

Elettronica In

Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

114

Anno XXI - N. 114 - Gennaio 2005 - Periodico di Elettronica - Poste in abbonamento - Poste in L. 30/06/2002 n. 46 art. 1 - comma 1 - 302 Milano

**Corso LCD,
1a demoboard**

**Interfaccia
FTP-GPRS per stazione
meteo WS2300**



Punto luminoso scorrevole

Telecontrollo GSM espandibile

Paulus: il robot a comando vocale

Introduzione all'automazione domestica

Tecnologie per il riconoscimento biometrico

*** ESCLUSIVO ***
**CORSO
SMART-CARD**

Anche noi come Supercar

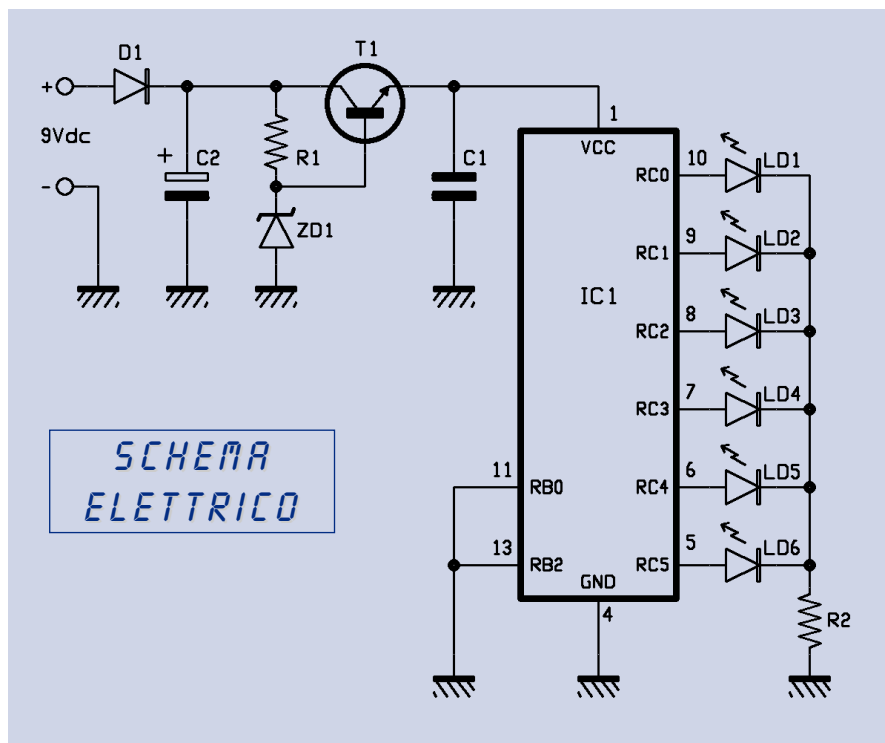
di Davide Scullino

Gioco di luci composto da sei diodi LED che vengono attivati, uno alla volta, scorrendo da sinistra a destra e viceversa; adatto come generico segnalatore di posizione per biciclette o podisti, può essere usato in una vetrina per attrarre l'attenzione dei passanti o per imitare il famoso KITT di Supercar.



Chi ama andare in bicicletta si è certo accorto di quanto sia importante rendersi visibile nelle ore serali, quando comincia a fare buio e si deve circolare a lato della strada, dove non sempre gli automobilisti e i conducenti di mezzi pesanti prestano la dovuta attenzione. Le mountain-bike, che sono poi le bici più diffuse, hanno solo dei catarifrangenti, mentre quelle tradizionali dispongono di una piccola lampadina di posizione posteriore, la cui luce fioca non si vede a sufficienza in condizioni normali, figurarsi quando c'è foschia o un po' di nebbia. Dovendo uscire la sera o

avendo l'abitudine di andare lontano e tornare quando ormai è calato il sole, può essere utile equipaggiare la propria bicicletta con un segnalatore ottico in grado di renderla più visibile, come ad esempio il dispositivo descritto in queste pagine, composto da una barra di sei led che vengono accesi in sequenza, uno alla volta, dal primo all'ultimo e viceversa, ciclicamente, dando la sensazione visiva di un punto luminoso che si sposta da avanti e indietro. Il nostro segnalatore è indicato anche come complemento per le biciclette che già dispongono di una luce posteriore tradizionale, perché un punto ➤



luminoso in movimento o intermittente si nota molto di più di uno acceso a luce fissa. Proprio la capacità di attrarre l'attenzione su di sé, rende il circuito ideale non solo come segnalatore ottico per ciclisti o per podisti (agganciato a una cintura da portare alla vita) ma anche quale mezzo promozionale per mettere in evidenza merci o oggetti

esposti nelle vetrine dei negozi. Insomma, basta pensarci un po' su e di applicazioni se ne trovano un po' in tutti i campi.

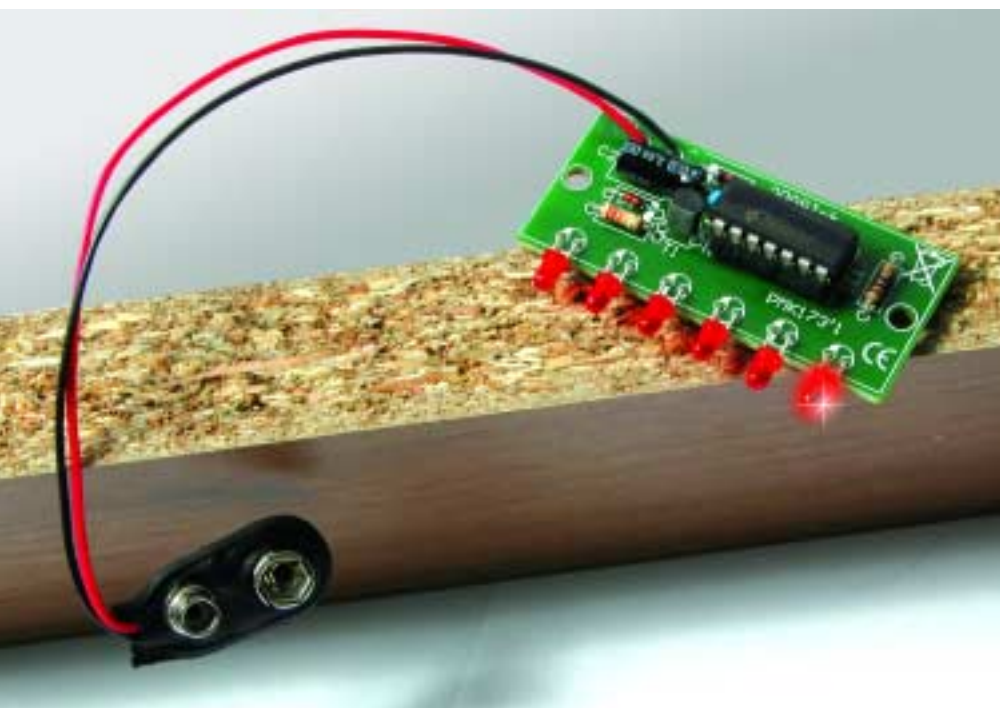
Schema elettrico

Il dispositivo è davvero molto semplice e, cosa ancora più importante, può essere alimentato a pile; quindi, come potete immaginare, è più

che adatto ad essere impiegato come segnalatore luminoso portatile. Il gioco di luci si ottiene pilotando con un piccolo microcontrollore (PIC16C505) una fila di sei led rossi ad alta efficienza, in modo che se ne accenda uno alla volta, in sequenza, partendo dal primo e arrivando all'ultimo, quindi tornando indietro, per poi riprendere il ciclo fino a quando il circuito resta alimentato. Il micro utilizzato è realizzato in tecnologia CMOS ed è uno dei più semplici di casa Microchip: basato su un'architettura RISC ad 8 bit (con sole 33 istruzioni), dispone di un oscillatore interno che può lavorare a 4 MHz e può ricevere anche il clock dall'esterno ad una frequenza massima di 20 MHz, cosa che gli permette di eseguire un ciclo di istruzione ogni 200 ns. L'insieme degli I/O comprende 11 linee, le quali, impiegate come ingressi, possono usufruire eventualmente di pull-up interno e, come uscite, sono in grado di erogare fino a 25 mA. C'è poi un'ultima linea usata solo come ingresso (RB3/MCLR).

La memoria di programma (nel nostro caso una EEPROM) è da 1024 word a 12 bit, mentre quella riservata ai dati di configurazione è una EEPROM da 72 byte; va notato che la memoria programma è strutturata in parole da 12 bit.

La tensione di alimentazione prevista (9 volt in continua) va applicata ai contatti + e - 9 Vdc, cui fa capo una presa a strappo per pile; la corrente attraversa il diodo D1, inserito per proteggere il circuito dall'inversione di polarità (caratteristica del diodo è di condurre solamente quando il suo anodo è positivo rispetto al catodo) e raggiunge il condensatore C2, utilizzato come filtro per eliminare gli eventuali disturbi. Segue un regolatore di tensione lineare a diodo Zener, che ricava 5 V ben stabilizzati utilizzati per alimentare il blocco composto

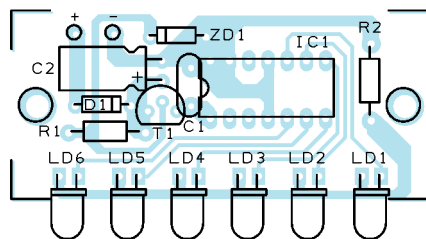
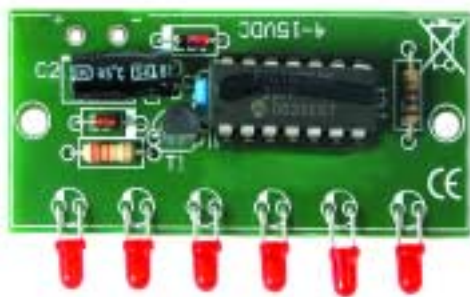


ELENCO COMPONENTI:

R1: 22 KOhm
 R2: 100 Ohm
 C1: 100 nF multistrato
 C2: 10 µF 35VL
 elettrolitico
 D1: 1N4148
 IC1: PIC16C505-20
 (VMK173)
 LD1÷LD6: led 3 mm rosso
 ZD1: zener 5,6V 400 mW
 T1: BC547

Varie:

- zoccolo 7+7
- clip per batteria 9V
- circuito stampato



dal microcontrollore e dai sei led; il regolatore funziona sfruttando il fatto che il diodo Zener, polarizzato inversamente mediante una resistenza (in questo caso R1) che ne limita la corrente assorbita, mantiene costante la differenza di potenziale ai suoi capi al valore di tensione noto come "Tensione di Zener". Nel nostro caso il diodo è da 5,6 V, quindi mantiene sempre, rispetto alla massa, una tensione fissa a tale valore.

I 5,6 V vengono usati per polarizzare la base del transistor T1, un NPN, che lavora nella configurazione a collettore comune. Esso presenta sull'emettitore un potenziale (filtrato, in questo caso, dal condensatore C1) pari a quello del catodo dello Zener (5,6 V) diminuito della sua V_{BE} (caduta di tensione tra base ed emettitore, tipicamente $0,6 \div 0,7$ V in condizioni di lavoro ottimali) ovvero circa 5 volt. Tale tensione rimane sufficientemente costante sia al variare del carico che al variare della tensione di ingresso. Quando si alimenta il circuito, il microcontrollore IC1 provvede, dopo il power-on-reset,

ad inizializzare le proprie linee di I/O secondo quanto previsto nel firmware: RC0, RC1, RC2, RC3, RC4, RC5 vengono impostate come uscite e pilotano i sei diodi led fornendo ad essi un livello logico alto o basso, a seconda che il LED debba essere acceso o spento. RB0 ed RB1, utilizzati come ingressi, si trovano fissi a massa (livello basso). Dopo l'inizializzazione delle linee, viene eseguito il programma principale, che prevede la presentazione del livello logico alto, sequenzialmente, su una linea alla volta, a partire da RC0 per terminare su RC5 e viceversa. Completata la sequenza, il ciclo si ripete fino a quando il dispositivo rimane alimentato.

Per effetto del programma, si illumineranno in sequenza, uno alla volta, prima LD1, poi LD2, LD3, LD4, LD5 e, infine, LD6; quindi quest'ultimo si spegnerà e si illuminerà nuovamente LD5, poi LD4, LD3, LD2 e LD1. Al termine di questa sequenza ricomincerà tutto da capo. La temporizzazione imposta dal programma in base al timer interno prevede che un ciclo

di accensione, ovvero la sequenza LD1÷LD6 e viceversa, si compia molto rapidamente, in appena 0,5 secondi.

L'impressione che l'osservatore avrà sarà quella di un punto luminoso che scorre rapidamente da sinistra a destra e da destra a sinistra.

Una particolarità di questo circuito riguarda la resistenza di catodo collegata a massa, che è comune a tutti i LED. Ciò è possibile perché il microcontrollore polarizza i diodi uno alla volta, quindi nella R2 scorre la corrente diretta di un solo LED; ecco perché non avrebbe senso dotare ogni LED di una sua resistenza.

Le uscite del PIC16C505 pilotano direttamente i LED in quanto, ciascuna delle linee RC, inizializzata come uscita, può erogare ben 25 milliampere.

Il circuito funziona tranquillamente con una pila a secco a 9 volt, dato che il suo assorbimento è abbastanza limitato, raggiungendo al massimo 27 mA.

Eseguire il conteggio è abbastanza semplice: lo Zener polarizzato tramite R1 da 22 Kohm assorbe circa 200 µA; il microprocessore IC1 ha un consumo tipico di 2 mA, eccezion fatta per la corrente di pilotaggio al LED; infine i led (uno alla volta) vengono alimentati con 25 mA circa, corrente limitata dalle caratteristiche intrinseche delle porte del micro e dalla resistenza di limitazione R2. Il totale teorico è quindi 27,2 mA.

Realizzazione pratica

Compreso il funzionamento teorico, non resta che concentrarci sulla realizzazione pratica. Tutti i componenti (ad eccezione del portatile e della pila) sono montati su un circuito stampato di dimensioni contenute appositamente disegnato per questa applicazione. Disponete i componenti sulla basetta iniziando ➤

Il circuito è un segnalatore luminoso a led rossi, che visualizza un punto luminoso che scorre da destra a sinistra come quello della famosa autovettura della serie cult Supercar.

Le sue ridotte dimensioni, il peso contenuto e il basso consumo di corrente permettono di utilizzarlo praticamente ovunque: in vetrina per attirare l'attenzione dei passanti sui prodotti esposti, in bicicletta come luce di posizione in caso di nebbia o scarsa visibilità, davanti a un accesso per indicarne i margini (o dove si trova il campanello), su un elmetto o giacca da lavoro per operai impegnati in cantieri stradali, sugli spigoli di un ponteggio per segnalarli, consentendo a pedoni e automobilisti di evitarli. Le applicazioni sono davvero tantissime, anche perché si possono abbinare più moduli per realizzare catene luminose o evidenziare oggetti di grandi dimensioni, come viene fatto sui guard-rail di alcune strade con curve impegnative o sulle sbarre che bloccano gli accessi a taluni parcheggi.

Naturalmente nulla vieta di impiegare il nostro dispositivo per amenità varie, quali gadget da portare addosso a complemento di travestimenti carnevaleschi, radiomodelli, car tuning e roba del genere.

con i due diodi D1 e ZD1. Prestate attenzione alla loro polarità: il catodo corrisponde nel simbolo grafico alla punta del triangolino, e nella realtà al terminale più vicino alla fascia stampigliata sul corpo del diodo.

Proseguite con le resistenze con lo zoccolo sul quale andrà inserito il microcontrollore già programmato; inseriremo poi i condensatori (si presti attenzione alla polarità per l'elettrolitico) e i sei led, che potete mantenere in piedi o montare sdraiati, con i terminali piegati a 90°. Nell'inserire i diodi luminosi badate che il catodo è normalmente quello più corto e più vicino al lato smussato del corpo. Per ultimo

inserite e saldate il transistor, la cui parte piatta deve essere rivolta al lato della basetta in cui si trovano i led.

Se il circuito dovrà funzionare a pile, stagnate nelle piazzole + e - i fili, rispettivamente rosso e nero della presa volante; altrimenti potrete collegare direttamente i fili di un eventuale adattatore di rete.

Nonostante la tensione nominale di alimentazione sia di 9 V, questo dispositivo può essere alimentato con una tensione massima di 15 V. Ciò permette di montare facilmente il segnalatore luminoso all'interno di una vettura, dove, come sappiamo, la tensione disponibile è di 12 V.

Completate le saldature e verificato

che tutto sia a posto, potete inserire il micro nel suo zoccolo, badando di non piegarne i terminali e facendo in modo che la tacca di riferimento sia rivolta al condensatore C1.

