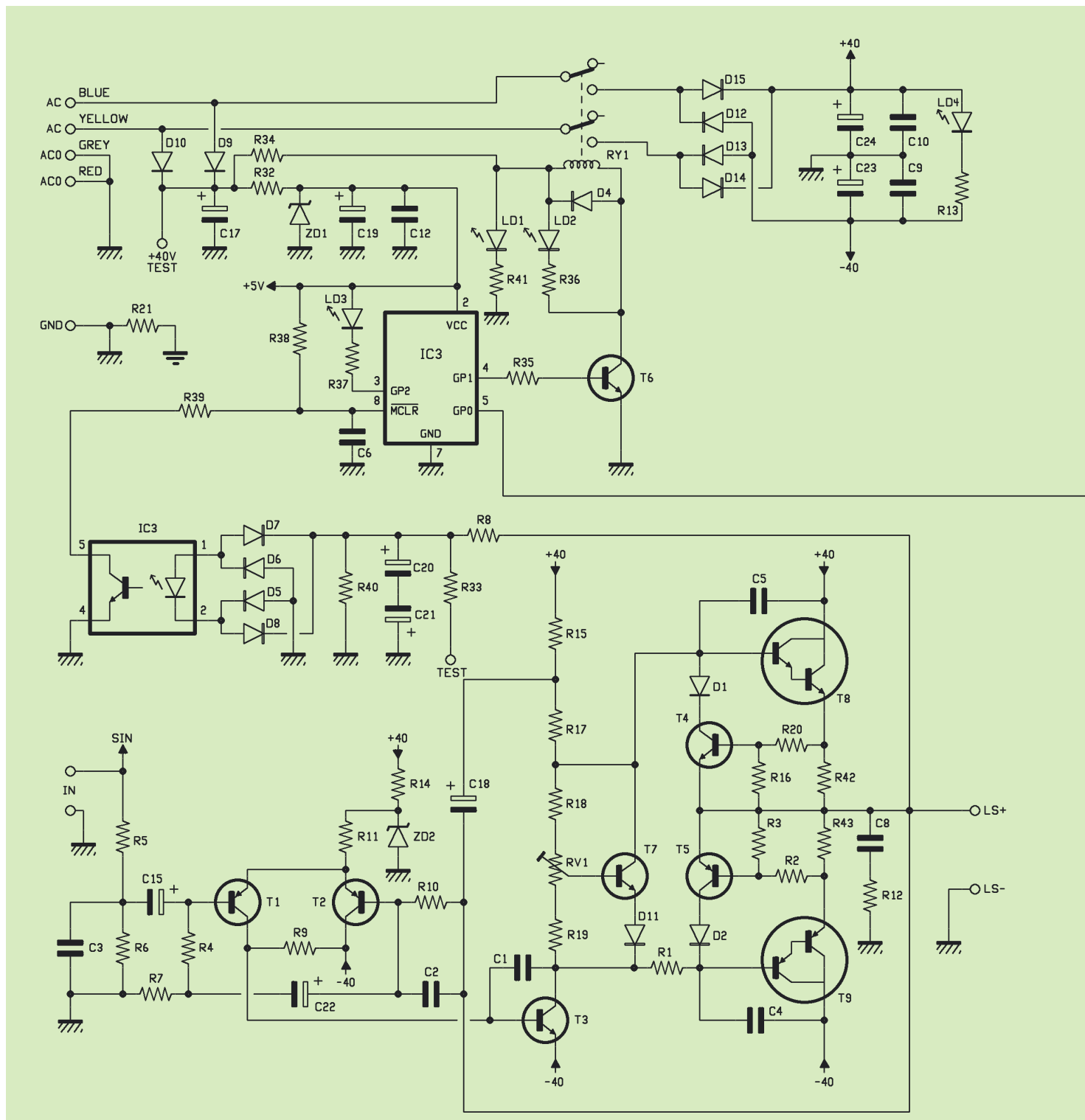
L'amplificatore BF

Questa sezione è composta da uno stadio differenziale d'ingresso, da un amplificatore pilota, da una sezione finale e dalla protezione da sovracorrente e cortocircuito dell'uscita.

Lo stadio di ingresso, ossia quello cui viene applicata la componente BF da elevare di livello, è un amplificatore differenziale i cui due input sono costituiti dalle basi dei transistor T1 e

sul proprio collettore. Il suo emettitore è polarizzato, insieme a quello del T2, mediante la rete comprendente il diodo Zener ZD2.

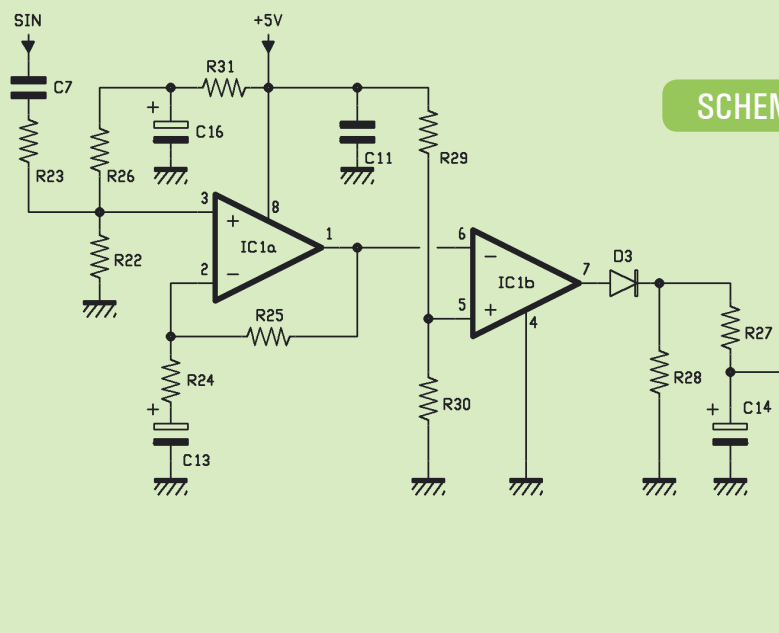
Il segnale preamplificato pilota la base del transistor NPN T3 (un BC639 impiegato come driver dei finali T8/T9) che amplifica ulteriormente il segnale e lo rimette in fase, compensando lo sfasamento introdotto dal differenziale: il segnale in ingresso e quello ➤



in uscita (ai finali) sono pertanto in fase. La corrente nel collettore di T3 dipende strettamente dai valori delle resistenze RV1, R15, R17, R18, R19, ma anche dalla condizione del transistor T7, di cui parleremo più avanti. Le variazioni di tensione sul collettore di T3 seguono quelle della componente audio all'ingresso e de-

terminano analoghe fluttuazioni della polarizzazione della base dei finali T8 e T9, che a riposo sono polarizzati in classe AB (ossia entrambi in leggera conduzione). Più esattamente, quando all'ingresso dell'amplificatore il segnale cresce di livello ed è positivo, T1 tende all'interdizione e il potenziale sul suo collettore diviene sempre più

negativo, facendo così ridurre il livello di polarizzazione e la corrente di collettore di T3; ciò riduce la caduta sulla serie di resistenze RV1, R15, R17, R18, R19 e fa salire il potenziale delle basi di T8 e T9. Questi due transistor sono dei Darlington complementari modello TIP142 e TIP147 (rispettivamente NPN e PNP) da ben 125 W (a



SCHEMA ELETTRICO

- Massima potenza d'uscita a 8 ohm: 100 W;
- Massima potenza d'uscita a 4 ohm: 200 W;
- Banda passante: 3 Hz ÷ 200 kHz;
- Distorsione armonica (a 1 kHz e 10 W): 0,02 %;
- Impedenza di ingresso: 20 kohm;
- Sensibilità a 200 W su 4 ohm: 600 mVeff.;
- Sensibilità a 100 W su 8 ohm: 430 mVeff.;
- Fattore di smorzamento: > 800;
- Rapporto segnale/rumore: 115 dB;
- Protezione autoripristinante dal sovraccarico dell'uscita;
- Protezione non autoripristinante dell'altoparlante dal cortocircuito dei finali;
- Accensione e spegnimento automatici a rilevamento di segnale.

Specifiche tecniche

25 °C di temperatura del contenitore) e 100 V di Vce. La scelta è caduta sui Darlington perché questi presentano un'elevata amplificazione in corrente e permettono di semplificare l'amplificatore risparmiando una coppia di transistor driver altrimenti necessaria se avessimo usato semplici BJT, che richiedono forti correnti di base.

Ognuno dei nostri Darlington garantisce un guadagno statico in corrente (hfe) di almeno 1.000 (1 mA in base determina 1 A in collettore) a 4 volt di Vce e 5 A di corrente di collettore; sopporta inoltre Vce in interdizione pari a 100 V, indispensabile in questo caso in quanto il circuito funziona con complessivi 80 volt (±40 V) che si ri-

trovano quasi tutti ai capi di ogni finale quando l'altro è in piena conduzione. Ognuno dei TIP141 e 147 regge una corrente di collettore pari a 10 A.

Chiudiamo questa breve parentesi sui Darlington, per tornare al funzionamento in presenza di segnale: quando il potenziale sul collettore del driver T3 cresce, T8 tende a condurre sempre più aumentando la corrente erogata al carico (altoparlante) dal proprio emettitore; ne deriva un incremento della tensione d'uscita, in pieno accordo con quanto accade ai morsetti d'ingresso (IN). Nel contempo T9, essendo un PNP, va sempre più interdicensi, così da non ostacolare ciò che avviene nel T8.

Quanto detto per le semionde positive, si applica anche per quelle negative: se il segnale di ingresso diminuisce, T1 tende alla saturazione, quindi il suo collettore, che pilota la base di T3, aumenta di potenziale. T3 tende a sua volta alla saturazione, facendo aumentare la caduta di tensione sulla rete R15, R17, R18, RV1, R19; ciò determina un abbassamento del potenziale delle basi dei finali T8 e T9: il primo si interdice, mentre il secondo tende a condurre, facendo scorrere corrente nel carico (altoparlante).

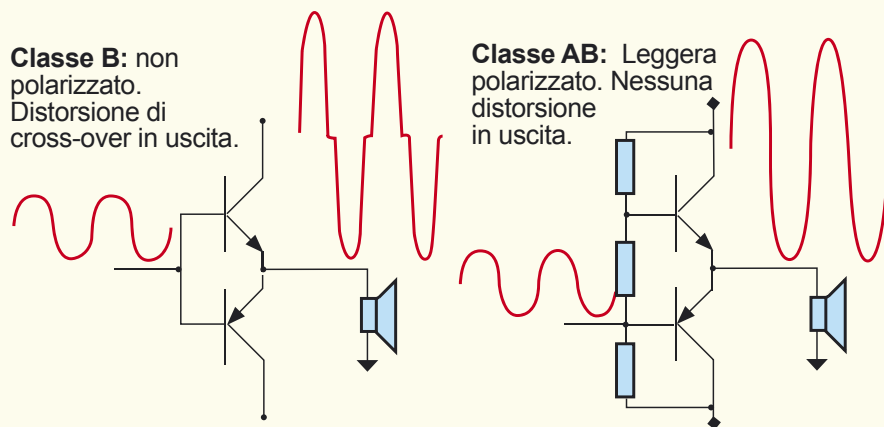
Quanto appena detto vale in condizione dinamica (ossia in presenza di segnale); in condizione statica (mancanza di BF) i transistor non stanno amplificando alcun segnale: vediamo in questo caso cosa succede.

Supponiamo di mantenere alimentato l'amplificatore anche se non c'è componente BF all'ingresso IN; ora entra in gioco T7 (a cui abbiamo accennato poco fa), che ha la duplice funzione di regolatore della corrente di riposo e stabilizzatore termico.

A questo punto è necessario aprire una breve parentesi relativamente alla corrente di riposo, ossia quella che il circuito assorbe quando non amplifica la BF, indispensabile a mantenere i transistor T1, T2, T3, T7 e T8 polarizzati. La polarizzazione a riposo serve perché ogni transistor ha una sua so-



Fig. 1 - Due esempi di polarizzazione negli amplificatori a simmetria complementare. La classe AB è la più comune.



glia di innesco della conduzione (tipicamente 0,6 V, ma anche di più nel caso dei Darlington...): se il transistor non venisse tenuto polarizzato, inizierebbe ad amplificare solo segnali di tensione pari al livello di soglia, introducendo molta distorsione del segnale in uscita. Negli amplificatori in classe AB come il nostro, ogni finale amplifica una sola semionda, ma, grazie alla costante conduzione dei finali anche in condizione di riposo oltre che dinamica, non esiste alcuna distorsione di incrocio (vedere la Figura 1) nemmeno nel caso di segnali BF debolissimi. Possiamo ora chiudere la breve parentesi e tornare al nostro T7.

Se da un lato la polarizzazione statica risolve il problema della distorsione, dall'altro essa determina anche un assorbimento fittizio dovuto principalmente ai finali, la cui corrente è determinata dalla caduta di tensione collettore-emettitore del T7. Tale differenza di potenziale dipende dalla polarizzazione che il trimmer RV1 opera sulla base di tale transistor; per l'esattezza, più si porta il cursore del trimmer verso il collettore, più si abbassa la Vbe e quindi diminuisce la polarizzazione (e la corrente assorbita) dei finali e viceversa. Riducendo la tensione tra base ed emettitore (cursore del trimmer verso R15), il T7 va interdicensi e cresce la sua Vce, quindi la tensione che polarizza T8 e T9, con un conseguente aumento della corrente di riposo. Diciamo che, per garantire un buon funzionamento mi-

nimizzando la distorsione di incrocio dovuta al superamento della Vbe dei Darlington, l'intensità misurata sul ramo positivo di alimentazione deve essere dell'ordine dei 30 milliampere. T7 serve anche a stabilizzare termicamente l'amplificatore; ciò è indispensabile perché i transistor bipolari hanno un coefficiente di temperatura negativo, nel senso che scaldandosi tendono a condurre sempre più fino ad autodistruggersi: infatti la tensione di soglia (Vbe necessaria ad entrare in conduzione) si abbassa di 2,5 mV ogni °C di incremento termico, mentre la Icbo (corrente inversa della giunzione base-collettore) raddoppia ogni 10 °C. Se non si mette un freno al fenomeno, riscaldandosi per effetto della potenza dissipata i finali entrerebbero presto in un ciclo che li porterebbe al danneggiamento. Nel nostro circuito T7 viene appoggiato al dissipatore dei Darlington in modo da riscaldarsi con essi, perciò la sua Vbe di soglia si abbassa al crescere della temperatura e provoca un aumento della corrente di collettore, cosicché la caduta tra collettore ed emettitore scende e riduce parimenti la tensione che polarizza T8 e T9, quindi la corrente in essi e la potenza che dissipano. T7 funziona quindi da limitatore dinamico della corrente di collettore dei finali.

Detto ciò, dell'amplificatore ci resta solo da analizzare la protezione in corrente, progettata per evitare che, in caso di eccessivo assorbimento (dovuto al collegamento di un altopar-

lante di impedenza minore di 4 ohm, all'eccessivo livello del segnale di ingresso oppure ad un cortocircuito dei morsetti d'uscita), i Darlington vengano danneggiati. La protezione agisce su entrambi i finali e consta di due parti uguali, applicate una al T8 e l'altra al T9. Ci limitiamo dunque a studiare il funzionamento di una sola di esse, fermo restando che quanto detto varrà per l'altra; prendiamo in esame la sezione relativa a T8, dicendo che normalmente la corrente di emettitore (praticamente la stessa che attraversa l'altoparlante in semionda positiva) è tale che la caduta ai capi della R42 non permette il superamento della Vbe di soglia del T4.

Quando si verifica un picco di assorbimento, la tensione ai capi della R42 diviene sufficiente a far cadere sulla R16 più degli 0,6 volt necessari a far condurre T4, quindi quest'ultimo va in conduzione e il suo collettore sottrae corrente alla base del Darlington. Se preferite, la corrente che fluisce nel collettore del T4 viene presa da R17 e determina, perciò, l'aumento della caduta di tensione su di esso e il conseguente abbassamento del potenziale sulla base del T8. Tale riduzione è direttamente proporzionale al livello del sovraccarico.

La protezione opera dinamicamente e riporta la corrente di emettitore dei Darlington entro i livelli di sicurezza; interviene, in ciascun ramo, quando la corrente di emettitore dei finali eccede i 6,3 ampere, quindi ben oltre il limite raggiunto in corrispondenza dell'erogazione della massima potenza su 4 ohm (5 A).

La protezione dalla continua

Oltre alla protezione termica, il finale dispone di una seconda protezione implementata grazie al microcontrollore (i cui compiti analizzeremo in un secondo tempo) e utile nel caso uno dei finali vada in cortocircuito tra collettore ed emettitore; in questo caso, sebbene il limitatore di corrente impedisca l'erogazione di più di 6,3 A,

l'altoparlante verrebbe sollecitato eccessivamente dalla componente continua e rischierebbe di vedersi bruciare la bobina mobile.

La protezione dalla continua, ottenuta con i diodi D5, D6, D7 e D8, le resistenze R8 ed R40, la serie C20/C21 e il fotoaccoppiatore IC3, impedisce che ciò accada. Il suo funzionamento si spiega così: i quattro diodi realizzano un ponte di Graetz che raddrizza la componente BF amplificata, ottenendo impulsi ad audiofrequenza che entrano nel filtro passa-basso formato da R8 con C20 e C21; il filtro è dimensionato per attenuare al massimo il segnale BF da 10 Hz in su.

Dunque, normalmente, il fototransistor di uscita dell'optoisolatore è interdetto e va in conduzione solo se il finale presenta in uscita una componente continua di alto valore derivante da un guasto a T8 o T9. In questo caso C20 e C21 non intervengono, quindi il ponte va in conduzione ed attiva il fotoaccoppiatore.

Lo stato di attivazione di IC3 viene letto dal micro, il quale, in tal caso, sospende l'alimentazione al circuito analogico fin quando non si sconnette la spina che alimenta il trasformatore. Notate che C20 e C21 sono connessi in serie con polarità opposta (antiserie) per ottenere un condensatore non polarizzato ad alta capacità ed alta tensione di lavoro.

L'alimentatore

La sezione di alimentazione del circuito è composta da due parti: una alimenta il modulo di controllo e l'altra l'amplificatore. Iniziamo a descrivere quella di quest'ultimo, che fa capo a un secondo ponte di Graetz formato da quattro diodi (D12, D13, D14 e D15) abbinato a un trasformatore avente il secondario a presa centrale e ai condensatori C24, C10, C23 e C9. Senza entrare nel dettaglio, questa configurazione consente di ricavare una tensione continua duale di ± 40 V rispetto alla massa e la cui presenza viene indicata dal led LD4 (alimentato tramite la re-

sistenza R13). Si noti che l'alimentatore di potenza riceve corrente mediante il doppio scambio del relé RY1, che chiude i propri contatti solo quando lo decide il microcontrollore, ovvero in presenza di segnale all'ingresso. Il led LD4 funge da spia di accensione dell'amplificatore, quindi a riposo risulterà spento.

Chi invece resta sempre illuminato è LD1 (STBY) perché riceve tensione dal secondo alimentatore, quello che fa funzionare il modulo di controllo e che andiamo subito a descrivere: si tratta di un raddrizzatore a doppia semionda del tipo con trasformatore a presa centrale comprendente due diodi (D9 e D10) che conducono alternativamente; all'uscita si trova un efficace filtro capacitivo che trasforma in componente continua (40 V) gli impulsi dovuti alla conduzione dei diodi. Dai 40 Vcc il diodo Zener ricava circa 5 V stabilizzati, che alimentano il microcontrollore; inoltre, la resistenza R34 porta corrente al circuito che alimenta il relé e quindi ai led LD1 e LD2. Quest'ultimo, alimentato in parallelo alla bobina di RY1, si illumina solo quando il relé viene eccitato, ovvero quando c'è segnale audio all'ingresso IN.

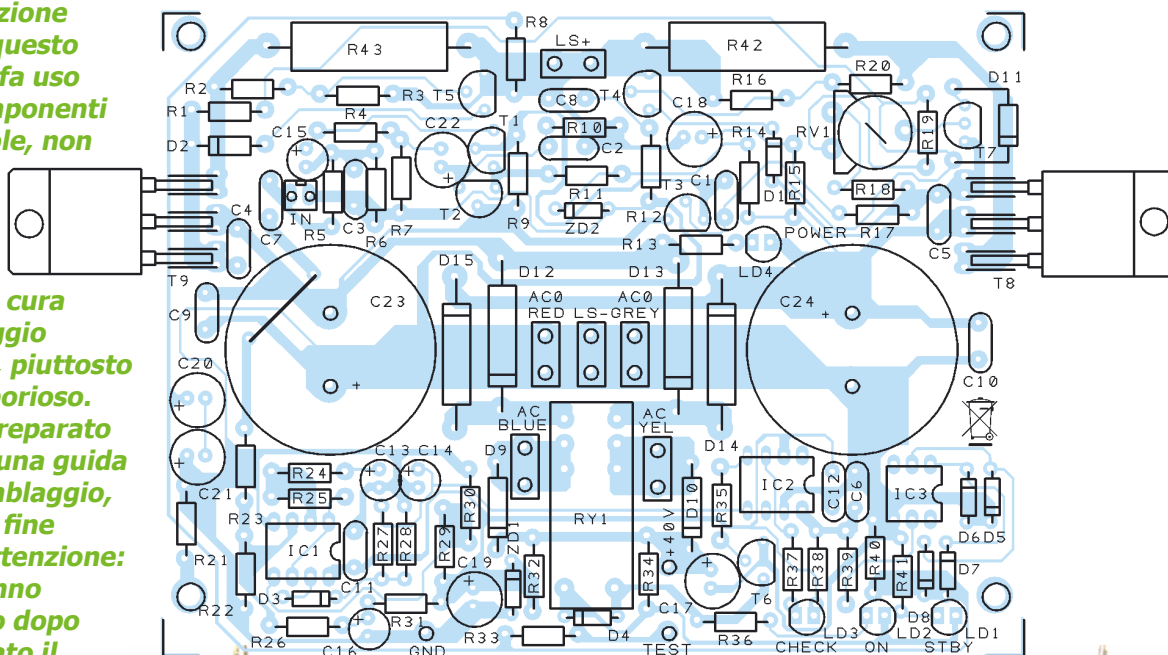
Il modulo di controllo

E' giunto ora il momento di occuparci della parte circuitale cui è affidato il compito di gestire il funzionamento dell'amplificatore; in particolare, tale sezione fa in modo che il finale di potenza audio riceva tensione quando è presente in ingresso un segnale, e venga spento in presenza di componenti continue, sintomatiche di un guasto, in uscita. Tutto fa capo al PIC10F200, uno dei "piccoli" di Casa Microchip che per i nostri scopi basta e avanza; dopo l'inizializzazione degli I/O, il firmware tiene costantemente sotto controllo la linea GP0, cui fa capo il vox (non ancora de-

scritto) e, quando rileva il livello logico alto, comanda lo stato 1 su GP1 (pin 4) in modo da far scattare il relé e alimentare l'amplificatore. Se viene a mancare il consenso sul piedino 5, il micro disattiva il relé spegnendo così l'amplificatore. Va detto che lo spegnimento non è immediato come l'accensione, ma avviene se il vox non rileva segnale all'ingresso BF per circa 15 minuti; è stato scelto di ritardare lo spegnimento automatico perché vi sono numerose situazioni d'ascolto che presentano delle pause: brani nei quali la musica e la voce si interrompono per alcuni istanti, riproduzioni di interi album nei quali i brani sono intervallati da pause di silenzio, momenti in cui il DJ o l'animatore di turno ferma la musica e smette di parlare, eccetera. In ogni caso il micro necessita del "vox", ossia la parte di circuito che fa capo al doppio operativo IC1 e che serve a ricavare il livello logico alto (quando ai morsetti di ingresso è presente un segnale BF dell'ampiezza di almeno 5 millivolt di picco) che dà al micro il consenso all'accensione del finale dell'amplificatore. IC1a funziona nella configurazione non-invertente ad alimentazione singola ed amplifica di circa 1.000 volte il segnale che riceve all'ingresso (piedino 3); la sua uscita risulta normalmente a 2,5 V (metà del potenziale di alimentazione) grazie alla polarizzazione esercitata dal partitore R22/R26 e al condensatore C13, che in continua isola da massa R24 facendo sì che la retroazione faccia guadagnare all'operazionale esattamente >



La realizzazione pratica di questo ampli, che fa uso solo di componenti through hole, non è molto complessa. Va però usata particolare cura nel montaggio meccanico, piuttosto lungo e laborioso. Abbiamo preparato allo scopo una guida per l'assemblaggio, riportata a fine articolo. **Attenzione: T8 e T9 vanno saldati solo dopo aver ultimato il montaggio.**



ELENCO COMPONENTI:

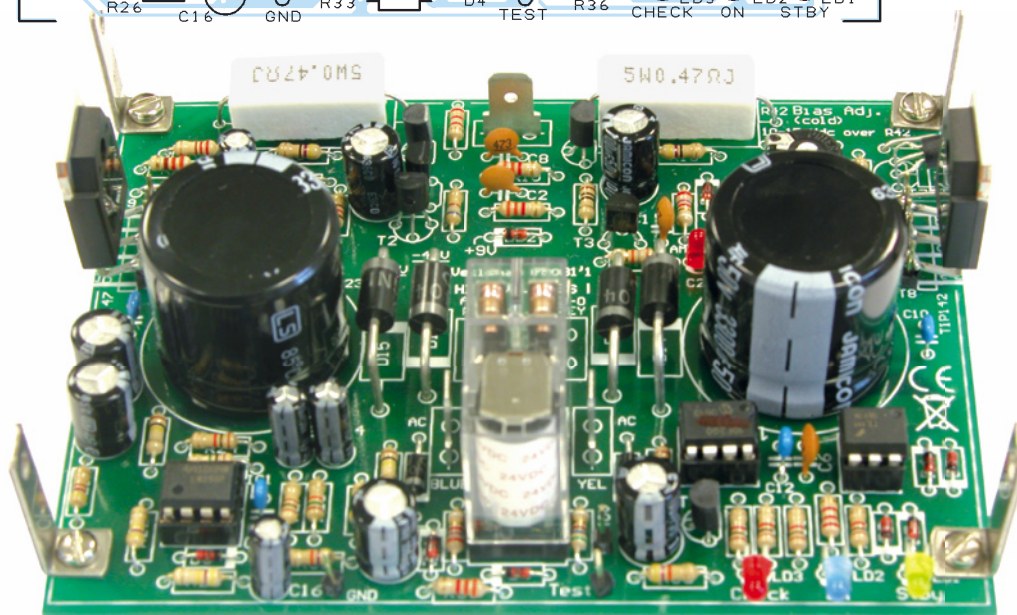
R1: 330 ohm
R2: 220 ohm
R3: 47 ohm
R4: 3,3 kohm
R5: 100 ohm
R6: 22 kohm
R7: 120 ohm
R8: 2,2 kohm
R9: 680 ohm
R10: 3,3 kohm
R11: 3,3 kohm
R12: 10 ohm
R13: 18 kohm
R14: 2,7 kohm
R15: 1,5 kohm
R16: 47 ohm
R17: 3,3 kohm
R18: 680 ohm
R19: 1 kohm
R20: 220 ohm
R21: 470 ohm
R22: 470 kohm
R23: 100 kohm
R24: 1 kohm
R25: 1 Mohm
R26: 470 kohm
R27: 100 ohm
R28: 15 kohm
R29: 470 kohm
R30: 100 kohm
R31: 47 kohm
R32: 2,7 kohm
R33: 3,3 kohm
R34: 560 ohm
R35: 10 kohm
R36: 47 kohm

R37: 1 kohm
R38: 10 kohm
R39: 1 kohm
R40: 2,2 kohm
R41: 10 kohm
R42, R43: 0,22 ohm 5W
C1, C2: 47 pF ceramico
C3: 1 nF multistrato
C4, C5: 680 pF ceramico
C6, C7: 10 nF multistrato
C8: 47 nF multistrato
C9÷C12: 100 nF multistrato
C13÷C15: 10 µF 50V elettrolitico
C16: 47 µF 16V elettrolitico
C17, C18: 100 µF 50V elettrolitico

C19÷C21: 220 µF 16V elettrolitico
C22: 470 µF 16V elettrolitico
C23, C24: 3300 µF 50V elettrolitico
D1÷D8: 1N4148
D9÷D11: 1N4007
D12÷D15: 1N5404
ZD1: zener 5,1V
ZD2: zener 9,1V
RV1: Trimmer 1 kohm
LD1: led 3mm giallo
LD2: led 3mm blu
LD3: led 3mm rosso
LD4: led 3mm rosso
T1, T2: BC640
T3: BC639
T4, T6, T7: BC547

T5: BC557
T8: TIP142
T9: TIP147
IC1: LM258P
IC2: PIC10F200 (VK8081)
IC3: TIL111 o 4N27
RY1: Relé 24Vdc 5A doppio scambio

Varie:
- Strip maschio 1 pin (3 pz.)
- Strip maschio 2 pin
- Strip maschio 6 pin (2 pz.)
- Zoccolo 3+3
- Zoccolo 4+4 (2 pz.)
- Fast-on verticale maschio da cs (6 pz.)
- Circuito stampato



1. Lo stadio seguente vede IC1b usato come comparatore invertente; siccome il potenziale di riferimento che il partitore R29/R30 fornisce al piedino 5 è di circa 900 mV (mentre l'uscita di IC1a fornisce 2,5 V), a riposo il pin 7 si trova a poco più di zero volt. Quando all'ingresso dell'amplificatore è presente un segnale BF di almeno 5 mV (e quindi anche su IC1a, tramite il condensatore C7), sull'uscita 1 dell'operazione è presente lo stesso segnale amplificato di 1000 volte. Poiché la massima escursione dell'uscita è di $\pm 2,5$ V (determinati dall'alimentazione a 5 V e dalla massa virtuale a 2,5 V generata dal partitore R26/R22), si deduce che 5 mV in ingresso, a qualsiasi frequenza, generano in uscita un'onda quadra idonea ad attivare l'uscita del comparatore IC1b. Quindi, in presenza di segnale, il comparatore genera degli impulsi con i quali, tramite R27, viene caricato C14. La tensione ai capi di questo condensatore, infine, viene considerata come livello logico 1 dal pin 5 (GP0) del PIC pertanto quest'ultimo attiva il relé ed accende il finale. Non appena il segnale audio smette, l'uscita dell'IC1b torna fissa a zero volt e C14, non potendosi scaricare sull'operazionale stesso per via del diodo D3, si scarica sulla R28.

Quando riceve il consenso dal vox e alimenta l'amplificatore, il micro tiene sotto controllo la linea GP3 (che ignora a riposo); ciò serve per accertare l'eventuale cortocircuito di uno dei finali e a intervenire per evitare danni. Più esattamente, quando, a causa della continua, il fototransistor di IC3 entra in conduzione, GP3 viene trascinata a zero logico e a questo punto il software forza lo stato basso su GP1 e fa rilasciare il relé, spegnendo l'amplificatore a tempo indeterminato.

Per tornare al normale funzionamento bisogna togliere tensione al trasformatore e attendere una decina di secondi, quindi rialimentare il circuito, possibilmente dopo aver accertato e riparato il guasto.

Realizzazione pratica

Bene, dedichiamoci ora agli aspetti pratici con una premessa: la realizzazione di questo amplificatore necessita di una capacità manuale non indifferente. Si parte dal circuito stampato, che va preparato per fotoincisione utilizzando il master in scala 1:1 scaricabile dal sito Internet www.elettronica.in.it. Ottenuta la basetta, si devono montare su di essa tutti i componenti a più basso profilo (resistenze, diodi al silicio ad eccezione di D11, zoccoli per IC1, microcontrollore, optoisolatore e trimmer) quindi i condensatori, il relé e i transistor ad eccezione di T7, T8 e T9, i quali richiedono un montaggio un po' particolare.

I led vanno disposti con i piedini piegati a 90°, in modo che sporgano lateralmente; ciò perché devono essere visibili dal bordo del dissipatore, che dovrete forare opportunamente. Sempre nell'intento di vedere i led, si può decidere di montarli dal lato delle saldature e non da quello dei componenti: così facendo, forando il fondo del dissipatore li si potrà vedere dal retro. Insomma, scegliete voi la soluzione che preferite. Nell'inserire i vari elementi seguite attentamente i disegni relativi che, tra l'altro, evidenziano come orientare i componenti polarizzati (diodi, elettrolitici, transistor e integrati).

Veniamo adesso ai componenti lasciati da parte: i finali (T8 e T9) devono essere disposti come indicato nella fotografia associata al disegno di montaggio, con i terminali piegati ad angolo retto verso il lato delle scritte (opposto al radiatore); per la connessione con le relative piazzole, bisogna inserire e stagnare in queste ultime delle strip a passo 2,54 mm di altezza pari a 10 mm. Fatto ciò, tra le due punte esterne di un lato si salda la base, tra quelle centrali il collettore e tra le due restanti (lato opposto) l'emettitore; ripetete l'operazione per i due finali. Nelle due pagine successive, comunque, presentiamo

l'intera sequenza fotografica relativa al montaggio del nostro prototipo. Le foto ed i commenti vi aiuteranno sicuramente. Quanto a T7, va inserito nei relativi fori e stagnato dopo averne piegato i terminali in modo che la sua "testa" possa sporgere oltre il bordo dello stampato di quanto sporge il finale sullo stesso lato; il diodo D11 deve stare nella stessa posizione, ovvero va infilato nei fori corrispondenti dopo averne piegati e lasciato abbastanza lunghi i terminali, quanto basta per arrivare all'esterno, sotto T7. A questo punto bisogna procurarsi il radiatore ad "U" (opportunamente forato per far sporgere i led e avvitare i finali) e, con delle colonnine o squadrette forate, fissare al suo interno (sul fondo) il circuito stampato, fissandolo da un lato; sui lati interni, con viti da 3MA vanno montati i Darlington, non prima di aver interposto fra il dissipatore e il loro lato metallico un foglietto di mica (spalmato da entrambe le parti di pasta termica al silicone) o di teflon grigio isolante. Nell'effettuare il fissaggio verificate che il retro dei Darlington aderisca bene al dissipatore, altrimenti distanziate i finali dalla basetta quanto basta, eventualmente rivedendo le saldature. Prima di inserire la basetta accertatevi che nessuno dei terminali dei componenti montati sia tanto lungo da toccare il fondo del radiatore; in caso contrario tagliate a misura, ovvero curate che nessun elettrodo sporga per più di 1,5 mm. Dopo il fissaggio del circuito, applicate abbondante pasta al silicone nello spazio tra il metallo del dissipatore e il transistor T7, facendo in modo che ricopra anche il corpo del D11; il buon contatto termico è fondamentale per garantire il corretto funzionamento del sensore di temperatura e quindi del limitatore della corrente di riposo dei finali. Sempre sul fondo del radiatore, ma all'interno, bisogna fissare il trasformatore toroidale; i capi dell'avvolgimento secondario andranno poi saldati nelle ➤



comune di **scandiano**

27/28
OTTOBRE
2007
SCANDIANO
(REGGIO EMILIA)
CENTRO FIERISTICO



4^a FIERA REGIONALE DELL'ELETTRONICA

Orari:
sabato
9,00-18,30
domenica
9,00-18,00

con il patrocinio
di A.R.I. sez. Scandiano

INFO:
0522/857436
www.fierascandiano.it

- ◆ **TELEFONIA**
- ◆ **COMPONENTISTICA**
- ◆ **COMPUTER**
- ◆ **HI-FI CAR**
- ◆ **RADIANTISMO**
CB e OM
- ◆ **VIDEOREGISTRAZIONE**
- ◆ **MERCATINO**
DELLE PULCI
RADIOAMATORIALI

Biglietti:
Intero euro 7,00
Ridotto euro 4,00
Ragazzi fino a 12 anni gratuito

piazzole corrispondenti della scheda (gli estremi sui simboli di alternata, ovvero Blue e Yellow, e gli 0V a massa) sulla quale, in precedenza, avrete avuto cura di stagnare dei capicorda. Prima di appoggiare il toroide al fondo del dissipatore, incollate un disco forato di gomma o plastica che servirà ad accomodarlo e a fissarlo meglio; fatto ciò, appoggiate il trasformatore e su di esso ponete un secondo disco forato, quindi la rondella per il fissaggio; fate passare, nel foro che avrete realizzato a tal proposito, il bullone con cui stringerete il toroide, isolando elettricamente la rondella dal dado e dal bullone stesso.