Per quanto riguarda le possibili applicazioni, se intendete utilizzare il gadget come richiamo luminoso in una vetrina, potete racchiuderlo in un contenitore plastico che abbia almeno un lato trasparente. Se così non fosse, dovrete realizzare su un lato del contenitore sei fori (in corrispondenza dei led) con una punta da trapano del diametro di 3,5 mm. Se pensate invece di utilizzare il circuito all'esterno (luce per bicicletta, segnalatore da cintura per podisti o operai in cantieri stradali) è consigliabile prevedere un contenitore a tenuta stagna con coperchio trasparente. Una buona idea potrebbe essere quella di utilizzare il contenitore di una luce posteriore da bicicletta, facilmente reperibile nei negozi di articoli sportivi per ciclisti o nei centri commerciali.

Come specificato in precedenza è fondamentale, per ottenere i migliori risultati, impiegare LED rossi ad elevata efficienza: solo così sarà possibile vederne la luce emessa anche a un centinaio di metri di distanza in buone condizioni ambientali, garantendo comunque una buona visibilità a una decina di metri anche nelle peggiori condizioni quali nebbia particolarmente fitta o scarsa illuminazione.

Per il

MATERIALE

Il progetto descritto in queste pagine è disponibile in scatola di montaggio (cod. MK173) al prezzo di 13,50 Euro. Il kit comprende tutti i componenti, la basetta forata e serigrafata, le minuterie, il microcontrollore programmato e il connettore a clip per la batteria a 9V (non inclusa). Tutti i prezzi si intendono 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>**

Telecontrollo GSM espandibile

di *Boris Landoni*

Consente di controllare fino a 72 attuatori e di leggere lo stato di altrettanti ingressi digitali, più due analogici, sfruttando la rete cellulare. Utilizza i messaggi SMS sia per ricevere i comandi che per inviare le informazioni relative agli ingressi a tutti i cellulari abilitati. Gli attuatori possono funzionare sia in modalità bistabile che monostabile. Seconda e ultima puntata.



Nell'ultimo fascicolo abbiamo iniziato la descrizione di un telecontrollo che utilizza la rete cellulare GSM/GPRS, molto compatto, economico e soprattutto versatile: esso, infatti, non è solo un semplice comando a distanza che sfrutta la rete radiomobile come mezzo di comunicazione ma bensì un sistema di controllo remoto molto più sofisticato che consente sia di attivare e disattivare un numero elevatissimo di carichi, sia di acquisire lo stato dei vari ingressi. La disponibilità di ingressi e uscite è molto alta: oltre agli otto output e altrettanti input a livello di tensione più due analogici

(0÷3,6 V) integrati, abbiamo previsto la possibilità di aggiungere fino a 64 linee di uscita e di ingresso supplementari semplicemente aggiungendo apposite schede di espansione, collegate tramite I²C-bus. L'architettura modulare conferisce al telecontrollo una completezza e versatilità uniche, peculiarità che consentono di utilizzare il telecontrollo in qualsiasi tipo di applicazione. Ad esempio potrà essere utilizzato per l'accensione della caldaia della casa in montagna o per il monitoraggio dell'antifurto della propria abitazione in nostra assenza. Esso si presta anche per applicazioni ➤

in campo industriale, quando è necessario tenere sotto controllo numerosi apparati mediante sensori, microswitch o uscite a livello di tensione o condizionare lo stato di processi produttivi o situazioni climatiche mediante attuatori comandabili elettricamente.

Poichè il modulo base integra un congruo numero di I/O, abbiamo preferito non dotare gli stadi di uscita di rele: questi ultimi, infatti, presentano dimensioni non trascurabili che avrebbero aumentato l'ingombro del circuito stampato al punto da rendere faticosa l'integrazione in molte applicazioni *semplici* quali telecontrollo dell'impianto di allarme e del riscaldamento della casa, gestione delle tende motorizzate, ecc.

Sintassi dei comandi

Nel corso della prima puntata abbiamo analizzato dettagliatamente il funzionamento del telecontrollo, sia quando usato in "stand-alone" (termine inglese con il quale si intende che l'apparato lavora da solo e in maniera autonoma) sia in unione con eventuali espansioni. Questo mese, invece, ci occupiamo del set di comandi che il telecontrollo può riconoscere e processare: vedremo quindi come essi devono essere strutturati. Analizzeremo anche il formato degli SMS che l'apparato manda ai numeri della lista in risposta ai comandi e stimoli esterni ricevuti.

Poichè i comandi vengono inviati tramite messaggi SMS, spesso useremo i termini "comando" e "messaggio" come sinonimi.

Iniziamo con il comando di modifica password, la cui sintassi è *PWDxxxx;attpwd*: in esso le *x* rappresentano le cinque cifre della nuova password mentre *attpwd* è quella attuale, che va inserita per completare il comando. La password predefinita nel sistema al momento della prima attivazione è *12345* e

viene ripristinata dopo l'esecuzione del comando di reset totale. A comando eseguito, il telecontrollo risponde inviando al numero telefonico da cui ha ricevuto il comando il messaggio "*La nuova password è stata memorizzata*". Per ragioni di sicurezza, alcuni comandi devono essere sempre accompagnati da password a conferma che chi impartisce il comando lo fa a ragion veduta; se dovessimo erroneamente (o malintenzionalmente) inviare un comando che necessita di password, il messaggio non verrebbe eseguito e riceveremmo in risposta l'SMS "*Per eseguire il comando, inserire la password*".

Il dispositivo è in grado di avvertire via SMS fino ad otto numeri di telefono. Essi vengono memorizzati con il comando:

NUMx+nnnnnnnnnnnn;attpwd
in cui *nnnnnnnnnnnn* è il numero di telefono (incluso il prefisso nazionale, ad esempio *+393391234567*) che non deve superare 19 cifre; *attpwd* è la password attualmente valida e *x* rappresenta la posizione (1÷8) in cui si desidera memorizzare l'indicativo telefonico. Ricordiamo che quando si memorizza un numero in una posizione già occupata da un altro, l'operazione ha l'effetto di rimpiazzare il vecchio numero con il nuovo, che sarà quindi irrimediabilmente perso.

Il comando di memorizzazione in una posizione vuota può essere inviato senza password quando proviene da uno dei telefoni già memorizzati. Il telecontrollo risponde con un SMS di conferma ad ogni comando di memorizzazione o sovrascrittura. L'SMS ha il seguente formato: "*Numeri memorizzati: Posx+nnnnnnnnnn*"; *x* è la posizione in cui è stato memorizzato il numero *nnnnnnnnnn*.

È possibile concatenare in un unico SMS più comandi per memorizzare più numeri contemporaneamente, restando comunque nel limite dei

160 caratteri ammessi per un SMS; in tal caso, il messaggio di risposta riepiloga tutti i numeri memorizzati. Per rimuovere un numero memorizzato nella lista, si utilizza il comando *NUMx;attpwd* in cui *x* è il numero della posizione da cancellare e *attpwd* la password valida di conferma. Per esempio, volendo cancellare dalla lista il numero telefonico memorizzato nella terza posizione, occorre inviare un SMS contenente il testo *NUM3;21010*; notare che la password è inventata. Il comando *NUM?;attpwd* ci permette di ricevere un SMS contenente la lista di tutti i numeri memorizzati. Il telecontrollo risponde inviando un SMS che elenca i numeri registrati (ciascuno accompagnato anche dalla posizione occupata nella memoria) al numero da cui è giunto il messaggio. Il testo corrispondente a: *Numeri memorizzati:*

Pos1+nnnnnnnnnn, Pos2+nnnnnnnnnn ecc.

Il telecontrollo, al verificarsi di particolari eventi (programmabili dall'utente) può notificare uno stato di allarme ai numeri della lista, sia con un SMS che con una chiamata, ed il comando con cui si attiva questa funzione è il seguente: *SMSxxxxxxx:ON;attpwd*. Le *x* rappresentano le posizioni di memoria corrispondenti ai numeri cui si vuole inviare l'SMS. Per esempio, *SMS24678:ON;attpwd* abilita l'invio dell'SMS solo ai numeri memorizzati nelle posizioni 2, 4, 6, 7, 8.

Ad ogni impostazione, il telecontrollo risponde con un SMS contenente il testo: *Numeri memorizzati: Posx S+nnnnnnnnnnnn, Posx S+nnnnnnnnnnnn* ecc; *x* indica sempre la posizione (1÷8) di un numero per cui è attiva la funzione di invio SMS di allarme mentre *nnnnnnnnnnnnnn* indica il numeri corrispondente. Per esempio l'SMS "*Numeri memorizzati: Pos2 S+393501239876 Pos5 S+447772345775*" indica che la

FUNZIONE	COMANDO SMS	VALORE PREDEFINITO	PWD OBBLIGATORIA
PASSWORD		12345	
CAMBIO PASSWORD	PWDxxxx;12345	12345	*
MEMORIZZARE 1 NUMERO (massimo 8 numeri) (MAX 19 CARATTERI PER NUMERO)	NUMx+393355760937;12345	-	SOLO SE LA POSIZIONE x NON è LIBERA
CANCELLARE UN NUMERO	NUMx;12345	-	*
VERIFICARE I NUMERI MEMORIZZATI	NUM?;12345	-	*
RESET COMPLETO	RES	-	*
IMPOSTARE I NUMERI A CUI VERRANNO INVIATI GLI SMS	SMSxxxxxxx:ON	tutti	*
IMPOSTARE I NUMERI A CUI VERRA' INVIATA LA CHIAMATA	VOCxxxxxxx:OFF	tutti	*
ATTIVAZIONE OUT IN MODALITA' BISTABILE	OUTx:ON	0	
DISATTIVAZIONE OUT IN MODALITA' BISTABILE	OUTx:OFF	0	
RICHIEDI STATO RELE	OUT?	0	
CAMBIO STATO OUT MONOSTABILE (TEMPO IN SECONDI DA 01+59)	OUTX:ss	0	
RIPRISTINO RELE x VALE 1 PER AVERE IL RIPRISTINO 0 PER AVERE I RELE DISATTIVATI	RIPx	1	
INTERROGAZIONE RIPRISTINO (IL RIPRISTINO VALE ANCHE PER LE ESPANSIONI)	RIP?		
RICHIESTA STATO INGRESSI	STAID?		
RICHIESTA STATO USCITE	STAOD?		
RICHIESTA STATO INGRESSI ANALOGICI	STAIA?		
INVIO SMS ALL'ACCENSIONE x VALE 1 PER ATTIVARLO E 0 PER DISATTIVARLO	AVVx	0	
ABILITA ALLARMI SU INGRESSI DIGITALI	ALLD:ON	OFF	
ABILITA ALLARMI SU INGRESSI ANALOGICI	ALLA:OFF	OFF	
RICHIESTA STATO ALLARMI	ALL?		
LIVELLO LOGICO DI ALLARME	LIVx:0 LIVx:1	1111111	
TEMPO INIBIZIONE INGRESSI DOVE x è L'INGRESSO E mm è IL TEMPO IN MINUTI 00+59	INIBx:mm	0	
RICHIESTA INIBIZIONE INGRESSI DIGITALI	INIB?		
TEMPO INIBIZIONE INGRESSI ANALOGICI DOVE x è L'INGRESSO E mm è IL TEMPO IN MINUTI 00+59	INIBAx:mm	0	
RICHIESTA INIBIZIONE INGRESSI ANALOGICI	INIBA?		
TESTO ALLARME INGRESSO1	TIN1:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO2	TIN2:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO3	TIN3:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO4	TIN4:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO5	TIN5:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO6	TIN6:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO7	TIN7:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO8	TIN8:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO ANALOGICO 1	TINA1:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ALLARME INGRESSO ANALOGICO 2	TINA2:xxxxxxxxxx	ALLARME	NO MULTI
TESTO ACCENSIONE	TINS:xxxxxxxxxx	SYSTEM STARTUP	NO MULTI
IMPOSTAZIONE TENSIONE MASSIMA DELL'INGRESSO (SUPERATO IL QUALE SI HA L'ALLARME)	INAUx:yyy	3,6	
IMPOSTAZIONE TENSIONE MINIMA DELL'INGRESSO (AL DI SOTTO DEL QUALE SI HA L'ALLARME) DOVE x INDICA L'INGRESSO ANALOGICO DA CONFIGURA- RE E yyy IL VALORE DELLA TENSIONE DI ALLARME ESPRESSO SULLE 3 CIFRE (285 SIGNIFICA 2,85V - 025 SIGNIFICA 0,25)	INADx:yyy	0	
RICHIESTA SOGLIE DI ALLARME	INA?		
IMPOSTAZIONE USCITA ESPANSIONE (DOVE e INDICA L'ESPANSIONE 1+8 E x IL CANALE)	EOUteX:ON		
INTERROGAZIONE ESPANSIONE USCITE	EOUte?		
INTERROGAZIONE ESPANSIONE INGRESSI	EINe?		
DISABILITA LA RISPOSTA PER QUEL MULTIMESSAGGIO	RISP	-	

funzione di invio SMS in caso di allarme è attiva per i numeri delle posizioni 2 e 5. Il messaggio che il telecontrollo genera in risposta ad ogni comando di impostazione

SMS d'allarme, elenca tutti i numeri per i quali è previsto l'invio degli SMS e non solo quelli specificati nel comando precedente. Ciò permette a chi gestisce il telecontrollo

di conoscere sia l'esito del comando inviato, sia la situazione di tutti i numeri in lista. Per definire quali numeri della lista debbano ricevere le telefonate, si ➤

deve inviare al telecontrollo il messaggio `VOCxxxxxxx:ON;attpwd` per il quale valgono le stesse considerazioni fatte per la gestione dei numeri cui dirigere gli SMS. Anche il messaggio di risposta è molto simile: *“Numeri memorizzati: Posx V+nnnnnnnnnnnn, Posy V+nnnnnnnnnnnn.”*: notare che la S di SMS è stata rimpiazzata dalla V di voce.

Esattamente come per l'attivazione della segnalazione di un allarme, sono previsti due comandi distinti per la disattivazione sintatticamente molto simili:

`SMSxxxxxxx:OFF;attpwd`

disattiva l'invio di messaggi e `VOCxxxxxxx:OFF;attpwd`

sospende le telefonate. Per entrambi le *x* rappresentano le posizioni dei numeri (1÷8) che non devono più ricevere segnalazioni di allarme.

I due comandi possono essere concatenati in un unico SMS.

Va fatta una precisazione riguardo al comando di impostazione dei numeri cui dirigere le chiamate o gli SMS di allarme: per impostazione predefinita in fabbrica e dopo ogni reset totale, il telecontrollo dirige sia le chiamate, sia gli SMS, a tutti i numeri memorizzati; ne consegue che per escluderne alcuni occorre inviare i comandi di disattivazione:

`SMSxxxxxxx:OFF;attpwd` oppure:

`VOCxxxxxxx:OFF;attpwd`

specificando le posizioni da escludere. Va da sé che per gli altri numeri rimane invariata la programmazione precedente.

Il telecontrollo invia un SMS di avviso al numero telefonico che occupa il primo posto della lista ogni volta che riceve alimentazione. Ovviamente, questa funzione può essere disabilitata e abilitata con due semplici comandi specifici, `AVV0` (disattiva) e `AVV1` (attiva), ai quali il telecontrollo risponde con l'invio degli SMS *“Invio messaggio all'accensione disabilitato”* oppure *“Invio messaggio all'accensione abilitato”*. Il testo del messaggio si definisce con un apposito comando SMS:

`TINS:xxxxxxxxxxxxxx`

nel quale al posto delle *x* si scrive il testo desiderato (quello predefinito è `SYSTEM STARTUP`) usando i caratteri che si desidera e senza riguardo per maiuscole e minuscole; l'unico vincolo è la lunghezza complessiva del messaggio (testo più comando) che non deve superare i 160 caratteri previsti per lo standard SMS.

Analizziamo ora i comandi per la gestione delle uscite, tramite i quali possiamo conoscerne la condizione attuale e definirne la modalità di funzionamento. La richiesta dello stato prevede comandi distinti a seconda che si desideri conoscere la condizione delle uscite su scheda o quella delle espansioni FT473; nel

primo caso bisogna inviare un SMS contenente il testo `STAOD?` Il telecontrollo risponde con l'SMS *“Stato uscite xxxxxxxx”*; al posto delle *x* c'è 0 o 1 a seconda che l'uscita corrispondente sia a riposo (stato zero) o attiva (condizione logica 1); va notato che la cifra di sinistra corrisponde all'ottavo canale e quella di destra al primo.