A questo punto non resta che fissare ad un bordo libero del dissipatore una piastra di bachelite, vetronite, o plastica opportunamente forata per ospitare la presa RCA dell'ingresso audio, l'interruttore di alimentazione, l'eventuale portafusibile e il passacavo (o, meglio, la presa di rete da pannello) per il cordone di alimentazione. Raccogliamo di non far toccare alla piastra alcun elettrodo a meno che la prima non sia totalmente isolante (bachelite e vetronite per circuiti stampati hanno un lato in rame!); sebbene l'uscita per gli altoparlanti e l'ingresso BF abbiano la massa in comune, collegate il negativo di ciascuna per conto suo alla rispettiva piazzola dello stampato, altrimenti durante il funzionamento potrebbero insorgere ronzii e rumori parassiti tali da alterare l'ascolto.

Realizzate tutte le connessioni e completato l'assemblaggio, si può mettere in funzione l'amplificatore: allo scopo inserite (se ancora non l'avete fatto) i tre integrati nei rispettivi zoccoli e preparate un tester.

La taratura

Prima di essere usato, l'amplificatore audio va tarato al fine di portare la corrente di riposo al valore ottimale per minimizzare la distorsione di incrocio; allo scopo, prima di inserire la spina del cordone di alimentazione in una presa di rete, disponete un multimetro sulla misura di tensioni continue con fondo-scala di 2 V e portatene il puntale positivo sull'emettitore del T8 e quello negativo sul punto di uscita (LS+) verso l'altoparlante. Portate a metà corsa il cursore del trimmer RV1 e, senza fornire alcun segnale all'ingresso audio, date tensione, quindi verificate che lo strumento di misura dia un valore di 10÷15 mV; se la lettura è al di fuori di questo campo agite su RV1, ruotandone il cursore con un piccolo cacciavite a lama in un verso o nell'altro, fin quando la lettura non rientra nei predetti valori. Ricordiamo, a riguardo, che con il tester si misura la caduta di tensione ai capi della R42, quindi, indirettamente, la corrente nel finale T8 (che, in assenza di altoparlanti collegati all'uscita, è uguale a quella del T9); essendo 0,22 ohm il valore di tale resistenza, restare tra 10 e 15 mV corrisponde a mantenere la corrente di riposo tra 22 e 33 mA, come previsto per il funzionamento in classe AB. Ottenuto il valore pre-



Montaggio step by step

Il montaggio di questo amplificatore presenta numerose particolarità, specie per quanto riguarda le soluzioni meccaniche. Per questo motivo pubblichiamo una sequenza fotografica che dovrebbe chiarire tutti gli aspetti del montaggio.

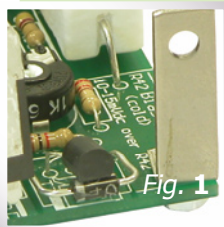


Fig. 1 - Il diodo D11 deve essere montato a filo del circuito stampato. Il transistor T7 deve essere montato piegato a 90° e deve essere a contatto tanto del diodo D11 quanto del dissipatore dei finali di potenza.

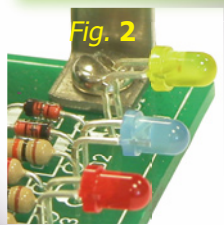


Fig. 2 - I terminali dei led LD1, LD2 ed LD3 devono essere piegati a 90°. La piega deve distare 3 mm dalla base plastica del led mentre l'altezza rispetto alla superficie della basetta deve essere di 7 millimetri.

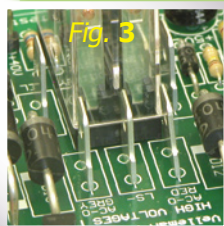
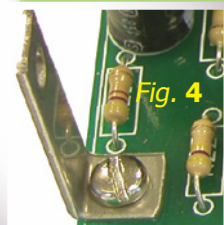


Fig. 3 - I diodi di potenza D14 e D15 devono essere montati a 15 mm di altezza rispetto al PCB. D12 e D13, invece, devono essere ad un'altezza di 10 mm.



Ciò al fine di favorire la dissipazione di calore che essi generano durante il normale funzionamento. Prestate anche attenzione al montaggio dei connettori Fast-On.

Fig. 4 - Sui fori di fissaggio meccanico, posti in prossimità dei vertici del PCB, devono essere montate le squadrette di fissaggio a 90°.

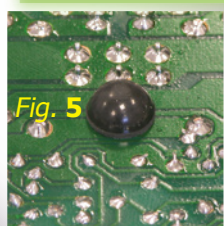


Fig. 5 - Sul lato inferiore del PCB deve essere posizionato un piedino di gomma adesivo, il cui scopo è mantenere distanziate le saldature dal lato inferiore del contenitore metallico.

NOTA BENE: i reofori che sporgono dal lato saldatore devono essere tagliati ad una lunghezza inferiore a 1,5 mm.

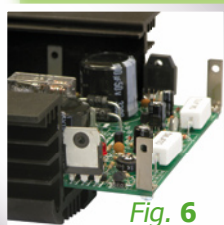


Fig. 6 - Una volta terminato il montaggio del circuito stampato, occorre inserire il tutto nel contenitore metallico, che funge anche da dissipatore di calore.

I tre led a 90° rialzati, a montaggio ultimato, sporgono dal pannello laterale di chiusura.

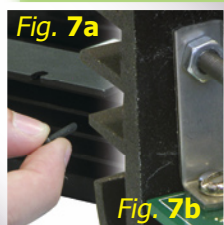


Fig. 7 - Dopo aver posizionato il PCB, occorre fissarlo meccanicamente tramite quattro viti da 3MA (di lunghezza adeguata).

Infilate le viti dal lato esterno (Fig. 7a) del contenitore facendo in modo che passino attraverso il foro delle squadrette, quindi fermate il tutto tramite il dado da 3MA (Fig. 7b).

La procedura deve essere ripetuta per tutte le quattro squadrette di fissaggio.

Fig. 8 - I condensatori a disco vicini ai finali di potenza devono essere piegati. C4 (Fig. 8a) deve essere allontanato da T9; C5 (Fig. 8b) da T8.

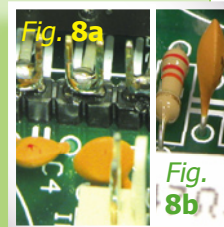


Fig. 9 - T9 e D11 devono essere cosparsi abbondantemente di resina siliconica, in modo che essi possano ricevere il calore generato dai finali e trasportato dal dissipatore.

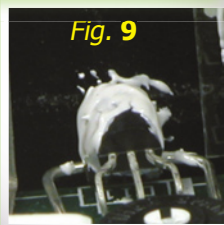
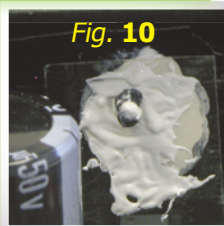


Fig. 10 - Prima di montare i transistor T8 e T9, occorre spalmare della resina siliconica sul punto esatto in cui essi andranno a contatto con il dissipatore.



Quindi si deve appoggiare alla resina il foglietto di mica termococonduttiva.

Fig. 11 - I piedini del transistor di potenza devono essere piegati verso l'alto, a formare un angolo di circa 45°. Ciò facilita il posizionamento e la relativa saldatura sui connettori pin strip a passo 2,54 mm presenti sullo stampato.



Fig. 12 - Sul PCB, in prossimità dei punti in cui devono essere saldati i pin di T8 e T9, sono presenti dei pin strip a 6 contatti: i reofori dei transistor devono essere posizionati esattamente in mezzo a due contatti pin strip. Il fissaggio meccanico dei finali sul dissipatore deve essere effettuato con una vite da 3MA di lunghezza adeguata, serrata da un dado che preme su una rondella dentata.



Fig. 13 - A montaggio ultimato, il fissaggio dei transistor di potenza deve essere ordinato e pulito come quello visibile in figura.



Fig. 14 - Il montaggio del pannello di chiusura è molto semplice: prestate però attenzione ai due morsetti per l'uscita verso la cassa acustica; essi vanno montati dall'interno del pannello. Siate molto cauti ed ordinati nel realizzare i cablaggi: su questo pannello sono presenti sia la tensione di alimentazione a 230 Vac, che il segnale di bassa frequenza che l'uscita amplificata: un involontario cortocircuito o un collegamento errato può essere deleterio per l'utente, l'amplificatore e il diffusore.



Montaggio step by step

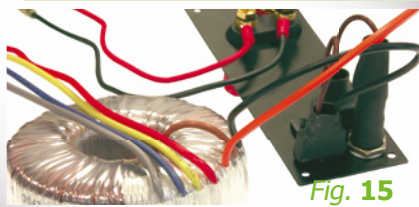


Fig. 15

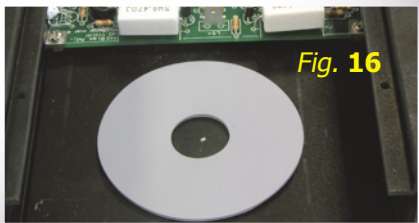


Fig. 16



Fig. 17



Fig. 18a



Fig. 18b

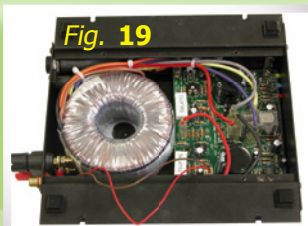


Fig. 19



Fig. 21a



Fig. 21b



Fig. 21c

Fig. 15 - Come specificato in precedenza, il cablaggio del pannello deve essere molto ordinato: utilizzate opportunamente i capicorda ed isolate ogni singolo contatto saldato con del tubetto termorestringente. Fate ricorso a del termorestringente di dimensioni maggiori per isolare tutto il gruppo contatti del portafusibile, dell'interruttore di alimentazione e della presa per il cavo di alimentazione. Il cavo marrone del trasformatore toroidale non viene utilizzato, pertanto deve essere opportunamente isolato: non dimentichiamo infatti che, essendo questi collegato direttamente al primario del trasformatore (serve per i paesi in cui la tensione di rete è 115 Vac), durante il normale funzionamento assume un potenziale di 115 Vac per effetto dell'autotrasformazione.

Fig. 16 - Fissate sulla base del dissipatore un anello di gomma silconica, sul quale poi appoggia il toroide. Lo scopo dell'anello è di isolare dalle vibrazioni il trasformatore, evitando così che il rivestimento isolante di quest'ultimo si deteriori per effetto dell'attrito e crei potenziali cortocircuiti tra le sue spire ed il contenitore metallico.

Fig. 17 - Il pannello su cui sono montati i connettori viene fissato al dissipatore tramite quattro viti autofilettanti.

Fig. 18 - Terminato l'inserimento dei componenti, occorre procedere con il cablaggio: notate il collegamento dei cavi del segnale d'ingresso (Fig. 18a), dell'altoparlante e dell'alimentazione (18b). Prestate molta attenzione alla colorazione dei cavi e alla loro corretta disposizione nei vari punti del circuito stampato.

Fig. 19 - Vista d'insieme del cablaggio. Per ottenere un montaggio ordinato è consigliabile raggruppare e mantenere in posizione i vari cavi facendo uso di fascette plastiche.

Fig. 20 - Utilizzate del materiale isolante (una lamina di gomma o di plastica) per isolare ulteriormente (sia meccanicamente che elettricamente) l'uscita amplificata dalla superficie esterna del toroide.

Fig. 21 - Il pannello di chiusura deve essere montato su quattro distanziali da 5 mm di altezza (Fig. 21a). Notate la rondella conica (21b) utilizzata per mantenere il trasformatore toroidale in posizione. Prima di chiudere l'amplificatore, posizionate sopra il toroide un secondo anello di gomma (Fig. 21c, che mostra il risultato), al fine di isolarlo ulteriormente dalle vibrazioni prodotte dal diffusore in funzione.

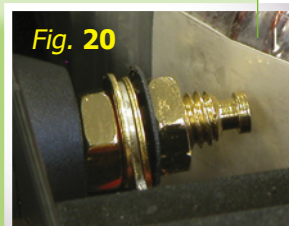


Fig. 20

stabilito, attendete un paio di minuti e leggete nuovamente la tensione: nel caso l'indicazione dovesse scostarsi

dai valori ottimali (10÷15 millivolt) intervenite nuovamente sul trimmer. Fatto ciò, potete togliere tensione,

staccare il tester e montare il modulo di potenza sul diffusore acustico che desiderate pilotare.

per il

MATERIALE

L'amplificatore descritto in queste pagine è disponibile in scatola di montaggio (il kit viene prodotto dalla società Velleman e distribuito da Futura Elettronica). Il dispositivo è contraddistinto dal codice K8081 e costa 106,00 Euro, IVA compresa. La scatola di montaggio comprende tutti i componenti, la basetta forata e serigrafata, il contenitore pressofuso, il frontalino serigrafato, il trasformatore di alimentazione nonché tutte le minuterie elettriche e meccaniche.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futurashop.it>

Radiocontrollo Bluetooth per Velbus: il software

di Corrado Rossi

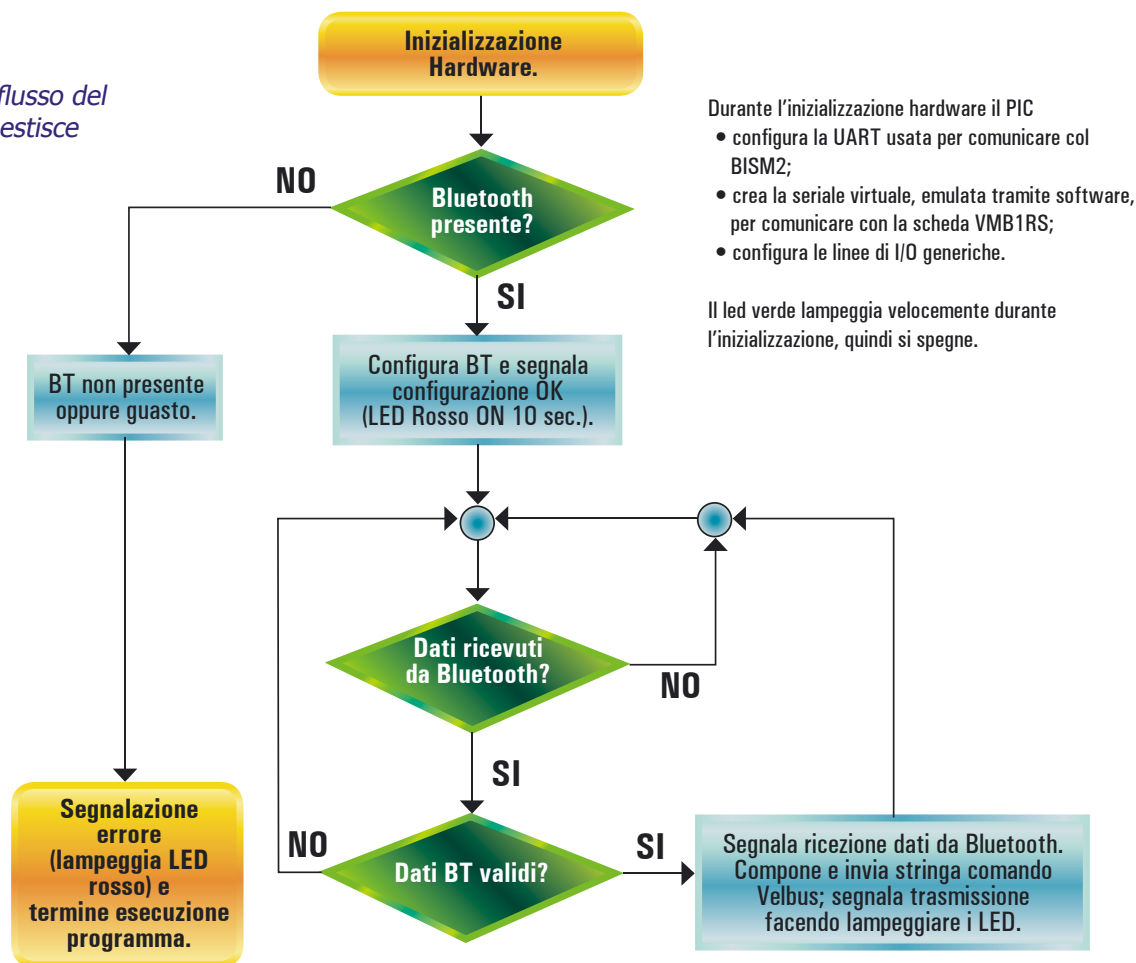
Analizziamo il firmware che gestisce il radiocontrollo Bluetooth e i due applicativi software per PC e per Smartphone. Vediamo in dettaglio le procedure per accoppiare il dispositivo al cellulare ed al computer. Impariamo infine sia a configurare i dispositivi in rete che a controllarli. Seconda e ultima parte.

Il mese scorso abbiamo iniziato la presentazione del secondo progetto pratico per Velbus da noi realizzato, ossia del radiocontrollo Bluetooth a 16 canali: abbiamo descritto in dettaglio l'hardware del dispositivo che, giusto a titolo di promemoria, ricordiamo essere costituito da tre elementi principali. Il primo è il ricetrasmittitore Bluetooth BISM2, a cui è affidato il compito di aprire il canale di comunicazione con uno smartphone o un PC; il secondo è rappresentato dalla scheda di conversione da seriale a protocollo Velbus, la VMB1RS; il terzo, infine, è un microcontrollore PIC, che svolge la

funzione di interprete tra il modem Bluetooth e la scheda di conversione VMB1RS. Vi dicevamo anche che il radiocontrollo opera insieme ad uno smartphone o un PC, sui quali è installato un semplice applicativo che emula una tastiera con l'interfaccia grafica, al fine di "trasformare" (passateci il termine!) sia il computer che il telefono in un controllo remoto. Per quanto sia piuttosto evidente, sottolineiamo che tanto il PC quanto il cellulare devono disporre di interfaccia Bluetooth; il telefono, inoltre, deve essere dotato di un sistema operativo in grado di supportare applicativi in linguaggio Java. Nel corso di questa ➤

Fig. 1

Diagramma di flusso del firmware che gestisce l'interfaccia.



seconda e ultima parte dedicata al radiocontrollo Bluetooth, analizzeremo il funzionamento del firmware (a livello di diagramma di flusso), attiveremo il collegamento sia tramite PC che cellulare e termineremo con l'analisi del funzionamento dei due programmi e con l'accoppiamento del dispositivo agli apparati Velbus presenti in rete.

Il Firmware

Il programma che governa l'interfaccia Bluetooth (il cui diagramma di flusso è visibile in figura 1) è abbastanza semplice. All'accensione, il microprocessore configura le linee di I/O in modo opportuno e segnala l'attività facendo lampeggiare velocemente il led verde; durante questa fase, il PIC configura sia gli I/O generici che la sua UART (tramite la quale comunica con il BISM2) e crea la seconda seriale (emulata via firmware tramite una routine che

controlla quattro pin di I/O generici) necessaria per dialogare con la scheda VMB1RS. Terminata la fase di init, il led verde si spegne ed il PIC inizia la ricerca del modem Bluetooth inviando alcuni comandi sulla seriale: non trovando nulla entro tre secondi, il programma esegue una subroutine con la quale segnala che il BISM2 non è presente facendo lampeggiare il led rosso con una cadenza di 1 secondo. Il sistema rimane in questo stato fino a quando non viene spento. Le ragioni per cui la configurazione del BISM2 potrebbe generare errori sono sostanzialmente tre: il modem non è presente, oppure è guasto, oppure è programmato per funzionare ad una velocità della porta seriale differente da quella configurata nel PIC (9600 baud; quest'ultima situazione, però, è la meno probabile).

Analizzato cosa accade se il BT non viene trovato, vediamo ora cosa accade quando esso viene ri-

conosciuto. Una volta identificato il BISM2, il programma invia una serie di comandi AT per fare in modo che il Bluetooth:

- sia individuabile da eventuali dispositivi che effettuano la ricerca,
- sia disponibile per eventuali collegamenti, effettuati con la chiave di accesso (PIN) di default 1234,
- emuli un collegamento seriale durante la connessione radio.

Questa fase dura circa 10 secondi, durante i quali il LED rosso è sempre acceso a luce fissa per poi spegnersi al termine della configurazione.

Terminata la configurazione dell'interfaccia BT, il firmware esegue il ciclo principale del programma ossia quello in cui attende di ricevere dei comandi via radio dal PC o dallo smartphone. In caso di ricezione dati, il programma ne controlla il contenuto per verificare se esso rappresenta un comando valido. A questo punto

Tabella 1 - Il protocollo di comunicazione dell'interfaccia Bluetooth

Funzione	Comando	Parametro	Risposta
Invia comando "Pressione breve del pulsante".	*/BRxx	xx corrisponde al pulsante (canale) da gestire tramite un comando Velbus. (con xx=1÷8 il comando è inviato dall'indirizzo base impostato col rotary switch, con xx=9÷16 il comando è inviato dall'indirizzo base+1)	*/BREVE < canale > #
Invia comando "Pressione lunga del pulsante".	*/LUxx	Come il precedente.	*/LUNGA < canale > #
Invia comando "Rilascio del pulsante".	*/RIxx	Come il precedente.	*/RILASCIO < canale > #
Richiede il nome del modulo Ezurio.	*/NAM?	Nessuno.	*/NAM:Ezurio
Cambia il nome del modulo Ezurio.	*/NAM:nnnnnnnnnn	nnnnnnnnnn corrisponde al nuovo nome.	*/NAM:nnnnnnnnnn

si possono verificare due condizioni:

- il comando non è valido, quindi il programma ritorna all'inizio del ciclo di attesa dati dall'interfaccia Bluetooth;
- il comando è valido e viene utilizzato per generare la stringa di comando da inviare sulla rete Velbus.

A proposito dei comandi, ora è necessario aprire una breve parentesi per riprendere un concetto che abbiamo

già trovato negli articoli precedenti: il radiocomando di cui stiamo parlando emula due schede di espansione a pulsanti del tipo VMB8PB, le quali sono in grado di controllare ognuna lo stato di otto pulsanti normalmente aperti.

Le situazioni che si possono verificare sui pulsanti, fondamentalmente, sono tre ossia: pulsante premuto brevemente, pulsante mantenuto premuto a lungo e pulsante rilasciato; mentre

però tali condizioni sono facilmente realizzabili con l'ausilio di un pulsante "meccanico", non sono altrettanto facili da ottenere via software. Per questa ragione è stato necessario creare un protocollo di comunicazione (visibile in tabella 1 e, in verità, piuttosto semplice) tra l'applicativo software ed il firmware del PIC, in grado di simulare le segnalazioni di "pulsante premuto, mantenuto premuto, rilasciato" nonché la scheda da ➤

Tutti i prezzi si intendono IVA inclusa.

Sistemi di sviluppo per

SMART CARD

SET DI SVILUPPO PER APPLICAZIONI SMART-CARD



SDK-ACR38
€ 119,00

Contenuto della confezione:

- 1 ACR38 Smart Card Reader
- Interfaccia USB full speed;
- Legge e scrive le carte a microprocessore ISO7816 1, 2, 3, 4 (protocolli T=0 e T=1);
- Supporta carte a 1,8 V, 3 V, 5 V MCU, con sistema interno di protezione da corto circuito e le più comuni carte memoria tra cui le IC2 bus e le secure memory;
- Supporto per sistemi operativi: Win 98, Me, 2000, XP, XP-SP1, XP-SP2;
- Alimentazione: 5 Vdc mediante interfaccia USB.
- 20 Smart-Card per test
- 1 ACR38T SIM-size plug-in Smart Card Reader
- Dispositivo di interfaccia di dimensioni molto contenute per Smart-Card in formato SIM plug-in con caratteristiche simili a quelle dell'ACR38.
- 1 ABR08LS Balance Reader
- È un visualizzatore con display ad otto digit per la lettura dei dati da Smart-Card.
- 1 CD-ROM con software e driver di supporto

Completo sistema di sviluppo contenente tutti i componenti necessari per realizzare applicazioni Smart-Card. È rivolto sia a programmatori esperti e sia a chi non possiede una specifica esperienza, consentendo di velocizzare qualsiasi applicazione. Il set può essere utilizzato anche a scopo didattico per approfondire le conoscenze sulle carte a microprocessore e sulle carte a memoria. SDK-ACR38 include esempi completi di codice sorgente nei principali linguaggi di programmazione: C#, Delphi, VB.NET, VB6, Visual C++, nonché la documentazione tecnica di riferimento per Smart-Card per il dispositivo ACR38 e tutte le informazioni per utilizzare al meglio il supporto PC/SC oppure, in alternativa, le librerie proprietarie. Caratteristica importante dell' SDK-ACR38 è di poter gestire le carte di tipo a memoria, non solo attraverso librerie proprietarie, ma anche all'interno di PC/SC (che come noto è stato ideato per supportare le carte a microprocessore). Uno specifico documento incluso nell' SDK-ACR38 descrive in dettaglio tale possibilità.

LETTORE SMART-CARD

Letttore per Smart-Card con interfaccia USB progettato per rispondere nel miglior modo ai crescenti requisiti delle applicazioni più evolute con smartcard (firma digitale a validità legale, carta d'identità elettronica, carta nazionale dei servizi, carte bancarie). Consente una semplice e piena integrazione con i sistemi a chiave pubblica per l'autenticazione, la firma digitale e la cifratura di documenti. In questo ambito è di gran lunga il più diffuso ed apprezzato prodotto in Italia ed è qualificato dalle più importanti Autorità di Certificazione. È il prodotto ideale anche per applicazio-



MINILECTOR
€ 34,00

ni come la carta sanitaria, eCommerce, logon, identificazione, pagamento, borsellino e loyalty (carte per sconti e punti). La Confezione non include CD ed altri supporti per l'installazione essendo rivolta esclusivamente ad installatori ed integratori. I driver ed il software di supporto è disponibile online tramite download.

- 5 codici segreti + codice di sblocco;
- Codice PIN modificabile;
- Coppia di codici per autenticazione reciproca;
- Session Key basate su numeri random.

Smart-Card a memoria EEPROM con capacità di 8 K. È particolarmente indicata per applicazioni dove è richiesto un alto grado di sicurezza sulla transazione dei dati: controllo accessi, autenticazioni, royalty, network security, ecc. Conforme alle norme ISO 7816-1/2/3, protocollo T=0, crittografia MAC e DES,



SMART-CARD
ACOS2 DA 8 K

ACOS2-8K
€ 3,90

viene fornita completamente bianca senza alcuna personalizzazione grafica.

SMART CARD SECURE ACCESS MODULE 8K
ACOS3SAM € 22,00

FUTURA ELETTRONICA idea in elettronica

Via Adige, 11 - 21013 GALLARATE (VA)
Tel. 0331/799775 - Fax 0331/778112
www.futurashop.it

Disponibili presso i migliori negozi di elettronica o nel nostro punto vendita di Gallarate (VA).
Caratteristiche tecniche e vendita on-line: www.futurashop.it

cui proviene il comando. La corretta gestione di tali segnalazioni è compito degli applicativi software, che vedremo in seguito.

Possiamo chiudere la parentesi e riprendere il discorso da dove lo avevamo interrotto, ossia dove dicevamo che il firmware del PIC deve generare un comando compatibile col protocollo seriale Velbus a fronte di un comando valido ricevuto via radio. Il microcontrollore segnala di avere ricevuto dal PC o dallo smartphone un comando facendo lampeggiare brevemente il led rosso quindi, con un ritardo appena percettibile ad occhio nudo, genera il comando seriale Velbus, lo invia alla scheda VMB1RS e segnala l'invio facendo lampeggiare brevemente il led verde.

Il lampeggio ed il successivo spegnimento del led verde segnalano il termine della procedura di invio, dopo la quale il programma riparte dal loop principale, in cui attende la ricezione di dati dal modem Bluetooth.

Abbiamo così concluso la descrizione del diagramma di flusso del firmware che, come avete potuto constatare, è piuttosto semplice.

Il programma per PC

Iniziamo la descrizione degli applicativi di controllo partendo dal programma per Windows VelbusBT, il cui file di installazione (setup.exe) è scaricabile gratuitamente dal sito della rivista www.elettronica.in.it.

Affinché il sistema funzioni, è necessario che il PC su cui viene installato l'applicativo di controllo sia anche dotato di interfaccia Bluetooth e della relativa "suite di driver". Per semplificare al massimo la spiegazione, abbiamo deciso di separare la descrizione della procedura per aprire il canale di comunicazione dalla descrizione del programma.

Apertura del canale BT

La procedura per individuare un dispositivo Bluetooth ed aprire un canale di comunicazione con esso,

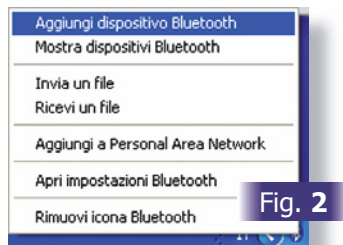


Fig. 2

in linea di massima, dipende dal gestore di risorse BT installato sul PC e pertanto può essere differente da produttore a produttore. I passi da eseguire, comunque, sono comuni a tutti i driver e a tutti i produttori. Per prima cosa dovete accendere il radiocontrollo (tenetelo a distanza di copertura, ossia non oltre i 10 m), quindi occorre avviare da PC la ricerca di nuovi dispositivi presenti nell'area di copertura. Successivamente, trovato il BISM2 di Ezurio, occorre esplorare i servizi resi disponibili da esso. Identificato il servizio "porta seriale standard" occorre associarlo ad una "ComPort virtuale" residente sul PC ed associata ad un identificativo, per esempio COM24. In questo modo, quando un qualsiasi programma installato richiede il collegamento alla COM24, il sistema operativo (Windows) riconosce automaticamente che essa corrisponde al servizio "porta seriale Bluetooth" del BISM2 e pertanto apre il canale BT ed avvia il servizio: ora l'Ezurio si comporta esattamente come se fosse una seriale hardware fisicamente installata nel computer. A titolo puramente didattico, riportiamo in queste pagine la procedura da noi seguita per aggiungere il radiocontrollo Velbus alla rete di dispositivi Bluetooth installati nel PC, dando per scontato che sia il driver che il dongle BT siano già installati ed opportunamente configurati.

Innanzitutto occorre aggiungere un nuovo dispositivo, facendo clic con il tasto destro sull'icona delle risorse Bluetooth, visibile nella task-bar dello sfondo di Windows (monitor in basso a destra, come da Figura 2); va quindi selezionata la relativa opzio-



Fig. 3

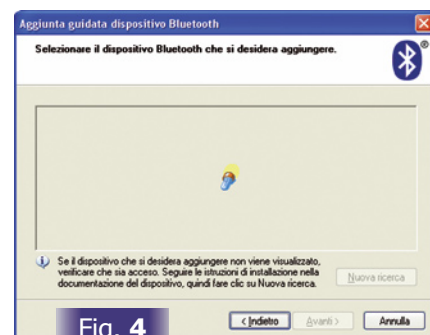


Fig. 4

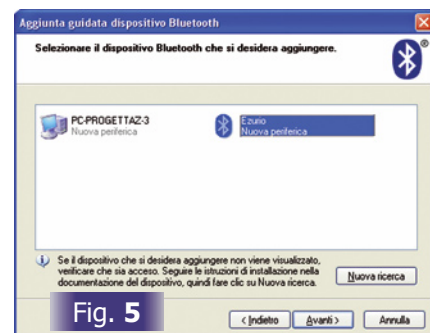


Fig. 5

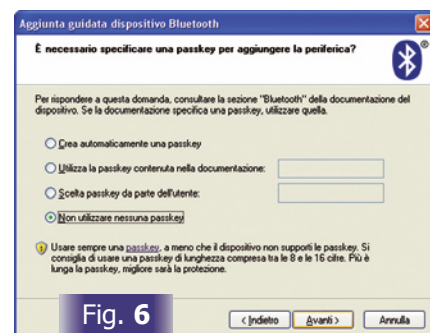


Fig. 6



Fig. 7

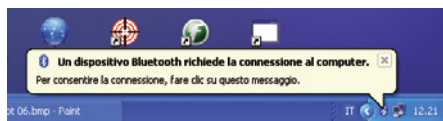


Fig. 8



Fig. 9

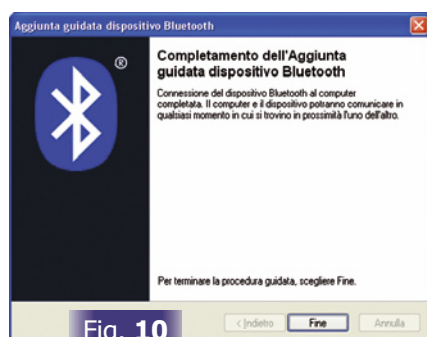


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12

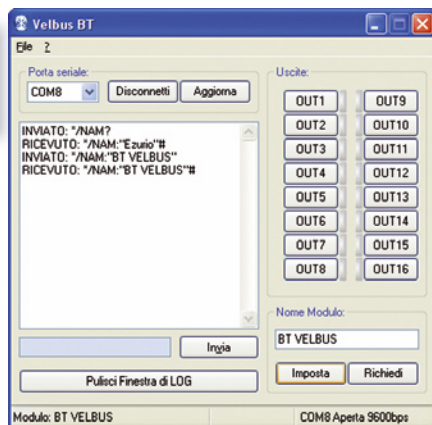


Fig. 13

ne. Viene avviata la procedura guidata per l'aggiunta di un dispositivo BT (Figura 3) che procede con la fase di ricerca di tutti i dispositivi presenti nell'area (Figura 4). Al termine della ricerca, la procedura mostra tutti i dispositivi individuati: occorre scegliere (facendo clic sulla relativa icona) la "nuova periferica Ezurio" (Figura 5) quindi procedere con l'installazione. Ora il programma chiede se si vuole utilizzare una "passkey" (ossia un PIN): scegliamo di non usarne perché in questo modo, alla prima connessione che effettueremo, lo stesso sistema operativo Windows chiederà la passkey (useremo quella predefinita nel BISM: 1234) e la memorizzerà una volta per tutte (Figura 6). Infine la procedura guidata assegna l'identificativo seriale al BISM2: nel nostro caso il driver residente ha assegnato l'identificativo COM8 alla porta seriale creata su richiesta del PC e l'ID COM9 alla porta creata su richiesta del BISM2.