La richiesta della condizione delle eventuali espansioni si effettua con il comando `EOUTe?` nel quale *e* indica il numero della scheda di espansione, inteso come l'indirizzo I²C-bus (0÷7) assegnatole espresso in formato decimale. Il telecontrollo risponde con il messaggio *“Stato uscite espansione e: xxxxxxxx”* nel quale *e* indica la scheda di espansione mentre le *x* corrispondono agli output dell'espansione (a sinistra c'è l'ottavo canale e a destra il primo).

Per fare un esempio, quando si desidera conoscere lo stato delle uscite dell'espansione indirizzata con 010, che ipotizziamo avere le uscite 1 e 3 a livello alto, il comando da inviare è `EOUT2?`, cui il telecontrollo risponderà *“Stato uscite espansione 2: 00000101”*.

Si noti ora una particolarità; se inviamo il comando di richiesta stato uscite a un indirizzo non corrispondente ad alcuna scheda di espansione a relè, riceveremo in risposta un SMS contenente una lettura casuale. Ciò deriva dalla

31 marzo - 1 aprile 2007
al CENTRO FIERE - VILLA POTENZA
MACERATA

orari: sabato 14,30 - 19,00
domenica 09,30 - 19,00

3° SALONE dell'ELETTRONICA abbinato alla 19ª edizione

con spazi dedicati:

- allo scambio del disco e CD
- a radio e grammofoni d'epoca
- all'elettronica in genere

organizzazione: SERVICE PROMOTION FESTIVAL

0733.63.73.13 - 335.373.156 - www.servicepromotion.it - info@servicepromotion.it

struttura delle schede FT473, nelle quali sul bus I²C si affaccia un PCF8574; ebbene, il nostro microcontrollore non può sapere quanti e quali I/O expander sono affacciati sul bus, perché non esiste una funzione che ne verifichi l'eventuale presenza. Per questo motivo il firmware del PIC18F2620 si limita ad impartire il comando di interrogazione e, non potendo sapere se la periferica risulta effettivamente sul bus, né ricevendo precise informazioni, viene ingannato da valori casuali che legge e riporta nell'SMS di risposta. Che volete, ognuno ha i propri limiti...

Quanto ai comandi di impostazione delle uscite, per le otto on-board i comandi preposti sono *OUTx:ON* e *OUTx:OFF*, a seconda che si voglia attivare o disattivare il canale indicato con *x*. Ad esempio, per attivare l'uscita 4 va inviato un SMS contenente *OUT4:ON*.

Esattamente come le uscite on-board, quelle poste sulle eventuali espansioni si comandano con gli SMS *EOUTex:ON* e *EOUTex:OFF*; la sintassi vuole che al posto della *e* (minuscola) si scriva il valore decimale dell'indirizzo dell'espansione di uscita su cui si trova il canale desiderato, espresso dalla *x*. Per esempio, l'attivazione dell'uscita 5 della terza espansione (address I²C-bus 011) si ottiene con il messaggio *EOUT35:ON*.

Va ora precisato che i comandi di attuazione delle uscite finora esposti riguardano la modalità bistabile: una volta eseguiti, l'uscita corrispondente rimane nello stato imposto fino ad un successivo comando che richieda il contrario, o fino allo spegnimento della scheda (se non è stato impostato il ripristino) o al reset totale. Ma le uscite on-board possono, per casi particolari, essere gestite in modalità impulsiva (monostabile), quindi assumere uno stato e conservarlo per un tempo ben definito, trascorso il quale tor-



Per il collegamento del modulo GSM/GPRS viene utilizzato un apposito connettore miniatura, per saldare il quale bisogna servirsi di un saldatore con punta molto sottile e filo di stagno da 0,5 mm. L'antenna è una pista del c.s. e va collegata al connettore mediante uno spezzone di coassiale terminante con uno spinotto FME.

nano com'erano prima. Occorre però fare attenzione a come il concetto di "monostabile" è stato implementato in questo telecomando: esso infatti ha l'effetto di invertire la condizione che l'uscita interessata presenta attualmente. Per esempio, intervenendo su un'uscita al momento attiva, la si disattiva fino allo scadere del tempo desiderato. Se, nel frattempo, giunge il comando bistabile *OUTx:OFF*, allo scadere dell'intervallo monostabile l'uscita non torna più attiva. Analogamente, se al momento della ricezione dell'SMS di comando impulsivo l'uscita corrispondente è a riposo, la stessa viene attivata; se, prima dello scadere del tempo impostato, il telecomando riceve il comando *OUTx:ON*, esaurito l'intervallo di attivazione monostabile, l'uscita rimane attiva. Il comando per l'inversione della condizione (monostabile) è *OUTx:ss* in cui *x* sta per il numero dell'uscita on-board sul quale si vuole intervenire ed *ss* per il tempo (tra 01 e 59) espresso in secondi, che deve durare il cambio di condizione logica. Per il modo bistabile è possibile memorizzare lo stato delle uscite on-board e di quelle delle espansioni, in modo che in caso di mancan-

za dell'alimentazione il telecomando possa ripristinare la condizione di ciascuna alla successiva accensione; il modo di ripristino delle uscite si imposta con il comando *RIP1* e, se già attivo, si disinserisce con *RIP0*. Il telecomando risponde con il messaggio: *Configurazione uscite: Ripristino relè abilitato* nel primo caso e *Configurazione uscite: Ripristino relè disabilitato* nel secondo.

Se non si conosce l'attuale stato della funzione di ripristino, si può interrogare il sistema con il comando *RIP?*; in risposta si ottiene il messaggio: *Configurazione uscite: Ripristino relè abilitato/disabilitato* a seconda della condizione attuale. Spiegati i comandi riguardanti le uscite, si può passare al set inerente agli ingressi, più complesso perché è possibile definire più parametri. Iniziamo con la richiesta dello stato degli input digitali on-board, cui corrisponde il comando *STAIID?*; il telecomando risponde col messaggio "*Stato ingressi: xxxxxxxx*", nel quale le *x* corrispondono agli input (a destra c'è il primo canale e a sinistra l'ottavo). Ad esempio, se il solo ingresso 1 è a livello basso, il testo è *Stato ingressi: 11111110*. Per conoscere la condizione degli ➤



Nel montare i componenti SMD bisogna tenere la punta del saldatore sui terminali per il tempo strettamente necessario; l'eccessivo riscaldamento, nel caso delle induttanze, porterebbe allo scioglimento dello smalto isolante che fa da guaina al filo, quindi alla riduzione dell'induttanza o al cortocircuito della bobina.

ingressi di una determinata espansione, si impartisce il comando *EINe?*, nel quale *e* sta per il numero dell'espansione (valore decimale dell'address I²C-bus); ad esso il telecomando risponde col messaggio *Stato ingressi espansione e: xxxxxxxx*, nel quale le *x* corrispondono ancora agli input (a destra c'è il primo canale e a sinistra l'ottavo). Ad esempio, se il solo ingresso 1 dell'espansione 2 è a livello basso, il testo è *Stato ingressi espansione 2: 1111110*.

Infine, per conoscere la condizione degli ingressi analogici, ossia il valore di tensione letto da ciascuno, si deve inviare un SMS con il comando: *STAIA?*, cui il telecomando risponde con il messaggio *Ingresso 1: xxx valore mV Ingresso 2: xxx valore mV*. Per la corretta interpretazione dei dati, si consideri che al posto delle tre *x* si trova (espressa in formato decimale) la lettura degli 8 bit dell'A/D converter e accanto il relativo valore in millivolt; la lettura è tra 0 e 255, corrispondenti ad un'escursione fra 0 e circa 3,6 V (ogni unità dell'A/D vale all'incirca 14 mV).

Per gli ingressi digitali on-board è possibile definire il livello logico da considerare condizione di allarme; lo si fa inviando il comando *LIVx:0* se si intende considerare lo stato basso quale allarme o *LIVx:1* qua-

lora a determinare l'allarme sia lo stato logico alto. Per *x* si intende il numero dell'input desiderato, quindi i comandi in questione possono essere differenti per ciascun ingresso (l'impostazione predefinita è 1 per tutti gli otto input). Ogni impostazione determina la risposta del telecomando, sotto forma di SMS contenente il testo: *Livello allarme ingressi INx(0/1)*, dove tra parentesi figura lo stato scelto per il rispettivo input digitale on-board.

Ai fini del teleallarme, il microcontrollore valuta il raggiungimento e non il permanere agli ingressi della condizione logica impostata da SMS: per esempio, *LIV2:1* impone che all'ingresso 2 l'allarme scatti al raggiungimento della presenza di tensione (stato logico alto). Ciò significa che qualora la variazione dello stato dell'ingresso fosse piuttosto frequente, continueremmo a ricevere SMS di segnalazione. Onde evitare continui invii di segnalazioni di allarme, abbiamo previsto un tempo di inibizione della lettura dopo la segnalazione di allarme; tale tempo (l'impostazione predefinita è 0 minuti) si definisce mediante l'invio del comando *INIBxmm*, nel quale *x* è il numero dell'ingresso cui l'impostazione si riferisce e *mm* il tempo scelto (da 00 a 59) espresso in minuti. Alla ricezione del comando, il telecon-

trollo risponde con il messaggio "*Tempi inibizione Inx: mm*", dove *x* sta per l'ingresso corrispondente al comando ricevuto e *mm* sono i minuti di inibizione impostati.

Durante il tempo di inibizione eventuali commutazioni non vengono considerate e non determinano alcun allarme. Scaduto l'intervallo di inibizione, un nuovo cambiamento dello stato logico determina l'invio del messaggio di allarme.

In ogni momento, se non si ricorda l'attuale impostazione del tempo di inibizione per gli ingressi digitali on-board, è possibile farne richiesta con il comando *INIB?*, al quale il telecomando risponde con un SMS contenente il testo "*Tempi inibizione IN1: mm.....IN8: mm*". Il messaggio riepiloga i tempi impostati per tutti gli ingressi, fermo restando che per quelli in cui al posto di *mm* vi è 00 non è stato definito alcun intervallo di inibizione.

Per gli input analogici, i comandi con cui definire i limiti della finestra di tensione oltre i quali si determina la condizione di allarme sono i seguenti: *INAUx:yyy* impone che l'ingresso *x* (che può essere 1 o 2) rilevi allarme quando la tensione letta dall'A/D converter supera il valore definito al posto di *yyy*; tale valore è espresso in centesimi di volt, quindi, ad esempio, 300 significa 3 V.

Invece, impartendo il comando *INADx:yyy* l'ingresso corrispondente determina allarme quando legge una tensione minore del valore *yyy* (espresso sempre in centesimi di volt).

Si noti che, volendo, è possibile utilizzare gli input analogici per rilevare il solo superamento della soglia superiore: basta inviare al telecomando un messaggio contenente il comando *INADx:000*. Ciò imposta a zero volt la soglia inferiore. Naturalmente bisogna, poi, definire la soglia superiore...

In ogni momento è possibile cono-

scere le soglie e il tipo di funzionamento scelto per gli ingressi analogici (allarme al superamento della soglia superiore o al raggiungimento di quella inferiore): basta interrogare il telecontrollo con l'SMS di comando *INA?*. Il messaggio che si ottiene in risposta contiene lo stato di ogni input, il tipo di soglia e il valore.

Anche per gli ingressi analogici è stato previsto un tempo di inibizione (l'impostazione predefinita è 0 minuti) definibile con il comando *INIBAx:mm*, dove al posto di *x* si mette 1 o 2 a seconda dell'input di cui si intende impostare il tempo, espresso in minuti (00÷59) scrivendolo al posto di *mm*.

Ogni impostazione determina, in risposta da parte del telecontrollo, un SMS di conferma contenente il testo: *Tempi inibizione IN analogico x:yy min*, dove *x* è il numero dell'ingresso corrispondente al comando e *yy* il tempo espresso con due cifre.

Per tutta la durata dell'intervallo di inibizione, il telecontrollo ignora le oscillazioni delle tensioni sugli input analogici ed eventuali nuovi raggiungimenti della situazione di allarme.

In ogni momento è possibile conoscere gli intervalli di inibizione eventualmente impostati: basta semplicemente interrogare il nostro telecontrollo inviandogli l'SMS di comando *INIBA?*, al quale corrisponde il messaggio di risposta *"Tempi inibizione IN analogico 1:yy min IN analogico 2:yy min"*.

La funzione di teleallarme, sia per gli ingressi digitali che analogici, può essere attivata o disattivata con comandi specifici: *ALLD:ON* e *ALLD:OFF* attivano e disattivano gli allarmi segnalati da linee digitali, mentre *ALLA:ON* e *ALLA:OFF* agiscono sulle due linee analogiche. Per impostazione predefinita, nessuno degli ingressi determina

allarme. È previsto anche un comando di interrogazione (*ALL?*) cui il sistema risponde con un SMS contenente il testo: *Allarme ingressi digitali abilitato/disabilitato Allarme ingressi analogici abilitato/disabilitato*. Naturalmente, per ogni tipo di input appare quella, tra le possibili condizioni (abilitato o disabilitato) attualmente in essere. Sempre restando in tema di allarme, possiamo analizzare la sintassi dei comandi che permettono di memorizzare o sovrascrivere il testo di ogni singolo messaggio di teleallarme; sono quindi possibili 10 messaggi: due per gli input ANALOG e otto per quelli digitali on-board. La sintassi per gli input digitali on-board è del tipo *TINn:xxxxxxxx*; per *n* si intende il numero dell'ingresso cui è riferito il messaggio,



mentre le *x* corrispondono al testo del messaggio, testo che deve avere una lunghezza non superiore ai 100 caratteri. Quanto agli input analogici, il comando di memorizzazione è *TINAn:xxxxxxxx*; per *n* si intende il numero (1 o 2) dell'ingresso cui è riferito il messaggio, mentre le *x* corrispondono al testo del messaggio, anche in questo caso di lunghezza non superiore a 100 caratteri. Per impostazione predefinita, il testo di tutti i messaggi di allarme è *ALLARME*. Ogni comando di modifica ricevuto viene conferma-

to, da parte del telecontrollo, mediante un "eco": il sistema invia, al numero che ha impartito il comando, un SMS contenente il testo del messaggio, come farebbe se si verificasse l'allarme correlato. Chiudiamo la panoramica sui comandi con quello che si invia per ripristinare nel telecontrollo le impostazioni di fabbrica (reset totale); è un SMS contenente il testo seguente: *RES;attpwd*. Anche in questo caso è prevista una risposta, del tipo: *Reset eseguito*.

Un'ultima considerazione sui comandi: il sistema accetta messaggi pluricomando, nel senso che in un SMS è possibile scrivere più comandi, anche di tipo differente; per esempio uno che riguarda l'aggiunta di un numero telefonico alla lista ed un altro che imposta la modalità di una delle uscite. Bisogna, però, rispettare una semplice regola: i singoli comandi devono essere separati da una virgola. Nel caso di SMS pluricomando, laddove tutti i singoli comandi o parte di essi prevedano una risposta, il telecontrollo genera e invia i corrispondenti SMS al numero di telefono origine del messaggio contenente i comandi. Ma attenzione che gli SMS spediti in risposta sono uno per ogni comando, indipendentemente dal fatto che i comandi siano stati inviati tutti con un unico messaggio. Per risparmiare denaro (cosa molto importante se nel telecontrollo è inserita una SIM ricaricabile) è possibile dire al dispositivo di non rispondere: basta iniziare il messaggio pluricomando con *RISP*. Il comando *RISP* si può inserire anche all'inizio di qualsiasi SMS contenente una singola impostazione; sortisce sempre l'effetto di non far partire la risposta da parte del telecontrollo.

Bene, con questo riteniamo di aver esposto e descritto in maniera completa ed esaustiva quanto basta per impartire correttamente i comandi ➤

al sistema; adesso non ci resta che affrontare la realizzazione del modulo base e di applicarlo nel quotidiano.

Realizzazione pratica

Dal punto di vista costruttivo, la realizzazione del telecontrollo non presenta particolari difficoltà, se non quelle inevitabili dovute alla presenza di componentistica a montaggio superficiale. L'elemento più critico, cioè l'antenna del modulo GSM/GPRS, è già realizzata da una pista del circuito stampato; quindi basta preparare la basetta ricorrendo alla tecnica di fotoincisione e seguendo fedelmente le tracce lato rame (si trovano sul nostro sito Web, www.elettronica.in.it) per averla pronta, già tarata e perfettamente accordata con la gamma di frequenze di lavoro della rete GSM/GPRS.

È tuttavia necessario sottolineare come questo non sia un progetto per neofiti o per appassionati alle prime esperienze: in particolare il montaggio del connettore del modulo GSM richiede una notevole abilità col saldatore, oltre che una buona... vista ed una mano ben ferma.