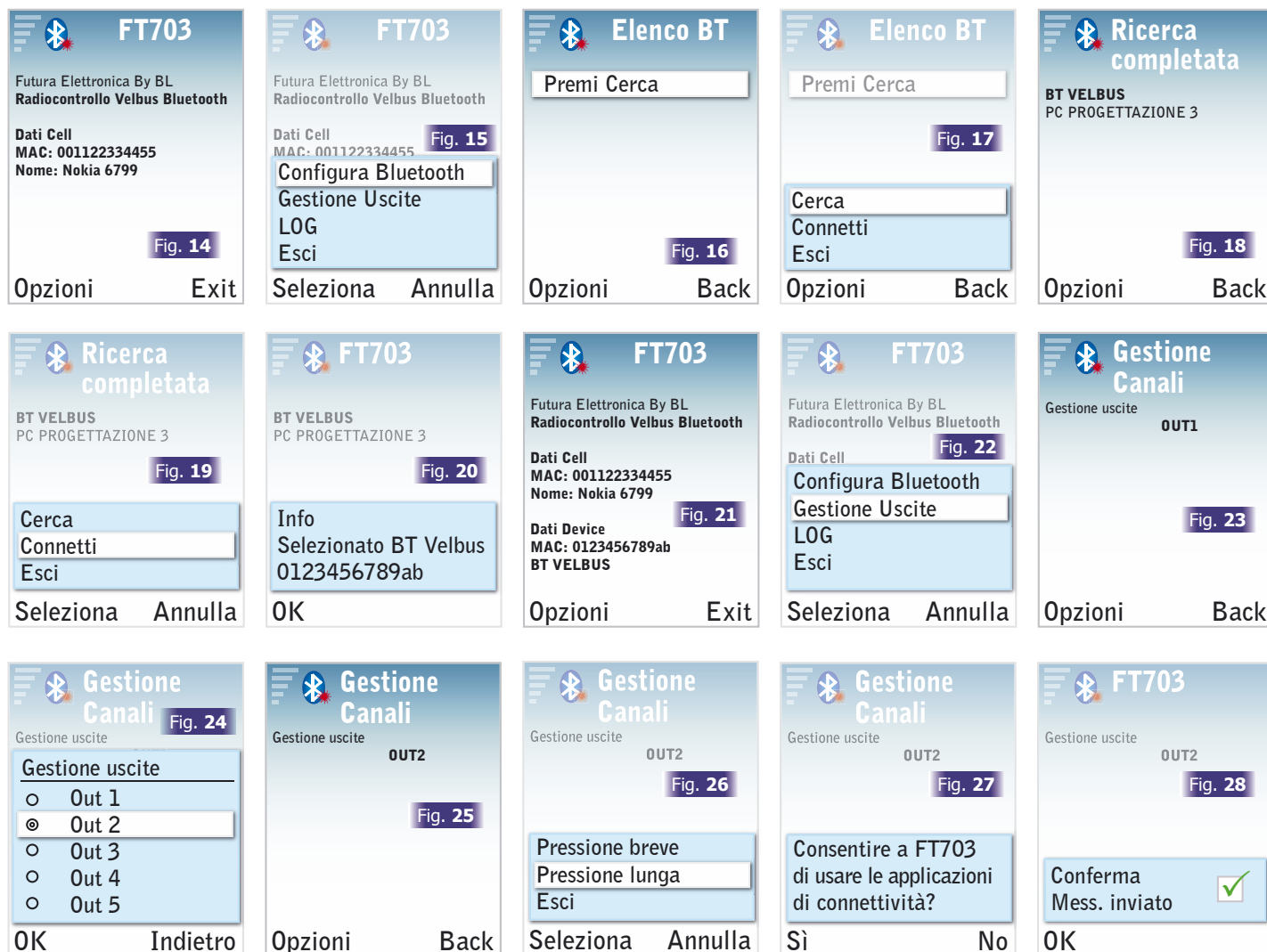
Nel nostro caso, tuttavia, l'installazione non è ancora terminata, infatti il PC è conscio del fatto che ha a disposizione due porte seriali nuove, ma non è ancora in grado di utilizzarle, poiché non è stato effettuato alcun "pairing" con l'Ezurio. Pairing significa "accoppiamento" ed è quella procedura tramite la quale due dispositivi BT si riconoscono, si collegano e si memorizzano vicendevolmente, sia come indirizzo che come PIN. Il pairing viene effettuato auto-

maticamente all'avvio dell'applicativo Windows.

Esecuzione del programma

Vediamo ora come si conclude l'installazione del radiocontrollo e come si utilizza il programma, dando per scontato che lo abbiate già installato sul PC in uso seguendo le procedure di installazione tipiche di Windows. Dal menu di avvio selezionate l'icona "Velbus BT", con la quale viene avviato il programma. Per qualche secondo non appare alcuna finestra: ciò perché il software sta avviando l'interfaccia Bluetooth per interrogare tutte le ComPort disponibili. Quando interroga la porta assegnata all'Ezurio (nel nostro caso la COM8), nella parte in basso a destra del monitor appare un messaggio del sistema operativo (visibile in figura 8) che informa l'utente del fatto che una periferica BT sta tentando di rispondere al PC. La richiesta di connessione va accettata facendo clic sullo sfondo giallo del messaggio: appare quindi la finestra di figura 9, che richiede l'inserimento della passkey del BISM2 (come già accennato, il default è 1234 e non può essere modificato, né dal PC e nemmeno dal PIC). Inserito il PIN e confermato tramite l'apposito tasto di scelta, appare la finestra di figura 10, la quale conferma che l'installazione della nuova periferica Ezurio è terminata con esito positivo. A questo punto viene avviata l'interfaccia grafica del programma vero e proprio, visibile in figura 11. Tenete presente che quanto visto nelle figure 8, 9 e 10 si verifica solamente quando il programma viene eseguito per la prima volta, dopo l'aggiunta del dispositivo BT. I successivi riavvii partiranno sempre dall'interfaccia grafica principale (Figura 11). Va ora selezionata la porta seriale associata al radiocontrollo (COM8) e va fatto clic sul pulsante "Connetti", che immediatamente cambia nome ("Disconnetti"). La sezione di interfaccia chiamata "Uscite" viene abilitata e,





insieme ad essa, vengono attivati i pulsanti. Premendo un tasto qualsiasi viene generato un comando verso il radiocontrollo, comando confermato con l'invio di un messaggio da parte del dispositivo. Lo scambio dati tra applicativo e radiocontrollo viene visualizzato sulla finestra di testo nella parte sinistra dell'interfaccia grafica. La figura 12 mostra il traffico dati generato dal protocollo a seguito di una pressione lunga e successivo rilascio del pulsante "OUT1". Appena questo viene premuto, il programma invia al radiocontrollo il comando */BR01 (pressione breve pulsante 1), a cui il PIC del radiocontrollo risponde con il messaggio */BREVE 01#. La pressione continua genera l'invio del comando */LU01, la cui ricezione viene confermata con la risposta */LUNGA

01#. Il rilascio del pulsante, invece, genera il comando */RI01, a conferma del quale il dispositivo risponde con */RILASCIO 01#. L'esempio appena visto ripropone esattamente quanto previsto per la gestione dei pulsanti nelle schede Velbus. Al fine di personalizzare il radiocontrollo, abbiamo inserito nel programma la possibilità di cambiare il nome assegnato al modem Bluetooth (il default è Ezurio). La figura 13 mostra il traffico dati relativo alla richiesta del nome ed alla sua successiva modifica: premendo il pulsante "Richiedi" il programma invia */NAM? e il radiocontrollo risponde con */NAM:"Ezurio"#. Premendo il pulsante "Imposta", invece, il programma invia il comando */NAM:"BT VELBUS" che assegna al BISM2 il nome contenuto nella

cella di testo chiamata "Nome Modulo": il radiocontrollo risponde con */NAM:"BT VELBUS"#. Notate che ogni volta che il programma invia un comando i led del radiocontrollo lampeggiano, per segnalare l'attività sia via radio che su filo. Il programma dispone di altri tasti aventi funzioni meno importanti: il pulsante "Aggiorna" permette di aggiornare in qualsiasi istante l'elenco delle ComPort disponibili. Il pulsante "Invia" permette di inviare un comando manuale (inserito nella cella alla sinistra del pulsante) ed il pulsante "Pulisci Finestra di LOG" cancella la visualizzazione del traffico dati.

Il programma per smartphone

Anche il programma per smartphone, sviluppato in Java, così come quello

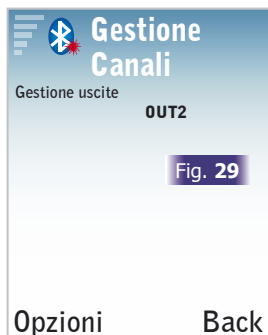


Fig. 29



Fig. 30



Fig. 31



Fig. 32



Fig. 33

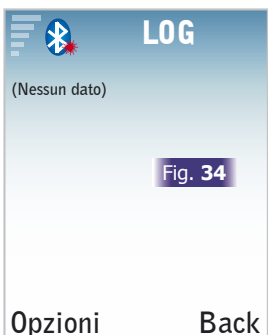


Fig. 34



Fig. 35

per Windows, può essere scaricato dal sito della rivista. Viste le ridotte dimensioni del display a disposizione su un cellulare, i vari comandi sono stati distribuiti in più schermate. Non sapendo a priori quale cellulare verrà usato, dobbiamo dare per scontato che l'applicativo sia già stato installato ed attivato sull'apparato con la procedura specifica. Come per il programma Windows, anche qui vogliamo separare la fase di configurazione del collegamento dall'utilizzo vero e proprio del programma.

Stabilire la connessione Bluetooth

Immediatamente dopo l'avvio dell'applicativo Java, si ottiene la schermata visibile in figura 14, dove vengono indicati il nome del programma ed alcuni dati relativi al telefono: in questa fase il programma non sa ancora con quale dispositivo deve dialogare, quindi occorre assegnare ad esso un dispositivo Bluetooth. Premendo il tasto "Opzioni" appare il menu di figura 15, dal quale occorre selezionare l'opzione "Configura Bluetooth". Si ottiene la finestra di figura 16, indicante che la ricerca dei dispositivi si effettua tramite l'opzione "Cerca" (Figura

17). A ricerca terminata, il risultato della scansione può elencare diversi dispositivi, come nel caso della Figura 18, in cui troviamo il nostro radiocontrollo BT Velbus e un computer dell'ufficio tecnico.

Dopo aver selezionato il radiocontrollo, dal menu "Opzioni" si sceglie "Connetti" per avviare la connessione al BT Velbus (Figura 19). Passato qualche istante la connessione va a buon fine ed il risultato è visibile nella figura 20. Premendo il tasto OK si passa alla finestra principale (figura 21) che, rispetto a quella di figura 14, contiene anche le informazioni relative all'interfaccia Bluetooth del radiocontrollo, a conferma che ora il programma conosce il dispositivo con cui deve dialogare.

Gestione delle uscite

A questo punto si possono comandare le uscite dei vari dispositivi Velbus. Occorre selezionare l'opzione "Gestione uscite" (figura 22) che fa apparire la schermata di figura 23, in cui è riportata l'ultima uscita controllata (nel nostro caso OUT 1).

Per selezionare una uscita differente è necessario sceglierla premendo il tasto "Enter" del cellulare: in questo caso viene generata la schermata di figura 24, in cui abbiamo voluto inviare un comando all'uscita 2 (come confermato dalla figura 25).

Fino ad ora abbiamo solamente selezionato l'uscita ma non abbiamo ancora inviato il comando: per fare ciò si procede tramite il menu "opzioni", dal quale è possibile decidere se inviare all'uscita appena selezionata un comando di pressione lunga o pressione breve (figura 26). È molto probabile che il cellulare chieda il consenso alla connessione (figura 27), consenso che deve essere dato, altrimenti il comando non può essere inviato. Ad invio effettuato, il programma risponde con un messaggio di conferma (figura 28) e, premuto OK, ritorna alla schermata principale di gestione delle uscite (figura 29), in cui ora è riportata l'uscita 2 come ultima azionata.

Premendo il tasto "Back" è possibile ritornare alla schermata principale (figura 30). Sempre dal menu "Opzioni" è possibile richiamare il registro del traffico dati (log) per visualizzare tutti i messaggi che il cellulare ha ➤

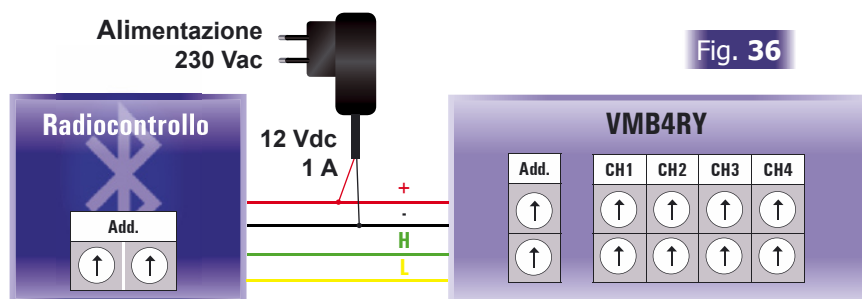


Fig. 36

inviato al radiocontrollo (figure 31 e 32). Il log può anche essere cancellato (figure 33 e 34), agendo come di consueto sul menu “Opzioni”.

L'esecuzione del programma viene terminata tramite l'opzione “Esci” (figura 35) oppure premendo il tasto Exit dalla finestra principale (figura 30). Come ultima informazione, sappiate che se inviate il comando “pressione breve”, il cellulare invia in sequenza un comando di pressione breve seguito da uno di rilascio. Nel caso di invio di “pressione lunga” il comando è triplice e costituito da un comando di pressione breve, uno di pressione lunga ed infine uno di rilascio. Come già visto per il programma precedente, anche in questo caso l'attività sul collegamento BT è segnalata con un rapido lampeggio del led rosso mentre l'attività del Velbus è indicata dal led verde. Abbiamo così terminato la spiegazione del funzionamento dell'applicativo Java: a prima vista, l'utilizzo potrebbe sembrare complesso, ma in realtà è piuttosto semplice ed intuitivo, poiché ogni operazione viene eseguita passando attraverso il menu “Opzioni”. Sicuramente il programma in ambiente Windows è più intuitivo, ma dopo un po' di pratica, non avrete problemi nemmeno con questo.

Accoppiare il radiocontrollo agli attuatori Velbus

Dopo aver visto nel dettaglio il diagramma di flusso del firmware ed

Tabella 2 - Assegnazione pulsante / uscita

Uscita VMB4RY	Primo pulsante di comando (indirizzo base)	Secondo pulsante di comando (indirizzo base + 1)
Uscita Relé 1	OUT1	OUT9
Uscita Relé 2	OUT2	OUT10
Uscita Relé 3	OUT3	OUT11
Uscita Relé 4	OUT4	OUT12

il funzionamento dei due applicativi software, è giunto il momento di utilizzare il radiocontrollo in pratica. Per fare ciò, è necessario che disponiate almeno di un attuatore Velbus, come ad esempio l'unità a 4 relé modello VMB4RY, unità che noi impieghiamo nel nostro esempio pratico di utilizzo.

Il collegamento elettrico, molto semplice, è visibile nello schema di figura 36, in cui servono il radiocontrollo completo, un dispositivo VMB4RY ed un alimentatore stabilizzato a 12 Vdc, in grado di fornire una corrente di almeno 500 mA; in questo esempio l'impianto è composto solamente da questi tre elementi.

Un esempio di configurazione

Ciò che si vuole ottenere, visto lo scopo didattico, è abbastanza semplice: ogni uscita a relé viene programmata per operare in modalità “toggle” (ossia bistabile: il primo comando ricevuto attiva il relé, il secondo lo disattiva) e controllata da due pulsanti differenti, secondo la sequenza visibile in tabella 2.

In pratica i relé sono comandati dai

primi quattro pulsanti sia dell'indirizzo base (prima scheda VMB8PB emulata) che dell'indirizzo base + 1 (seconda scheda VMB8PB).

Scelta degli indirizzi

Per questa operazione non esiste una regola precisa: il buon senso, però, suggerisce di utilizzare indirizzi in sequenza, più facili da ricordare, scelti tra quelli utilizzabili (quelli riservati sono riportati sui manuali di utilizzo di ogni dispositivo Velbus). Noi abbiamo assegnato gli indirizzi 01 al radiocontrollo (sui rotary switch impostiamo HR1 a 0 e HR2 a 1) e 02 al VMB4RY. Ricordiamo che la rete deve essere “terminata” con una resistenza da 120 ohm inseribile tramite il ponticello TERM di cui sono dotati sia il controllo a relé che la scheda seriale. Noi abbiamo lasciato aperto il ponticello sulla seriale e chiuso quello del VMB4RY. A sistema in funzione, sia la scheda seriale che quella a relé presentano un led rosso acceso.

Accoppiare tramite PC i primi quattro pulsanti

La scelta iniziale prevede che tutti i

RM ELETTRONICA SNC

vendita componenti elettronici

rivenditore autorizzato:



**FUTURA
ELETTRONICA**

NUOVA

ELETTRONICA

G.P.E.



Via Val Sillaro, 38 - 00141 ROMA - tel. 06/8104753

relé operino in modalità bistabile; dal manuale del VMB4RY si ricavano pertanto le seguenti informazioni:

- per operare in tale modalità, i rotary switch del modo operativo di ogni canale devono essere impostati a FF;
- l'assegnazione di un pulsante di controllo bistabile si effettua impostando sui rotary switch di indirizzo D1 per il canale 1, D2 per il canale 2 e così via;
- il pulsante da accoppiare va mantenuto premuto fino a quando il VMB4RY non risponde attivando il relé corrispondente.

Procediamo con il primo relé, dando per assodato che abbiate il programma attivo. Impostate i rotary switch del modo di funzionamento di CH1 a FF, e quelli dell'indirizzo a D1: il led CH1 lampeggia. Sull'interfaccia grafica del programma, mantenete premuto il pulsante OUT1 fino a quando il led OUT1 sulla scheda si accende ed il relé commuta. Quindi rilasciate il pulsante (il led si spegne ed il relé torna allo stato di riposo). Riportate l'indirizzo a 02 e premete il pulsante OUT1 per almeno mezzo secondo: ad ogni pressione il relé cambia di stato. La procedura per gli altri canali è identica a quella appena descritta. Effettuata la programmazione dei primi quattro pulsanti, terminate l'esecuzione del programma.

Accoppiare tramite smartphone i successivi quattro pulsanti

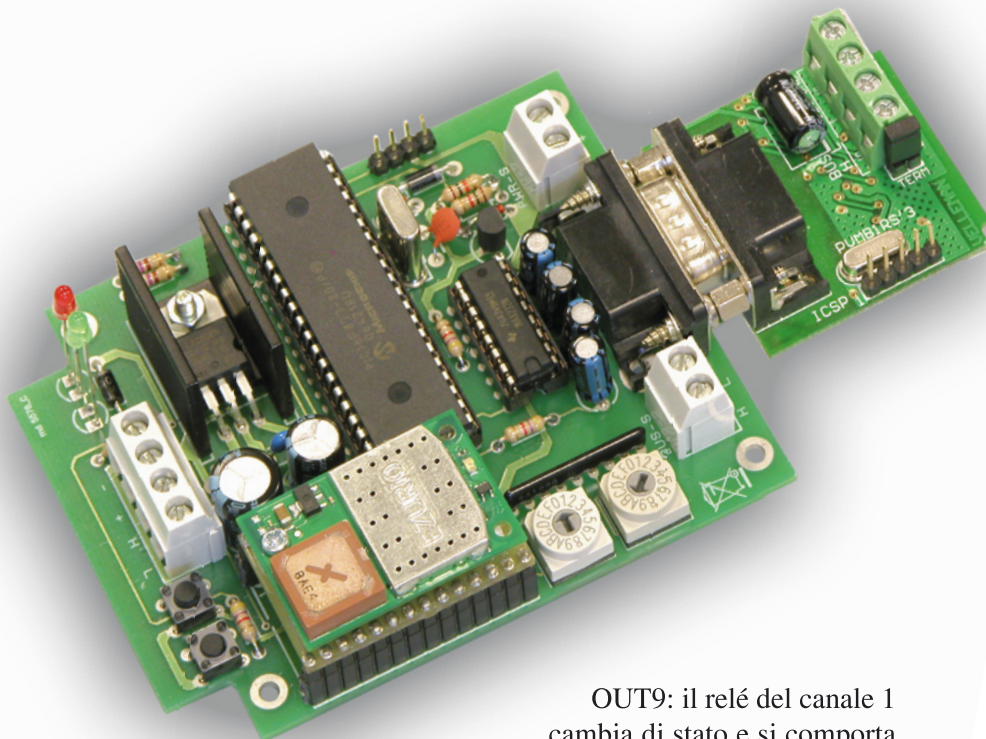
Attivate ora il programma FT703 sul

vostro smartphone ed eseguite la procedura di accoppiamento al radiocontrollo Velbus, già descritta in precedenza, quindi selezionate l'opzione "Gestione uscite", dalla quale scegliete l'uscita OUT9 che, come da tabella 2, è assegnata al canale 1 della scheda a relé. Impostate D1 sui commutatori binari di quest'ultima: ancora una volta il led CH1 lampeggia. Tramite il telefono, inviate il comando "Pressione lunga" sull'uscita OUT9: il relé commuta ed il led CH1 si accende per un breve istante. Ripristinate l'indirizzo 02 sull'attuatore a relé quindi, ancora tramite lo smartphone, inviate il comando "Pressione breve" sull'uscita

OUT9: il relé del canale 1 cambia di stato e si comporta nello stesso modo ad ogni invio di tale comando. Il comportamento è identico anche inviando il comando "Pressione breve" all'uscita OUT1. La procedura per accoppiare gli altri pulsanti ai canali è identica.

Conclusione

Siamo così giunti al termine della descrizione del nostro radiocontrollo Bluetooth, il secondo dei tre progetti pratici che abbiamo realizzato per operare con i sistemi domotici Velbus. Nel prossimo numero pubblicheremo un radiocontrollo GSM, gestibile con comandi SMS inviabili da qualsiasi telefono cellulare. L'appuntamento quindi è tra un mese in edicola. Ci raccomandiamo: non mancate.



per il

MATERIALE

I componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio. Il master del circuito stampato, i programmi di controllo per PC e smartphone ed il firmware per programmare il micro sono scaricabili dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). Il micro è disponibile anche già programmato al prezzo di 18,00 Euro (cod. MF703). Il rice trasmettitore BISM2 con relativo circuito stampato di adattamento (cod. FT622M) può essere acquistato al prezzo di 75,00 Euro. Tutti i prezzi sono comprensivi d'IVA.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Demoboard per moduli GPS/GSM

di Boris Landoni

Permette di emulare il funzionamento di svariati circuiti basati su moduli GPS, GSM o "combo" GPS/GSM; dispone di tre porte seriali e altre periferiche e di un connettore unificato nel quale, mediante apposite schede adattatrici, prendono posto dispositivi quali il Telit GM862 o i Wavecom Q2501 e Q2686.

Progettare applicazioni con dispositivi elettronici molto complessi che richiedono una programmazione e l'utilizzo di un certo numero di circuiti periferici, significa spesso dover realizzare più di un prototipo prima di arrivare alla soluzione definitiva; ce ne siamo accorti in anni di progettazione finalizzata alla presentazione, mese dopo mese, di apparecchi sempre più innovativi e complessi. Quando si tratta di dover lavorare con moduli quali i cellulari GSM o i "combo" Wavecom che sono, insieme, ricevitori GPS e modem GSM/GPRS, difficilmente si riesce a realizzare imme-

diatamente il prototipo definitivo; spesso bisogna passare da circuiti intermedi, la cui costruzione comporta dispendio di tempo e denaro. In casi del genere, abbiamo verificato come sia più semplice disporre di una scheda di test universale che integri un certo numero di periferiche (quelle usate più comunemente) e dell'alimentatore, oltre che delle interfacce seriali RS232 utili per far dialogare i moduli con un Personal Computer; ciò perché con essa è possibile emulare la gran parte delle funzioni cui si intende destinare un cellulare GSM/GPRS o un localizzatore combinato, verificare eventuali anomalie e ➤

correggere le imperfezioni del software senza dover rifare ogni volta lo stampato. Il progetto di queste pagine (una demoboard impiegabile per testare diversi dispositivi GPS e GSM) nasce proprio da tale filosofia. Solitamente un circuito di prova nasce per un determinato modulo, ma in questo caso, grazie ad appositi adattatori da noi realizzati per specifici apparati e giocando sulla similitudine tra gli I/O, le periferiche e le interfacce di comunicazione di tre fra i più utilizzati moduli, siamo riusciti ad ottenere una demoboard sulla quale è possibile far funzionare il GM862 Telit (chi segue da tempo *Elettronica* In sa che è un compatto modulo cellulare GSM/GPRS), i nuovi moduli GPS e i Wavecom Q2501 e Q2686. Questi ultimi implementano sia un ricevitore GPS che un modem GSM/GPRS; il primo è stato da noi impiegato nel localizzatore portatile a batteria descritto nel fascicolo n° 100 della nostra rivista e il secondo verrà presto impiegato in nuove realizzazioni. La demoboard è quindi rivolta

agli sviluppatori di circuiti di misura e controllo remoto che utilizzano la rete GSM/GPRS ma anche per la localizzazione a distanza, assistita dal GPS, di persone e veicoli, mediante chiamate dati o SMS. Chi un po' conosce i dispositivi di cui stiamo parlando, certo si starà chiedendo come abbiamo fatto a preparare una demoboard capace di supportare più dispositivi che differiscono fisicamente per il tipo di connessione; ebbene, dando uno sguardo ai disegni di queste pagine scoprirete che ce l'abbiamo fatta prevedendo dei connettori standard, normalissimi, nei quali si inseriscono i singoli moduli, però ciascuno montato su una propria basetta adattatrice, la quale reca da un lato la connessione adatta al dispositivo di turno e dall'altro quella standard.

Schema elettrico

Ma vediamo di cosa si tratta, dando subito uno sguardo allo schema circuitale della demoboard vera e propria, riservandoci di analizzare in un secondo tempo gli adattatori; l'unità

dispone di due connettori che permettono di portare all'esterno tutti i contatti dei moduli utilizzabili, oltre che di alcuni pulsanti e led, di tre convertitori TTL/RS232 e di un porta-SIM del tipo a libro (di quelli che si chiudono sulla SIM-Card, bloccandola). Completa l'insieme un alimentatore dotato di un preciso blocco di regolazione che permette di ottenere diversi livelli di tensione, così da scegliere sempre il più adatto al tipo di modulo che viene montato di volta in volta.

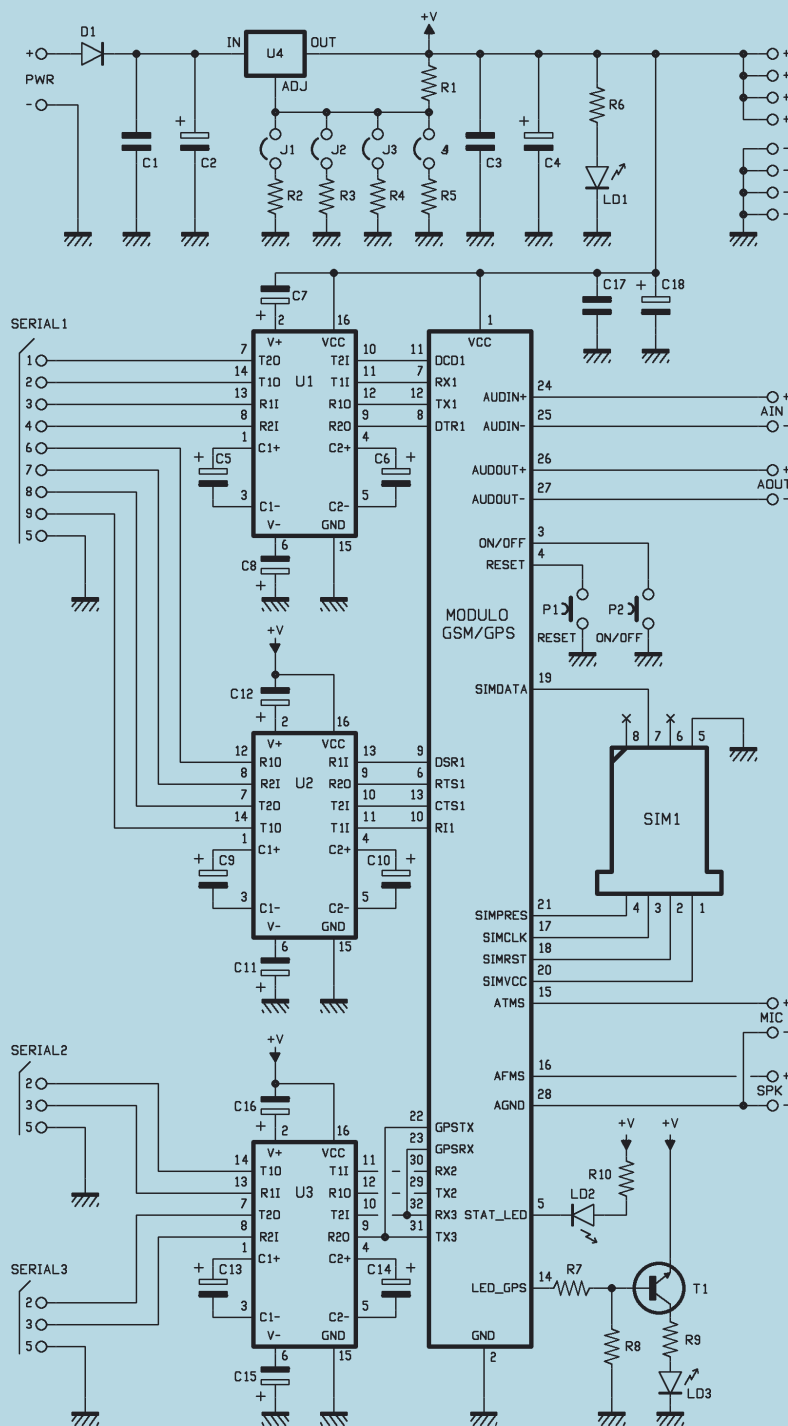
Iniziamo la descrizione proprio con l'alimentatore: l'intero circuito funziona con 9÷12 volt in continua che vanno applicati ai punti + e - PWR; a valle del diodo di protezione dall'inversione di polarità si trova il regolatore integrato LM317, la cui tensione di ingresso è ben filtrata da C1 e C2. Abbiamo scelto tale integrato perché permette di scegliere con notevole precisione, giocando sui valori delle resistenze che lo contornano, la tensione d'uscita, tensione (V_{out}) che si ricava dalla seguente formula:

$$V_{out} = V_{ref} + R_x (I_{adj} + V_{ref}/R1)$$

La relazione altro non è se non un'equazione che applica alla "maglia" corrispondente al circuito dell'LM317 le Leggi di Kirchhoff e in essa V_{ref} è la differenza di potenziale che si rileva tra i terminali OUT e ADJ, I_{adj} la corrente che esce dal piedino ADJ ed R_x la resistenza vista tra tale pin e massa. Considerato che V_{ref} è fissa e (nell'LM317) vale 1,25 V, nota $R1$ il calcolo è presto fatto. Nel nostro circuito sono possibili quattro tensioni di uscita, ottenute ciascuna inserendo, tramite l'apposito ponticello, una sola alla volta $R2$, $R3$, $R4$ o $R5$; chiudendo J1 il regolatore ricava circa 3,1 volt, mentre con J2 ne ottiene 3,5. Usando $R4$, il regolatore fornisce 11,25V ed, infine, chiudendo il solo J4, di volt se ne ottengono 5,16. Qualunque sia

- Scheda di sviluppo universale per moduli GSM, GPRS, GPS e COMBO.
- Moduli supportati: tutti quelli disponibili, tramite scheda di adattamento.
- Tensione di alimentazione: 9 ÷ 12 Vdc (15 Vdc massimi).
- Corrente assorbita: < 20 mA (escluso il dispositivo in prova).
- Adattatore di tensione consigliato:
 - 12 Vdc, 500 mA minimo per collaudare moduli GPS;
 - 12 Vdc, 1,5 A minimo per collaudare moduli telefonici e COMBO.
- Porte di comunicazione dati:
 - due seriali RS232 con linee TX/RX;
 - una seriale RS232 completa;
 - un connettore porta SIM alimentato dal modulo telefonico.
- Ingressi e uscite varie:
 - due ingressi e due uscite audio;
 - due pulsanti di controllo e tre led di segnalazione.
- Tensione di alimentazione interna selezionabile tra quattro valori:
 - 3,1 Vdc, 3,5 Vdc, 5,16 Vdc (con tensione d'ingresso 9 ÷ 12 Vdc);
 - 11,25 Vdc (con tensione in ingresso di 15 Vdc minimo).
- Collegamenti elettrici: effettuati tramite schede di adattamento.