In questo caso consigliamo l'impiego di un saldatore di piccola potenza (20÷30 W) dotato di una punta molto sottile e ben pulita, nonché l'utilizzo di un filo di lega saldante da 0,5 mm di diametro. Il primo

componente da montare è proprio il connettore miniatura per il modulo GSM/GPRS che suggeriamo di posizionare ben centrato sulle piazzole corrispondenti e di fermare stagnando leggermente un elettrodo per lato; si raccomanda di prestare molta attenzione a non cortocircuitare, con lo stagno, contatti attigui che non devono essere uniti.

Nel caso che lo stagno abbia fatto un corto circuito tra pin adiacenti, bisogna eliminarlo con della treciola dissaldante o un succhiastagno, agendo delicatamente per evitare di strappare le piste, che sono molto sottili e delicate.

Utilizzate la stessa tecnica anche per gli altri componenti che presentano pin molto ravvicinati.

Completate le saldature e, accertato che non vi siano piazzole unite accidentalmente, si può passare al montaggio degli altri componenti, iniziando con quelli a più basso profilo e rispettando le polarità indicate nei disegni.

Si presti particolare attenzione a non surriscaldare i componenti, soprattutto quelli più piccoli, che si scaldano facilmente; allo scopo, tenete la punta del saldatore sui terminali per il tempo strettamente necessario. Sistemato il tutto bisogna inserire a fondo il modem cellulare GM862, mantenendolo perfettamente parallelo alla superficie del circuito stampato e stagnando le linguette di fissaggio, così da bloc-

carlo. L'antenna integrata va collegata al modulo Telit mediante un cavetto coassiale terminante da un lato con l'apposito connettore FME; l'altro capo del cavo va sguainato, quindi la maglia di schermo va raccolta attorno alla guaina e tagliata per evitare che tocchi qualche pista. L'anima del coassiale va stagnata sul punto più esterno della pista d'antenna. L'eventuale contenitore del telecontrollo deve essere in plastica e comunque non metallico, altrimenti farebbe da schermo elettromagnetico ed ostacolerebbe le onde radio, impedendo al cellulare Telit di comunicare. Si può usare un involucro metallico, ma bisogna portare all'esterno l'antenna, utilizzando un cavetto adattatore provvisto di connettore FME da fissare all'esterno di una parete. In ogni caso, la scatola va forata per rendere visibili i tre diodi luminosi, ma anche per far uscire i fili di collegamento alle morsettiere di ingresso ed uscita, quelli di alimentazione e il connettore RJ45 per la connessione con le eventuali espansioni. Per far funzionare il telecontrollo occorre un alimentatore capace di erogare da 5 a 32 volt ed una corrente di almeno 350 mA; connettendo una o più espansioni di I/O, la corrente richiesta aumenta in proporzione ai moduli aggiunti. In pratica, conviene utilizzare un adattatore da rete con uscita di 12 Vdc - 1 A.

Per il

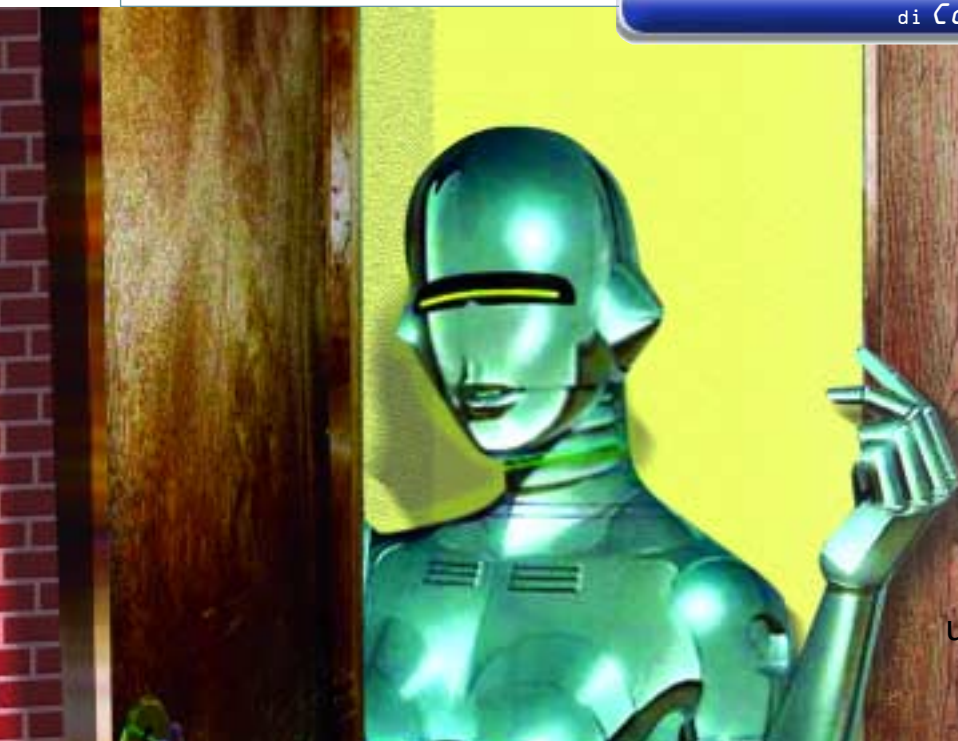
MATERIALE

Il telecontrollo multicanale (cod. TDG36) è disponibile sia in scatola di montaggio che già montato e collaudato al prezzo di 219,00 Euro. Le espansioni, in scatola di montaggio, con 8 uscite a relè (cod. FT473) costano 43,00 Euro, mentre le espansioni a 8 ingressi digitali (cod. FT488) costano 20,00 Euro. Tutti i prezzi si intendono 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>**

Introduzione alla automazione domestica

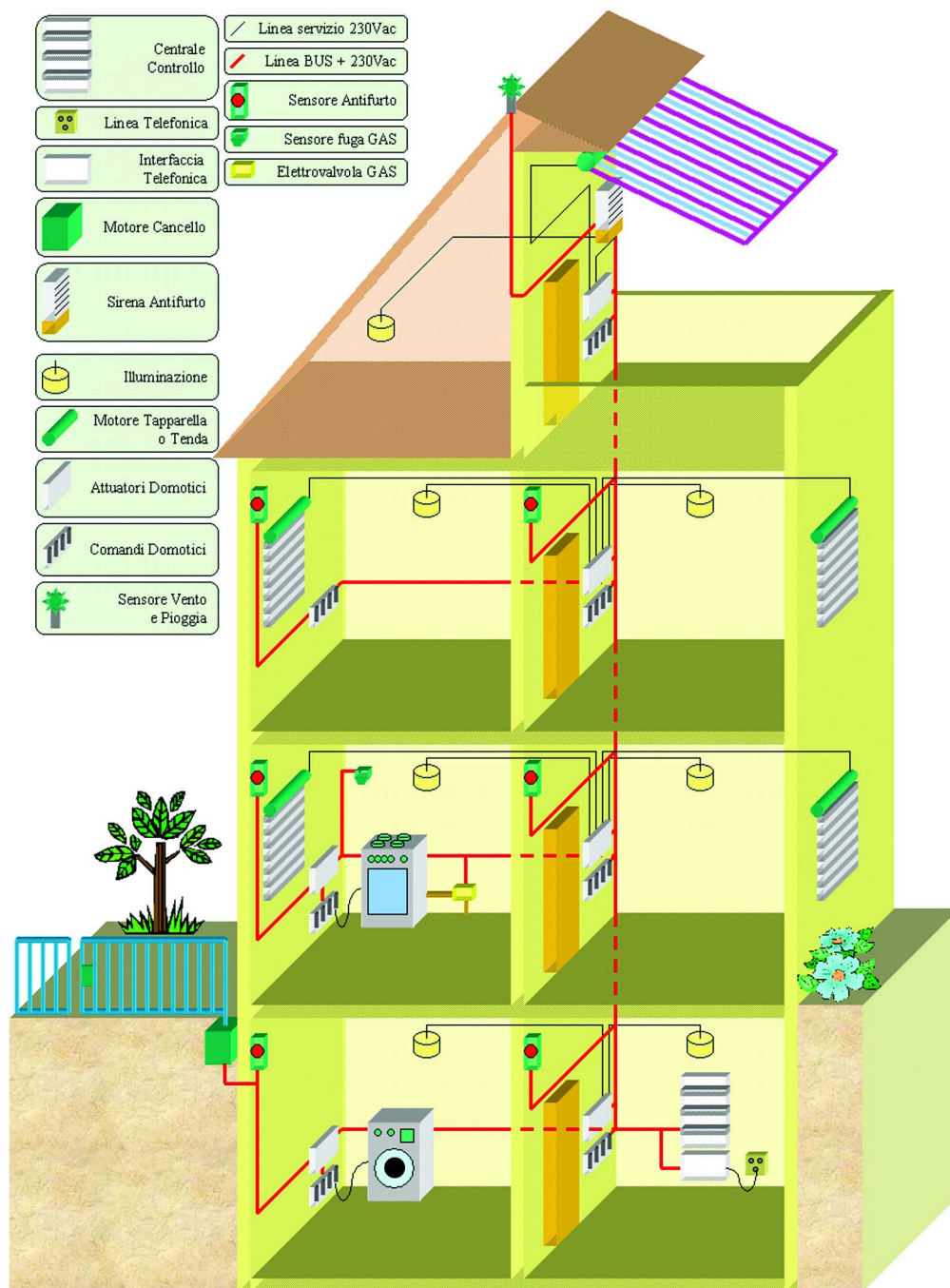
di Corrado Rossi



Dopo aver completato lo studio teorico del CAN Bus, vediamo come questo protocollo viene sfruttato in alcuni sistemi commerciali per trasformare una casa tradizionale in una casa domotica con una serie di nuove funzionalità che rendono la vita più confortevole e sicura. Per le applicazioni pratiche utilizzeremo i moduli Velbus e alcuni circuiti originali da noi progettati.

Negli undici fascicoli precedenti ci siamo occupati in maniera approfondita del protocollo CAN Bus dal punto di vista teorico, presentando anche il progetto di una Demoboard con la quale verificare le varie funzionalità hardware ed il firmware utilizzato per programmare i vari dispositivi. Mentre il lettore assetato di sapere tecnologico, alla fine del Corso, avrà sicuramente appreso tutti i concetti teorici, il lettore più orientato alla pratica che alla teoria, dopo essersi esercitato sulla Demoboard, sarà sicuramente impaziente di trasferire nella pratica quotidiana le nozioni acquisite. Per questo

motivo, dal presente fascicolo, iniziamo a proporre una serie di articoli dedicati a questo argomento utilizzando alcuni moduli CAN Bus disponibili in commercio. Poiché il Corso sul CAN Bus era imperniato attorno alla soluzione CAN di Microchip, per le nostre sperimentazioni e realizzazioni abbiamo optato per l'utilizzo della serie di moduli Velbus, una nuova famiglia di prodotti per applicazioni domotiche prodotta da Velleman, basata sull'impiego di microcontrollori e sistemi CAN Bus di Microchip. Velbus, come vedremo meglio in seguito, comprende una completa gamma di



moduli per le applicazioni più comuni alla quale si aggiungeranno nei prossimi mesi altri nuovi dispositivi.

Domotica, un neologismo sempre più diffuso

Se andassimo a cercare in un vocabolario abbastanza recente il significato del termine “domotica” troveremmo molte informazioni sia

sul significato della parola stessa sia sulle applicazioni relative. La parola “domotica” è la traduzione dell’acronimo inglese che contrae “Domestic Automation” e che si riferisce a quelle tecnologie e applicazioni atte a migliorare la qualità della vita negli ambienti domestici e più in generale negli edifici in cui l’uomo vive e lavora. La domotica ha quindi lo scopo di studiare stru-

menti e strategie per:

- migliorare la qualità della vita di tutte le persone, specie di quelle appartenenti alle fasce più deboli;
- migliorare la sicurezza sotto tutti i punti di vista limitando gli effetti dannosi degli strumenti e delle tecnologie utilizzate;
- risparmiare energia operando sul controllo degli sprechi e proseguendo nella riduzione dei consumi;



MY HOME BTICINO

Soluzione molto potente e completa, rappresenta al meglio sia l'intelligenza centralizzata che l'intelligenza distribuita.

Essa è stata infatti progettata per indirizzare contemporaneamente tutte le funzioni di un impianto di automazione domestica facendo condividere a tutti i nodi lo stesso bus; è completamente telegestibile e raggruppa in sé tutto quanto descritto nell'articolo.

Dal punto di vista della sicurezza integra un vasto numero di funzioni e periferiche: antifurto, anti-intrusione, allarme per fughe di gas, allagamenti e black-out. Dispone inoltre di funzione di telesoccorso per persone con difficoltà motorie e disabili, videosorveglianza, controllo di sovraccarichi e black-out tramite periferiche specifiche. Altre funzioni aggiuntive riguardano l'apertura di tapparelle e l'accensione luci in caso di allarme intrusione (per disorientare il malintenzionato).

La parte di comunicazione è molto completa: rete dati, telefonica, citofonica integrate. Il videocitofono è l'interfaccia sia telefonica che citofonica. Altre particolarità riguardano la condivisione di computer e periferiche, il controllo di clima e risparmio energetico, il controllo dell'illuminazione e la diffusione audio HiFi. Sono possibili automatismi generali ed individuali (il tutto senza trascurare la componente risparmio) la gestione dei carichi massimi e la ripartizione dei carichi per fascia oraria ed in

ordine di importanza definibili da utente con conseguente eliminazione del rischio di black-out per superamento del limite contrattuale di carico.

E ancora alto livello di controllo su tutta la casa con attuatore semplice di carichi tramite linea telefonica e comunicatore per interfacciamento Web e dati con Web server video per videocontrollo da remoto. My Home Server è il software per la telegestione completa da remoto. Tutti gli elementi che compongono MyHome di Biticino sono gradevoli e possono essere piacevolmente integrabili in ogni ambiente.

BY ME VIMAR

Altra soluzione molto potente e completa, dotata di tutte le funzionalità e servizi offerti dalla concorrenza.

Anche By Me è stata progettata per indirizzare contemporaneamente tutte le funzioni di un impianto di automazione domestica facendo condividere a tutti i nodi lo stesso bus Konnex (EIB/KNX, conforme allo standard EN50090); è completamente telegestibile e raggruppa in sé tutto quanto descritto nell'articolo.

La gamma di prodotti è molto vasta. Centrali da incasso e da parete, videocitofonia, automazione, anti intrusione, controllo accessi. Per molti di essi è disponibile l'opzione di scelta tra montaggio ad incasso, a parete o a guida DIN.

- semplificare la progettazione, l'installazione, la manutenzione e l'utilizzo della tecnologia con conseguente riduzione dei costi.

Utilità della Domotica

Se ne dovessimo parlare con i nostri nonni, per i quali, probabilmente, una o due prese di corrente ed una lampadina hanno rappresentato un cambiamento epocale, sicuramente non riusciremmo a convincerli delle molteplici possibilità offerte da questa nuova tecnologia. Anche perché, i nostri nonni ci potrebbero obiettare di essere nati, cresciuti e invecchiati senza molti "artefizi tecnologici"!

Se tutto ciò, da un certo punto di vista è vero, non possiamo non considerare che da allora molte cose sono cambiate: l'impianto elettrico si è ampliato, anche grazie alla spinta fornita dai prodotti di consumo; il camino e la stufa a legna, una volta indispensabili per cucinare e scaldarsi, oggi sono per lo più

oggetti d'arredamento, sostituiti da impianti di riscaldamento e cucine alimentate con il gas, che arriva direttamente nelle nostre case. Il miglioramento del tenore di vita e l'abbassamento dei costi dei dispositivi elettronici hanno portato ad una capillare diffusione dei sistemi d'allarme e anti-intrusione. Analogamente anche gli impianti di condizionamento e climatizzazione, specie negli ultimi anni, sono diventati oggetti d'uso quotidiano. Per non parlare della diffusione di internet che ha rivoluzionato il nostro modo di lavorare, studiare e vivere la realtà di ogni giorno: servizi quali l'home shopping, l'home banking, la posta elettronica ed altri ancora fanno ormai parte della quotidianità.

La gestione razionale di tutte queste risorse è l'essenza stessa della domotica.

Va da sé che se tutti i sistemi presenti in una casa continuassero a restare indipendenti, oltre ad uno

spreco di risorse energetiche (ogni centralina, anche se inattiva è comunque alimentata) ci sarebbe un utilizzo ingiustificato di spazio e un aumento della probabilità di guasto.

Pensiamo invece a come potrebbero coesistere ed interagire gli elementi attivi di una tipica casa, elementi che andiamo ad analizzare tra breve. A tale proposito ricordiamo che un elemento attivo assorbe energia per restituirla sotto altra forma a discapito di un rendimento. *Impianto elettrico.* Più o meno complesso e sempre presente, ad esso sono collegati gli elettrodomestici il cui consumo può variare da pochi watt (abat-jour, caricabatteria del cellulare, ecc) a qualche kilowatt (lavatrice, stufa elettrica, scaldabagno, ecc).

Bene. Sappiamo tutti cosa succede se si accende la lavatrice mentre si sta stirando o usando il forno, oppure un asciugacapelli: il consumo di questi elettrodomestici, sommato a

Le diverse combinazioni possono generare sistemi interagenti per anti intrusione, controllo accesso, controllo climatico, automazione statica e dinamica (tapparelle, luci...) e videocitofonia. Particolare cura, oltre che nelle funzionalità, è stata posta nell'estetica degli elementi a vista, che risultano molto gradevoli e piacevolmente integrabili in ogni ambiente.

Il sistema è aperto a tutti i produttori di sistemi domotici che abbiano scelto come bus il Konnex.

Se opportunamente utilizzato (ed il sistema ne offre tutte le possibilità!) la versatilità e la potenza di questo sistema sono praticamente illimitate nell'ambito sia di casa che di ambienti pubblici di qualsiasi dimensione.

SERIE 90 EIB E SERIE CHORUS EIB GEWISS

Gewiss concettualmente segue due linee di progetto: una linea da installazione su guida ad omega DIN (Serie 90 EIB) ed una linea da installazione ambiente (la serie Chorus EIB), esattamente come le altre concorrenti, entrambe basate sul bus Konnex.

Di fatto, la SERIE 90 EIB (piuttosto simile alla nostra linea Velbus) fornisce un vasto numero di elementi, modulari (guida EN 50022) e non, che comprende alimentatori, interfacce RS232 e USB, sistemi di gestione pulsanti (sia per guida che a incasso) sia a tensione di rete che a tensione di logica interna,

sistemi di attuazione a relé, automatismi per tapparelle, dimmer e ballast, ingressi analogici, moduli di uscita a tensione proporzionale per attuazione di servomotori. Per l'interazione con l'ambiente è disponibile una vasta serie di sensori pioggia, luce e crepuscolari, velocità del vento, temperatura, movimento PIR, corrente assorbita, fumo, sia per interno (dove applicabile) che per esterno.

Per interagire con l'uomo, sono disponibili oltre ai dispositivi di controllo già descritti, tastiere e controlli remoti, orologi programmatori, display ad incasso e terminali di accesso telefonico unitamente a terminali computerizzati evoluti dotati anche di touch screen.

Infine, tutta una serie di accessori per montaggio meccanico, ed in linea di massima, tutta la fornitura di prodotti che fanno parte sia della serie Chorus che della serie 90.

Gewiss 90 EIB realizza in maniera efficiente, espandibile e flessibile il concetto di intelligenza distribuita e l'ampio numero di periferiche e sensori consente una facile apertura verso sistemi di altre marche.

Chorus EIB aggiunge l'elemento raffinato e tecnologicamente evoluto per interagire con l'ambiente e con l'uomo. Si potrebbe affermare che hanno fatto della semplicità e del design i punti di forza, essendo le due linee tanto flessibili quanto potenti e raffinate.

quello dei dispositivi sempre accesi, fa scattare il contatore.

Non sarebbe comodo avere un sistema intelligente in grado di far funzionare i carichi ad alto assorbimento in fasce orarie differenziate, ad esempio forno di giorno e lavatrice di notte? Sicuramente tale sistema non potrebbe prescindere dal nostro buon senso, ma ci eviterebbe di dover uscire per strada con accappatoio e capelli bagnati, magari d'inverno, per riarmare il contatore.

Impianto gas per riscaldamento e cucina. La soluzione più diffusa, oggi è sicuramente l'impianto a metano, dove normalmente possiamo identificare differenti elementi di controllo: uno o più cronotermostati, di solito collegati via filo (ultimamente anche via radio) a una o più elettrovalvole di zona o alla pompa di circolazione. In caldaia possiamo identificare ulteriori elettrovalvole di sicurezza, con lo scopo di evitare pericolose fughe di

gas e fastidiose perdite d'acqua. Molte caldaie di ultima generazione sono dotate anche di una interfaccia telefonica che manda messaggi di allarme in caso di eventi pericolosi e blocco caldaia, oppure richieste di intervento tecnico.

In cucina, infine, possiamo trovare dei sistemi composti da sensori di gas collegati ad elettrovalvole: a fronte di fughe di gas il sensore chiude l'elettrovalvola del metano evitando la saturazione dell'ambiente e riducendo il rischio di esplosioni e asfissia.

Impianto idrico. Forse è quello più povero di contenuti tecnologici, ma ad esso può far capo un impianto di irrigazione, sicuramente gestito da una centralina elettronica.

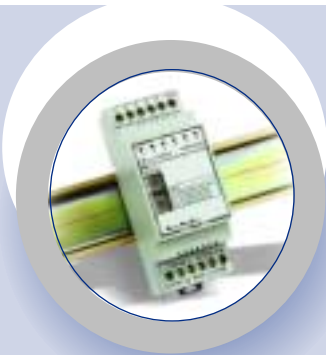
Allarme anti-intrusione. Di diverse forme, tecnologie, concetti, marche, ma alla fine sempre e comunque dotato di una centralina di controllo ed una serie di elementi collegati via filo o via radio (tastiere, inseritori, sensori, schede di espan-

sione ingressi e uscite), ed un elemento di comunicazione verso il mondo esterno per la trasmissione dell'allarme.

Impianto telefonico. Composto da uno o due telefoni, sempre più frequentemente coesiste con un accesso internet a larga banda (ADSL). Esso rappresenta il più diffuso punto di accesso al mondo esterno con implicazioni a tutt'oggi ancora da scoprire.

Servizi ausiliari. Fanno parte di questa categoria le automazioni per il controllo di cancelli elettrici, basculanti, tapparelle, tende da esterno, abbaini, etc. Ognuna di esse ha una propria centralina e dei sensori costantemente accesi. Probabilmente, in una abitazione standard, troviamo almeno tre centraline di questo tipo sempre accese, ognuna delle quali svolge il proprio compito in maniera autonoma, senza alcuna possibilità di comunicazione con le altre. Allo stesso modo potremmo accorgerci di ➤

Elementi di comando



VMB6IN: gruppo pulsanti su guida DIN.

Consente di gestire fino a 6 pulsanti (od eventualmente gruppi di pulsanti), la cui attivazione consente di inviare sul bus il comando corrispondente. Gli elementi di attuazione (dovunque essi siano) associati ai vari pulsanti leggeranno il dato in transito sul bus, e dopo averlo interpretato, reagiranno di conseguenza. Ogni singolo pulsante può essere programmato per attivarsi rapidamente (antirimbato a 65 msec) o per reagire dopo una pressione prolungata selezionabile in 1, 2 e 3 secondi.

Dotato di LED di segnalazione di stato sia del pulsante che della rete dati, può essere indirizzato scegliendo tra 252 indirizzi possibili (F0, F1, F2 e F3 sono indirizzi riservati alla programmazione). Presenta un consumo tipico di 10-30 mA (130mA max. @ 18V con tutti i pulsanti premuti).

VMB8PB: gruppo pulsanti nudo, per integrazione in scatole porta-prese a muro.

Questa unità è concettualmente identica al VMB6IN, a parte alcune piccole differenze strutturali:

- gestisce fino ad 8 pulsanti o gruppi pulsanti.
- è sprovvisto di contenitore, per facilitarne l'integrazione in strutture pre-esistenti.
- non ha LED di stato del pulsante a bordo ma li può gestire tramite la stessa linea di controllo dei pulsanti che potrebbero a loro volta avere il LED inglobato.
- ha solo due morsettiere (BUS e ALIMENTAZIONE); i pulsanti si collegano tramite connettore pre-cablato in dotazione.

Ha un consumo tipico di 15 mA in stand-by e 30 mA con tutti i LED accesi. Si indirizza esattamente come il VMB6IN, essendo un derivato.



avere in casa un accesso PSTN per il telefono, un accesso ADSL per internet, ed un comunicatore GSM per l'anti-intrusione. Tre punti di accesso col mondo ai quali non abbiamo mai prestato particolare attenzione.

Ancora, i cronotermostati non sono delle piccole centraline specializzate? Ed i sensori di gas?

Chi direbbe che dispositivi tecnologici così sofisticati in grado di svolgere funzioni anche molto complesse non prevedano la possibilità di comunicare tra di loro al fine di ridurre i consumi, semplificare i cablaggi e migliorare e incrementare le funzionalità di casa? Nessuno. Eppure nonostante le cose stiano lentamente cambiando, oggi è ancora così.

Unificando tutti i sistemi tramite un ipotetico metodo di collegamento, le possibili funzionalità del loro insieme aumenterebbero sensibil-

mente. Facciamo alcune ipotesi abbastanza verosimili: in caso di fuga di gas il sensore preposto determina la chiusura dell'elettrovalvola, ma contemporaneamente potrebbe comandare un attuatore per togliere la corrente in quel locale (nessuna potenziale scintilla da interruttore e quindi nessuna esplosione), attivare una ventola di aspirazione, far aprire una finestra ed, infine, richiedere al comunicatore di inoltrarci un messaggio di allarme. Un altro esempio riguarda la sorveglianza domestica: sempre più spesso la casa resta incustodita per molte ore della giornata, e l'unico elemento vigile, il più delle volte, non è il cane bensì l'antifurto. Ma la sua centralina, oltre ai sensori anti-intrusione, potrebbe anche controllare sensori di temperatura esterna ed interna, di luce, di umidità e di vento. Non sarebbe difficile per essa decidere di chiudere

tutte le tapparelle quando scende la notte o quando si abbassa la temperatura, facendo nel contempo partire il riscaldamento; ed altrettanto facile sarebbe chiudere le tende da esterno in caso di vento o pioggia.

Dai due precedenti esempi, si evince come la domotica possa unificare tutte le specializzazioni dei sistemi domestici per fare in modo che essi cooperino ed interagiscano: chiudere tutte le tapparelle contemporaneamente premendo un solo pulsante non è più una cosa impensabile così come non è più impensabile che al nostro arrivo il sistema domotico ci riconosca automaticamente aprendoci il cancello d'ingresso, attivando le luci del giardino e facendo scattare l'elettroserratura della porta di casa.

E pensare che oggi la domotica è vista solo come uno status symbol! Questo nuovo modo di considerare le risorse tecnologiche presenti all'interno della nostra abitazione è utile per infinite ragioni: migliora la qualità della vita rendendo confortevole, accogliente, luminoso, sicuro e comunicativo ogni ambiente, integrando ogni funzionalità anche dal punto di vista architettonico e del design e congegnando tutte le parti, in modo che ogni azione possa essere eseguita, semplicemente e senza fatica, indipendentemente dal sesso, dall'età o dalla inabilità del soggetto che la esegue. È un investimento economico che fa risparmiare tempo e danaro perché semplifica e velocizza l'installazione degli impianti elettrici, di illuminazione, video-citofonici, automazione cancelli e box, ricezione TV, antifurto e quant'altro; inoltre consente di ridurre sensibilmente il numero di cavi implementando nuove funzionalità, che a loro volta ci permettono di ridurre sprechi e consumi e quindi il peso delle bollette. Solo con la domotica si può ottenere un reale risparmio che consiste nel consumare meno a

parità di risultati oppure ottenere risultati superiori a parità di spesa. È anche un investimento sulla nostra incolumità perchè i vari sistemi di sicurezza rilevano fughe di gas, corto circuiti, fumo, fuoco o allagamenti e intervengono chiudendo i relativi rubinetti; lavatrice e lavastoviglie vengono avviati in nostra assenza per limitare l'esposizione ai campi elettromagnetici a bassa frequenza e uno alla volta per non far scattare il contatore per sovraccarico. Per lo stesso motivo, la camera da letto potrebbe essere completamente isolata durante il nostro sonno e soprattutto quello dei nostri bambini o degli anziani. È un investimento sulla sicurezza dato che un sistema antifurto intelligente non è mai spento ma è progettato per proteggere innanzitutto le persone; quando usciamo saranno protetti gli oggetti e la casa, quando ritorneremo saremo protetti noi e i nostri cari. E quando siamo in vacanza le luci, il televisore e l'impianto hi-fi simulano la nostra presenza; addirittura potremmo rispondere - nonostante la distanza - al citofono e al telefono con il nostro cellulare. Con quest'ultimo, oltre che - a maggior ragione - con una connessione internet, potremmo tenere sotto controllo audio/video i locali e gli spazi adiacenti alla nostra casa.

È un investimento tecnico e la personalizzazione non è più un problema: chi predispone i propri impianti con questa logica si prepara nel modo migliore per il futuro. Se ben studiato, un sistema domotico, è in grado di adattarsi successivamente anche a un cambiamento strutturale o di arredamento.

Alla luce di quanto precedentemente esposto, appare evidente una cosa estremamente importante: la domotica deve essere al servizio dell'uomo e coesistere con esso 24 ore su 24. Non è quindi possibile prescindere da una serie di peculiari-

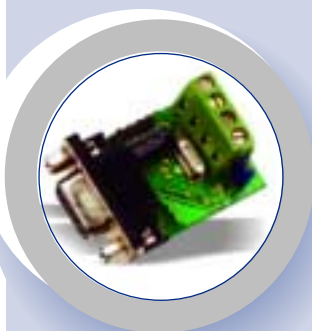
rità la cui importanza è stata offuscata dalle tecnologie di consumo a basso costo. Ci riferiamo ovviamente alla sicurezza ed alla affidabilità. Una centralina deve consentirci di rientrare a casa aprendo il cancello elettrico sia in presenza di fulmini e tuoni che col caldo torrido estivo, mentre un sensore di gas deve impedirci di cucinare o di accendere la luce quando c'è realmente metano nell'aria. Quindi, in generale, un sistema domotico deve essere, oltre che funzionale, anche affidabile, robusto e duraturo.

Ma deve essere anche di facile utilizzo: non si può assolutamente pensare che nelle case "domotiche" possano vivere solamente ingegneri. Tutt'altro. Una casa domotica ben congegnata e tecnologicamente sicura ed evoluta deve disporre di sistemi di controllo semplici e intuitivi, in altre parole deve essere alla portata di tutti. L'appassionato di hi-tech, se vorrà, potrà successivamente installare un pannello di controllo computerizzato che sarà di suo esclusivo dominio. Un'altra caratteristica fondamentale coinvol-

ge i concetti di flessibilità ed espandibilità: la tecnologia si evolve continuamente e non è pensabile che ogni due o tre anni si debba stravolgere quanto appena realizzato per aggiungere nuove funzionalità. La soluzione consiste nel mantenere sempre presenti delle "porte di interconnessione", o interfacce, nella struttura preesistente, in modo che la casa domotica, sin dall'inizio, non precluda alcuna via d'accesso a tecnologie e servizi futuri. Deve essere anche discreta o, meglio, non invasiva: le persone che vivono in una casa domotica, devono avere la percezione di un ambiente tradizionale, in cui le comodità e i servizi siano sempre presenti e pronti ad intervenire ad ogni richiesta, ma ben celati: solo a pochi appassionati di hi-tech potrebbe far piacere di avere il salotto stile "Space Shuttle".

I sistemi elettronici per uso domestico che tutti conosciamo e utilizziamo sono ormai prossimi ad una svolta decisiva verso l'unificazione per l'integrazione delle funzionalità più disparate. In un prossimo futu- ➤

Elementi di comunicazione



VMB1RS: punto d'accesso alla rete con interfaccia RS232 full duplex.

Svolge la funzione importante di "aprire" la rete Velbus ad elementi di controllo esterni alla rete stessa, come ad esempio un personal computer dotato di seriale, od eventualmente una centralina di controllo di altro tipo.

Consuma tipicamente 17 mA ed è dotato di LED di segnalazione per alimentazione, traffico dati in RS232 e traffico dati su BUS. Il BUS e la RS232 sono galvanicamente isolati tra loro.

VMB1USB: punto d'accesso alla rete con interfaccia USB 2.0 full speed (12Mbit).

Come il VMB1RS, svolge la funzione importante di "aprire" la rete Velbus ad elementi di controllo esterni alla rete stessa, come ad esempio un personal computer dotato di porta USB, od eventualmente una centralina di controllo di altro tipo.

Assorbe tipicamente 13 mA dal BUS e 35 mA dalla porta USB host a cui è collegato.

Dotato di LED di segnalazione per alimentazione, stato porta USB e traffico dati su BUS, è riconosciuto da Microsoft Windows in quanto basato su driver Microsoft usbser.sys.



Elementi di alimentazione



VMB3PS: unità di alimentazione esterna

Di tutta la famiglia questo è l'elemento più semplice, in quanto il suo unico ma fondamentale scopo è quello di fornire alimentazione a tutta la rete. Dispone di tre uscite indipendenti da 12 Vdc 1 Amax, protette da corto circuito.