SCHEMA ELETTRICO Demoboard



la tensione scelta, il led LD1 funge da spia e avverte quando il circuito è regolarmente alimentato. Il blocco che, nello schema elettrico, viene chiamato modulo GSM/GPS, altro non è che l'insieme dei connettori nei quali va inserito lo stampato adattatore corrispondente al modulo che

si intende testare con la demoboard; come vedete, abbiamo previsto tutte, ma proprio tutte le connessioni dei tre dispositivi presi in considerazione e comunque quelle normalmente usate. Tuttavia a riguardo va fatta una precisazione: le linee non sono tutte presenti su ognuno dei compo-

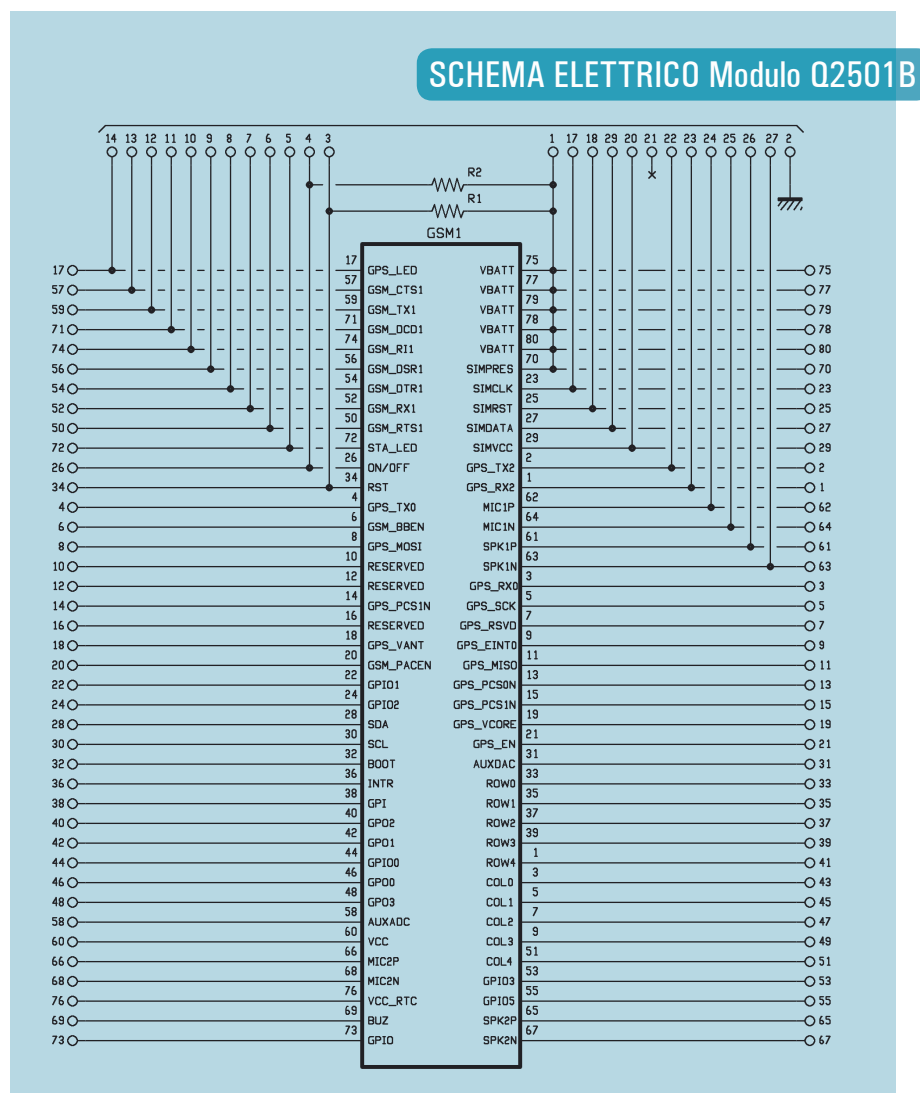
nenti previsti; alcune esistono solo in uno, ma gli altri non le hanno, però ne prevedono altre non presenti nel primo. Ad esempio, STAT_LED viene usata dal GM862, ma non dal Wavecom Q2501. Il connettore le comprende comunque tutte, tanto poi è l'adattatore che decide quali collegare: è evidente che una linea inutilizzata nel Q2501 nello stampato usato da adattatore rimarrà isolata nella piazzola corrispondente al pin del connettore della mainboard cui giunge. La connessione della nostra scheda è realizzata con due strip femmina da 16 contatti ciascuna, montate contrapposte in modo da potervi infilare le punte che realizzano le connessioni degli adattatori e si trovano sui bordi delle rispettive basette; la disposizione delle strip (su lati opposti) consente di ottenere un fissaggio stabile degli adattatori dei moduli. Tra le connessioni portate all'esterno, possiamo notare quelle del microfono e dell'altoparlante, usate nei semplici moduli GSM (per esempio il Telit GM862) che hanno il filo negativo in comune; vi sono poi altri collegamenti audio, che sono AIN ed AOUT: servono, rispettivamente, a ricevere l'audio da trasmettere via radio e ad ascoltare quello che arriva, laddove il modulo venga utilizzato per una connessione GSM di tipo voce. AIN ed AOUT sono caratteristici dei dispositivi che dispongono di ingresso e uscita audio distinti, quali il Q2501 e il Q2686 Wavecom.

Il connettore porta-SIM (SIM1) è collegato ai contatti 17, 18, 19, 20 e 21; di esso vengono utilizzate le sole linee SIMDATA (canale dati da e verso la Card), SIMPRES (rilevamento SIM inserita), SIMCLK (clock che scandisce la comunicazione dei dati da e verso la Card), SIMRST (reset) e SIMVCC; quest'ultimo è l'alimentazione che, va notato, non preleviamo direttamente dal regolatore ma bensì dal modulo in uso. Abbiamo deciso così per due ragioni: la prima ➤

è che la SIM deve preferibilmente essere messa sotto tensione dal modulo che la usa quando ritiene sia il momento giusto, così da evitare che possano sorgere problemi nella comunicazione; la seconda nasce dal fatto che l'alimentazione prelevata dal regolatore può non essere compatibile con quella della Card, in quanto dipende dalle esigenze del modulo impiegato, quindi se si sceglie la tensione più alta e con essa si tenta di alimentare la SIM, si può arrivare a guastarla.

La parte probabilmente più interessante di tutta la demoboard sono le interfacce di comunicazione, ovvero le seriali: la scheda è equipaggiata con ben tre converter TTL/RS232, che permettono di interfacciare i moduli, che comunicano mediante porte seriali ma a livello TTL, con le comuni COM dei PC. Scendendo nel dettaglio, vi sono esattamente tre seriali, due delle quali uguali tra loro. Le porte differiscono essenzialmente per il fatto che quella chiamata SERIAL1 è completa, nel senso che di essa si utilizzano non solo i canali dati in trasmissione (TXD, uscita) e ricezione (RXD, ingresso) ma anche i segnali di controllo DTR (Data Terminal Ready), DSR (Data Set Ready), RTS (Request To Send), CTS (Clear To Send), RI (Ring Indicator), e DCD (Data Carrier Detect); SERIAL1 può quindi essere utilizzata per gestire completamente e nella maniera ottimale la comunicazione seriale con il modulo. Invece, in SERIAL2 e SERIAL3 disponiamo solamente delle linee TXD ed RXD. Notate che la porta seriale completa è stata prevista perché solitamente i moduli che integrano un cellulare GSM/GPRS hanno al loro interno un modem e questo modem normalmente rende accessibili e utilizza tutti i segnali di controllo e temporizzazione della comunicazione.

Per l'interfaccia vengono utilizzati tre integrati uguali tra loro, prodotti dalla Maxim e siglati MAX232; cia-

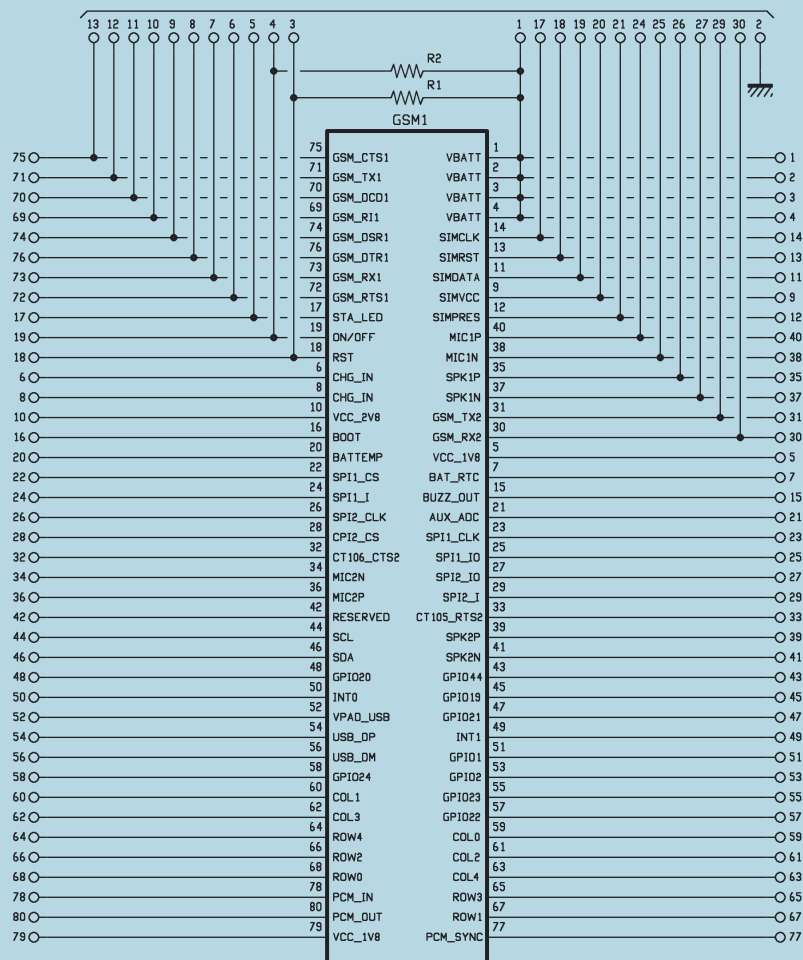


scuno di essi contiene due convertitori di livello da TTL (0/5 V) a RS232 (± 12 V) ed altrettanti traslatori che cambiano i livelli standard RS232 in TTL. Quindi ogni integrato consta di due sezioni trasmettenti e due riceventi. Ecco perché riusciamo a usare un solo MAX232 per interfacciare la demoboard mediante SERIAL2 e SERIAL3, mentre SERIAL1 richiede ben due integrati: infatti la seriale principale, quella completa, usa sì un solo canale TXD e un RXD, tuttavia deve far transitare tre segnali di controllo diretti dal modulo usato al computer (DCD, RI e CTS) ed altrettanti in arrivo da esso (RTS, DTR e DSR). Abbiamo appena detto che il MAX232 trasforma i livelli TTL (3÷5 volt) in RS232, che sono tipicamente a ± 10 V / ± 12 V; per poter

riuscire nell'impresa, il componente incorpora degli elevatori di tensione che usa per pilotare i driver sul lato RS232 e consentire il raggiungimento delle tensioni minime richieste dalle porte COM standard. Gli elevatori sono dei DC/DC a carica capacitiva (moltiplicatori a capacità) e si avvalgono di condensatori che, vista la capacità necessaria a mantenere i livelli di corrente richiesti dallo standard RS232, non si possono realizzare integrati ma devono essere esterni; li troviamo tra i piedini 1 e 3, 4 e 5, nonché fra 2 e il positivo dell'alimentazione principale e tra il 6 e la massa.

Nello schema elettrico fin qui descritto non appare un componente che in realtà si trova sulla demoboard: si tratta dell'antenna integrata destina-

SCHEMA ELETTRICO Modulo Q2686



nessione dei singoli moduli a quella della demoboard.

L'adattatore per Q2501

Iniziamo da quello per il Wavecom Q2501, che proponiamo a beneficio di quanti ancora ne avessero in casa qualche pezzo; diciamo ciò perché tale modulo è destinato a uscire di produzione in quanto sostituito dal Q2686. Il circuito dispone da un lato del connettore ad alta densità tipico del modulo e di due resistenze di pull-up applicate alle linee di reset (RST) e accensione (ON/OFF); dall'altro ha le due file di punte necessarie all'inserimento nella demoboard. Il Q2501 richiede, per la parte telefonica, l'antenna esterna, che va collegata mediante un cavetto coassiale avente da un lato un connettore MMCX. Notate che il circuito, sebbene porti alle strip dei due lati corti solamente alcuni dei segnali, dispone, sui lati lunghi, di file di piazzole tramite le quali, all'occorrenza, sono rese accessibili tutte le connessioni del modulo.

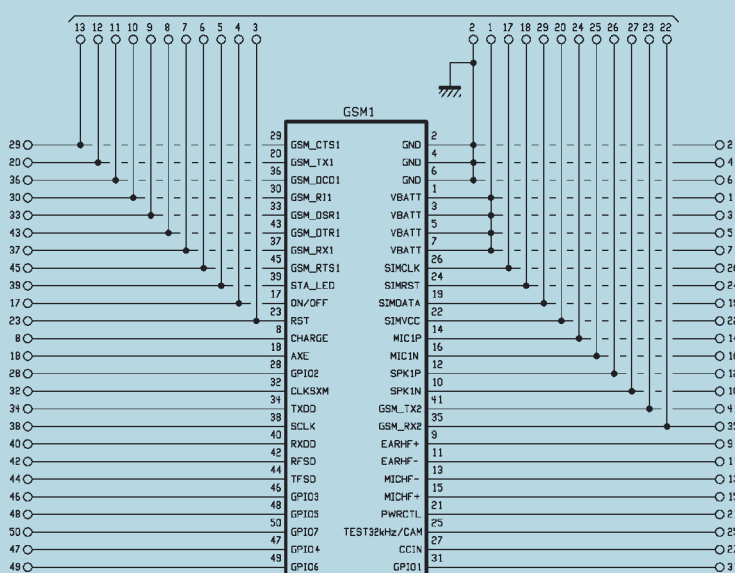
L'adattatore per Q2686

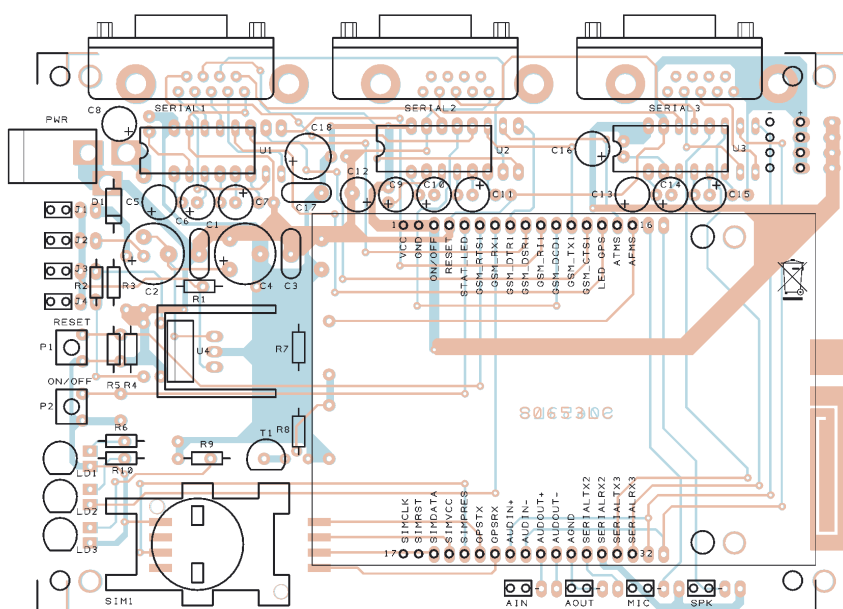
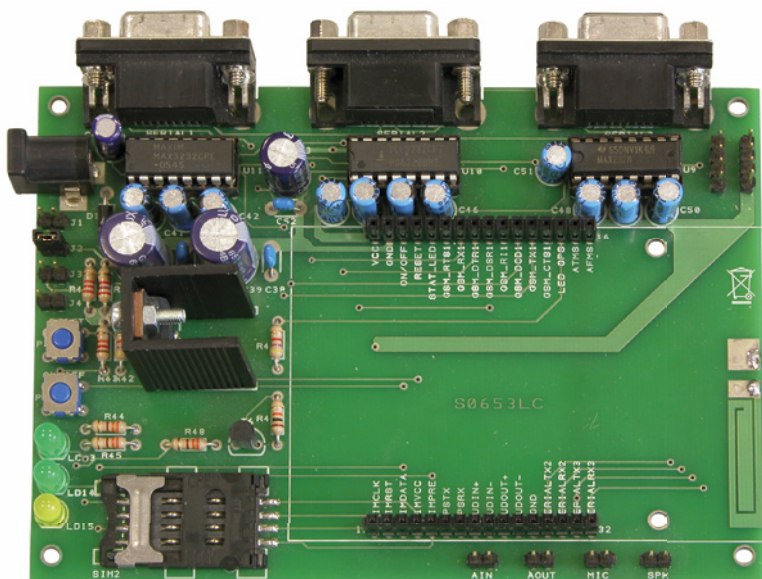
Il circuito stampato per adattare il Wavecom Q2686 è simile a quel- ➤

ta ad essere collegata a quei moduli che contengono un cellulare GSM/GPRS e che ne sono sprovvisti. L'antenna in questione è una pista dello stampato, opportunamente calcolata e sagomata per accordarsi nella banda di frequenze riservata alla telefonia mobile e per garantire una discreta ricezione in ogni condizione ambientale.

Quando un modulo ha bisogno dell'antenna esterna, basta collegare la pista al suo connettore mediante un apposito cavetto schermato. Bene, esaminato lo schema della demoboard e appurato che il blocco MODULO GSM/GPS è il doppio connettore che ospita, tramite l'opportuno adattatore, il modulo in prova, possiamo dare uno sguardo ai circuiti usati per adattare la con-

SCHEMA ELETTRICO Modulo GM862





ELENCO COMPONENTI:

R1: 1,5 kohm
 R2: 2,2 kohm
 R3: 2,7 kohm
 R4: 12 kohm
 R5, R7: 4,7 kohm
 R6, R9, R10: 470 ohm
 R8: 10 kohm
 C1, C3, C17: 100 nF multistrato
 C2, C4: 470 μ F 35 VL elettrolitico
 C5+C16: 1 μ F 100 VL elettrolitico
 C18: 220 μ F 35 VL elettrolitico
 D1: 1N4007
 LD1: led 5 mm verde
 LD2: led 5 mm verde
 LD3: led 5 mm giallo
 P1, P2: microswitch
 U1+U3: MAX3232
 U4: LM317
 T1: BC557
 SIM1: Porta SIM a libro

Varie:

- Plu alimentazione
- Connettore DB9 femmina
- Zoccolo 8+8 (3 pz.)
- Dissipatore (ML26)
- Vite 10 mm 3 MA
- Dado 3 MA
- Strip maschio 2 poli (8 pz.)
- Strip maschio 4 poli (2 pz.)
- Strip femmina 16 poli (2 pz.)
- Jumper
- circuito stampato codice S653

lo del Q2501, quindi incorpora il connettore ad alta densità e le resistenze di pull-up per RST e ON/OFF; al solito, due strip poste sui lati corti permettono l'inserimento nelle apposite connessioni della demoboard e due file di contatti, disposte sui lati lunghi, rendono disponibili tutti i terminali. Quanto all'antenna della sezione GSM, il Q2686 ne richiede anch'esso una

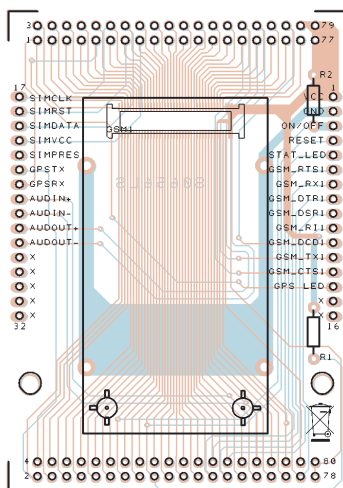
esterna; il cavetto coassiale da usare per collegarla (sia essa la pista della demoboard o altra) va stagnato nelle piazzole concentriche che si vedono dalla faccia opposta a quella dell'inserimento nell'adattatore, su uno dei lati lunghi.

L'adattatore per GM862

È la scheda adattatrice più semplice e compatta di tutte: grande poco più del

modulo, prevede le solite due strip da 16 contatti per l'inserimento nella demoboard e due doppie file di contatti sui lati restanti, pensate per accedere a tutti i contatti del cellulare. Per l'antenna, il GM862 ne richiede una esterna da collegare con un cavetto terminante con un connettore MMCX; anche in questo caso è possibile sfruttare l'antenna integrata posta sulla demoboard.

piano di MONTAGGIO Modulo Q2501B



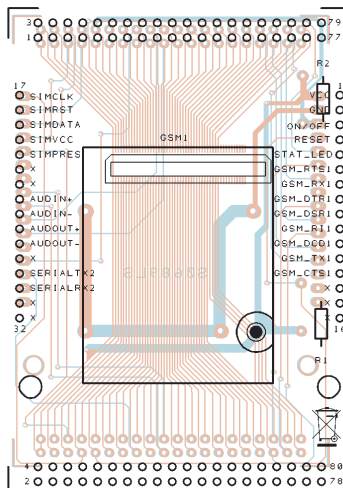
ELENCO COMPONENTI:

R1: 10 kohm
R2: 10 kohm
GSM1: Modulo GSM Q2501B

Varie:

- Strip maschio 20 pin (4 pz.)
- Strip maschio 16 pin (2 pz.)
- Connettore da CS per modulo GSM
- circuito stampato

piano di MONTAGGIO Modulo Q2686



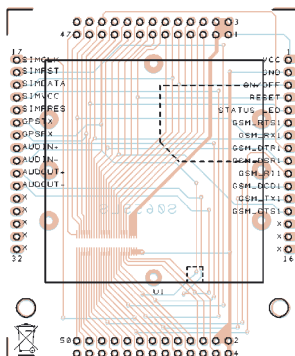
ELENCO COMPONENTI:

R1: 10 kohm
R2: 10 kohm
GSM1: Modulo GSM Q2686

Varie:

- Strip maschio 20 pin (4 pz.)
- Strip maschio 16 pin (2 pz.)
- Connettore da CS per modulo GSM
- circuito stampato

piano di MONTAGGIO Modulo GM862



ELENCO COMPONENTI:

GSM1: Modulo GSM GM862

Varie:

- Strip maschio 13 pin (4 pz.)
- Strip maschio 16 pin (2 pz.)
- Connettore da CS per modulo GSM
- circuito stampato

Realizzazione pratica

La costruzione della demoboard è decisamente semplice: una volta inciso e forato il circuito stampato,

bisogna disporvi i componenti partendo dal porta-SIM, che è un componente SMD; per saldarlo, appoggiatelo ben centrato nelle piazzole

corrispondenti, quindi fissatelo stagnando un terminale dal lato della cerniera. A questo punto apritelo e stagnate, uno dopo l'altro, i contatti >

L'antenna della demoboard

La scheda di emulazione qui proposta integra un'antenna GSM utilizzabile dai moduli che la richiedono: si tratta di una pista opportunamente sagomata, che presenta l'impedenza e il guadagno adatti a funzionare da antenna per apparati a $900 \div 1.800$ MHz. Per collegarla al modulo di turno bisogna utilizzare un corto spezzone di cavetto coassiale per UHF, la cui anima deve essere saldata alla piazzola connessa alla pista stessa; la maglia di schermo va, invece, sull'altra piazzola, quella isolata. Quando si usano i moduli Telit GM862 e Wavecom Q2501, dall'altro lato del cavetto deve esserci un connettore MMCX; invece, nel caso del Q2686, non è previsto alcun connettore e il cavo va saldato: l'anima deve finire sulla piazzola



centrale mentre lo schermo va stagnato sulla piazzola esterna.

del lato opposto; fatto ciò, provvedete a saldare i contatti che mancano. Il montaggio può proseguire con le resistenze, i diodi al silicio e gli zoccoli per gli integrati dip, quindi con i pulsanti, i led, i transistor ed i condensatori, oltre al regolatore LM317, che andrà tenuto in piedi e dotato di un dissipatore di calore (da $15 \div 18$ °C/W di resistenza termica) sagomato ad "U".

In ogni momento, se avete dubbi sull'orientamento e la posizione dei componenti riferitevi ai disegni di montaggio illustrati nelle pagine precedenti.

Per le connessioni con le seriali inserite e saldate tre connettori DB-9 femmina da c.s. nelle piazzole corrispondenti, mentre per l'alimentazione montate una presa plug da stampato.

Il connettore per inserire i moduli GPS o GSM va realizzato infilando e saldando nei rispettivi fori due file

di strip femmina (a passo 2,54 mm) ciascuna da 16 contatti; sempre con delle strip, ma di tipo maschio (sempre a passo 2,54 mm) realizzate i jumper J1, J2, J3, J4 ed i connettori per AIN (eventuale ingresso analogico), AOUT (eventuale uscita analogica), MIC (microfono esterno dell'eventuale modulo GSM) ed SPK (altoparlante esterno dell'eventuale modulo GSM).

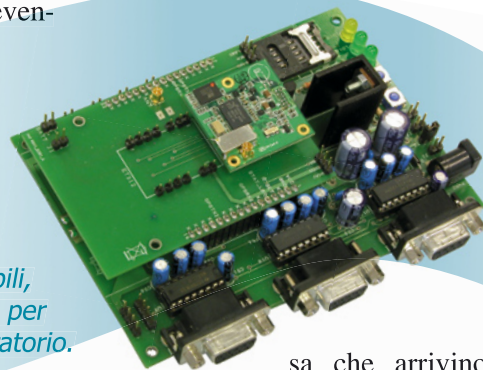
La demoboard ultimata si presenta come nella figura. Notate che tutti i connettori, il porta SIM, i jumper per la selezione della tensione e i pin di test sono facilmente accessibili, esattamente come deve essere per un sistema di sviluppo da laboratorio.

Note finali

Più volte per descrivere il progetto qui proposto abbiamo usato il termine "demoboard"; però, per quanto

trasmetta bene l'idea di "oggetto dimostrativo per uso sperimentale", il termine non rende bene l'idea.

Considerate il progetto come un sistema di sviluppo hardware che può essere utilizzato sia per verificare il funzionamento di un modulo GPS o GSM, sia per iniziare a sviluppare un'applicazione pratica, nell'atte-



sa che arrivino i prototipi dei circuiti stampati. Un apparato del quale, chi progetta per professione, sicuramente apprezzerà le potenzialità, la versatilità e l'utilità pratica.

per il

MATERIALE

Tutto il materiale utilizzato in questo progetto è facilmente reperibile presso qualsiasi rivenditore di componenti elettronici. I master della demoboard e delle schede di adattamento possono essere scaricati gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). Il porta SIM a libro (cod. SIM8) e l'alimentatore (cod. PSSMV5E) costano rispettivamente 4,60 e 23,50 Euro, compresa IVA.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Caricabatterie programmabile per impieghi professionali

di Mirco Segatello

Può ricaricare differenti tipologie di batterie, incluse le più recenti ai polimeri di litio.

I parametri elettrici di ricarica sono configurabili in funzione della batteria, ottimizzando in tal modo l'efficienza della ricarica stessa.

In questa seconda ed ultima puntata vediamo come si effettua la configurazione dei parametri di funzionamento e come il dispositivo si interfaccia con un PC. In conclusione descriviamo brevemente la preparazione del contenitore.

Come promesso il mese scorso, ecco il secondo dei due articoli dedicati al nostro caricabatterie universale avente caratteristiche simili a quelle dei prodotti professionali. Nel primo articolo avevamo illustrato in dettaglio tutto ciò che riguarda l'hardware del dispositivo, partendo dalla descrizione del circuito elettrico per arrivare alla realizzazione pratica. In conclusione avevamo suggerito di non utilizzare il prodotto bensì di pazientare fino alla pubblicazione del secondo articolo, nel quale avremmo descritto come utilizzare il caricabatterie e come realizzare un elegante e pratico contenitore plastico

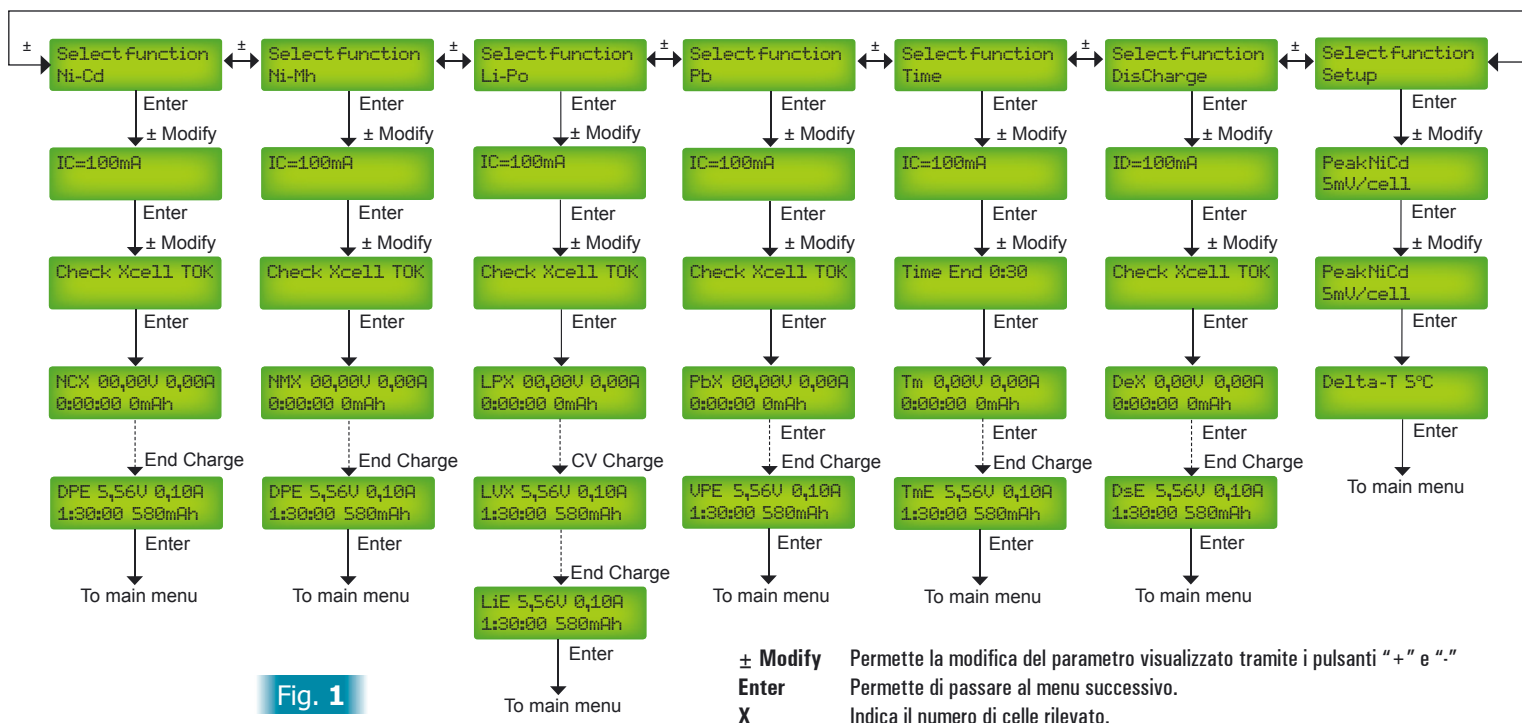
nel quale inserire il dispositivo. Bene, eccoci giunti alla seconda ed ultima parte della presentazione. Seguiteci con attenzione e scoprirete il modo migliore per utilizzare questo validissimo progetto.

Dentro il firmware

Chi ci segue da tempo sa che siamo soliti pubblicare in ogni articolo quelle parti di codice sorgente particolarmente significativi o particolarmente utili ai fini didattici: ebbene, il firmware realizzato per questo progetto è tutto "particolarmente significativo". Esso infatti controlla la



Diagramma di flusso del firmware del caricabatteria CBAT876 V1.0



tensione di carica e scarica, i parametri della batteria su cui sta operando, la sicurezza dell'operatore, e molto altro ancora, nonché il convertitore Sepic ed i menu di configurazione ed utilizzo, routine queste che mettono a dura prova il microcontrollore. Se avessimo trattato il firmware in dettaglio, avremmo dovuto aggiungere altre quattro puntate. Poiché ciò esulerebbe dagli scopi sia dell'articolo che della rivista, abbiamo deciso di limitarci all'illustrazione dell'utilizzo pratico, spiegando in dettaglio i menu ed i messaggi che il dispositivo

propone. La gestione a menu è molto semplice ed intuitiva, soprattutto per chi possiede un minimo di conoscenze sulle batterie. Ci sono essenzialmente tre livelli di menu: il primo seleziona il tipo di batteria utilizzato, il secondo la corrente di carica o scarica ed il terzo il numero di celle. Alcuni parametri sono determinati in automatico dal caricabatteria che analizza le caratteristiche elettriche della batteria collegata. Il sistema è anche dotato di una completa serie di controlli diagnostici in grado di rilevare la presenza della corretta tensione di alimentazione, della giusta polarità e della tensione della batteria. In figura 1 abbiamo riportato il diagramma di flusso (con le tutte le schermate) relativo alla sequenza di

programmazione del caricabatterie. All'accensione viene visualizzato il nome del firmware e la sua versione: tale schermata, non riportata in queste pagine in quanto poco significativa, rimane visibile per pochi secondi, trascorsi i quali il caricabatteria visualizza altre informazioni, riproponendo le ultime impostazioni valide prima dello spegnimento; in questo modo, utilizzandolo sempre con le stesse batterie, si riducono i tempi di programmazione. In seguito il caricabatteria si predispone alla scelta della funzione, selezionabile con i pulsanti "+" e "-" e confermata tramite il pulsante "Enter". Partendo dalla schermata principale, le pressioni successive dei tasti "+" e "-" fanno cambiare le schermate:

Fig. 2a

Select function
Ni-Cd

Fig. 2b

Select function
Ni-Mh

Fig. 2c

Select function
Pb

Fig. 2d

Select function
Li-Po

Fig. 2e

Select function
Time

Fig. 2f

Select function
DisCharge

Fig. 2g

Select function
Setup

Fig. 3

IC=100mA

Fig. 4

Check 6cell TOK

Fig. 5

Time End 0:30

le figure da 2a a 2f mostrano tutte le comunicazioni effettuate dal carica-batterie. Vediamole nel dettaglio.

- **Figura 2a:** mostra la schermata tramite la quale si seleziona la ricarica delle batterie al Nichel-Cadmio. La fine della carica avviene con il metodo del Delta-Peak (come visto nell'articolo precedente, viene controllato l'esatto istante in cui la tensione di batteria sale repentinamente, ad indicare che la ricarica è completa) il cui valore è impostato nel menu di setup.
- **Figura 2b:** questa schermata ha la stessa funzione della precedente, ma seleziona le batterie al Nichel-Metal-Hidrato. Anche in questo caso la fine della carica avviene con il metodo del Delta-Peak il cui valore è impostato nel menu di setup.
- **Figura 2c:** si selezionano le batterie ai Polimeri di Litio. Il metodo di carica applicato non è adatto alle batterie agli ioni di Litio.
- **Figura 2d:** tramite questa schermata si seleziona la carica delle batterie al piombo.
- **Figura 2e:** serve per selezionare la modalità di carica temporizzata. In questa modalità la fine della carica avviene dopo un tempo prestabilito indipendentemente dal valore della tensione delle batterie. Questo sistema è idoneo per la carica lenta (1/10 C) delle batterie Ni-Cd e Ni-Mh, oppure in tutti quei casi in cui la determinazione del delta-peak è

difficoltosa a causa di batterie molto vecchie o parzialmente danneggiate.

- **Figura 2f:** modalità di funzionamento relativa alla scarica delle batterie Ni-Cd e Ni-Mh. In questo caso la tensione di fine scarica è preimpostata al valore di 0,9 volt per cella. È prevista la scarica anche delle batterie al litio: in questo caso ogni cella è considerata come "tre celle Ni-Cd" e la tensione di scarica predefinita è pari a 2,7 volt per cella.
- **Figura 2g:** ultima schermata del menu principale, serve per impostare alcuni parametri di funzionamento costanti.

Dopo aver selezionato la funzione desiderata tra quelle appena mostrate, premendo il tasto Enter si passa al menu successivo che permette di impostare la corrente di carica; nel caso sia stata scelta la funzione di scarica, questo menu permette ovviamente di impostare la corrente di scarica.

A questo punto, premendo i pulsanti "+" e "-" è possibile modificare il valore della corrente da un minimo di 0,1 A ad un massimo di 2 A a passi di 100 mA. Mantenendo premuto il relativo pulsante l'incremento sarà automatico. In figura 3 è visibile il messaggio proposto dal caricabatterie quando la corrente impostata è di 100 mA. La sola differenza tra questo ed i successivi è il valore della corrente.

Premendo il pulsante "Enter" si accede al menu successivo, relativo al numero di celle che compongono il pacco batterie in carica (Figura 4).

Il dispositivo controlla automaticamente che la batteria sia presente e collegata correttamente: ne verifica inoltre la tensione e calcola il numero di celle che la compongono in base alla funzione impostata. In presenza di pacchi batteria particolarmente scarichi o carichi è possibile che il calcolo risulti impreciso: in questo caso è possibile correggere manualmente il numero di celle agendo an-

Fig. 6a

Peak NiCd
SmV/Cell

Fig. 6b

Peak NiMh
SmV/Cell

Fig. 6c

Delta-T 5°C

cora una volta sui pulsanti "+" e "-". Facendo riferimento ancora alla figura 4, notate che sulla destra viene riportato un messaggio relativo alla presenza (TOK) oppure all'assenza della sonda di temperatura (TNO). Se la sonda viene correttamente riconosciuta (TOK), il caricabatterie la utilizza automaticamente per effettuare il cut-off per sovratemperatura del pacco batteria (ossia la sospensione della ricarica quando la temperatura sale troppo): questa funzione è molto utile, ma per utilizzarla correttamente dovete assicurarvi che il sensore risulti a contatto col pacco batterie. Se il sensore non è presente la carica procede normalmente ma senza il rilevamento della temperatura.

La figura 5 mostra la schermata tramite la quale è possibile impostare la durata della carica ed è disponibile solo quando si seleziona la ricarica a tempo (figura 2e). Tramite i pulsanti "+" e "-" è possibile aumentare o diminuire la durata a passi di 30 minuti, sino al limite di 25 ore. Se si utilizza il sensore di temperatura e si imposta un tempo molto lungo la determinazione di fine carica avviene unicamente per sovratemperatura.

Nel caso della schermata di figura 2g (Setup), premendo il tasto Enter si accede ai menu di configurazione dei parametri costanti, visibili nelle figure 6a, 6b e 6c. Le prime due rappresentano i menu con cui si impostano le tensioni di Delta-Peak da applicare



Tabella 1 - Elenco funzioni di ricarica

NC	Carica di batterie tipo nichel cadmio
NM	Carica di batterie tipo nichel metal idrato
Li	Carica di batterie tipo litio nella fase a corrente costante
LV	Carica di batterie tipo litio nella fase a tensione costante
Pb	Carica di batterie tipo piombo
Tm	Carica a tempo (Time)
Ds	Scarica (Discharge)
LV	Carica di batterie tipo litio nella fase a tensione costante

ad ogni cella Ni-Cd o Ni-Mh, mentre tramite l'ultima finestra si imposta la differenza di temperatura che il sistema deve considerare come condizione di allarme. Tutti i valori vengono selezionati con i pulsanti "+" e "-" e vengono confermati premendo il tasto "Enter". Nei nostri tre esempi, il Delta-Peak vale 5 mV per ogni cella e la differenza di temperatura misurata sulla batteria deve essere di almeno 5°C prendendo come riferimento la temperatura allo start e quella raggiunta durante la carica.

Dopo aver impostato tutti i parametri, premendo "Enter" dal menu principale si avvia la carica (o scarica se impostato DisCharge) e nel display, schematicizzato in figura 7, vengono fornite alcune informazioni molto utili, che ora vediamo in dettaglio.

Il campo "Funzione" rappresenta il tipo di batteria/ricarica selezionati. Nell'esempio, NC significa che si è scelto di ricaricare delle celle al Nichel-Cadmio. Le opzioni possibili sono elencate in tabella 1.

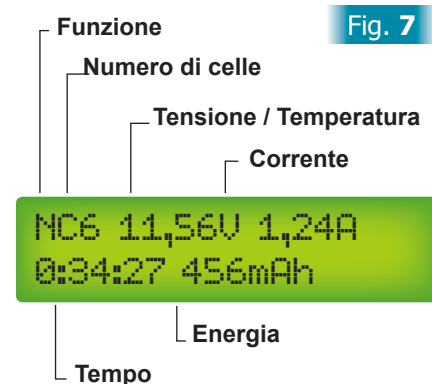
A fianco del campo "Funzione" sono presenti i campi "Numero di celle", "Tensione di batteria" e "Corrente in circolo". I quattro campi visti sono

localizzati tutti sulla prima riga del display.

Sulla seconda riga, invece, vengono riportati il tempo di utilizzo (espresso in ore, minuti e secondi) e l'energia assorbita. Quest'ultimo valore è ottenuto tramite una serie di calcoli effettuati dal firmware e rappresenta la quantità di carica effettivamente ricevuta (fase di carica) o tolta (fase di scarica) alla batteria: è molto utile per sapere, ad esempio nella fase di scarica, quanta energia era rimasta al suo interno. Nella fase di carica analogamente è possibile determinare lo stato della batteria prima della carica stessa. Ad esempio se ricarichiamo completamente una batteria ai polimeri da 1500mA/h e la quantità di carica inviata è di 900mA/h, possiamo dedurre che prima della carica la batteria possedeva ancora 600mA/h, cioè era carica al 40%. Se scarichiamo un pacco batteria da 1200mA/h ed otteniamo una energia finale di 600mA/h significa che la batteria era ancora carica al 50%.

A carica (o scarica) conclusa il display mostra l'ultima misura effettuata e l'indicazione del tipo di controllo utilizzato per determinare la fine del

processo. Tutte le possibili segnalazioni sono riportate in tabella 2. Se il sensore di temperatura è presente, il valore di temperatura misurato



è visualizzato alternativamente al valore di tensione, ad intervalli di 20 secondi ed il sistema abilita la funzione di cut-off per temperatura.

Come già anticipato, è importante che il sensore faccia ben contatto con il pacco batteria, altrimenti la lettura della temperatura può risultare falsata e la protezione dal surriscaldamento potrebbe non intervenire.

Relativamente alla temperatura, può succedere che l'immancabile tolleranza dei componenti influenzi la lettura della temperatura di un paio di gradi: ciò non deve preoccupare perché il valore che ha importanza è la differenza di temperatura tra il pacco batteria e la temperatura ambiente. In figura 8 è visibile un esempio di schermata in cui è presente la temperatura.

Durante il normale funzionamento, il caricabatterie effettua in tempo reale una serie di controlli mirati a proteggere batteria, utente ed anche sé stesso. Nel caso di anomalie, il display fornisce indicazioni precise, riportate nelle figure da 8a a 8f: vediamo il dettaglio:

• **Figura 9a:** questo messaggio viene visualizzato quando si avvia la carica/scarica senza la presenza della batteria oppure quando essa è connessa con polarità invertita. Anche batterie molto scariche (quindi probabilmente in corto circuito) pos-

Tabella 2 - Elenco messaggi termine funzione

DPE	Carica completata a seguito di delta-peak (Delta Peak End)
LiE	Carica litio completata (Lityum End)
VPE	Carica piombo terminata (Voltage Pb End)
TmE	Carica a tempo completata (Time End)
TpE	Carica terminata in seguito a sovratemperatura (Temperature Peak End)
Tm	Carica a tempo (Time)
DsE	Scarica terminata (Discharge End)

Fig. 8

NC6 23,6°C 1,24A
0:34:27 456mAh

sono portare alla visualizzazione di questo messaggio.

- **Figura 9b:** la tensione della batteria eccede il massimo valore accettato pari a 18volt.
- **Figura 9c:** questo errore è visualizzato quando si utilizza il sensore di temperatura, ma inavvertitamente durante la carica esso si sconnette o fornisce indicazioni errate (o incongruenti).
- **Figura 9d:** appare ogni volta che, durante la fase di carica/scarica, il sistema rileva un corto circuito ai capi della batteria.
- **Figura 9e:** la tensione di alimentazione è troppo bassa. Questo messaggio può comparire quando si

Fig. 9a

No Battery

Fig. 9b

UBat too high!

Fig. 9c

Error T-Sensor!

Fig. 9d

Short Circuit!

Fig. 9e

Va too Low!

Fig. 9f

Va too High!

alimenta il circuito con la batteria dell'auto e la sua tensione scende a causa della scarica, oppure quando si alimenta il circuito con un alimentatore di potenza non sufficiente.

- **Figura 9f:** la tensione di alimentazione è troppo elevata. In questo caso controllate la sorgente di alimentazione.

A questo punto vi sarete sicuramente fatti un'idea ben precisa dei vari menu e delle possibili segnalazioni. Vediamo ora come si comporta il caricabatterie durante il normale funzionamento.

La corrente impostata è l'effettiva corrente utilizzata durante la fase di carica o scarica ed il suo valore viene gestito direttamente dal microcontrollore.

Per evitare situazioni di stress per le batterie, la corrente viene portata al valore di regime gradatamente tramite una funzione denominata soft-start.

La retroilluminazione è attiva durante tutta la fase di programmazione per spegnersi in automatico all'avvio della fase di carica o scarica. Durante tale fase, premendo il pulsante "+" è possibile accendere la retroilluminazione, mentre, il pulsante "-" la spegne.

L'operazione in corso può essere annullata in qualsiasi momento premendo il tasto enter. In questo caso il display ripropone il menu principale con le impostazioni predefinite.

La ventola di raffreddamento viene gestita in automatico dal microcontrollore: essa viene accesa quando la corrente di carica è impostata su valori superiori a 0,4 ampere oppure quando viene selezionata la modalità di scarica.

Il circuito, infine, dispone di una interfaccia seriale per poter essere connesso ad un PC tramite un normale cavo seriale DB9 del tipo pin-to-pin. Il prossimo paragrafo spiega

cosa avviene quando il caricabatterie dialoga con il programma sul PC.

Il programma Windows

Vediamo ora cosa accade quando il caricabatterie è collegato al computer tramite la seriale. Ogni minuto il dispositivo invia una stringa di dati contenente il valore del tempo, della tensione, della corrente e della temperatura utilizzando il formato visibile in figura 10.

Le lettere sono utilizzate per separa-

S	ore:minuti	T	tensione	V	corrente	I	temperatura	M
---	------------	---	----------	---	----------	---	-------------	---

Fig. 10 - Formato protocollo seriale

re i valori numerici. Ad esempio la stringa "S2:45T1034V678A234M" indica che il tempo trascorso dall'inizio della carica (o scarica) è di 2 ore e 45 minuti, la tensione ai capi della batteria è di 10,34 volt, la corrente che scorre è di 678 mA e la temperatura misurata dal sensore è di 23,4°C.

La stringa può essere letta sia con hyperterminal di Windows che con qualsiasi altro software proprietario in grado di gestire la comunicazione seriale secondo lo standard RS-232 con parametri 9600 bps 8 bit di dati, nessuna parità, un bit di stop (9600,8,N,1).

Questi dati vengono anche utilizzati dall'apposito programma (denominato CBAT876) da noi messo a punto per questo dispositivo; il software, adatto a sistemi Windows, è in grado sia di visualizzare i dati acquisiti, sia di elaborare un grafico basato sullo storico dei dati ricevuti dal momento del suo avvio. Il grafico è del tipo Autoresize (ossia si aggiorna dinamicamente a seconda dei dati ricevuti) e permette di visualizzare sempre in modo ottimale sia i valori acquisiti in 30 minuti, sia quelli acquisiti in 10 ore. Il grafico può essere ridimensionato al fine di analizzare meglio alcuni dettagli; è anche presente la funzione "marker" (un cursore per misurazioni) gestito dal mouse, che consente la lettura dei dati in qual-

Fig. 11

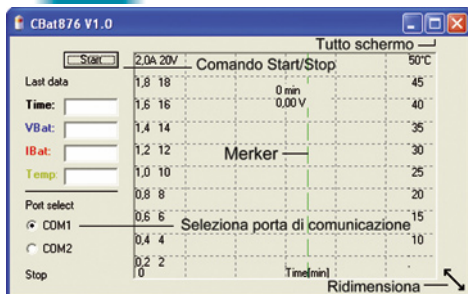


Fig. 12

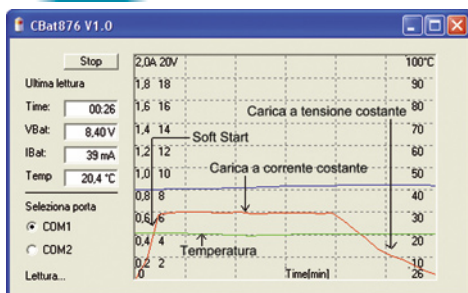


Fig. 13

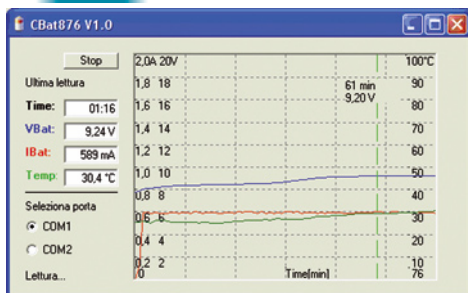


Fig. 14

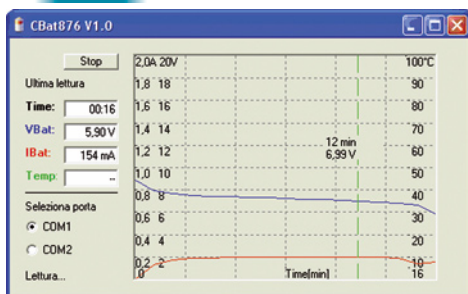
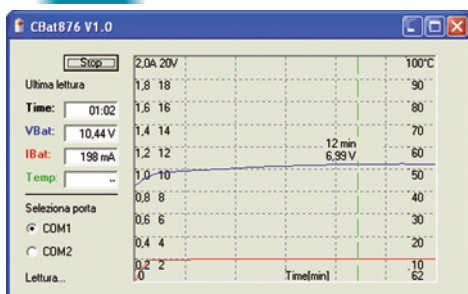


Fig. 15



siasi punto del grafico. Il software può essere scaricato insieme a tutti i file di questo progetto all'indirizzo

www.elettronica.in.it ed il suo nome è CBAT876.msi. Una volta scaricato è sufficiente avviarlo come un normale file EXE per attivare l'installazione, ed il programma è subito utilizzabile. Una volta avviato, compare la schermata principale visibile in figura 11: a questo punto è sufficiente connettere il caricabatteria alla seriale del PC ed avviare il programma tramite il pulsante di Start.

Automaticamente, ad intervalli di un minuto, i dati verranno visualizzati ed il grafico aggiornato. Per salvare una schermata è sufficiente utilizzare il comando ALT+STAMP da tastiera per catturare l'immagine ed usare il comando incolla da Paint per visualizzarla, a quel punto sarà possibile salvarla nel formato desiderato. Per cancellare la schermata e resettare i dati acquisiti è sufficiente portare il software in Stop e poi di nuovo in Start.

Il programma, sostanzialmente, è un monitor tramite il quale può essere visualizzato in modo grafico lo stato di carica di una batteria; esso, quindi, non può essere utilizzato per configurare il modo operativo del caricabatterie: rammentiamo che questo può essere definito solo tramite i pulsanti di cui è dotato il dispositivo.

A titolo di esempio, abbiamo riportato alcuni grafici relativi allo stato di carica di pacchi batterie di vario genere composti da un numero differente di celle. Nella figura 12 è visualizzata la schermata relativa alla carica di una batteria costituita da due celle ai polimeri di litio da 860 mA/h. Si noti l'incremento graduale della corrente all'avvio del ciclo (soft-start) e la modalità di carica CC/CV idoneo alle batterie tipo litio. In figura 13, invece, è visualizzata la schermata relativa alla carica di 6 celle NiCd da 1200 mA/h: in questo caso la batteria ha raggiunto una tensione di 9,2 V dopo 61 minuti di carica. In figura 14 è visualizzata la schermata relativa alla scarica di 7 celle Ni-Mh ed, infine, in figura 15

è visibile il grafico della carica di 8 celle Ni-Cd da 800mA/h.

A questo punto il software ed il firmware del caricabatterie non dovrebbero più avere alcun segreto. Non vi resta che "vestire" il dispositivo con un elegante e pratico mobiletto plastico a pulpito, operazione a cui è dedicato il prossimo paragrafo.

Inserimento nel contenitore plastico

Il circuito è stato pensato per poter essere inserito in un elegante ma economico contenitore plastico prodotto dalla ditta Teko, per la precisione il modello 115.5. Essendo il contenitore chiuso (ossia non provvisto di aperture), in questo caso è necessario l'impiego di una ventola per creare una circolazione forzata di aria al suo interno e favorire il raffreddamento dei componenti di potenza. È anche necessario effettuare alcune lavorazioni meccaniche sul contenitore al fine di realizzare quanto illustrato in figura 16 in cui si vede il movimento del flusso d'aria rispetto alla posizione del circuito stampato nel contenitore. Dunque, per poter essere utilizzato, il contenitore necessita di numerosi fori su tre lati e sul pannello superiore in alluminio, pertanto quanti si apprestano a realizzare questo progetto debbono disporre di un minimo di attrezzatura meccanica nonché possedere qualche attitudine a lavori di questo genere.

In figura 17 sono evidenziati i fori dai quali entra l'aria, da realizzare sul lato sinistro del contenitore. Abbiamo realizzato complessivamente 18 fori del diametro di 6 mm, la cui disposizione non è affatto critica.

Nel nostro prototipo abbiamo rispettando un reticolo di 10 mm, con i primi tre fori distanti 20 mm dal pannello posteriore.

In figura 18, invece, potete osservare il piano di foratura per il montaggio della ventola di raffreddamento, a sezione quadrata di 40 mm di lato e 10÷12 mm di spessore. Il centro della

ventola si trova a 35 mm dal pannello posteriore e a 26 mm rispetto al bordo superiore. Quanto ai quattro fori di fissaggio, essi dipendono dal tipo di ventola: vi possiamo dire che, nel modello da noi usato, essi hanno il centro sui vertici di un quadrato di 32 mm di lato, a sua volta perfettamente centrato rispetto all'asse di rotazione dell'elica.

Per il deflusso dell'aria, più che di foro si parla di apertura.

Nel nostro caso abbiamo realizzato l'apertura con una punta a tazza del diametro di 38 mm, ma un foro a sezione quadra oppure una serie di fori da 6 mm (come quelli sul lato sinistro) producono lo stesso risultato.

Indubbiamente l'apertura circolare da 38 mm di diametro rappresenta la migliore soluzione, in termini di quantità di aria mossa.

Anche il pannello posteriore necessita di alcune lavorazioni, visibili in figura 19: probabilmente questo è il lato più complesso poiché necessita di due fori rettangolari.

Nelle illustrazioni riportiamo le misure che abbiamo rilevato sul nostro prototipo, ma anche in questo caso esse dipendono dal tipo di connettore che verrà utilizzato.

Il foro per il connettore della sonda è abbastanza semplice da realizzare: è sufficiente tracciare la posizione precisa e forare prima con una punta da 5 mm e poi con una da 6÷7 mm in funzione del diametro del jack.

Per le due finestre rettangolari, invece, la procedura più semplice è la seguente:

1. ponete sul pannello dello scotch in carta tipo quello utilizzato da imbianchini e verniciatori;
2. tracciate su di esso in maniera evidente e precisa i disegni delle due finestre;
3. effettuate una serie di fori ravvicinati, stando circa 3 mm all'interno delle linee che definiscono le finestrelle: per fare ciò utilizzate un minitrapano da modellismo ed una punta da 2 mm;

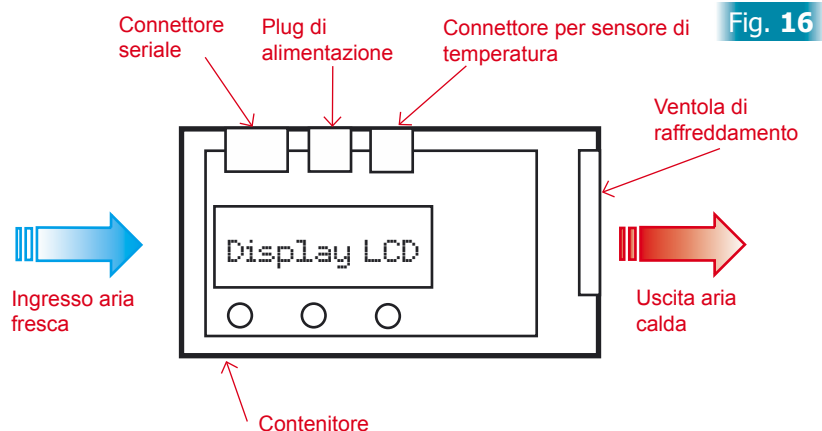


Fig. 16

Fig. 17

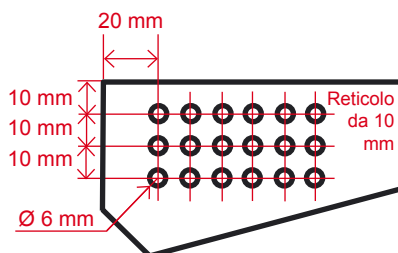


Fig. 18

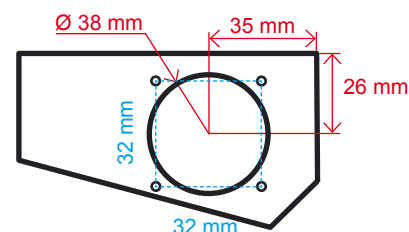
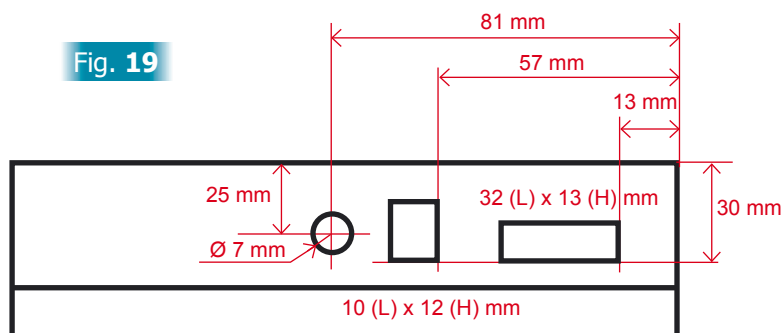


Fig. 19



La figura 16 mostra il flusso d'aria per il raffreddamento forzato. Le figure 17, 18 e 19 rappresentano i piani di taglio e foratura del contenitore.

4. ripassate ogni singolo forellino con una punta da 4 mm: a questo punto tutti i forellini sono separati (o almeno dovrebbero esserlo... dipende da quanto siete stati precisi nel forare il pannello) da un sottile diaframma plastico che può essere facilmente tagliato con l'aiuto di un taglierino ben affilato;
5. rifinite i lati delle finestre utilizzando una lima piatta piuttosto piccola (5÷10 mm di larghezza per 1÷3 mm di spessore, acquistabile in qualsiasi utensileria) oppure il taglierino.

Sul fondo del contenitore sono pre-

senti due torrette per il bloccaggio delle viti che fisseranno lo stampato. È necessario creare un leggero rialzo con due piccole prolunghie di plastica per elettronica, al fine di posizionare il display LCD parallelo al pannello superiore in alluminio ed alla giusta altezza. Ora, con una buona dose di pazienza, fissate lo stampato all'interno del contenitore: i tre connettori posti sul retro, che fuoriescono dal pannello plastico, svolgono anche la funzione di fissaggio meccanico. Nella parte bassa del circuito stampato, ossia il lato dove si trovano i pulsanti e le due resistenze di poten-



Fig. 20

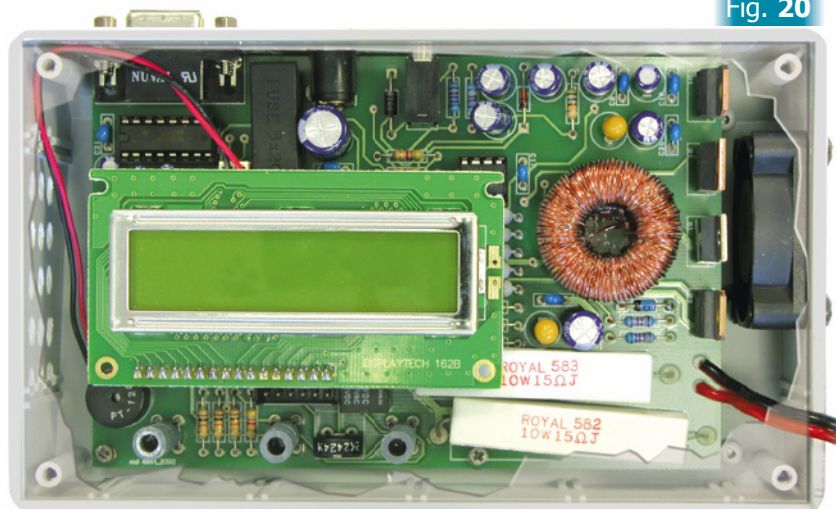
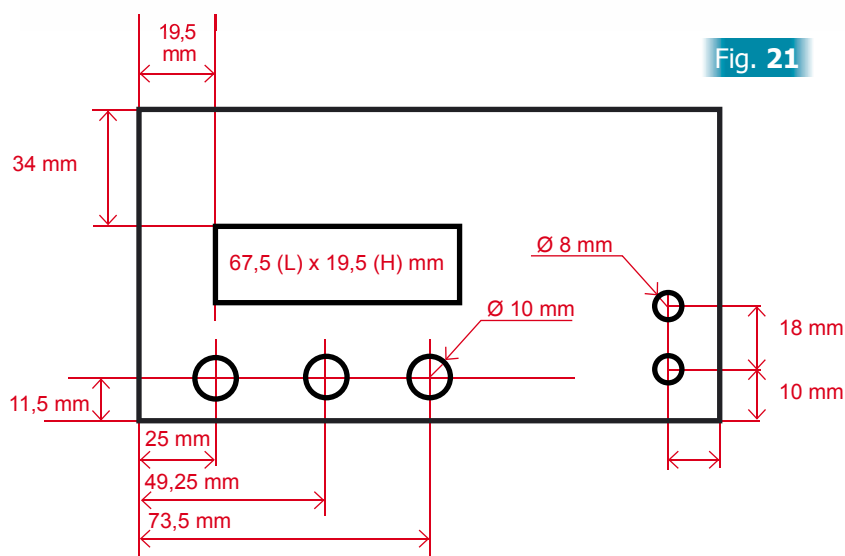


Fig. 21



za, invece, sono presenti i due fori tramite i quali il circuito stampato viene fissato alle torrette sulla base del contenitore. Bene: i distanziali plastici di cui abbiamo parlato poco fa devono essere posizionati lì sotto e il loro spessore è di circa 5 mm. È consigliabile incollare i due distanziali sulle torrette usando della colla cianoacrilica; quindi posizionate lo stampato nel contenitore e fissatelo con due viti autofilettanti da 2,2 mm di diametro e 15 mm di lunghezza. Attenzione ad un particolare: il foro di sinistra (vicino al buzzer) è facilmente accessibile, mentre quello di destra è nascosto dalla resistenza di potenza R19 che, pertanto, deve essere spostata leggermente (ricordate che l'avete montata rialzata di qualche millimetro per farle dissipare meglio il calore).

Il risultato che avrete ottenuto è praticamente identico a quello visibile in figura 20.

Il passo successivo consiste nel forare il pannello superiore di alluminio. Le tolleranze sono inevitabili in qualsiasi montaggio meccanico, ma le misure che noi abbiamo riportato in figura 21 vi possono aiutare a ridurre al minimo i possibili errori.

La parte più complessa nella lavorazione del pannello è rappresentata dalla finestra rettangolare per il display. Visto lo spessore esiguo del materiale (circa 1 mm), in questo caso è conveniente che ricaviate la finestra con l'ausilio di un seghetto per traforo. Attaccate dello scotch in carta al pannello, tracciate le misure riportate in figura 21, effettuate i cinque fori (tre da 10 mm per il passaggio dei pulsanti e 2 da 8 mm per il fissaggio delle boccole a banana), quindi realizzate anche quattro fori in prossimità dei vertici della finestra, verso l'interno.

Prendete ora l'archetto del traforo, fissate una lama a taglio medio ad un suo lato; infilate la parte libera della lama in uno dei quattro fori effettuati in precedenza e serrate la lama sul

secondo lato dell'archetto.

Ora potete iniziare a traforare la finestra, ma con molta calma e pazienza: sappiate che l'alluminio tende ad "impastare" (sporcarsi) di scorie i denti della lama, che quindi taglia di meno, si surriscalda, cambia di direzione e rischia di rompersi. Suggerimento: fate in modo di avere delle lame di scorta...

Ricavata la finestra, potete rifinirla a lima, la stessa usata in precedenza: anche il pannello in alluminio è terminato. Posizionatelo sul contenitore e verificate che:

- la finestra combaci con il bordo metallico del display;
- i tre pulsanti siano visibili sotto i tre fori da 10 mm.

A questo punto, utilizzate dei distan-

ziatori in plastica per elettronica, in modo da creare una prolunga per l'alberino dei pulsanti, facendo in modo che sporga di 1 mm sopra il coperchio (figura 22).

Eventualmente fissate i distanziali ai pulsanti con un po' di cianoacrilato. Qualora lo desideriate, potrete an-

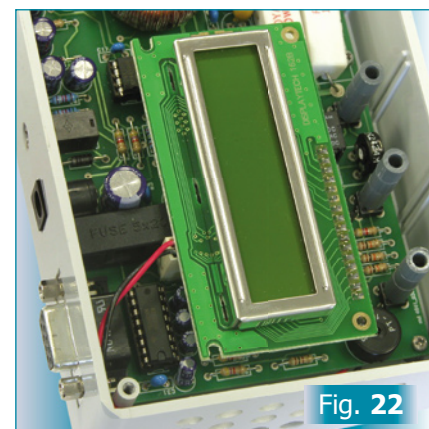


Fig. 22

che abbellire la mascherina frontale nel modo che più vi piace: un'idea potrebbe essere quella di figura 23. Stampatela su di un foglio di carta fotografica in formato 1:1 ed incollatela con del Bostik sopra il coperchio della scatola. Oppure potete stamparla su un foglio trasparente adesivo (reperibile nei negozi di cancelleria ed articoli da ufficio). Non vi resta che fissare le boccole sul coperchio e, con un piccolo spezzone di cavo, collegarle alla morsettiera o al connettore a saracinesca sullo stampato (potete anche saldarle direttamente sul PCB, soluzione questa da preferire in quanto minimizza le perdite di inserzione sui contatti); fate in modo che i collegamenti siano i più corti possibili e con la minima resistenza.

Posizionate il pannello superiore sul contenitore, fissatelo con le quattro viti autofilettanti fornite di serie ed eventualmente incollate il foglio stampato che simula la serigrafia: ora il lavoro è finito ed il risultato è visibile nelle figure 24a÷24c.

Per collegare le batterie, realizzate un cavo (il più corto possibile) utilizzando una piattina rosso-nera di almeno sezione almeno 1,5 mm² di sezione (quella usata per le casse acustiche va benissimo) terminata da una parte con due connettori a banana da 4

mm; sul lato opposto dovete utilizzare il connettore a voi necessario. Un esempio di cavetto è visibile in figura 25.

Allo stesso modo realizzate il cavo di alimentazione (il più corto possibile) che da una parte sarà saldato al connettore tipo "PLUG" e dall'altra alle banane da 4 mm. Se utilizzate un alimentatore universale per alimentare il caricabatteria, questo cavo non è necessario. Per l'utilizzo in auto, invece, dovete procurarvi una presa per accendisigari.

Conclusione

Ora che disponete di un valido caricabatterie, potete avere una certezza: le batterie in vostro possesso saranno sempre cariche al punto giusto, a patto che vi ricordiate di ricaricarle di tanto in tanto.

A noi non rimane che augurarvi buon lavoro: siamo certi che questo progetto non mancherà di darvi grandi soddisfazioni.