Necessita di un trasformatore esterno che può essere:

- a singola uscita 12 Vac 3 A
- a doppia uscita 12Vac 1,5 A

È provvisto di LED di segnalazione per le tensioni sia di ingresso che di uscita. È buona norma proteggere sempre sia il trasformatore che l'unità di alimentazione tramite un interruttore magneto-termico.

ro, sicuramente non molto lontano, apparecchiature quali l'antifurto, l'apricancello, o l'impianto di irrigazione si andranno sempre più integrando, perlomeno dal punto di vista della gestione delle funzioni. Ed allora non apparirà strano pensare di programmare tramite gli stessi pulsanti o la stessa tastiera una sola centralina, la quale sarà elemento di controllo tanto per irrigare il giardino quanto per proteggere la casa durante la nostra assenza, tanto per aprire cancello, garage e tapparelle, quanto per controllare le fughe di gas, tanto per controllare temperatura, luce e consumi quanto per gestire la differenziazione dei consumi e dei bilanci energetici.

Alla fine di questa lunga carrellata vogliamo fare un breve cenno al concetto di intelligenza centralizzata e intelligenza distribuita. Fino ad ora abbiamo parlato di soluzioni in cui un'unica centralina è potenzialmente in grado di governare tutti gli automatismi di casa nostra: questa soluzione ovviamente manifesta esplicitamente il concetto di intelligenza centralizzata e, partendo dall'affidabilità come una delle linee guida della domotica, essa non rappresenta una limitazione perché si tratta di una scelta che riguarda l'architettura del sistema. Ma poiché ogni elemento di controllo o comando oggi è comunque dotato di un microprocessore programmato per eseguire un lavoro specializ-

zato, si può pensare che, comunque, lungo tutta la rete domotica, esista una sorta di micro intelligenza distribuita, che svolge lavori specializzati e che può normalmente operare in maniera autonoma, potendo però all'occorrenza interagire con un'intelligenza superiore centralizzata.

Ed è proprio quest'ultima tipologia ad offrire le maggiori doti di versatilità, sicurezza ed affidabilità, garantendo alle micro intelligenze locali l'autonomia e l'indipendenza necessarie, tanto durante il normale funzionamento di routine, quanto

durante eventuali manutenzioni ordinarie e straordinarie, ed all'intelligenza centralizzata la supervisione di sistema e la sicurezza necessaria, esattamente come in un formicaio. Ogni formica (nodo) esegue bene il proprio compito (intelligenza distribuita) condividendo con le altre solo i percorsi (bus) ma all'occorrenza (supervisione da intelligenza superiore) può cooperare con altre formiche addette ad attività differenti (interoperabilità ed unificazione).

La ormai consolidata e nota propensione alla divulgazione tecnologica che da sempre contraddistingue la nostra rivista non ci consente di farci cogliere impreparati dalla domotica che sta ormai bussando alle porte di tutti, ed è per questo che, come già anticipato all'inizio di questo articolo, presenteremo alcuni progetti per l'automazione domestica utilizzando una nuova linea di prodotti specifici appartenenti alla famiglia Velbus, basati su CAN bus e prodotti da Velleman (la cui nuova sede è stata completa-

Elementi di attuazione



VMB1BL: unità di controllo per servizi motorizzati (tende da sole, tapparelle, porte, cancelli) a singolo canale.

Dotata di comando a doppio relè (5A @ 230Vac), essa può operare tanto in modalità autonoma, quanto comandata da remoto. Tramite due pulsanti (o gruppi di pulsanti) UP/DOWN può comandare direttamente da locale lo stato del motore, sia in modalità automatica che impulsiva. Inoltre è in grado di memorizzare fino a 12+12 pulsanti UP/DOWN e 12+12 pulsanti UP/DOWN immediati (con priorità rispetto a quelli locali) distribuiti sulla rete. In automatico, il tempo di eccitazione dei relè è selezionabile tra 15, 30, 60 e 120

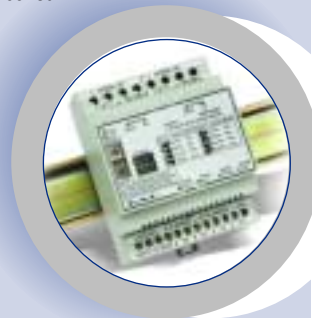
secondi. Dispone di 252 possibilità di indirizzamen-

to (C1, D1, E1 e F1 riservati per programmazione) e tipicamente consuma 15 mA in stand-by e 95 mA a relè eccitati e pulsanti premuti.

VMB2BL: unità di controllo per servizi motorizzati (tende da sole, tapparelle, porte, cancelli) a doppio canale.

Funzionalmente identica alla VMB1BL, ma a doppio canale. Dispone di 248 possibilità di indirizzamento (C1, D1, E1, F1, C2, D2, E2 e F2 riservati per programmazione) e tipicamente consuma 50 mA in stand-by e 205 mA a relè eccitati e pulsanti premuti.

Entrambi i moduli sono dotati di LED per la segnalazione dello stato dell'alimentazione, del bus, dei pulsanti e del relè.



mente cablata con questi moduli). Anche altre aziende, italiane e straniere, alcune anche molto blasonate, stanno producendo apparecchiature per automazione domestica enfatizzandone giustamente prestazioni e caratteristiche, anche se spesso nelle brochure non approfondiscono con la stessa enfasi l'aspetto economico. Noi non abbiamo intenzione di metterci in concorrenza con questi giganti ed abbiamo scelto la linea più adatta al nostro target di lettori, ovvero agli appassionati di autocostruzione e di "fai da te" puntando su una linea che, come vedremo proseguendo nella lettura, presenta tutti i punti di forza che un sistema per domotica deve avere: è versatile, flessibile, facile da programmare ed usare, aperta ad applicazioni future, non invasiva, alla portata di tutti, sia sotto il profilo tecnico che per quello economico.

Generalità di VelBus

Anche se lo abbiamo già detto nel corso di questo articolo, talvolta "repetita iuvant": abbiamo scelto Velbus di Velleman oltre che per le prestazioni intrinseche, anche perché tutta questa linea utilizza le soluzioni tecnologiche al centro del nostro Corso sul CAN bus appena concluso.

Siamo dunque pronti per le presentazioni ufficiali della famiglia Velbus. Come in tutte le soluzioni domotiche presenti sul mercato,



anche in Velbus possiamo distinguere dei blocchi isofunzionali, ovvero degli elementi che, per quanto di forma e funzioni differenti, concettualmente svolgono lo stesso tipo di lavoro.

Elementi di attuazione.

Comandano fisicamente un'azione verso un servizio (ad esempio, il timer luci scale è un servizio).

Elementi di comando.

Ricevono un'istruzione esterna, dall'uomo o da una

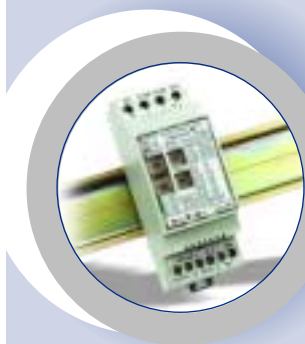
macchina e trasformano questo comando in una istruzione esecutiva per gli elementi di attuazione (il pulsante del timer luci scale è un comando).

Elementi di comunicazione. Consentono a sistemi di supervisione e controllo remoti o esterni alla rete di entrare nella rete stessa con la quale poi possono interagire.

Elementi di alimentazione. Hanno il compito di alimentare la rete, garantendo comunque sicurezza ed affidabilità, oltre che consumi ridotti.

Fatta eccezione per l'alimentatore, che ovviamente fornisce l'energia, tutti gli elementi Velbus sono alimentati con una tensione continua ➤

Elementi di attuazione



VMB1RY: unità di attuazione a relè per carichi statici (lampade o interruttori di comando).

Il relè è dotato di protezione ai transienti di extra tensione, e può operare in 10 modi operativi differenti: Monostabile, ON/OFF, Start/Stop Timer, Controllo luci scala, Timer non retriggerabile, Spegnimento o accensione ritardata, Timer su rilascio pulsante, Lampeggiatore temporizzato, Doppio timer. Per ogni modo operativo sono selezionabili 16 tempi di intervento differenti (9 tempi per timer2), riportati sia nel manuale che sul contenitore. Controllabile sia da pulsante (o gruppo pulsanti) locale, che da remoto via BUS, nel cui caso può memorizzare fino a 7 differenti pulsanti o gruppi. Dispone di 248 possibilità di indirizzamento (81, 91, A1, B1, C1, D1, E1 e F1 riservati per programmazione) e consuma tipicamente 15 mA in stand-by e 75 mA a relè attivo e pulsante premuto.

VMB4RY: unità di attuazione a relè a 4 canali.

Funzionalmente è identico al VMB1RY, e quindi per esso si applicano tutte le stesse funzioni, con la sola basilare differenza che si hanno 4 relè nella stessa unità. Dispone di 224 possibilità di indirizzamento (lasciamo alla consultazione del relativo manuale per l'identificazione degli indirizzi riservati per programmazione) e consuma tipicamente 50 mA in stand-by e 285 mA a relè attivi e pulsanti premuti.

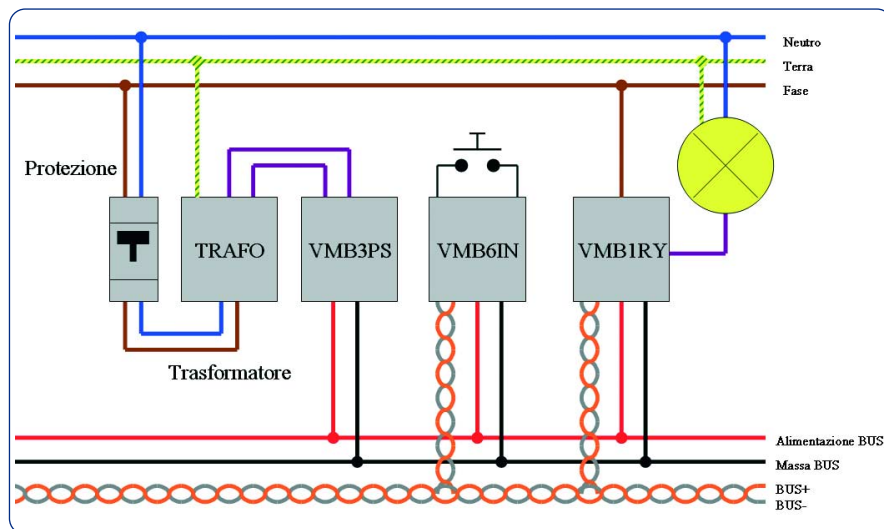
Entrambi i moduli sono dotati di LED per la segnalazione dello stato dell'alimentazione, del bus, dei pulsanti e del relè.



VMB1DM: unità di controllo luminosità (DIMMER).

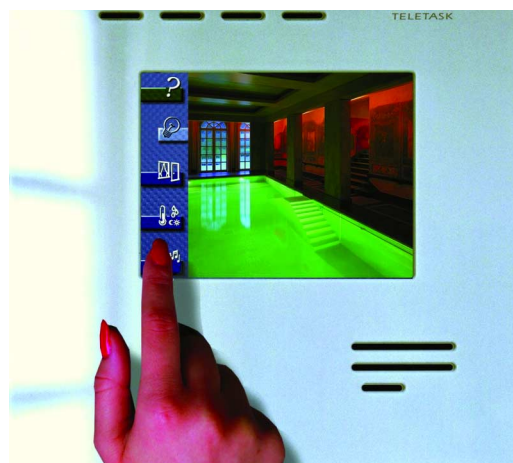
Ideale per il controllo di lampade ad incandescenza e lampade alogene sia a tensione di rete che a bassa tensione con trasformatore controllabile da dimmer, è in grado di controllare un carico massimo di 300W a 230Vac o 150W a 115Vac. Supporta 9 differenti modalità operative: Monostabile, Start/Stop timer, Controllo luci scala, Dimmer standard, con memoria, multi posizione, ad accensione e/o spegnimento graduale. Quando la funzione timer è necessaria, si può scegliere tra 16 tempi pre-programmati. Inoltre ha 7 differenti possibilità di controllo (vedere manuale). Può essere comandato sia tramite pulsante (o gruppo) in locale, che via rete, nel qual caso è in grado di memorizzare fino a 16 pulsanti o gruppi. Dispone di 248 possibilità di indirizzamento (81, 91, A1, B1, C1, D1, E1 e F1 riservati per programmazione) e tipicamente consuma al massimo 40 mA in modalità controllo e pulsante premuto.

da 12 a 18V. Se non specificato diversamente, tutti gli elementi sono realizzati per montaggio su guida a omega DIN. Elettricamente essi sono connessi con un bus a quattro fili: due di essi portano l'alimentazione (massa e +12Vdc), mentre gli altri due rappresentano il bus di trasmissione, basato su standard RS485 e con un baud-rate massimo di 16,6 kbaud. La sorgen-



il concetto di “rete domotica con intelligenza distribuita” in quanto ogni singolo nodo o elemento di attuazione può operare sia autonomamente che cooperando con gli altri nodi, ed infine, tramite i due nodi RS232 e USB, può anche interagire con differenti strutture ad intelligenza sia distribuita che centralizzata. Dopo avere analizzato tutti gli elementi Velbus attualmente disponibili, siamo finalmente giunti alla fase della sperimentazione pratica. Poiché uno dei nostri obiettivi per qualsiasi argomento da noi trattato è sempre quello di rendere comprensibile a chiunque tanto la teoria quanto la pratica, procederemo per gradi, realizzando in concreto ed analizzando una pic-

cola rete che andremo man mano ampliando. Durante questa fase di sperimentazione impareremo sia a



te di potenza (230 Vac) viene fornita separatamente a ciascun carico (schema di massima in alto a destra). Avrete notato che la soluzione Velbus realizza praticamente

programmare i moduli Velbus tramite procedura di auto-apprendimento, sia tramite computer. Tutto ciò sarà argomento delle prossime puntate.

Vendita componenti elettronici specializzati in forniture di enti pubblici e istituti professionali

Elettronica s.a.s Via R. Grazoli Lante, 22 - 00195 ROMA - Tel. 06 372 8112 - Fax. 06 3751 5380
www.elettronicaroma.it - email: elyda@tiscalinet.it



FUTURA ELETTRONICA



tasker
in Technology



ERSA



TEKO



marcucci
elettronica al tuo servizio



Weller



MY ELECTRONICS



ELETTRONICA



CIARE



velleman



NEUTRIK
CONNECTING THE WORLD

Interfaccia FTP-GPRS per stazione meteo WS2300

di Corrado Rossi



Interfaccia per stazioni meteo comandabile via SMS che, a richiesta o automaticamente, invia i dati meteo in formato testo compresso o esteso, sia mediante SMS, sia su server Internet usando un FTP su rete GPRS. Il file pubblicato può essere consultato in qualsiasi momento, ovunque sia disponibile una connessione Internet.