Fig. 25

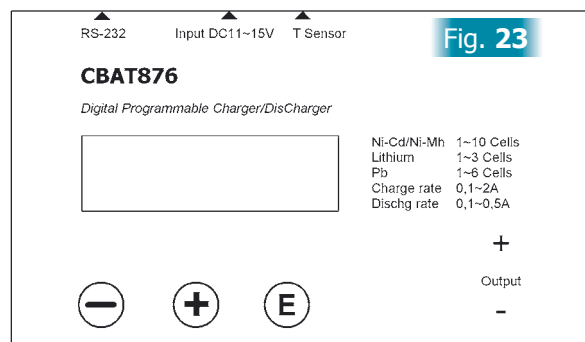


Fig. 23



Fig. 24a



Fig. 24b

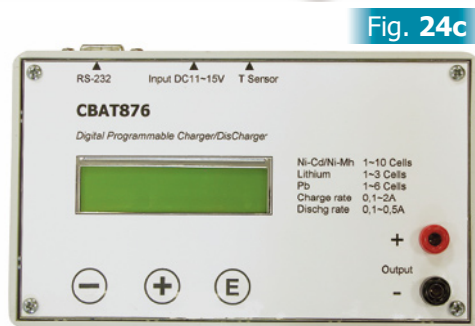


Fig. 24c

per il

MATERIALE

I componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio. Il master del circuito stampato, il programma di controllo per PC (Cbat876.exe) ed il firmware per programmare il micro sono scaricabili gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica-cain.it). Il microcontrollore è disponibile anche già programmato al prezzo di 18,00 Euro (cod. MF705) IVA compresa.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Leghe metalliche a memoria di forma

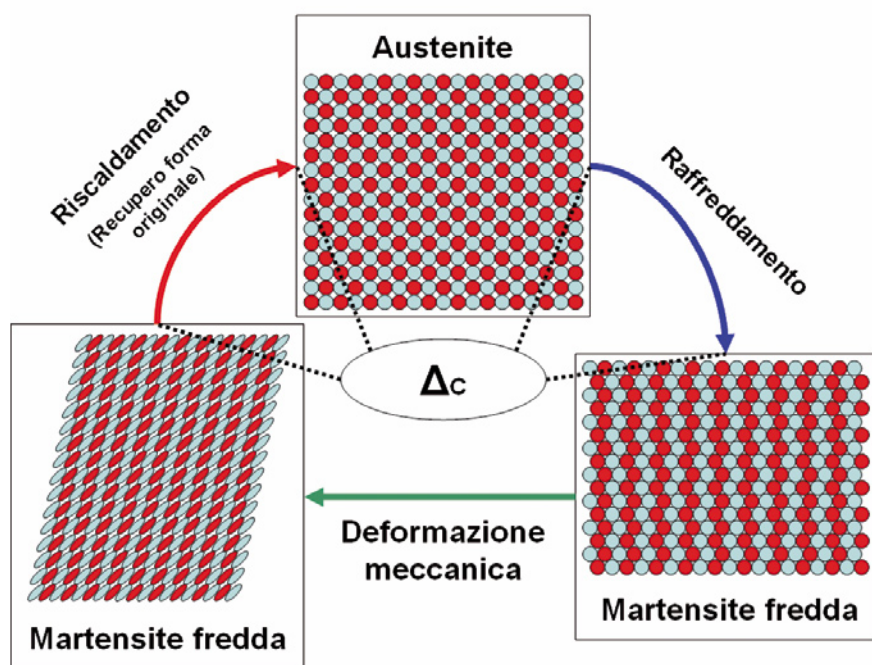
di *Cristiano Ruggeri*

Esistono da quasi mezzo secolo, eppure vengono ancora utilizzate solo in settori di nicchia: si tratta delle leghe metalliche a memoria di forma, composti chimici che a freddo si possono deformare, ma a caldo tornano alla sagoma originaria. Scopriamone tutti i segreti.

Chi ha studiato un po' di chimica e fisica, sa che i metalli e le loro leghe, naturali o artificiali, hanno la caratteristica di cambiare leggermente il proprio volume al variare della temperatura alla quale vengono sottoposti: a freddo si restringono e a caldo si dilatano; non a caso, le rotaie dei treni vengono giuntate tenendole distanti anche un paio di centimetri e le sezioni dei ponti in prefabbricato o con travi in acciaio hanno giunti che permettono un certo gioco.

Esistono, però, leghe metalliche molto particolari, che a freddo possono essere dilatate e, scaldate, si contrag-

gono tornando alla loro forma iniziale: scherzi della natura o ingegno dell'uomo? Probabilmente né l'uno, né l'altro, ma solo una caratteristica di particolari composti che sfruttano la struttura fisica di due metalli alla quale è attribuito tale comportamento. Stiamo parlando delle cosiddette SMA, ossia Shape Memory Alloy's (dall'inglese leghe a memoria di forma) brevettate dai NOL (Naval Ordnance Laboratories, ovvero laboratori dell'artiglieria navale) degli Stati Uniti d'America negli anni della "guerra fredda", quando ex sovietici e americani lottavano contro il tempo per trovare soluzioni belliche tali >



La shape memory memorizza la forma nella fase "austenite" alla temperatura di $500 \div 800$ °C. Quando si raffredda (temperatura ambiente) il reticolo cristallino cambia struttura (martensite fredda). L'applicazione di una forza determina una deformazione del reticolo. Il recupero della forma originale viene ottenuto riscaldando la lega fino alla temperatura minima che faccia passare la lega dallo stato di martensite fredda allo stato di austenite.

da assicurare al proprio Paese, in un sol colpo, la supremazia militare e la certezza di potersi difendere in caso di attacco del nemico.

Fortunatamente la guerra fredda è finita mentre la scoperta è rimasta e, seppure silenziosamente, ha portato piccole rivoluzioni in numerosi campi. Ci sembra, dunque, doveroso parlarne molto più di quanto se n'è parlato, spiegando, in questo articolo, cosa sono, come si trovano in commercio e in che modo si possono usare e gestire con appositi circuiti elettronici.

Le origini

Ma procediamo con ordine e diciamo subito che la scoperta delle leghe metalliche a memoria di forma usate attualmente si deve, nel 1961, allo studioso William Beuhler dei Naval Ordnance Laboratories USA, il quale, alla ricerca di materiali anti-corrosione per uso marino e per la protezione delle testate dei missili, durante gli esperimenti condotti con varie leghe si imbatté in quello stra-

no effetto che il composto nichel-titanio manifesta e che chiamiamo memoria di forma. Più esattamente, Mr. Beuhler scoprì il comportamento della lega Nichel-Titanio, che da allora venne chiamata NiTiNol, acronimo di Nichel-Titanium of Naval Ordnance Laboratories.

A onor del vero, la capacità di alcuni composti metallici di riprendere la forma originaria sotto l'effetto del calore fu analizzata già qualche decennio addietro: il primo studioso a occuparsene fu lo svedese Arne Ölander, che nel 1932 riscontrò la caratteristica memoria di forma nella lega oro-cadmio e vide la possibilità di utilizzare l'effetto per azionare delle parti in movimento. Dopo la Seconda Guerra Mondiale, nel 1950, L.C. Chang e T.A. Read della Columbia University, ripresero gli studi di Ölander e analizzarono ai raggi X la struttura cristallina della lega oro-cadmio, per scoprire come essa cambiava a freddo e a caldo.

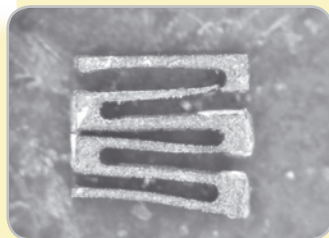
Dopo la scoperta delle NiTiNol ad opera dei ricercatori dei NOL, negli

anni tra il 1961 e il 1980 sono state condotte numerose ricerche su altre leghe, composte - oltre che da nichel e titanio - anche da oro, ferro e rame, ricerche finalizzate alla realizzazione di materiali con differenti caratteristiche di lavorabilità, estensibilità e temperatura di lavoro.

Un po' di teoria

Per comprendere cosa sta dietro al particolare fenomeno che riguarda le leghe a memoria di forma, bisogna considerare che la struttura fisica di tali materiali è relativamente debole: un po' come per il piombo, lo stagno, il platino ed altri metalli decisamente malleabili. Sottoponendo le leghe a sollecitazioni meccaniche quali la torsione e la trazione, si crea un'alterazione nel loro reticolo cristallino, che, superato il limite dello snervamento, viene mantenuta. Nel caso dei comuni metalli, per tornare alla forma originaria bisogna portarli al punto di fusione e lasciarli poi solidificare in uno stampo che dia loro la sagoma iniziale, ovvero lavorarli a caldo.

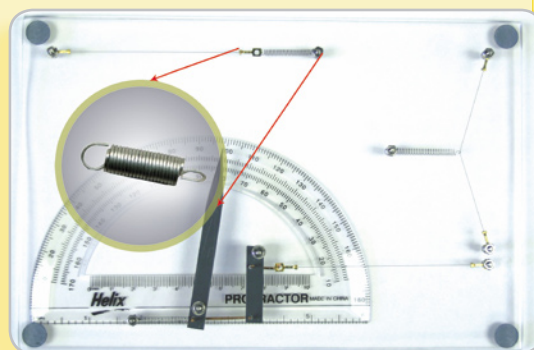
Per le leghe a memoria di forma le cose vanno un po' diversamente: la deformazione della struttura cristallina può essere recuperata somministrando poco calore, ovvero portandole a temperature comprese fra 35 e 100 °C; l'energia che le raggiunge sotto forma di calore, interviene sulla struttura atomica in modo da far tornare il reticolo come dovrebbe essere. In altre parole, il calore dà agli atomi della lega l'energia che serve a vincere quella meccanica che ha alterato la struttura fisica consentendo di riposizionarsi come in origine. Va precisato che la quantità di calore da fornire alla lega a memoria di forma perché torni alla sua sagoma originaria dipende in qualche modo dalla sua massa, quindi è correlata con l'energia spesa per deformare il materiale; durante l'estensione, l'energia meccanica provoca un'alterazione provvisoria del reticolo



In commercio, le leghe metalliche a memoria di forma si trovano essenzialmente come fili, di vario diametro, venduti in rocchetti di lunghezza variabile; con i fili vengono anche prodotti particolari semilavorati sagomati a molla, disponibili in varie lunghezze, diametri, passi e costituiti da fili di svariate sezioni. Diametro e lunghezza massima e minima (a caldo) servono al progettista per valutare l'ingombro delle molle, mentre la sezione del filo determina la forza esercitata dalla lega quando, opportunamente riscaldata, torna alla sua forma originaria.

Proprio sfruttando le molle, alcuni costruttori hanno realizzato dei veri e propri pistoni, che somigliano a piccoli ammortizzatori delle automobili: all'interno di un cilindro, sulla sommità viene fissato un capo della molla, la cui

estremità inferiore è collegata a un gancio o ad un occhio nel quale stringere una vite. Il pistone può essere tirato fino a raggiungere la massima lunghezza definita dal costruttore, quindi, scaldato, si contrae esercitando una forza nella direzione dell'asse della molla, che può variare da alcuni decimi a decine di chilogrammi. Solitamente i pistoni sono predisposti per essere attivati elettricamente, quindi dispongono di un conduttore sulla sommità e di un elettrodo metallico sull'occhio o gancio posto in fondo alla molla.



cristallino, che libera altra energia, sotto forma di calore. Per tornare alla forma iniziale, serve, teoricamente, la medesima energia meccanica, sotto forma di calore. Per quel che riguarda la produzione di semilavorati, le leghe vengono ottenute fondendo i metalli che le compongono, i quali devono avere temperature di fusione e di solidificazione abbastanza vicine; dopo la fusione, il composto viene lasciato raffreddare fino a raggiungere la temperatura di lavorazione. A questo punto viene data la forma definitiva, ossia quella originaria; tale passo della lavorazione prende il nome di *fase austenite*. La temperatura viene poi lasciata scendere fino a quella ambiente.

In altre parole, ottenuta la lega la

si lascia raffreddare lavorandola e collocandola nello stampo che corrisponde alla forma che dovrà assumere in condizioni normali; la memorizzazione della forma caratteristica avviene a una temperatura, compresa tra 500 e 800 °C (in base al tipo di lega) alla quale gli atomi che compongono la struttura cristallina si dispongono nella maniera più compatta e regolare possibile. È questa, che viene detta fase austenite.

Nel caso della lega nichel-titanio, la memorizzazione della forma si ottiene sagomando il semilavorato alla temperatura di 650 °C, quindi lasciando che si raffreddi. Se poi lo si estende a temperatura ambiente, il materiale si deforma nei limiti del possibile (martensite); portandolo

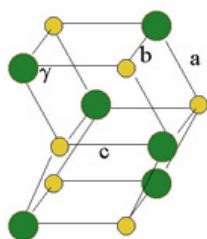
oltre i 70°C (tipicamente 71°C) inizia la fase austenite e il composto torna ad assumere la sua forma originale.

In commercio

Attualmente le leghe metalliche a memoria di forma vengono prodotte e immesse in commercio come tondini o fili di vario diametro, ma anche sotto forma di molle; queste ultime presentano il vantaggio di limitare l'ingombro lineare a parità di forza esercitata.

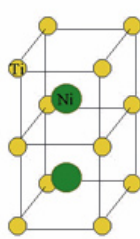
I fili disponibili in commercio sono quasi tutti del tipo in lega nichel-titanio e prendono il nome di *Flexinol*; si trovano con diametro compreso tra alcuni micron e qualche millimetro. Proprio partendo dai fili, i costruttori che impiegano le SMA's realizzano tutte le strutture del caso: un esempio di ciò sono le antenne paraboliche per uso spaziale, che vengono preparate tagliando spezzoni di Flexinol e saldandoli fino a realizzare una sorta di cestello a calotta sferica; il tutto viene poi schiacciato a freddo e trasferito sul satellite o navicella spaziale, poi, una volta in orbita, l'oggetto viene esposto al sole e... che fa? Per effetto del calo-

Martensite



a, b, & c are not equal,
 γ about 96°

Austenite



CsCl Structure
 $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Nella fase austenite, il reticolo cristallino è ordinato e regolare. Nella fase martensite, invece, esso è compatto ma disordinato.

La forma in cui sono solitamente prodotte le SMA's è quella a filo, che viene poi avvolto in rocchetti di varie dimensioni (per i produttori di dispositivi industriali) o in piccole matasse (per la vendita al dettaglio). Qui di seguito elenchiamo le caratteristiche di fili Flexinol (nichel-titanio) di alcuni tra i più diffusi diametri; le misure sono espresse in pollici, quindi, chi desidera ottenere i valori in centimetri rammenti che 1 inch è uguale a 2,539 cm. Abbiamo preferito non convertire i diametri in unità di misura a noi più familiari, perché, essendo i fili Flexinol prodotti quasi esclusivamente negli U.S.A., i costruttori li contraddistinguono usando misure anglosassoni.

La tabella si riferisce a prodotti della Dynalloy (www.dynalloy.com) distribuiti dalla ditta Futura Elettronica di Gallarate (www.futurashop.it).

Si noti ancora che, prevedendo impieghi in cui i fili vengono azionati elettricamente, i produttori indicano anche i tempi di risposta e, soprattutto, resistenza elettrica specifica (ohm/pollice) e corrente sopportabile, diametro per diametro.

Il tempo di OFF è indicato per due diversi valori della temperatura di



Tabella 1

Diametro (pollici)	Resistenza specifica (ohm/pollice)	Corrente sopportabile a 25 °C (mA)	Forza di trazione (grammi)	Tempo di risposta (secondi)	Tempo di ON (secondi)	Tempo di OFF (secondi)
0,0015	21	30	17	1	0,25	0,09
0,002	12	50	35	1	0,3	0,1
0,003	5	100	80	1	0,5	0,2
0,004	3	180	150	1	0,8	0,4
0,005	1,8	250	230	1	1,6	0,9
0,006	1,3	400	330	1	2	1,2
0,008	0,8	610	590	1	3,5	2,2
0,01	0,5	1.000	930	1	5,5	3,5
0,012	0,33	1.750	1.250	1	8	6
0,015	0,2	2.750	2.000	1	13	10

partenza (inizio del raffreddamento) che sono, rispettivamente, 70°C e 90°C. Osservate come tale parametro risenta della dimensione fisica del filo, cosa abbastanza sensata, perché maggiore è la massa, più elevata è la quantità di calore accumulata e, perciò, il tempo necessario a smaltirla.

La massima corrente sopportabile va tenuta in debita considerazione, perché non bisogna superarla di molto altrimenti il materiale arriva a scaldarsi troppo e perde la sua forma originaria, acquistandone una nuova.

re si dilata e torna a prendere la sua forma originaria.

La cosa davvero fenomenale è la forza esercitata dai fili quando si contraggono per tornare alla forma originaria, che arriva ad essere centinaia di volte il peso del materiale usato: uno spezzone di filo del diametro di 0,25 mm lungo una ventina di centimetri e pesante appena pochi grammi, può sollevare di quasi 20 mm un peso di 1,25 kg!

Un altro esempio di utilizzo dei fili è la realizzazione di stent o cateteri per angioplastica: con essi vengo-

no realizzate piccolissime gabbie, grandi quanto le arterie coronarie (quelle che danno sangue ossigenato al muscolo cardiaco) che, in corso di infarto o episodio ischemico, si fanno passare, attraverso l'arteria femorale, fino al cuore e lì si dilatano, allargando il vaso sanguigno nel quale si è verificato il restringimento (*stenosi*) o l'occlusione ad opera di un grumo di sangue (*trombo*).

Ma le applicazioni sono veramente tante, seppure quasi tutte in settori che hanno dato alle SMA's poca visibilità: sistemi aerospaziali, chi-

rurgia, ortodonzia, automazione, sistemi di climatizzazione, idraulica e altro ancora; pensate che c'è anche chi ha deciso di usarle per realizzare particolari opere d'arte, che esposte al sole si sollevano, per poi tornare ad abbassarsi la sera, quando il sole non le riscalda e il loro peso le fa scendere e le porta ad assumere nuovamente la posizione iniziale.

E non finisce qui: qualche casa produttrice di occhiali le adotta nelle montature, che così, anche se si deformano per un urto o perché qualcuno, dopo averle appoggiate sul

divano, vi ci si siede sopra, possono tornare alla loro forma originaria semplicemente con un po' di calore; per non parlare di chi, addirittura, usa fili di Flexinol come telaio dei reggiseni, al fine di assicurargli sempre la stessa forma anche se indossati più volte...

Oltre che come fili e molle, le leghe metalliche a memoria vengono realizzate con differenti sagome: per esempio tubi o vere e proprie barre, ma anche pellicole. I tubi (ad esempio quelli di produzione *Raychem* - www.raychem.com - uno dei più importanti marchi del settore) trovano impiego in idraulica, in ambito sia civile che industriale ma anche militare. Un campo di utilizzo è la regolazione automatica della temperatura dell'acqua: più è calda, più (mediante appositi sistemi) si restringe il condotto che porta l'acqua in arrivo dal boiler, mentre, quando il liquido si raffredda, il tubo si lascia dilatare dalla pressione e aumenta l'afflusso verso l'uscita del rubinetto. In campo aeronautico, i tubi in lega NiTiInol realizzano manicotti ad elevatissima sicurezza: infatti, col calore, invece di dilatarsi e sfilarsi fanno l'opposto: si stringono maggiormente, evitando guasti che per un aereo in volo potrebbero significare la caduta.

Torniamo adesso un momento sui fili, per fare alcune considerazioni sul loro utilizzo: solitamente sono costruiti in modo da poter essere tirati e, sotto l'effetto del calore, ritirarsi, accorciarsi. Per azionare leveraggi relativamente piccoli o nei quali la corsa è contenuta, i fili vanno benissimo e sono la soluzione più semplice e immediata. Ma esistono esigenze d'impiego che li rendono inadeguati: per esempio, quando l'escursione deve essere relativamente ampia ma lo spazio in cui collocare il filo di Flexinol è limitato; oppure, laddove, in contrazione, sia richiesta una forza di trazione che si può ottenere con un filo tanto lungo da non avere lo spazio

per collocarlo. Per risolvere problemi del genere, i costruttori hanno realizzato le molle, ossia hanno sagomato a molla, ad alta temperatura (quindi nella fase austenite) il filo di Flexinol; tale architettura permette di aumentare la forza di trazione a parità di ingombro lineare (è un po' il principio usato nelle molle delle sospensioni degli autoveicoli) e, nel contempo, di ottenere una grande escursione (corsa da caldo a freddo) senza dover utilizzare meccanismi molto lunghi. Un esempio vi aiuterà a capire: supponiamo di dover far tornare indietro di 3 centimetri una leva e di dover utilizzare, allo scopo, un filo di Flexinol la cui lunghezza originaria sia il 15% minore di quella massima ottenibile a freddo; a caldo, tornando alla fase austenite, il filo si riduce dunque del 15%, quindi possiamo dire che l'escursione da noi desiderata (3 cm) ammonta a tale valore. Il filo da utilizzare deve avere lunghezza tale che il suo 15% sia pari a 3 cm, perciò 20 centimetri. Ma che fare se il sistema meccanico in cui va inserito il leveraggio non può essere tanto grande? La soluzione consiste nell'utilizzare del filo che in fabbrica è stato sagomato a molla, che si ritiri di 3 cm. Ora, è vero che il filo in realtà dovrà essere più lungo (perché la contrazione non è lineare ma circolare) però la lunghezza complessiva sarà minore dei 20 centimetri iniziali. Un altro esempio può essere fatto considerando la forza che il filo, contraendosi, deve esercitare: si immagini, al solito, di dover utilizzare del Flexinol per sollevare un peso di 100 grammi e di avere a disposizione un filo che, per farlo, deve essere lungo i soliti 20 cm; se lo spazio non c'è, si ricorre alla solita molla, composta da uno spezzone di filo di lega a memoria di forma lungo esattamente 20 cm. La molla risulterà molto più corta (in maniera inversamente proporzionale al suo diametro) ma conserverà la stessa forza di trazione.

Caratteristiche delle SMA's

Per le leghe metalliche a memoria di forma è possibile definire alcuni parametri caratteristici che servono al progettista per dimensionare l'apparato in cui inserirle; proviamo a definirli con riferimento al filo e alle barre di lega. Il primo di questi è il fattore di accorciamento (estensione) inteso come la percentuale di riduzione della lunghezza (a caldo, ossia raggiunta la fase austenite) rispetto a quella ottenibile estendendo il filo a freddo; solitamente l'accorciamento varia tra il 10 ed il 20% della massima estensione a freddo e dipende dai materiali componenti la lega a memoria di forma e dal loro dosaggio.

Sempre restando in tema di parametri meccanici, si può definire la resistenza alla trazione dei fili e delle barre, intesa come la massima forza applicabile senza rischiare di rompere la struttura; normalmente si definisce in kg e con un margine di sicurezza espresso in percentuale. In altre parole, 20 kg/m al 10% indica che un metro di materiale può essere tirato applicando ai suoi capi una forza di 20 chili e che prima della rottura c'è un margine del 10%, perciò la rottura può avvenire a 22 kg.

Un terzo parametro determinante è la temperatura di memoria, ossia quella alla quale viene data al prodotto la forma originaria; è importante conoscerla per evitare che durante l'uso il filo non venga mai fatto scaldare fino a raggiungerla, altrimenti perde la sua forma originaria e acquista quella assunta nel momento in cui si raffredda e la sua temperatura si porta al disotto di ➤



Le leghe metalliche a memoria di forma vengono impiegate in molti settori produttivi e non necessariamente in quelli ad alta tecnologia; ambito per ambito, elenchiamo alcuni tra gli impieghi più significativi.

SPAZIALE: azionamenti per antenne e per l'apertura di pannelli solari di navicelle e satelliti; si usano fili e molle che, esposti alla luce del sole, riscaldandosi tirano leve che posizionano le antenne (una volta che il veicolo è in orbita) nella direzione voluta o pannelli solari in modo da esporli ai preziosi raggi di luce da cui traggono l'energia elettrica con cui caricano le batterie. In satelliti, stazioni e navicelle spaziali, le leghe devono essere inserite in contenitori che lascino passare i raggi del sole ma evitino la rapida dispersione del calore, che nello spazio (vuoto) è più rapida. I leveraggi azionati dalla luce del sole hanno trovato impiego anche nelle sonde e nei robot inviati nelle missioni su Marte, dove servivano a posizionare i pannelli solari e alcuni sensori.



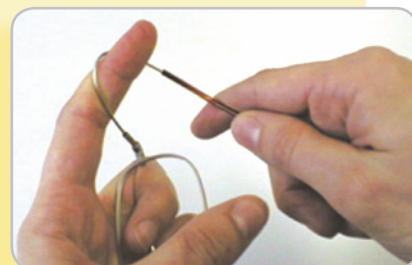
MEDICINA: cateteri venosi usati per dilatare le arterie in angioplastica, stent, cateteri per altra destinazione, apparecchi ortodontici, parti di protesi.



AUTOMOBILISTICO: valvole pneumatiche e idrauliche a comando automatico, blocchi di sicurezza per le porte, manicotti idraulici, impianti di condizionamento.

CAVE: separazione dei blocchi di pietra e marmo; si sfrutta la capacità di contrarsi e la notevole forza sviluppata, per spezzare i blocchi lungo una precisa direzione. Preliminarmente si relizzano dei fori nella venatura corrispondente alla direzione di taglio, poi si introducono dei cilindretti basati su SMA's, i quali vengono poi percorsi da corrente e, contraendosi, allargano i cilindri spingendo sulle pareti e rompendo il minerale.

IDRAULICA/CONDIZIONAMENTO: valvole per la regolazione automatica della temperatura dell'acqua, sistemi con molla antagonista per il comando degli sportelli di aria calda e fredda o valvole del liquido negli impianti a travi fredde a quattro tubi; qui si sfrutta la contrazione di un filo o molla di lega a memoria di forma, per muovere la leva che comanda una valvola o uno sportello se la zona cui è esposta è troppo calda. Ciò provoca l'afflusso di liquido o aria freddi, ovvero l'interruzione dell'aria o dell'acqua caldi; quando l'ambiente si raffredda, una molla tradizionale (che fa da antagonista) tira nell'altra posizione lo sportello o valvola e lascia affluire nei radiatori aria o liquido caldi.



quella della fase austenite. Infatti va ricordato che le SMA's prendono la loro sagoma caratteristica proprio in corrispondenza della temperatura di memorizzazione (fase austenite).

Un'altra temperatura importante è quella alla quale inizia il ritorno alla forma originaria: si chiama temperatura di transizione e corrisponde all'inizio della fase austenite; dipende dai metalli che compongono la lega e dalla loro percentuale. Solitamente può variare da circa 50 gradi sotto lo zero a oltre +160 °C. Nel caso delle Flexinol, è tipicamente fra 35 e 100°C. C'è poi la temperatura di lavorabilità, che è quella alla quale la lega, estesa e manipolata, mantiene la sua forma senza ritrarsi; è sempre minore di quella di transizione e

comunque sta sotto quella alla quale inizia la fase austenite.

In base ai metalli usati e alla loro percentuale nella lega che formano, può essere compresa tra -50 °C e circa +160 °C. Un parametro molto importante in applicazioni nelle quali serve compiere movimenti rapidi, è il tempo di risposta, misurato in secondi: si tratta dell'intervallo impiegato dal materiale a riassumere la sua forma originaria, considerato da quando raggiunge la temperatura corrispondente alla fase austenite.

Un altro intervallo importante è il cosiddetto tempo di caduta o tempo di OFF: è quello impiegato dalla lega a memoria di forma a raffreddarsi, ovvero, partendo dalla temperatura che ne determina il ritorno

alla sagoma originaria, quello occorrente a raffreddarsi quanto basta da poter nuovamente venire deformato e mantenere la deformazione. Anche tale tempo è definito in secondi.

Completata la carrellata sui parametri meccanici e termici, vediamo un fattore molto importante per noi elettronici: si tratta della resistività elettrica; viene definita dalla lettera greca "ρ", è espressa in "ohm x mm²/m" e permette di determinare la resistenza complessiva di uno spezzone di filo o barra, nota la sua lunghezza e la sezione. Tipicamente ammonta ad alcuni ohm x mm²/m. Dato che la resistenza di un conduttore si definisce con la formula "R = (ρ x l)/s", supponendo, per esempio, una resistività di 10 ohm possiamo

dire che un filo da 1 mm² di sezione, lungo mezzo metro, presenta una resistenza di:

$$R = [10 \text{ (ohm} \times \text{mm}^2/\text{m)} \times 0,5 \text{ m}] / 1 \text{ mm}^2 = 5 \text{ ohm.}$$

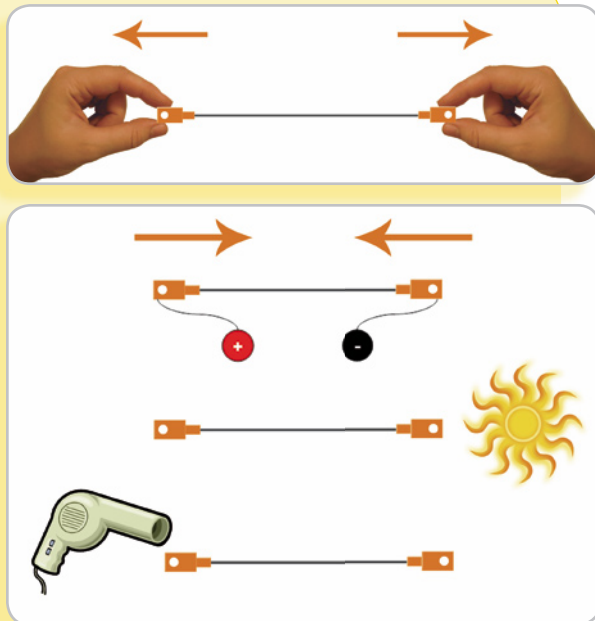
Effetti della corrente

Per le leghe metalliche a memoria di forma si definisce una resistività elettrica in quanto si tratta di materiali conduttori, come lo sono tutti i composti metallici; la loro resistenza specifica è normalmente più alta di quella dei tradizionali conduttori (rame, alluminio) anche per l'impiego del nichel, non a caso utilizzato nelle resistenze per le stufe elettriche.

Come insegna la fisica, un conduttore che presenta una resistenza elettrica finita, se percorso da corrente si scalda a causa di quello che viene detto effetto Joule; il riscaldamento è tanto maggiore quanto più intensa è la corrente elettrica che percorre il corpo. La spiegazione di ciò sta nella struttura atomica dei metalli, i cui elettroni di valenza sono debolmente legati al nucleo e possono essere strappati via da un campo elettrico relativamente debole, originando così la corrente elettrica; per spostare un elettrone bisogna fornirgli energia, che poi questo restituisce quando va a legarsi nuovamente con un atomo, a causa del fatto che deve perdere l'energia che altrimenti impedirebbe il legame (deve scendere a un livello energetico più basso). La cessione dell'energia che l'elettrone, durante lo scorrimento della corrente, ha ricevuto dal campo elettrico, origina calore, la cui quantità è direttamente proporzionale alla resistività del conduttore; ciò perché la resistenza incontrata dalla corrente è tanto più elevata quanto maggiore è l'energia richiesta al generatore di tensione che crea il campo elettrico dagli elettroni per essere spostati e messi in circolo. Il calore prodotto nel conduttore è direttamente proporzionale sia alla resistenza specifica di quest'ultimo, sia

Un semplice esperimento

L'utilizzo delle leghe a memoria di forma non è prerogativa di pochi cultori della chimica e della fisica. Disponendo del materiale adatto, anche gli hobbisti possono realizzare un esperimento molto semplice, ma contemporaneamente molto esaustivo. Tutto ciò che serve, a parte uno spezzone di filo NiTi-nol (acquistabile presso negozi specializzati o su www.futurashop.it), lo si ha in casa (asciugacapelli, luce del sole, un alimentatore...). L'esperimento è molto semplice: tagliate tre spezzoni di NiTi-nol, più o meno della stessa lunghezza (diciamo 30 cm), e deformateli meccanicamente, ad esempio allungandoli con le mani di circa 1 cm (attenzione a non esagerare). Ora riscaldate il primo applicando ripetutamente ai suoi capi una tensione di qualche volt per brevi istanti: il filo ritorna alla lunghezza originale. Prendete un asciugacapelli e riscaldate energicamente il secondo spezzone, dandogli il tempo di raggiungere la temperatura austenitica: dopo qualche minuto, anche il secondo spezzone ritorna alla forma primitiva. Prendete il terzo spezzone e appoggiatelo su di una superficie nera, quindi lasciate il tutto al sole (che deve essere piuttosto intenso). Quando la temperatura della superficie supera i 70 °C circa, anche il terzo spezzone ritorna alla lunghezza originale. Partendo da questo spunto, è possibile realizzare altri esperimenti: si può ad esempio far allungare il filo tramite una molla e verificare che, quando il filo viene riscaldato, esso sia in grado di allungare la molla stessa. Il punto importante di questo esperimento è che le SMA realizzano in pratica un sistema in grado di mettere in relazione energia meccanica e termica.



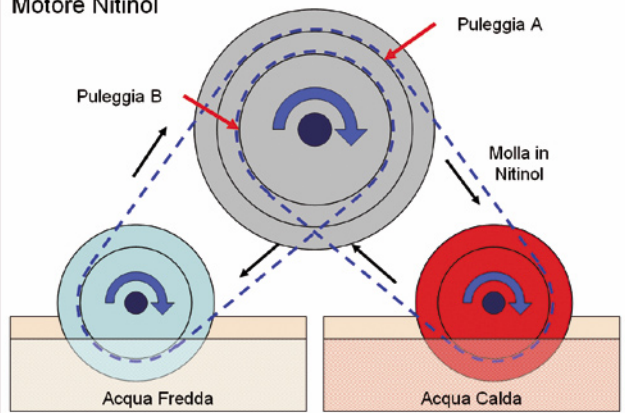
all'intensità della corrente. Dunque, facendo percorrere un filo di lega metallica a memoria di forma dalla corrente elettrica, esso si scalda; se l'intensità viene portata a un livello tale da raggiungere la temperatura alla quale inizia la fase austenite, il composto si contrae e torna alla sua sagoma originaria.

La possibilità di gestire le SMA's mediante comando elettrico è di fondamentale importanza per la realizzazione di molte applicazioni pratiche; infatti, se è vero che in diversi casi si sfrutta la caratteristica delle leghe a memoria di forma di essere nel contempo sensore e attuttore, quindi di poter autonomamente intervenire su determinati meccanismi al rilevamento di una particolare condizione

ambientale, esistono campi d'impiego in cui bisogna poter gestire con precisione il funzionamento di un filo o di una molla. E cosa c'è di meglio che somministrare una certa energia elettrica, dosandola opportunamente mediante circuiti alimentatori regolati?

Il comando elettrico permette di far muovere quanto basta un leveraggio, somministrando la corrente che serve ad accorciare un filo o una molla di una determinata lunghezza; nei movimenti con peso o molla antagonista, è possibile alimentare costantemente il filo di lega a memoria di forma con una corrente della quale si va a variare il duty-cycle allo scopo di mantenere il sistema in una certa posizione. Più esattamente, si sceglie il rapporto >

Motore Nitinol

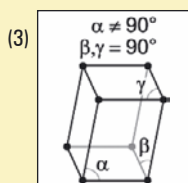
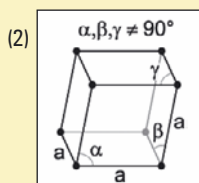
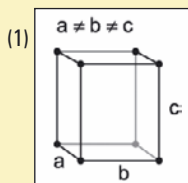


Il funzionamento del motore NiTinol è molto semplice: la molla in Ni-Ti è tenuta in tensione e passa sia in un bagno caldo che in uno freddo. Nel bagno caldo, essa si contrae per effetto della trasformazione austenitica; questo causa una coppia oraria sulla puleggia A maggiore di quella contraria sulla puleggia B e quindi il sistema ruota nella direzione della freccia. Ponendo poi la molla nel bagno freddo essa passa a martensite e si rilassa. Si ottiene in questo modo un moto continuo che può durare se la differenza termica tra le vasche perdura. Tuttavia il rendimento non è molto elevato, infatti l'energia convertita in movimento meccanico è circa il 5% dell'energia termica impiegata. Facendo alcuni calcoli (in realtà parecchio complessi) il risultato ottenuto conferma che è possibile ricavare una forza lavoro (in Joule) proporzionale alla quantità di SMA usata. Un parametro (tra i tanti) che definisce il "rendimento" del NiTinol è il ΔT_{is} : esso

rappresenta il salto di temperatura necessario per far passare il materiale da "martensite" ad "austenite". A seconda del valore di ΔT_{is} è possibile classificare le varie leghe in quattro grandi categorie, riportate nella tabella a fianco. Notate che il valore di ΔT_{is} dipende dagli elementi utilizzati nella lega, dai quali dipende anche la struttura del reticolo cristallino. Dalla tabella si ricava un dato importante: le leghe in grado di garantire molti cicli di deformazione hanno strutture cristalline romboedrica (1) e ortorombica (2), con un valore di ΔT_{is} basso; sono pertanto da preferire nella realizzazione di attuatori.