La meteorologia è diventata da alcuni anni argomento affrontabile non più solamente dai meteorologi che vediamo tutti i giorni in televisione. Grazie ad alcune aziende che hanno iniziato a fornire centraline meteorologiche a prezzi popolari, controllare temperatura, umidità, pioggia, pressione e velocità del vento, per poter decidere se andare a pescare o restarsene a casa di fronte ad un crepitante camino acceso, non è più prerogativa solo di pochi facoltosi. Già a settembre 2004 avevamo pubblicato un articolo in cui descrivevamo una piccola stazione meteo realizzata con sensori

disponibili sul mercato, controllabile ed interrogabile tramite PC su rete Ethernet. Si trattava di un primo timido tentativo, che riscosse discreto successo, per rendere disponibile a tutti, a prezzi accessibili, un sistema per controllare temperatura, pioggia e velocità del vento, tramite un PC che, salvo pochi casi, è ormai presente in ogni famiglia. In seguito, a marzo 2005, pubblicavamo la nostra prima interfaccia web verso una stazione meteo non più realizzata con semplici sensori, ma comunque disponibile come prodotto commerciale: la WS2300 di La Crosse Technology. La WS2300,

parallelamente al costo molto interessante (inferiore a 200 Euro), offre una dotazione di serie di tutto rispetto: ampio display grafico ed alfanumerico in grado di visualizzare calendario, dati meteo, temperatura ed umidità (interna ed esterna), pluviometria, velocità e direzione del vento, temperatura apparente (WindChill), punto di rugiada

Nel progetto del marzo 2005 abbiamo utilizzato un modulo Site Player (basato sul microcontrollore P89C51 della Philips) che, oltre alla funzione di bridge seriale Ethernet, è in grado di svolgere la funzione di Web-Server. In questo modo, tutti i parametri resi disponibili dalla stazione meteo, vengono pubblicati su una pagina Web inter-

svincolati dal filo che univa la nostra stazione meteo all'interfaccia Web dandoci la possibilità di interrogare la stazione WS2300 con degli SMS, ricevendo le risposte con lo stesso sistema. Successivamente ci siamo posti l'obiettivo di non limitarci a consultare passivamente la stazione meteo. Essa, infatti, fornisce informazioni

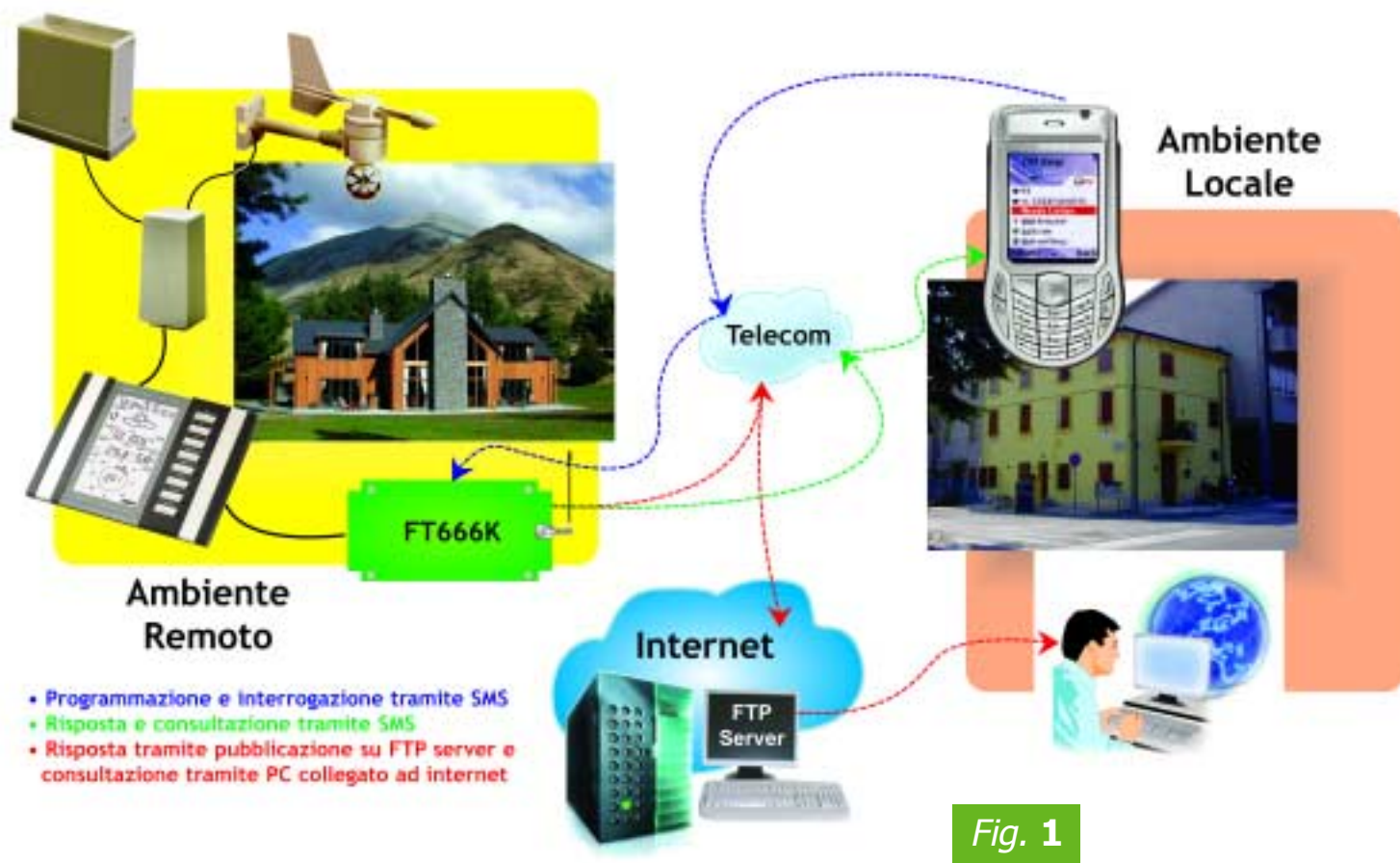


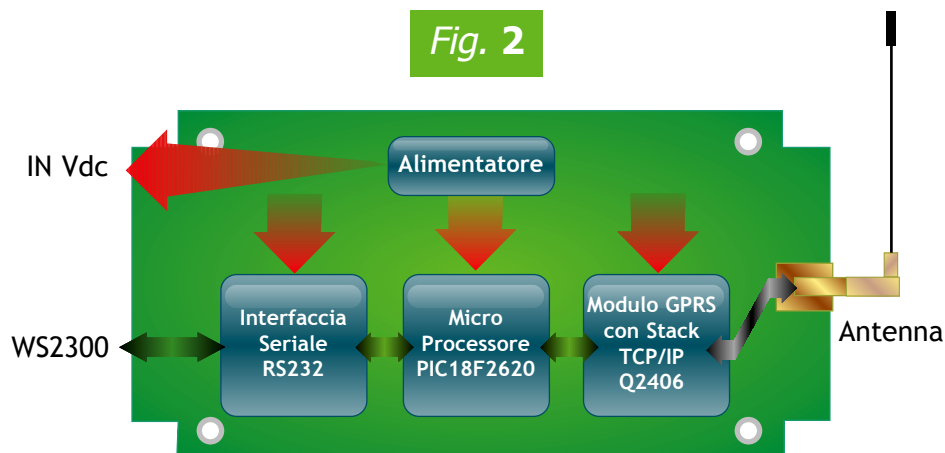
Fig. 1

e previsione meteo con icone. A tale scopo la confezione comprende, oltre alla stazione vera e propria, sensori esterni di temperatura, umidità e direzione e velocità del vento, oltre ad una porta seriale per la connessione ad un PC o ad altre apparecchiature dedicate. Chi volesse saperne di più, potrà trovare ulteriori dettagli tecnici sul sito <http://www.lacrossetechnology.it>.

na e possono essere consultati tramite qualsiasi browser, avendo a disposizione l'indirizzo di rete dell'interfaccia. Avendo aperto le porte della connettività in rete e, seguendo l'impeto della divulgazione tecnologica, a maggio 2005 abbiamo proposto la nostra prima interfaccia GSM con un modem Sony-Ericsson GR47: tramite questo circuito ci siamo

che, se opportunamente elaborate, ci permettono di interagire con l'ambiente circostante qualora la nostra interfaccia disponga anche di apposite uscite. Nel luglio 2005 vedeva così la luce il progetto dell'Attivatore per Stazioni Meteo che acquisiva, via seriale, informazioni su temperatura, umidità e velocità del vento e, qualora i dati rilevati si fossero trovati all'interno ➤

Fig. 2



di una finestra di “allarme”, l’attivatore avrebbe azionato il relé relativo al parametro in allarme: ad esempio se il vento fosse stato troppo forte, l’attivatore avrebbe generato un allarme sul relé RL6, che avrebbe potuto comandare la chiusura delle tende motorizzate da esterno.

All’occhio più esperto non passerà inosservato che si trattava anche dell’inizio dell’esplorazione di un nuovo mondo, quello della domotica, del quale troverete un interessante articolo in questo stesso numero della rivista.

La dotazione di accessori per la centrale cresceva sempre di più, ma oggi ci siamo resi conto che la tecnologia disponibile allora aveva, in ogni caso, dei limiti. L’interfaccia Web che, quando usata in una rete privata, non presentava particolari difficoltà di consultazione e di configurazione dell’indirizzo, risultava invece di difficile programmazione e consultazione quando si operava tramite la rete pubblica, in quanto qualsiasi accesso ad internet si basa su un’assegnazione dell’indirizzo IP dinamico con tutta una serie di problematiche di routing, mentre l’interfaccia Web lavora con IP statico e per passare dei dati deve essere “interrogata”. L’interfaccia GSM, invece, svincolava dal filo e dai problemi di routing di IP comunicando con gli SMS, ma, per quanto perfettamente funzionante,

poteva avere un costo di gestione elevato, valutabile in 10-15 centesimi per SMS

Per tutti questi motivi abbiamo progettato e realizzato l’interfaccia descritta in questo articolo e basata su un nuovo modem non più GSM bensì GPRS: il Q2406 di Wavecom. In questo caso è possibile gestire a distanza tramite SMS la stazione meteo WS2300 esattamente come si faceva con la precedente interfaccia GSM, riducendo però i costi di gestione grazie ad un set di comandi migliorato ed alla possibilità di raggruppare le informazioni richieste in un unico SMS ricevuto sul proprio cellulare, anche inviabile in automatico. Ma la vera svolta tecnologica è determinata dal fatto che, grazie allo stack TCP/IP integrato nel Q2406, tutti i dati forniti dalla stazione meteo e memorizzati

nella RAM del microcontrollore dell’interfaccia, possono essere raggruppati in un unico file di testo che, tramite protocollo FTP (File Transfer Protocol) viene pubblicato in una cartella nota di un Server FTP in rete. Successivamente, tale file potrà essere utilizzato da un’interfaccia utente che ne visualizzerà i dati nella veste grafica preferita.

Il trasferimento dei dati aggregati in un unico file su un server FTP di appoggio offre due grandi vantaggi:

1) un costo estremamente contenuto perchè, avendo un contratto di fornitura della connessione GPRS con tariffa conteggiata per KiloByte trasferito, il nostro file di testo (al massimo 400 bytes), viene trasferito ad un costo inferiore a 2 centesimi e questo, rispetto all’interfaccia GSM, significa ridurre le spese ad un decimo a parità di trasmissioni, o decuplicare l’efficienza a parità di spesa; 2) la consultazione da internet invece che l’interrogazione della stazione meteo.

Ambiente di utilizzo

Per poterne apprezzare tutte le potenzialità, occorre avere ben chiaro l’utilizzo che se ne può fare, concentriamoci quindi per qualche istante sull’illustrazione di Fig. 1. In essa possiamo distinguere chiaramente quattro elementi fondamentali: 1) un ambiente “remoto”, ➤

Tabella 1 - Descrizione dei LED

Come interpretare le indicazioni dei LED		
LED	Fase operativa	Descrizione lampeggio
LED ROSSO	Accensione	5 Lampeggi consecutivi, dopodiché resta spento
	Pubblicazione di un dato, sia in SMS che in FTP	Accesso a luce fissa per tutta la durata del processo.
	Ricezione di un SMS	Lampeggio veloce.
LED GIALLO	Lettura centralina	Lampeggio breve solo durante la fase di lettura.
LED VERDE	Modem GPRS spento o in modalità download	Spento
	Modem acceso ma non registrato in rete	Accesso a luce fissa
	Modem acceso e registrato in rete	Lampeggio continuo lento, con 200 msec ON e 2 sec OFF.
	Modem acceso, registrato in rete e con comunicazione in corso	Lampeggio continuo veloce, con 200 msec ON e 600 msec OFF.

Il modem GPRS Q2406B

Noto anche con il nome commerciale WISMO Quick, il Q2406 è un modulo OEM integrato che svolge la funzione di telefono dualband a standard E-GSM/GSM-GPRS, operante sulle frequenze 900/1800 o 850/1900 MHz.

Presenta delle dimensioni molto compatte (58,4 x 32,2 x 3,9 mm) e una potenza RF conforme agli standard supportati:

- 2 W in E-GSM 900/GSM 850
- 1 W in GSM1800/1900

in entrambi i casi con la sezione radio funzionante al di sotto dei 3,6 V. Come tutti i moduli prodotti da Wavecom, offre anche una serie di funzioni e caratteristiche hardware e software che lo rendono particolarmente versatile per qualsiasi applicazione:

- Real Time Clock con calendario
- Controllo di carica della batteria
- Cancellatore d'eco e soppressore di rumore
- Stack GSM/GPRS completo.
- Quando operante in GPRS, è operante in classe 10
- Completamente schermato

Viene fornito di connettore a 60 pin a cui fanno capo:

- Alimentatore
- Collegamento seriale
- Supporto audio ed interfaccia SIM
- GPIO con i quali è possibile, sviluppando degli applicativi aggiuntivi residenti tramite specifico ambiente di sviluppo, gestire una tastiera a matrice ed un display.

Lato firmware il Q2406B offre due caratteristiche che lo rendono molto potente:

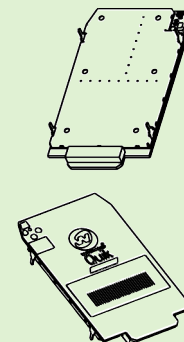
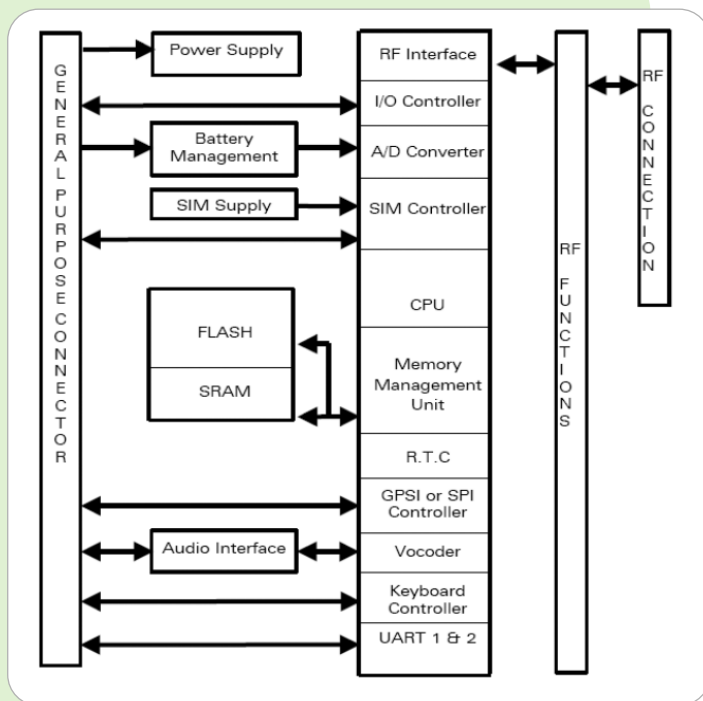
- Un set di comandi AT particolarmente completo e versatile
- Lo stack TCP/IP integrato.

Grazie ad esse, il Q2406B può essere visto dall'utilizzatore come un qualsiasi modem basato su comandi AT, che offre in più delle capacità proprie di connettività verso il mondo internet.

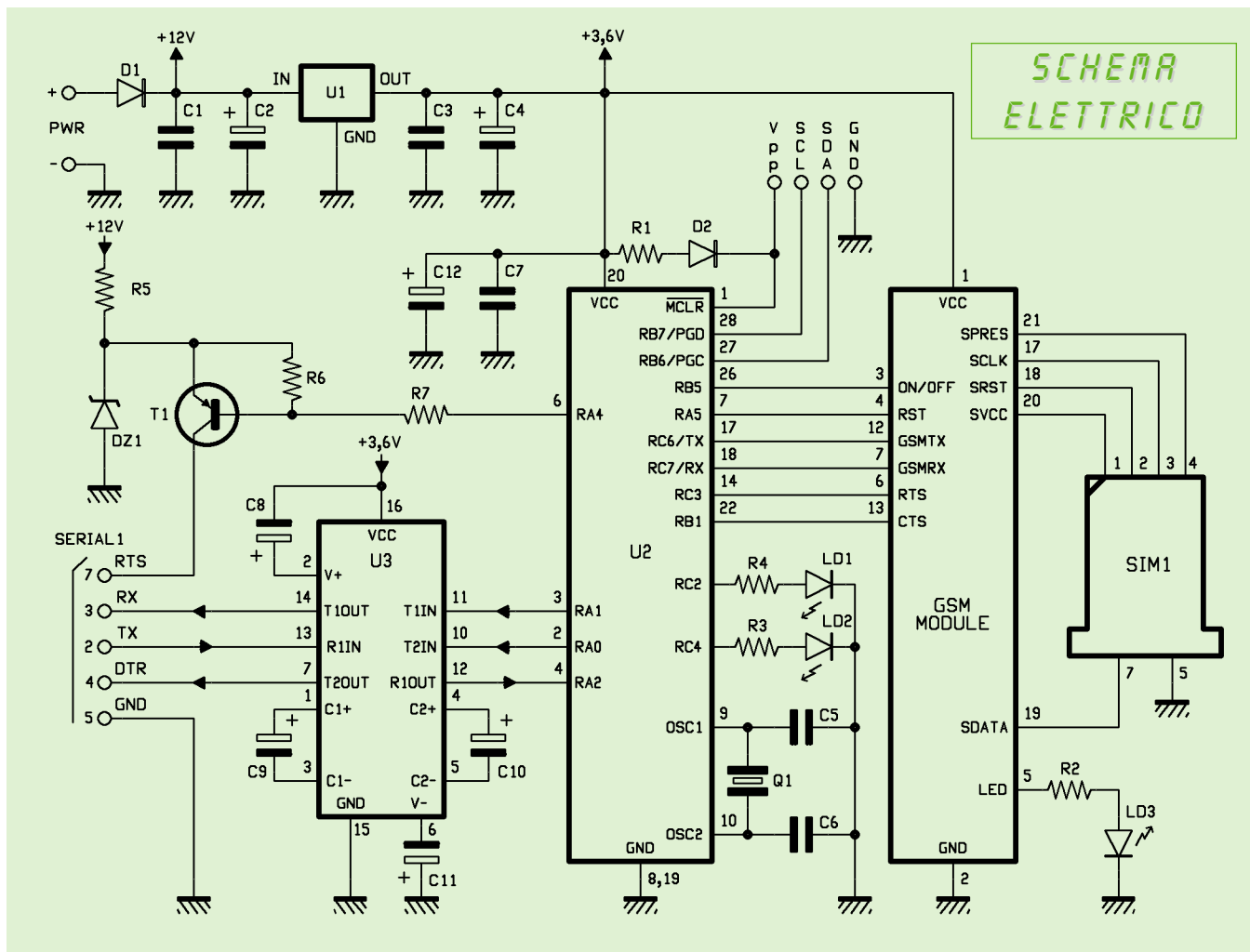
L'antenna si collega saldando un opportuno cavetto di adattamento a due piazzole (massa e polo caldo) predisposte sul lato superiore, al di fuori dello schermo metallico.