Tabella 1 - Categorie NiTinol

ΔT_{is}	Struttura di fase	Elementi	Cicli di rottura a fatica	Uso
2 ÷ 3	Romboedrica (1)	Ni-Ti e Ni-Ti-Fe	10^6	Attuatori meccanici
10 ÷ 15	Ortorombica (2)	Ni-Ti-Cu	10^5	Attuatori meccanici
20 ÷ 40	Monoclina (3)	Ni-Ti	10^2	Connessioni
60 ÷ 100	Monoclina (3)	Ni-Ti-Nb	-	Monouso (medicina, satelliti, one-way)



pausa/impulso che consente di cedere il calore che serve a far sviluppare la forza che si contrappone a quella della molla antagonista o a quella di gravità che trascina il peso verso il basso, così da mantenere la posizione voluta. Come tutti i conduttori, le SMA's si lasciano attraversare dalla corrente opponendo la medesima resistenza elettrica in entrambe

le direzioni; questo significa che nel progettare i circuiti usati per alimentarle, non occorre tener conto di alcuna polarità. Nel comandare un filo o una molla di Flexinol o altra lega a memoria di forma, bisogna ben tenere presente un dettaglio: evitare di superare la massima temperatura indicata dal costruttore e, soprattutto, non far mai diventare il metallo rosso

o, peggio, giallo; infatti ciò comporterebbe il raggiungimento di temperature maggiori o uguali a quella di memorizzazione della forma, il che determinerebbe la perdita della memoria e un'alterazione della sagoma originaria. In altre parole, se deformata, la lega acquisirebbe la forma corrispondente al raggiungimento della temperatura di memoria.

per il

MATERIALE

Le leghe metalliche a memoria di forma sono disponibili come fili, come molle e sotto forma di applicazioni speciali e gadget vari. Molti di questi prodotti sono distribuiti in Italia da Futura Elettronica: i fili di Flexinol, ad esempio, sono disponibili in dieci diametri differenti, da 0,37 micron (cod. FLEX037, Euro 9,00 al metro) a 200 micron (cod. FLEX200, Euro 9,00). Sono anche disponibili fili in Nitinol e molle di varie misure, anche in Biometal.

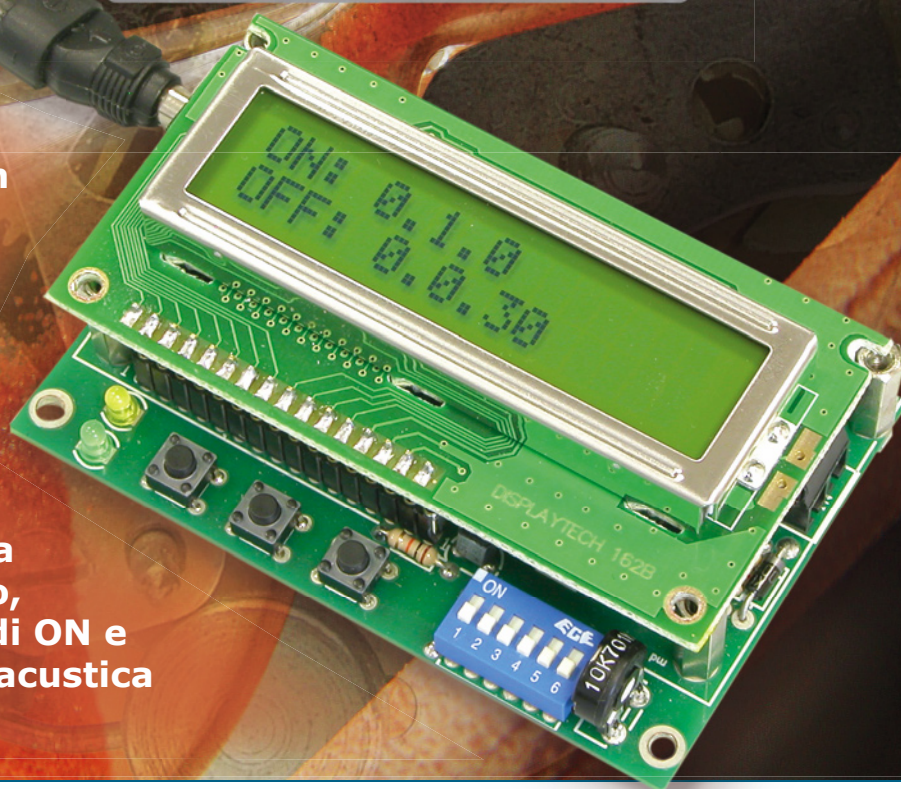
Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

Timer 1 sec - 100 ore con display e relé

di Davide Scullino

Temporizzatore programmabile da 1 secondo a 100 ore, con uscita a relé. Può essere avviato sia tramite pulsante che comando esterno. Dispone di diversi modi di funzionamento tra cui la ripetizione ciclica o singola del conteggio, l'inversione delle fasi di ON e OFF e la segnalazione acustica dello stato del relé.



Quando occorre che un apparecchio funzioni per un certo tempo e poi si fermi, l'unica maniera per evitare di stare lì ad accenderlo e spegnerlo manualmente è affidarne la gestione a quell'automatismo chiamato timer; si tratta di una sorta di cronometro capace di attendere un certo periodo (impostato da chi lo usa) e, allo scadere, svolgere le azioni del caso. In origine i timer erano un po' come gli orologi meccanici: caricata la molla e trascorso il tempo previsto un meccanismo muoveva un contatto elettrico o un leveraggio, oppure faceva suonare un campanello; dispositivi del genere

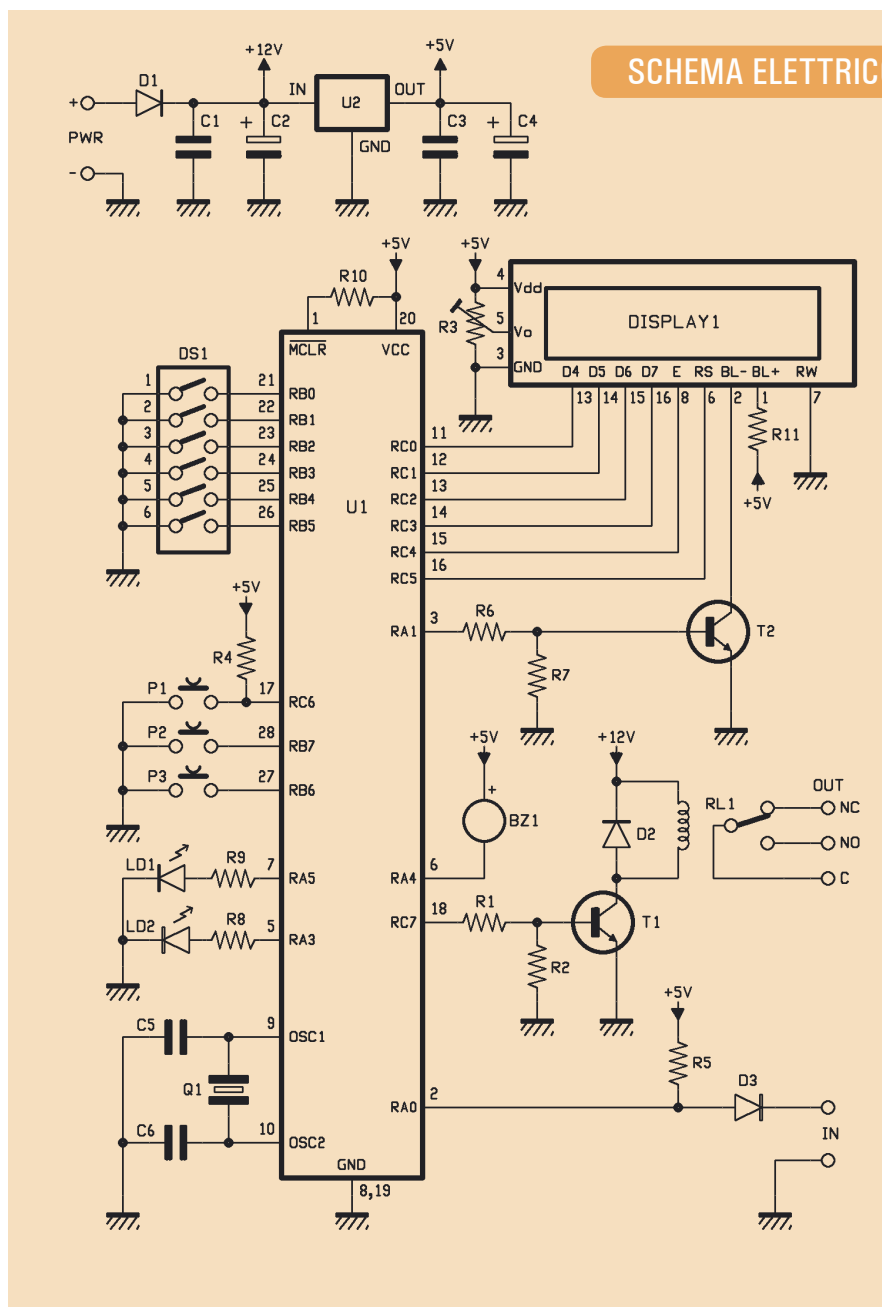
esistono ancor oggi in elettrodomestici quali i tostapane. Ma siamo nel XXI secolo e abbiamo a disposizione tanta elettronica a basso costo, quindi ci è sembrato sensato sfruttare un microcontrollore opportunamente programmato per realizzare un temporizzatore capace di svolgere le funzioni di quello tradizionale e non solo: il nostro dispone di un'uscita a relé, destinata a dare o togliere tensione a un utilizzatore elettrico, che può attivarsi o disattivarsi trascorso il tempo impostato, tempo il cui scorrere viene visualizzato dallo stesso display LCD da due righe per 16 colonne con il quale il circuito ci assiste ➤

nelle fasi di impostazione. Nel primo caso, all'avvio del timer il relé risulta a riposo e si attiva permanentemente allo scadere dell'intervallo definito in fase di impostazione; nel secondo, il relé viene attivato alla partenza del timer e torna a riposo, a tempo indeterminato, quando finisce l'intervallo impostato.

Il dispositivo può accendere a tempo un apparecchio elettrico o elettronico, quindi lasciarlo spegnere, oppure decidere di accenderlo (senza limiti temporali) solo dopo che è trascorso l'intervallo impostato. Nella prima modalità può servire a comandare lampade, far spegnere automaticamente la televisione o l'impianto hi-fi in modo da non dimenticarli accesi quando ci si corica o si esce di casa, ma anche per interrompere una conversazione telefonica superato il tempo limite voluto; nella seconda, trova applicazione in campi in cui sia necessario attivare un dispositivo a partire da un certo tempo: ad esempio l'antifurto di un locale dopo essere usciti.

Schema elettrico

Strutturalmente, il temporizzatore è abbastanza semplice, se non altro perché il grosso delle funzioni viene assolto dal microcontrollore U1, un PIC16F876 che funziona con un clock di 20 MHz ricavato grazie al quarzo e ai condensatori C5 e C6; dopo il power-on-reset, il programma che gira nel PIC inizializza le linee di I/O impostando RA1, RA3, R5, RC7 come uscite, destinate al comando, rispettivamente, dei led di retroilluminazione del display a cristalli liquidi (mediante il transistor T2, che commuta la necessaria corrente) di LD1 ed LD2, del relé (tramite T1, usato anch'esso da interruttore statico). Da uscita funziona anche RA4, ma, a differenza delle linee anzi dette, è attiva a livello basso, perché deve far suonare il cicalino BZ1, il quale, avendo il contatto + al positivo dell'alimenta-



zione, richiede che un transistor (in questo caso un MOS interno al micro) lo chiuda a massa. RB6, RB7, RC6 ed RA0 vengono inizializzate come input e servono a leggere lo stato, rispettivamente, dei pulsanti P3, P2, P1 e dell'input IN; le prime due prevedono il pull-up interno, mentre le restanti richiedono un resistore esterno collegato alla linea +5 V. Anche RB0, RB1, RB2, RB3, RB4 ed RB5 sono configurati da ingressi (provvisi di resistenza di pull-up interna) e vengono utilizzati per la lettura dei dip-switch che

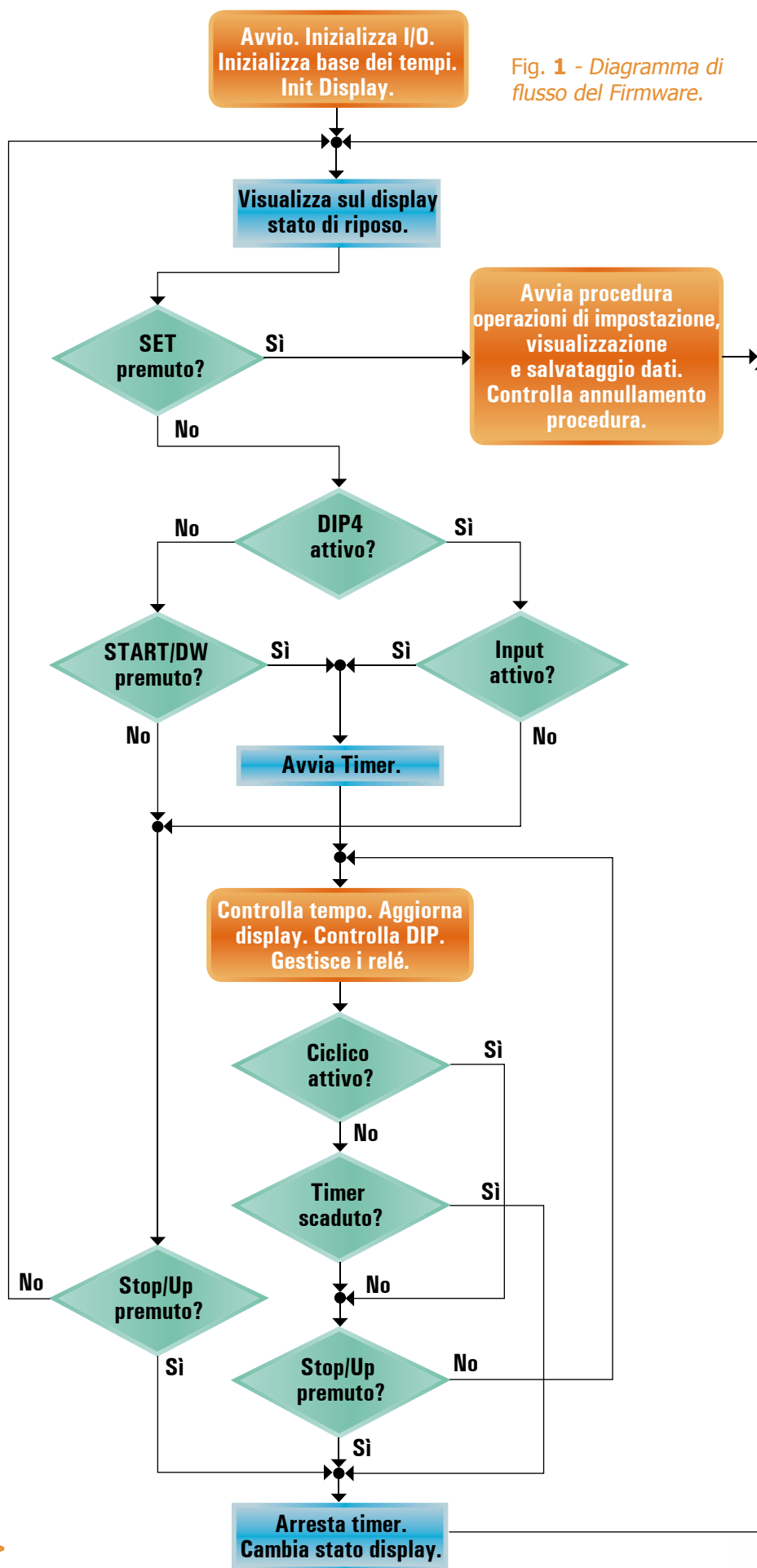
impostano i modi di funzionamento (ciclico, singolo, invertito, eccetera) dei quali parleremo sia in un riquadro a sé stante che nelle note di utilizzo pratico. C'è, infine, un gruppo di I/O che il microcontrollore inizializza come uscite per gestire il display LCD, ovvero per inviare i dati necessari a far visualizzare i messaggi durante le procedure di programmazione e i tempi residui quando il conteggio è in corso: sono RC0, RC1, RC2 ed RC3, che costituiscono il bus dati, oltre ad RC4 ed RC5, che gestiscono

i pin di controllo E ed RS. Sempre relativamente al display, il suo contrasto può essere regolato tramite il trimmer R3 e la retroilluminazione è attivabile tramite il transistor T2 (comandato dal micro). La resistenza R11, infine, serve per limitare la corrente assorbita dalla retroilluminazione ed è di basso valore resistivo. Tutto il circuito deve essere alimentato con una tensione di 10÷12 Vdc (applicata ai morsetti +/- PWR), tensione che poi viene abbassata e stabilizzata a 5 V tramite U2, il classico 7805 che, in questo caso, è corredato di un piccolo dissipatore, con cui smaltire il calore generato quando la retroilluminazione (che assorbe circa 150 mA) è attiva. Come sempre, il diodo D1 in serie allo stabilizzatore protegge il circuito da accidentali inversioni della polarità dell'alimentazione.

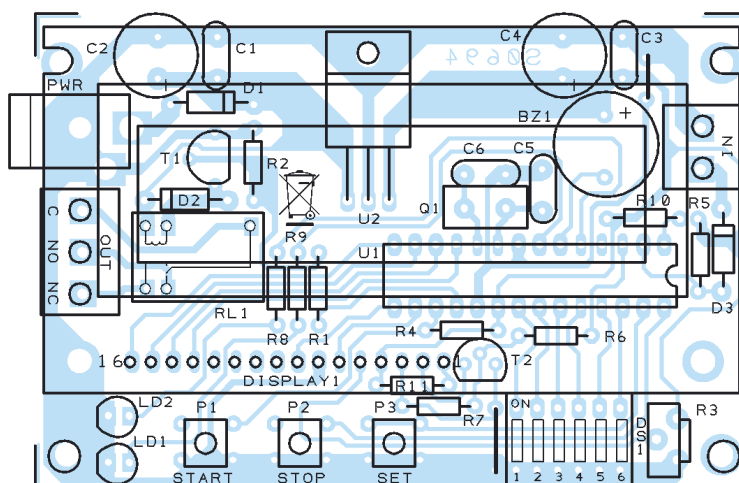
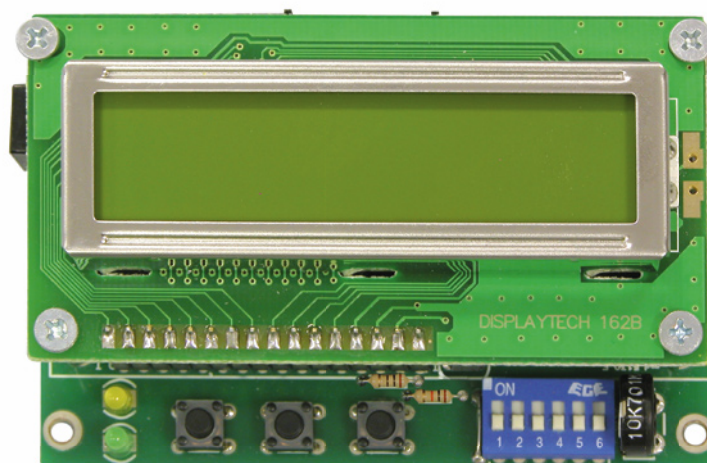
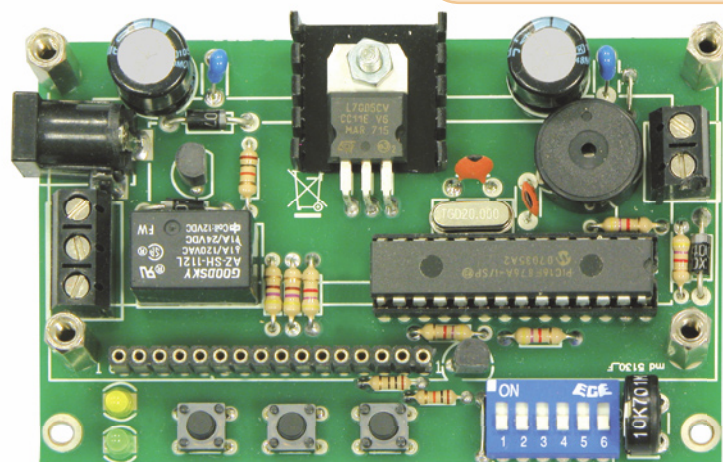
Il Firmware

Dopo aver analizzato lo schema elettrico, approfondiamo anche il principio di funzionamento di questo timer, quindi fate riferimento al diagramma di flusso qui a destra (Fig. 1). Dopo l'applicazione della tensione di alimentazione, il microcontrollore effettua il reset ed esegue in sequenza l'inizializzazione delle periferiche interne, la configurazione della base dei tempi e l'inizializzazione dei registri del display. Quindi il programma avvia il ciclo principale, la cui prima operazione consiste nel visualizzare sul display lo stato di riposo. Successivamente viene controllato lo stato del pulsante SET (P3): se questi è premuto, viene avviata una procedura con cui si impostano i tempi di ON e OFF del relé (per entrambi è possibile programmare un massimo di 99 ore, 59 minuti e 59 secondi), si salvano i nuovi parametri in memoria o, eventualmente, si esce dalla procedura senza terminarla e senza salvataggio dei dati (pressione lunga del pulsante SET); ore, minuti ➤

Fig. 1 - Diagramma di flusso del Firmware.



e secondi vengono programmate tramite i pulsanti P1 (Start/Down) e P2 (Stop/Up). Il passo successivo consiste nel controllo del DIP 4, con il quale si definisce che l'avvio del timer è subordinato al pulsante di start oppure all'ingresso esterno. Quale che sia la condizione di avvio, se essa è verificata il programma attiva il timer ed entra in un loop secondario in cui vengono eseguite sequenzialmente le seguenti operazioni: incremento del contatore e verifica del tempo trascorso/scaduto, aggiornamento del display, controllo dello stato dei dip switch ed infine gestione del relé. Il programma rimane in questo stato fino a quando non si verifica una delle due condizioni di uscita ossia lo scadere del timer (condizione possibile solo durante il funzionamento a singolo ciclo di conteggio) o la pressione del pulsante di STOP, comando che ferma il timer sempre e comunque. All'uscita dal ciclo di conteggio, il display viene aggiornato ed il programma riprende dall'inizio del loop principale. Quanto appena descritto, però, avviene se si verifica la condizione di avvio del conteggio (Start oppure Input attivi); in caso contrario, invece, il programma va ancora a controllare lo stato del pulsante STOP: se questo è attivo, allora viene nuovamente aggiornato il display e forzato nuovamente lo stato di OFF del timer, mentre se è a riposo, il ciclo principale riprende. Abbiamo voluto rendere il pulsante di STOP attivo anche se non è in corso alcun conteggio per una ragione prettamente estetica: a volte capita di premere un tasto inavvertitamente e, se alla pressione non si ha alcuna reazione visiva (reazione presente per i pulsanti Start e SET), si ha l'impressione di un'anomalia; in questo modo, la pressione del tasto STOP genera un lampeggio del display, lampeggio che fa capire che il timer è acceso, ma il contatore è fermo.



ELENCO COMPONENTI:

R1, R4+R6: 4,7 kohm	U1: PIC16F876A (MF594)	- Morsettiere 2 poli
R2, R7: 10 kohm	U2: 7805	- Morsettiere 3 poli
R3: trimmer MV 10 kohm	LD1: led 3 mm verde	- Zoccolo 14+14
R8, R9: 470 ohm	LD2: led 3 mm giallo	- Dissipatore (TE19)
R10: 4,7 kohm	P1+P3: Microswitch	- Strip femmina 16 pin
C1: 100 nF multistrato	DS1: Dip-switch 6 vie	- Strip maschio 16 pin
C2, C4: 470 µF 25 VL elettrolitico	BZ1: Buzzer con elettronica	- Torretta M/F 15 mm (4 pz.)
C3: 100 nF multistrato	DISPLAY1: Display LCD 16x2 (CDL4162)	- Dado 3 MA (5 pz.)
C5: 15 pF ceramico		- Vite 3 MA 6 mm (4 pz.)
D1+D3: 1N4007		- Vite 3 MA 10 mm
T1, T2: BC547	Varie:	- circuito stampato codice S694
Q1: Quarzo 20 MHz	- Plug alimentazione	

La realizzazione

La realizzazione di questo timer è alla portata di chiunque perché fa uso di pochi componenti, tutti ad inserzione, i quali prendono posto su un circuito stampato monofaccia di facile realizzazione. A proposito del c.s., il master in formato 1:1 può essere scaricato come sempre dal sito della rivista (www.elettronica.in.it) ed il circuito può essere realizzato con la tecnica della fotoincisione. Per il montaggio, iniziate con i componenti a basso profilo e proseguite in ordine di altezza, verificando, con l'aiuto dell'apposito disegno, l'orientamento di condensatori elettrolitici, diodi, transistor e integrati. Il display va montato sopra il lato componenti, distanziandolo e bloccandolo con quattro colonnine lunghe 15 mm; per le connessioni, prevedete una strip di 16 pin a passo 2,54 mm da stagnare nelle sue piazzole e un'altra strip, stavolta femmina, da montare sullo stampato. Per l'alimentazione e la connessione con lo scambio del relé prevedete, rispettivamente, una presa plug e una morsettiera, entrambe da circuito stampato. Relativamente allo stabilizzatore di tensione, questi necessita di una piccola aletta di raffreddamento: piegate i suoi pin a 90° come visibile nel piano di montaggio, quindi appoggiate il dissipatore a ridosso dell'aletta metallica, fissate meccanicamente U2 e dissipatore al PCB tramite una vite da 3 MA con relativo dado, ed infine stagnate i tre

Led & Tasti

L'interfaccia utente del timer è costituita da due diodi led (uno giallo ed uno verde), tre pulsanti ed un dip switch a sei comandi. I led danno un'indicazione visiva dello stato di funzionamento del timer e del relé; i dip switch servono per definire il modo di funzionamento, mentre i pulsanti, aventi doppia funzione, permettono tanto di avviare o fermare il conteggio quanto di impostare i parametri del contatore. In Tabella 1 sono riportate le funzioni di ogni elemento di controllo.

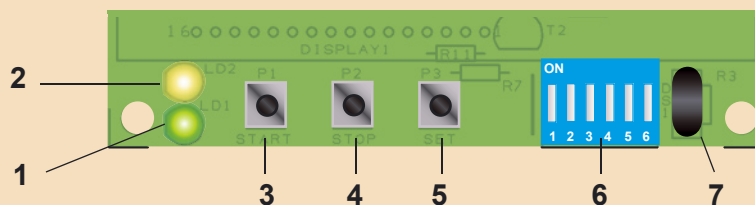


Tabella 1

Pulsante	Rif.	Descrizione
LD1 (Led verde)	1	Se acceso, indica che il conteggio è in esecuzione.
LD2 (Led giallo)	2	Segue lo stato del relé, quindi è acceso quando è eccitato e spento a riposo.
P1 (Start/Down)	3	Se il dispositivo è in stand-by, il pulsante funge da avvio timer (Start), se invece si è in fase di SET, il pulsante funge da decremento tempo (Down).
P2 (Stop/Up)	4	Se il dispositivo è in stand-by, il pulsante funge da arresto timer (Stop), se invece si è in fase di SET, il pulsante funge da incremento tempo (Up).
P3 (SET)	5	Se il dispositivo è in stand-by, premendolo, si accede alla configurazione (SET) dei due tempi (ON e OFF). In fase di SET, ad ogni pressione breve si passa alla configurazione del parametro successivo secondo la sequenza ore ON > min ON > sec ON > ore OFF > min OFF > sec OFF > MEM in cui MEM salva i nuovi parametri ed esce dalla configurazione. La pressione lunga di SET durante la fase di configurazione fa terminare quest'ultima senza il salvataggio dei parametri e senza la perdita di quelli memorizzati in precedenza.
DS1 (Dip-switch)	6	Permette di attivare / disattivare le funzioni possibili.
R3 (Trimmer)	7	Permette di regolare il contrasto del display.

pin. Il risultato finale deve essere quello visibile sul piano di montaggio, qui a sinistra. Prestate attenzione ai due ponticelli a filo, uno a sinistra del dip switch, ed uno a destra di C4-C3: senza di essi, il circuito non può funzionare. A questo punto date un'ultima occhiata al circuito e, una volta certi che il montaggio

sia stato effettuato a regola d'arte, potete inserire il PIC (programmato precedentemente tramite un idoneo programmatore) rispettandone il verso (ancora una volta aiutatevi con il piano di montaggio). Ora siete pronti per accendere il dispositivo, fornendogli una tensione stabilizzata di 10÷12 Vdc.

per il

MATERIALE

Il materiale utilizzato per realizzare questo progetto è facilmente reperibile presso qualsiasi rivenditore di componenti elettronici. Il master in formato 1:1 del circuito stampato monofaccia ed il firmware da caricare sul PIC sono scaricabili gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). Il microcontrollore è disponibile anche già programmato (cod.MF694) al costo di 15,00 Euro IVA compresa.

Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>

La tabella delle funzioni

Il timer può svolgere numerose funzioni e può essere avviato anche con comando proveniente dall'esterno (contatto normalmente aperto oppure livello di tensione "zero logico") oltre che con il pulsante di Start (P1); tale opzione è particolarmente utile quando, ad esempio, si deve avviare il timer al verificarsi di un evento esterno (timer luci scale, lampeggiatore di emergenza in caso di effrazione, segnalazione di una telefonata entrante in ambienti molto rumorosi...). Le funzionalità possono essere definite mediante i sei microinterruttori del dip-switch di cui il circuito è dotato, secondo la Tabella 2.

Riguardo all'ingresso, quando il dip 5 è ON, lo stato del relé segue quello dell'ingresso: lo "0" logico (contatto chiuso) attiva il relé e l'"1" logico (contatto aperto) lo lascia a riposo. Nel funzionamento con avvio tramite ingresso (dip 4 ON e dip 5 OFF), il conteggio ha inizio quando l'ingresso passa da 1 logico (stato di riposo) a zero logico (avvio) per qualche istante, mentre viene fermato tramite il pulsante P2 (Stop/Up). Qualora sia stata impostata la modalità a singolo ciclo di conteggio, il

Tabella 2

Dip n°	ON chiuso	OFF aperto
1	Accende retroilluminatore display.	Lascia spento retroilluminatore display.
2	Ripetizione ciclica della temporizzazione nel modo scelto.	One-shot: esecuzione della temporizzazione una sola volta per ogni comando dato da P1.
3	Avviato il timer (P1) il relé si attiva allo scadere del tempo impostato.	Avviato il timer (P1) il relé si attiva subito e torna a riposo allo scadere del tempo impostato.
4	Permette l'abilitazione e la disabilitazione del timer dall'ingresso (IN) a livello di tensione.	Disattiva l'ingresso (IN) a livello di tensione.
5	Se dip 4 è ON, il relé segue la condizione dell'ingresso a livello di tensione.	Anche se dip 4 è ON, l'ingresso a livello di tensione serve esclusivamente a fermare o avviare il timer.
6	Il cicalino suona quando il relé è eccitato.	Il cicalino non viene usato.

timer si ferma sia allo scadere del ciclo che alla pressione di P2.

Quando l'avvio avviene è comandato dall'esterno, il pulsante P1 funziona solo come "Down" durante la configurazione (SET), in quanto la funzione Start viene inibita.

Note ed esempi per l'utilizzo

Ora è arrivato il momento di accendere il timer e di utilizzarlo. Per spiegarvi il significato sia dei comandi

che dei modi di funzionamento, porremo dei semplici esempi; è comunque necessario che abbiate ben presente tre punti fondamentali:

1) l'impostazione del modo di fun-

zionamento viene effettuata tramite il dip switch;

2) programmazione dei tempi, avvio e termine dell'esecuzione del programma vengono effettuati trami-

Alla scoperta del Bluetooth

Moduli, sistemi di sviluppo, applicazioni complete per mettere in pratica questa tecnologia che consente di realizzare interessanti applicazioni in svariati campi.

Modulo transceiver Bluetooth BISM2



Modulo transceiver Bluetooth di classe 1 con antenna ceramica integrata caratterizzato da dimensioni particolarmente ridotte (22,8 x 33,8 mm). La potenza di uscita, che varia da 0 a +6 dBm, consente di raggiungere una portata massima, in assenza di ostacoli, di circa 250 metri. È dotato di una porta seriale basata sul protocollo RS232 con livelli logici TTL-compatibili e può essere interfacciato ad un PC, mediante un convertitore RS232, diventando a tutti gli effetti una periferica. Velocità di trasferimento dei dati superiore a 300 kbps; frequenza 2,400 - 2,485 GHz; potenza minima di trasmissione -27dBm; Low Power Sniff 2,5mA tipico; sensibilità di ricezione migliore di -84dB; interfaccia seriale 3,3 volt UART; GPIO 9xDigital; modalità DTR, DSR, RTS, CTS, DCD, RI, DCE o DTE. Consumo 13mA ÷ 30mA. Versione Bluetooth 2.0; audio supportato; protocolli: UART, set di comandi AT, multipoint.

BISM2

€ 62,00

Connettore per BISM2

Connettore 40 pin 5mm, montaggio SMD per modulo Ezurio BISM2.

DF12B

€ 2,80



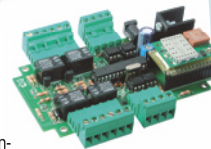
Interfaccia 4 IN/OUT per cellulare Bluetooth

Scheda di controllo con quattro ingressi optoisolati e altrettante uscite a relé, gestibili da remoto tramite un cellulare Bluetooth che supporti Java e nel quale sia stato installato l'apposito software scaricabile gratuitamente dal nostro sito. Utilizzabile come telecomando manuale o come comando automatico per attivare un dispositivo quando un telefono conosciuto entra nell'area di copertura Bluetooth.

Alimentazione: 12-15Vdc, ~ 400mA; 4 ingressi optoisolati 5-30Vdc; 4 uscite a relé con scambio 230Vac. Il kit comprende la scheda col modulo FT622M.

FT667K (scatola di montaggio)

€ 110,00



Demoboard per Bluetooth Ezurio BISM2

Demo-board per modulo Ezurio BISM2: consente di apprendere il funzionamento e di muovere i primi passi nell'affascinante mondo della tecnologia Bluetooth. La scheda dispone di otto input/output digitali, di due ingressi analogici e di un ingresso e di un'uscita audio. Può essere configurata e controllata, sia in locale da PC, tramite il software di gestione incluso, sia tramite connessione Bluetooth. Il kit non comprende la scheda col modulo FT622M.

FT628K (scatola di montaggio)

€ 47,00



Supporto per modulo BISM2

€ 75,00

I/O: 28 pin passo 2,54 mm CS ultracompatto

Scheda di supporto per modulo Bluetooth Ezurio BISM2 (incluso) da utilizzare in abbinamento alla demoboard FT628K ed alle altre nostre scatole di montaggio.

FT622M (montato)

€ 75,00



Via Adige, 11 • 21013 GALLARATE (VA)
Tel. 0331/799775 • Fax 0331/778112
www.futurashop.it

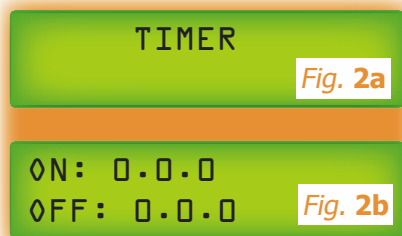
Disponibili presso i migliori negozi di elettronica o nel nostro punto vendita di Gallarate (VA).
Caratteristiche tecniche e vendita on-line: www.futurashop.it

Tutti i prezzi si intendono IVA inclusa

- te i tre pulsanti (“P1 Start/Down”, “P2 Stop/Up” e “P3 Set”) a doppia funzione;
- 3) lo stato di funzionamento viene segnalato sia dal display che dai led.

Accensione

Il timer si accende nell’esatto istante in cui viene applicata tensione ai morsetti PWR: la fase di inizializzazione è segnalata da cinque lampeggi dei due diodi led, a cui seguono (con circa due secondi di ritardo l’una dall’altra) le due schermate di figura 2 (molto probabilmente dovette agire sul trimmer R3 per regolare il contrasto secondo i vostri gusti). Nel caso in cui il timer non sia mai stato utilizzato, vengono visualizzati i tempi di ON e di OFF predefiniti (entrambi a zero). Il timer è pronto per essere configurato.

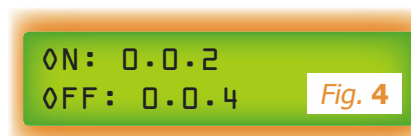


Impostare i tempi di ON e OFF

Ipotizziamo che il timer debba attivare il relé per due secondi e disattivarlo per quattro: per impostare tali tempi, la prima cosa da fare è premere il pulsante SET. Appare la schermata visibile in figura 3a, con cui si impostano le “ore” del tempo di ON. Mantenete premuto per qualche istante il pulsante SET per verificare che il programma termini la fase di configurazione e ritorni alla schermata principale (2b). Premete nuovamente SET per riaprire la finestra di configurazione (3a). Agendo sui pulsanti P1 (Down) e P2 (Up) è possibile modificare il valore delle ore tra 00 e 99, ma nel nostro esempio le ore rimangono a 0. Occorre ora premere P3 ancora due volte per far apparire prima la finestra dei minuti di ON (3b) e poi quella dei



secondi di ON: premete ora per due volte il pulsante Up per impostare i due secondi del tempo di ON (figura 3c). Premete ancora per tre volte il pulsante P3 (SET), facendo apparire le tre finestre di programmazione del tempo di OFF (ore, minuti e secondi): mentre nelle prime due non deve essere effettuata alcuna programmazione (figure 3d e 3e), nella terza deve essere impostato il tempo di OFF di quattro secondi; quest’ultima si presenta come in figura 3f, dopo aver premuto ripetutamente P2. Con un’ultima pressione di SET si salvano i nuovi parametri di conteggio (figura 3g) e si ritorna alla finestra principale (figura 4).



Start e Stop da pulsante con singolo ciclo ON/OFF

Si tratta della configurazione predefinita, in cui sia il DIP 2 (ripe-

tizione ciclica) che il DIP 4 sono ad OFF. Premete il pulsante P1 e verificate che il timer si avvii (led verde acceso), che il relé si attivi solo per il tempo di ON (led giallo acceso per due secondi) e si disattivi per il tempo di OFF (led giallo spento), che il display mostri prima il conteggio della fase di ON (figura 5a) quindi quello della fase di OFF (figura 5b), per riproporre poi, alla fine del ciclo, la schermata di figura 4. Premendo “Stop” prima del termine del ciclo, il conteggio viene sospeso e il timer ritorna a visualizzare la schermata in figura 4.



Avvio da ingresso con conteggio ciclico OFF/ON e buzzer attivo

A tal fine occorre impostare DIP 2 (ciclico), DIP 3 (fase di inizio), DIP 4 (ingresso) e DIP 6 (buzzer) su ON. Cortocircuitate ora i pin dell’ingresso e verificate che il timer avvii il conteggio partendo dalla fase di OFF e prosegua con il ciclo di ON. Durante quest’ultima fase, il relé è attivo e il buzzer suona. Terminato un ciclo completo OFF-ON, il conteggio riprende immediatamente con un nuovo ciclo di OFF-ON e così all’infinito. Per sospendere il conteggio, occorre premere il pulsante di stop (P2) oppure portare il DIP 2 a OFF, per abilitare il conteggio a ciclo singolo.

Accensione della retroilluminazione

Questa procedura è molto semplice in quanto è sufficiente portare il DIP 1 ad ON; non sono state previste gestioni automatiche della retroilluminazione quindi essa è sempre accesa o sempre spenta.



Liquid Crystal Display dalla teoria alla pratica

Impariamo a conoscere e utilizzare uno dei componenti elettronici più interessanti: il display LCD. Vediamo alcune semplici funzioni software con cui disegnare delle figure geometriche sul display. Ottava puntata.

A CURA DI *Matteo Destro*

8

In questa ultima puntata dedicata agli LCD grafici presentiamo alcune routine per disegnare forme geometriche sul display. Poiché il nostro obiettivo è quello di fornire le nozioni base affinché poi possiate approfondire da soli l'argomento, abbiamo preferito sviluppare tante piccole porzioni di codice specializzate e semplici da capire, piuttosto che poche strutture molto complesse.

In particolare tratteremo le routine per disegnare:

- un singolo pixel (pixel stato ON oppure pixel stato OFF);
- una retta secondo l'equazione $y = mx + q$;
- un rettangolo;
- un rettangolo pieno;
- un triangolo isoscele o equilatero;
- un triangolo scaleno;
- un trapezio isoscele o rettangolo;

- un trapezio scaleno;
- un rombo;
- un cerchio.

Tutte queste routine sono state pensate per il driver grafico T6963C ma sono comunque facilmente adattabili a qualsiasi altro modello inserendo qualche piccola modifica per renderle compatibili con la gestione della memoria grafica del controller specifico.

Mappa della memoria RAM

Per capire meglio come funzionano le routine, dobbiamo analizzare la mappatura della memoria grafica gestita dal controller T6963C la quale può essere vista come una tabella di "n" colonne e "m" righe. Supponendo di lavorare con un display da 240x64 pixel, abbiamo una mappatura della memoria come quella visibile in Tabella 1.

In essa, il byte 0 di indirizzo 0x0000 corrisponde alla ➤

Tabella 1

Tab. 1	Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	...	Col. 27	Col. 28	Col. 29	Col. 30
Riga 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	...	Byte 26	Byte 27	Byte 28	Byte 29
Riga 2					...				
Riga 3					...				
Riga 4					...				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Riga 61					...				
Riga 62					...				
Riga 63					...				
Riga 64	Byte 1890	Byte 1891	Byte 1892	Byte 1893	...	Byte 1916	Byte 1917	Byte 1918	Byte 1919

riga 1 colonna 1, il byte 1 di indirizzo 0x0001 corrisponde alla riga 1 colonna 2 e così via fino al byte 29 di indirizzo 0x001D corrispondente alla riga 1 colonna 30. Si comprende quindi che la riga 1 è composta da 30 colonne (ossia 30 byte) che sono mappate in RAM a partire dall'indirizzo 0x0000 fino all'indirizzo 0x001D. Lo stesso concetto si ripete per la riga 2 la quale vede i suoi trenta byte mappati a partire dall'indirizzo 0x001E fino all'indirizzo 0x003B. Il discorso va ripetuto per ogni singola riga arrivando così all'ultima che vede i propri byte partire dall'indirizzo 0x0762 fino all'indirizzo 0x077F. Ogni singolo byte è suddiviso in 8 bit che identificano un pixel ognuno (vedere parte evidenziata in giallo). Pertanto la routine fondamentale per accendere o spegnere un pixel deve seguire la logica della mappatura della memoria RAM appena descritta.

Tutti i controller che utilizzano una mappatura diversa necessitano un riadattamento della routine, ma il concetto base non cambia.

La tabella 2 mostra l'unica altra possibile mappatura della memoria (sempre considerando un display da 240x64 pixel). Notate che il numero di righe è stato sostituito con il numero di colonne e viceversa.

Più in breve, nota la risoluzione di 240x64 pixel, la mappatura può essere effettuata suddividendo la sola larghezza (240 pixel) in 30 colonne da 8 bit, oppure la sola altezza (64 bit) in 8 righe da 8 bit.

Tabella 2

Tab. 2	Riga 1	Riga 2	Riga 3	Riga 4	...	Riga 237	Riga 238	Riga 239	Riga 240
Col. 1	Byte 0	Byte 1	Byte 2	Byte 3	...	Byte 236	Byte 237	Byte 238	Byte 239
Col. 2					...				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Col. 8	Byte 1679	Byte 1680	Byte 1681	Byte 1682	...	Byte 1916	Byte 1917	Byte 1918	Byte 1919

A volte, a seconda del controller, ad ogni colonna corrisponde una pagina della memoria RAM: ciò significa che possiamo vedere le colonne della tabella come se fossero otto pagine di memoria (come avviene, ad esempio, con il controller KS0713).

Nella mappatura in tabella 2, il byte 0 di indirizzo 0x0000 corrisponde alla riga 1 colonna 1, il byte 1 di indirizzo 0x0001 corrisponde alla riga 2 colonna 1 ecc. fino al byte 239 di indirizzo 0x00EF corrispondente alla riga 240 colonna 1. Si capisce quindi che la colonna 1 è composta da 240 righe (240 byte) mappati in RAM a partire dall'indirizzo 0x0000 fino all'indirizzo 0x00EF. Stesso discorso per la colonna 2 la quale vede i suoi 240 byte mappati a partire dall'indirizzo 0x00F0 fino all'indirizzo 0x01DF, eccetera.

Avendo a disposizione due possibili opzioni, abbiamo deciso di basare la nostra routine grafica princi-

Listato 1

```
void Draw_Point(uchar x, uchar y, uchar Bit_Value)
{
    uchar tx;
    uchar tval;
    uchar Bit_V;

    if (x >= (COLS_NUMBER * 8)) return;
    if (y >= ROWS_NUMBER) return;

    tx = (x + 1) / 8L;
    Bit_V = x - (tx * 8L);
    if (Bit_V == 255)
    {
        Bit_V = 7;
    }

    Temp_Address.ui = (uint)(y) * COLS_NUMBER + (x / 8L);

    Write_Procedure_Data(Temp_Address.uc1);
    Write_Procedure_Data(Temp_Address.uch);
    Write_Procedure_Comm(SET_ADDRESS_POINTER);
    Write_Procedure_Comm(DATA_RD);
    Read_Procedure_Data();
    tval = T6963C_Data;

    if (Bit_Value == 1)
    {
        tval |= (1 << (7 - Bit_V));
    }
    else
    {
        tval &= ~(1 << (7 - Bit_V));
    }

    Write_Procedure_Data(Temp_Address.uc1);
    Write_Procedure_Data(Temp_Address.uch);
    Write_Procedure_Comm(SET_ADDRESS_POINTER);
    Write_Procedure_Data(tval);
    Write_Procedure_Comm(DATA_WR);
}
```

Test su coordinate X e Y

Trova il pixel da modificare

Letture RAM

Impostazione pixel calcolato precedentemente

Scrittura RAM

pale che disegna un punto sulla mappatura della tabella 1; il codice è visibile nel Listato 1.

Disegnare un punto

Questa routine necessita di tre parametri: i primi due sono le coordinate X e Y del punto su cui si vuole agire. Esse sono calcolate in pixel, quindi nell'esempio corrente la coordinata X è compresa tra 0 e 239 mentre la coordinata Y è compresa tra 0 e 63. È inoltre necessario comunicare lo stato che deve assumere il pixel, ossia livello logico "1" per pixel acceso o livello "0" per pixel spento.

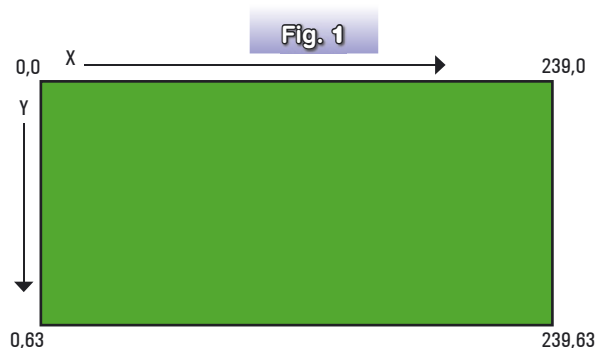
Ricevuti i parametri, la routine verifica se essi sono validi, in special modo le coordinate X e Y: se i loro valori eccedono il massimo consentito, la routine non viene eseguita. Successivamente si deve identificare il pixel da accendere: per prima cosa il programma deve identificare in quale byte, tra i 30 disponibili sulla riga, si trova il pixel. Identificato il byte, la routine sottrae alla coordinata X il numero del byte ottenuto moltiplicato per 8, identificando così il pixel su cui si vuole agire.

Per capire il concetto facciamo un esempio; supponiamo che la coordinata X abbia valore 46, corrispondente al pixel numero 46 dei 240 disponibili: il byte in cui si trova il pixel è il numero 5 (aiutatevi con la tabella 1). A questo punto si deve sottrarre alla coordinata X il valore ottenuto moltiplicato per 8 ottenendo il pixel numero 6. Ne risulta che la coordinata X pari a 46 si trova nel byte numero 5 ed il bit (pixel) è il numero 6. Identificato il pixel è necessario calcolare l'indirizzo di memoria RAM in cui si trova il byte da modificare. La formula per identificare l'indirizzo di memoria è la seguente:

$$Address = Y * MAX_{COL} + \frac{X}{8}$$

in cui MAX_{COL} è il numero massimo di colonne. Identificato l'indirizzo di memoria, è necessario leggere il byte da modificare e identificare il rispettivo pixel nel modo appena descritto.

Eseguita la modifica è necessario scrivere il byte in memoria RAM. Ricordiamo che le coordinate X e



Listato 2

```
void Draw_Line(uchar x1, uchar y1, uchar x2,
               uchar y2, uchar Bit_Value)
{
    int dx, dy, sdx, sdy, px, py, dxabs, dyabs, i;
    float slope;

    dx = (int)x2 - (int)x1;
    dy = (int)y2 - (int)y1;

    dxabs = sdx = 0;
    if (dx > 0)
    {
        dxabs = dx;
        sdx = 1;
    }
    else if (dx < 0)
    {
        dxabs = -dx;
        sdx = -1;
    }

    dyabs = sdy = 0;
    if (dy > 0)
    {
        dyabs = dy;
        sdy = 1;
    }
    else if (dy < 0)
    {
        dyabs = -dy;
        sdy = -1;
    }

    if (dxabs >= dyabs)
    {
        slope = (float)dy / (float)dx;
        i = 0;
        do
        {
            px = i + x1;
            py = slope * i + y1;
            Draw_Point(px, py, Bit_Value);
        } while ((i += sdx) != dx);
    }
    else
    {
        slope = (float)dx / (float)dy;
        i = 0;
        do
        {
            py = i + y1;
            px = slope * i + x1;
            Draw_Point(px, py, Bit_Value);
        } while ((i += sdy) != dy);
    }
}
```

Gestione fattore di incremento per ascissa

Gestione fattore di incremento per ordinate

Coefficiente angolare

Coefficiente angolare

Y hanno origine nel punto 0,0 in alto a sinistra del display, come evidenziato in figura 1.

Disegnare una retta

Vediamo ora la routine per disegnare una retta (Listato 2). A differenza della precedente, questa necessita di più parametri, infatti servono le coordinate X1 e Y1, che identificano il punto di partenza della retta, e le coordinate X2 e Y2 che ne identificano la fine. Inoltre, come la precedente routine, è necessario conoscere lo stato che tutti i pixel che compongono la retta devono assumere. Per disegnare la retta, la routine usa l'equazione:

$$y = mx + q$$

dove "m" prende il nome di coefficiente angolare e rappresenta la tangente dell'angolo che la retta forma con l'asse X ($m = \tan \alpha$) mentre il parametro "q" rappresenta il punto in cui la retta interseca

l'asse delle Y (secondo la formula, la retta interseca l'asse Y nel punto 0, q).

Possiamo quindi suddividere la funzione in due parti (1 e 2): la prima determina, in base alle coordinate assegnate, la direzione in cui deve essere disegnata la retta, mentre la seconda la disegna. Per determinare la direzione, bisogna eseguire due sottrazioni: la prima, tra le coordinate X2 e X1, restituisce la direzione di ascissa mentre la seconda, tra Y2 e Y1, la direzione di ordinata. I risultati vanno memorizzati nelle due variabili "dx" e "dy".

A seconda del risultato ottenuto, si determina il fattore di incremento "sdx" o "sdy". Il fattore "sdx" è positivo se anche "dx" è positivo, e negativo se "dx" è negativo. Lo stesso discorso vale per le variabili "dy" e "sdy". Occorre inoltre salvare in memoria il valore assoluto sia di "dx" che di "dy" ("dxabs" e "dyabs").

La seconda parte della funzione disegna la retta sul display. Se il valore assoluto "dxabs" è maggiore di "dyabs" significa che la retta è più orizzontale che verticale e quindi il coefficiente angolare è dato da "slope = dy/dx", in caso contrario la retta è più verticale che orizzontale e quindi il coefficiente angolare è "slope = dx/dy".

Calcolato il coefficiente angolare nei due casi, viene disegnata la retta utilizzando un ciclo "do-while" richiamando ciclicamente la funzione per disegnare un pixel, come abbiamo già visto.

Listato 3

```
void Draw_Rectangle(uchar Left, uchar Top, uchar Right, uchar Bottom,
                    uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(Left, Top, Right, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Top, Left, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Right, Top, Right, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Bottom, Right, Bottom, Bit_Value);
}

void Draw_Triangle_ISO_EQUI(uchar Left, uchar Top, uchar Right, uchar Bottom,
                             uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(Left, Bottom, Right, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Bottom, ((Right + 1 - Left) >> 1), Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Right, Bottom, ((Right - Left - 1) >> 1), Top, Bit_Value);
}

void Draw_Triangle_SCA(uchar Left, uchar Left2, uchar Top, uchar Right,
                       uchar Bottom, uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(Left2, Bottom, Right, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Left2, Bottom, Left, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Top, Right, Bottom, Bit_Value);
}
```

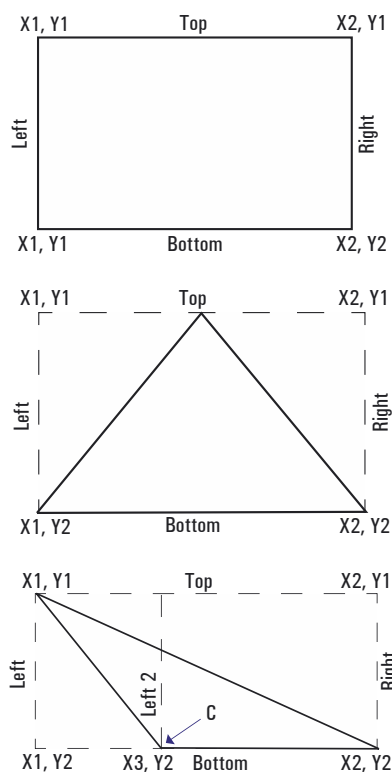


Fig. 2

Listato 4

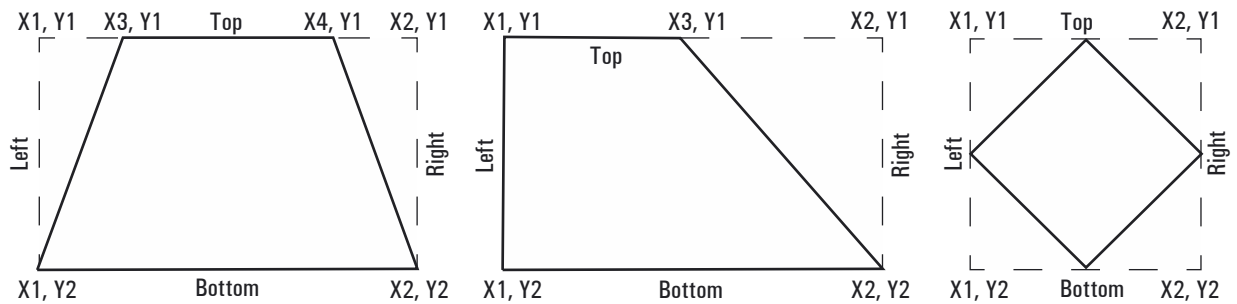
```
void Fill_Rectangle(uchar Left, uchar Top, uchar Right, uchar Bottom,
                    uchar Bit_Value)
{
    uchar x;
    uchar y;

    x = Left;
    do
    {
        y = Top;
        do
        {
            Draw_Point(x, y, Bit_Value);
        } while (++y <= Bottom);
    } while (++x <= Right);
}
```

Risultato finale della funzione



Fig. 4



Disegnare un rettangolo o un triangolo

Partendo dalla funzione per costruire una retta, si possono disegnare diverse forme geometriche: nel listato 3 riportiamo tre funzioni differenti con le quali è possibile visualizzare un rettangolo, un triangolo isoscele o equilatero, oppure un triangolo scaleno. Prestate ora attenzione sia ai listati che alla figura 2. Per disegnare un rettangolo è sufficiente chiamare quattro volte la funzione della retta, passandole le opportune coordinate. Per disegnare un triangolo, equilatero o isoscele, è invece necessario richiamare la funzione della retta per tre volte.

corrispondono rispettivamente ai punti “X1”, “Y1”, “X2” e “Y2”.

Disegnare un triangolo scaleno è un po’ più complesso perché la sua funzione necessita di un ulteriore parametro, il punto C avente coordinate X3 e Y2, come visibile in figura 2.

La funzione riportata nel listato 4 disegna un rettangolo o quadrato pieno tramite due cicli “do-while” ricorsivi.

Le coordinate da passare alla funzione sono le stesse utilizzate dalla funzione per disegnare un rettangolo (vedi listato 3).

Miscelando opportunamente le funzioni finora descritte è possibile disegnare anche altre forme geometriche come trapezi e rombi.

Listato 5

```
void Draw_Trapezium_ISO_SCA(uchar Left, uchar Left2, uchar Top, uchar Right,
    uchar Right2, uchar Bottom, uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(Left, Bottom, Right, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Bottom, Left2, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Left2, Top, Right2, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Right2, Top, Right, Bottom, Bit_Value);
}

void Draw_Trapezium_RET(uchar Left, uchar Top, uchar Right, uchar Right2,
    uchar Bottom, uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(Left, Bottom, Right, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Bottom, Left, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, Top, Right2, Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Right2, Top, Right, Bottom, Bit_Value);
}

void Draw_Rhombus(uchar Left, uchar Top, uchar Right, uchar Bottom,
    uchar Bit_Value)
{
    Draw_Line(((Right - Left) / 2) + Left, Top, Right, ((Bottom - Top) / 2) + Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Right, ((Bottom - Top) / 2) + Top, ((Right - Left) / 2) + Left, Bottom, Bit_Value);
    Draw_Line(((Right - Left) / 2) + Left, Bottom, Left, ((Bottom - Top) / 2) + Top, Bit_Value);
    Draw_Line(Left, ((Bottom - Top) / 2) + Top, ((Right - Left) / 2) + Left, Top, Bit_Value);
}
```

La funzione per disegnare un triangolo (isoscele o equilatero) necessita delle quattro coordinate che identificano il rettangolo che contiene il triangolo (stiamo parlando di geometria piana). Sarà poi la routine a ricavare le giuste coordinate da passare alla funzione della retta. I parametri “Left”, “Top”, “Right” e “Bottom”

Disegnare rombi e trapezi

Fate ora riferimento alla figura 4 e al codice del listato 5. La funzione che disegna il trapezio (sia isoscele che rettangolo) necessita di due ulteriori coordinate, X3 e X4, che identificano i punti X3, Y1 e X4, Y1. Le coordinate aggiuntive sono nominate ➤

Listato 6

```
void Draw_Circle(uchar x0, uchar y0, uchar Radius,
                uchar Bit_Value)
{
```

```
    int x;
    int y;
    char Px;
```

```
    Px = 1 - Radius;
    x = 0;
    y = Radius;
```

Condizioni iniziali

```
    Draw_Point((x0 + x), (y0 + y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - x), (y0 + y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 + x), (y0 - y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - x), (y0 - y), Bit_Value);
```

```
    Draw_Point((x0 + y), (y0 + x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - y), (y0 + x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 + y), (y0 - x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - y), (y0 - x), Bit_Value);
```

Disegno i primi 8 punti del cerchio



```
do
{
```

```
    x += 1;
    if (Px < 0)
```

```
    {
        Px += (2 * x) + 1;
```

```
    }
    else
```

```
    {
        y -= 1;
```

```
        Px += 2 * (x - y) + 1;
```

```
    }
```

Determinazione del luogo dei punti

```
    Draw_Point((x0 + x), (y0 + y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - x), (y0 + y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 + x), (y0 - y), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - x), (y0 - y), Bit_Value);
```

```
    Draw_Point((x0 + y), (y0 + x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - y), (y0 + x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 + y), (y0 - x), Bit_Value);
    Draw_Point((x0 - y), (y0 - x), Bit_Value);
```

La funzione disegna otto punti per ogni "giro" del ciclo "do-while"

```
    }while (x <= y);
```

```
}
```

il disegno di un rombo, che si suppone sia inscritto in un rettangolo: per disegnarlo, occorre passare alla funzione le coordinate dei quattro vertici del rettangolo. Sarà poi la routine a estrarre le giuste coordinate per il disegno delle quattro rette.

Disegnare una circonferenza

Vediamo infine la funzione che disegna una circonferenza noti il raggio e le coordinate "x0,y0" del centro (listato 6). Nella geometria euclidea, una circonferenza è il luogo dei punti del piano ad una distanza fissa, detta raggio, da un punto fisso, detto centro.

La parte di piano contenuta in una circonferenza, insieme alla circonferenza stessa, prende il nome di cerchio. L'equazione della circonferenza è data

dalla formula:

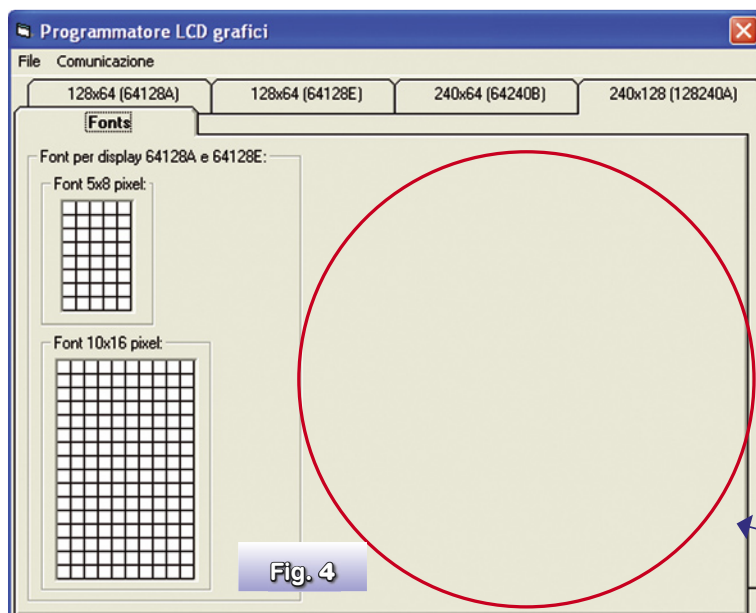
$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2$$

Se il centro della circonferenza è l'origine degli assi cartesiani, cioè 0,0, allora l'equazione diventa

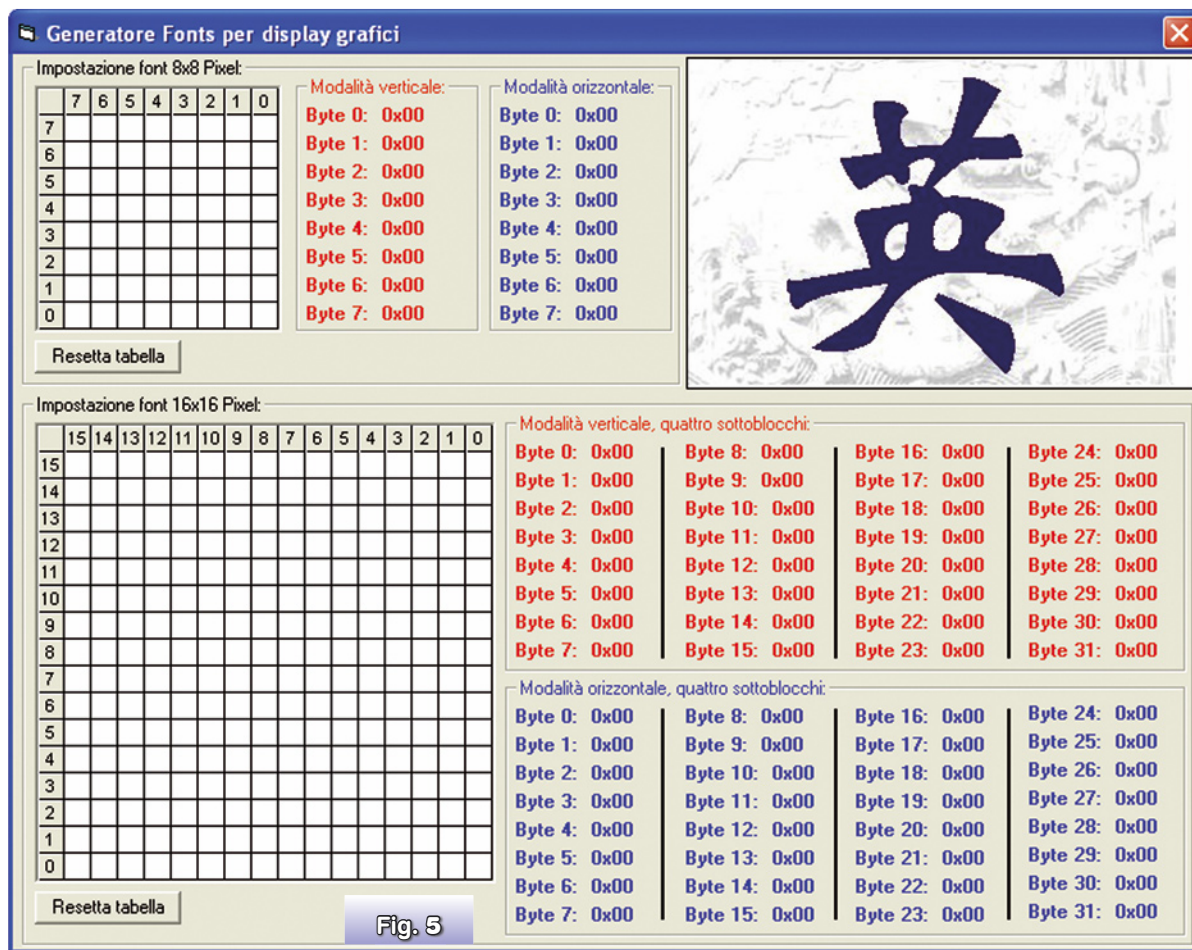
$$x^2 + y^2 = r^2$$

L'algoritmo proposto ha il compito di disegnare la circonferenza utilizzando come riferimenti di partenza il centro e il raggio. Nel ciclo "do-while" i valori di x e y aumentano e diminuiscono in modo opportuno passando le giuste coordinate

Left2 e Right2. Per disegnare, invece, un trapezio rettangolo è possibile scartare la coordinata Left2, del tutto superflua. Molto più semplice



Parte di programma eliminata. Vedere 4° puntata, pag.7, fig. 5.

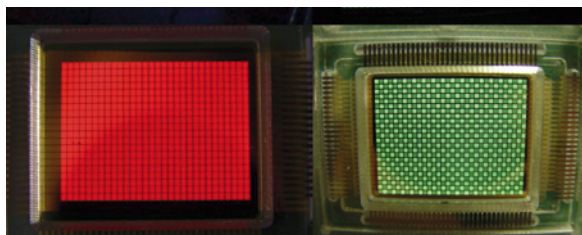


alla funzione di disegno di un pixel sul display LCD. Vengono inoltre disegnati 8 pixel per volta ad ogni ripetizione del ciclo “do-while”. Il ciclo si conclude quando la coordinata x è maggiore o uguale alla coordinata y. La variabile Px serve per determinare quando è necessario decrementare di una unità la variabile y. Si esegue un decremento di y quando Px diventa positivo. In altre parole Px identifica il luogo dei punti che appartengono alla circonferenza stessa. Alla partenza la coordinata y ha lo stesso valore del raggio.

Note conclusive

Arrivati a questo punto possiamo fare un resoconto della serie di quattro puntate dedicate ai display grafici nelle quali abbiamo approfondito numerosi aspetti di questi componenti. Oltre ad analizzare il

funzionamento di differenti modelli abbiamo studiato le routine ed il firmware di gestione; abbiamo visto come fare dialogare un processore con differenti display per terminare, in queste stesse pagine, con la pubblicazione di alcune routine di disegno geometrico. Il tutto è stato completato con due software in ambiente Windows: il primo (figura 4) permette di trasferire dei disegni ai vari display grafici, mentre il secondo (figura 5) consente di ricavare i byte necessari per disegnare dei caratteri speciali (definibili da utente) sul display LCD gestito dal controller T6963C. Tenete presente che, in origine, i caratteri speciali potevano essere generati direttamente dallo stesso software visibile in figura 4 (vedere anche la figura 5 della quarta puntata) ma poi abbiamo preferito delegare questo compito ad un software specifico, che può essere usato per creare caratteri utilizzabili con qualsiasi display grafico visto nel corso. Con questo riteniamo concluso il corso sui display LCD grafici. Appuntamento dunque al prossimo numero della rivista, in cui inizieremo a parlare dei display OLED presentando anche il progetto di una demoboard.



Esempi di display OLED.