Qui sotto riportiamo a titolo informativo la pin-out del Q2406B.

Si noti come, ad esempio, i pin 18, 20, 24 (e molti altri) possano svolgere differenti funzioni. Quindi, per quanto già assodato che il modulo da noi scelto fa esattamente al caso nostro, possiamo affermare con certezza che la nostra applicazione di interfaccia GPRS- FTP per stazione meteo utilizza una minima percentuale delle potenzialità offerte dal Q2406B.



1	CHG_IN	16	~INTR	31	COL4	46	MIC2P
2	CHG_IN	17	ROW2	32	CT104/RXD1	47	SPK2N
3	SIM_CLK	18	GPI/CT103/TXD2	33	AUXV0	48	MIC2N
4	CHG_IN	19	ROW3	34	CT108-2/DTR1	49	BUZ
5	SIM_RST	20	GPO2/CT104/RXD2	35	GPIO5/CT105/RTS2	50	SIM_PRESENSE
6	ON/~OFF	21	ROW4	36	CT107/DSR1	51	GPIO3/CT109/DCD1
7	SIM_DATA	22	GPO1	37	CT106/CTS1	52	GPIO1/FLASH_LED
8	SDA/SPI_IO	23	COL0	38	BAT_TEMP	53	GPIO4
9	SIM_VCC	24	GPIO0/CT106/CTS2	39	CT103/TXD1	54	GPIO2/CT125/R11
10	SCL/SPI_CLK	25	COL1	40	VCC	55	+VBATT
11	VDD	26	GPO0/SPI_AUX	41	SPK1P	56	VCC_RTC
12	BOOT	27	COL2	42	MIC1P	57	+VBATT
13	ROW0	28	SPI_EN/GPO3	43	SPK1N	58	+VBATT
14	~RST	29	COL3	44	MIC1N	59	+VBATT
15	ROW1	30	CT105/RTS1	45	SPK2P	60	+VBATT



in cui si trova la stazione meteo WS2300, collegata all'interfaccia GPRS (esempio: la casa in montagna); 2) un ambiente "locale", ossia casa nostra, dove abbiamo un PC con collegamento ad Internet; 3) la rete di telefonia cui ci appoggiamo sia con i nostri cellulari che con l'accesso internet, che chiameremo rete Telecom; 4) Internet, separata come concetto dalla rete Telecom, ma in realtà parte integrante di essa. Ipotizziamo di voler conoscere le condizioni climatiche della casa in montagna. La prima cosa che faremo sarà istruire l'interfaccia GPRS per trasmetterci i valori dei parametri rilevati dalla stazione meteo. Per fare ciò, utilizzeremo gli SMS. È indispensabile istruirla su cosa deve trasmettere, e sul mezzo di trasmissione da utilizzare, giacché la nostra configurazione iniziale la

mette in una condizione di "idle", ossia di attesa istruzioni di programmazione ed esecuzione. Riguardo al mezzo trasmissivo, si aprono due strade: la risposta tramite SMS, oppure il file transfer di un file di testo su un server FTP a noi noto. Nel primo caso l'interfaccia ci risponderà con un SMS, nel secondo, invece, tutti i dati meteo saranno aggregati in un unico file che, tramite protocollo FTP (possibile su rete GPRS), verrà trasferito a richiesta o in automatico su una cartella di un server sul quale è anche ospitato il sito che andremo ad utilizzare. Quindi non interogheremo più la stazione meteo, bensì consulteremo una pagina Web che utilizzerà i dati contenuti nella cartella di destinazione FTP. E' evidente che questa soluzione fonde sinergicamente i pregi di entrambi i

canali di comunicazione, permettendo di poter sempre scegliere il miglior compromesso in termini di costo o di comodità di utilizzo: la consultazione da internet tramite PC è economica, immediata e disponibile dovunque, mentre la consultazione in viaggio tramite SMS è molto comoda anche se più cara.

Il circuito elettrico

Lo schema di Fig. 2 evidenzia i quattro blocchi funzionali in cui può essere suddiviso il nostro progetto: Microprocessore, Interfaccia seriale, Modem GPRS e Alimentatore.

Nonostante il cuore del sistema sia il microprocessore, che crea il collegamento tra modem e stazione meteo, la vera star è proprio il GPRS Q2406 con stack TCP/IP integrato, che, con pochi e intuitivi

La porta di comunicazione SERIALE RS232

Viene descritta dalle normative V24/V28 che definiscono i segnali ed i livelli elettrici nonché i protocolli (metodologie) di utilizzo dei segnali.

Tipi di porta seriale

DTE	Data Terminal Equipment, ovvero l'elemento che genera i dati da inviare, ad esempio un terminale VT100 o un PC.
DCE	Data Communication Equipment, ovvero l'elemento che riceve i dati, li codifica, li modula e li invia ad un elemento ricevente. Tipicamente l'elemento DCE è costituito da un MODEM (MODulatore-DEModulatore).

Elementi Attivi

Driver	Buffer invertente che converte da logica TTL/3V entrante a logica RS232 uscente.
Receiver	Buffer invertente che converte da logica RS232 entrante a logica TTL a 3V uscente.

Stati logici

Mark	1 logico	-12V	L'RS232 lavora a logica invertita rispetto ai livelli logici TTL noti. Occorre quindi adattarsi all'idea dello 0 logico (space) quando l'uscita è alta.
Space	0 logico	+12V	

I criteri base della porta seriale

Criterio	Verso DTE-DCE	Descrizione
TXD	>	Transmitted Data, dati trasmessi, da DTE a DCE
RXD	<	Received Data, dati ricevuti, da DCE a DTE
RTS	>	Request To Send: il PC segnala al modem che è pronto a trasmettere i dati.
CTS	<	Clear To Send: il modem segnala al PC che è pronto a ricevere i dati da trasmettere.
DTR	>	Data Terminal Ready: il terminale avvisa il modem che è presente e attivo.
DSR	<	Data Set Ready: il modem segnala al terminale che è presente e attivo.
DCD	<	Data Carrier Detector: il modem segnala al terminale che è presente la "portante dati" cioè che è collegato all'altro modem.
RI	<	Ring Indicator: il modem segnala al terminale che sta ricevendo una telefonata entrante.
GND	-	Massa

Normalmente, via seriale, un DTE comunica sempre e solo con un DCE, ma non è una regola, infatti, incrociando opportunamente i vari criteri, è possibile far comunicare tra loro due DCE oppure due DTE.

Inoltre, non è obbligatorio che la seriale venga utilizzata a livelli RS232, se non necessita di collegamento cablato esternamente.

Nel progetto di questo numero, la seriale (DTE) che comunica con la stazione meteo (DCE), collegata esternamente via cavo, usa i livelli RS232, mentre la seriale (DTE) che comunica con il modem (DCE) usa i livelli TTL, ma dal punto di vista del protocollo, si comportano in maniera identica.

DTR /DSR e RTS/CTS, sono criteri di controllo.

I primi due servono per informare reciprocamente computer e modem della rispettiva presenza.

Gli altri (RTS/CTS), invece, svolgono la duplice funzione di:

- Sincronizzazione per l'inizio trasmissione/ricezione, cioè handshake (stretta di mano, negoziazione);
- Controllo di flusso hardware, cioè blocco momentaneo di trasmissione dati (sia da che verso terminale) fino a quando i buffer di ricezione (sia PC che modem), saturi di dati per effetto della differenza di velocità tra porta seriale (ad esempio 19.200 bps) e collegamento modem (ad esempio 9.600 bps), non si saranno svuotati fino a poter accogliere nuovi dati entranti ed uscenti. Per moltissimi anni complessi centri di calcolo di banche hanno lavorato con batterie di modem e con controllo di flusso RTS/CTS.

La seriale RS232 sta lentamente scomparendo da tutti i PC di nuova generazione, sostituita da media molto più veloci (Ethernet, WiFi, USB, 1394), ma la sua utilità non è ancora venuta meno. Per questo motivo si vanno sempre più diffondendo i convertitori USB/SERIALE, che rappresentano oggi l'unico punto di connessione tra i PC moderni e le periferiche di tipo non PC, come la nostra stazione meteo.

comandi, permette di aprire sessioni FTP su rete GPRS garantendo un efficiente mezzo di trasporto per i dati, ad un costo sicuramente conveniente. Iniziamo la descrizione dal blocco microprocessore. Esso è sempre in comunicazione sia con il Q2406, al quale è collegato diretta-

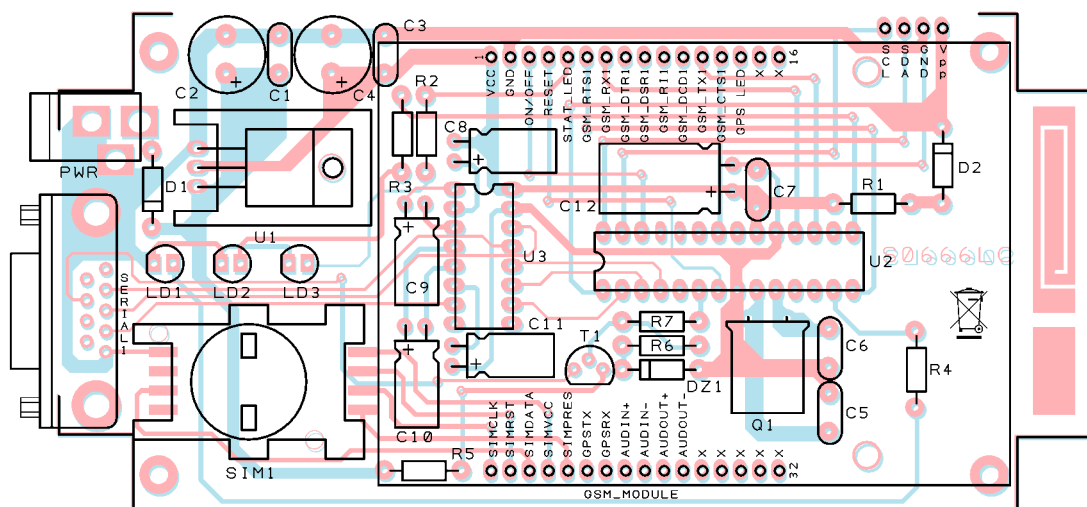
mente, sia con la stazione meteo WS2300, attraverso il blocco di interfaccia seriale. I dettagli su come abbiamo strutturato il firmware li forniremo più avanti. Per il momento ci limitiamo a dire che il micro interroga continuamente la stazione meteo, in modo che sulla

seriale siano presenti tutti i dati che essa è in grado di fornire e che vengono memorizzati in una serie di locazioni di memoria note, alle quali il micro accederà nuovamente per aggiornarne il contenuto o per leggerlo e trasferirlo.

Contemporaneamente il micro con- ➤



Sopra, piano di montaggio della scheda madre. L'unico componente a montaggio superficiale è il connettore porta SIM i cui terminali, tuttavia, risultano facilmente saldabili. A destra, piano di montaggio della scheda di adattamento tra modem GPRS e piastra base. In considerazione della presenza di un connettore SMD ad alta densità, questa scheda è disponibile anche già montata e collaudata.



ELENCO COMPONENTI:

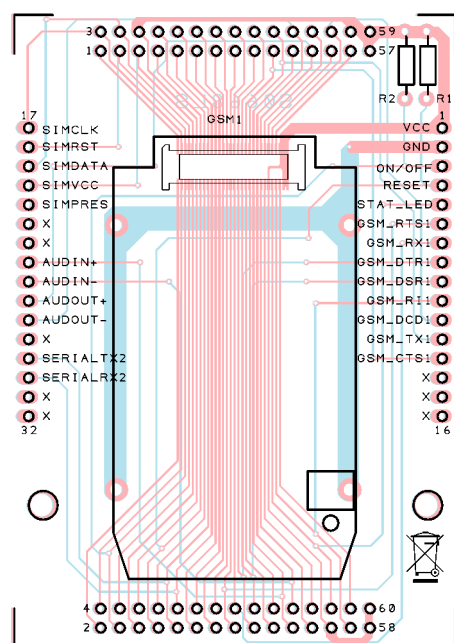
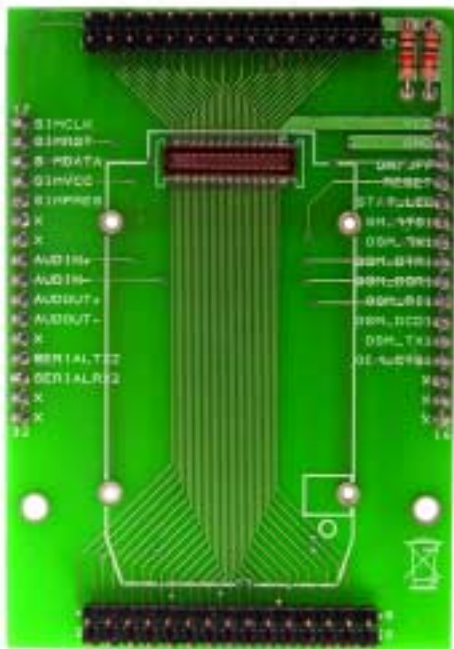
R1: 4,7 kohm
 R2÷R4: 330 ohm
 R5: 100 ohm
 R6: 10 kohm
 R7: 4,7 kohm
 C1: 100 nF multistrato
 C2: 470 µF 25 VL elettrolitico
 C3: 100 nF multistrato
 C4: 470 µF 16 VL elettrolitico
 C5: 10 pF ceramico
 C6: 10 pF ceramico
 C7: 100 nF multistrato
 C8: 1 µF 100 VL elettrolitico
 C9: 1 µF 100 VL elettrolitico

C10: 1 µF 100 VL elettrolitico
 C11: 1 µF 100 VL elettrolitico
 C12: 470 µF 16 VL elettrolitico
 DZ1: zener 7,5 VL 400 mW
 U1: LT1086-3.6
 U2: PIC16F2620 (MF666)
 U3: MAX3232
 GSM MODULE: Modulo GSM
 Q2406 (FT668)
 T1: BC557
 Q1: Quarzo 20 MHz
 D1, D2: 1N4007
 LD1: led 3 mm rosso
 LD2: led 3 mm giallo

LD3: led 3 mm verde

Varie:

- Plug alimentazione
- Porta SIM a libro
- Zoccolo 8+8
- Zoccolo 14+14
- Connettore DB9 maschio da CS
- Strip maschio 4 pin
- Strip femmina 16 pin (2 pz.)
- Dissipatore (ML26)
- Vite 10 mm 3 MA
- Dado 3 MA
- Circuito stampato codice S666



ELENCO COMPONENTI:

R1: 10 kohm
R2: 10 kohm
GSM1: modulo GSM Q2406B

Varie:

- strip maschio 15 poli (4 pz.)
- strip maschio 16 poli (2 pz.)
- connettore 60 pin per Q2406B

trolla anche la porta seriale del modem: a fronte di un SMS ricevuto, sulla seriale del GPRS sarà presente una stringa di dati che il micro preleverà per controllarla. In caso di comando valido, il micro si attiverà di conseguenza. È intuitivo che il blocco alimentatore fornisce energia a tutto il circuito. A questo punto conviene passare allo schema elettrico vero e proprio.

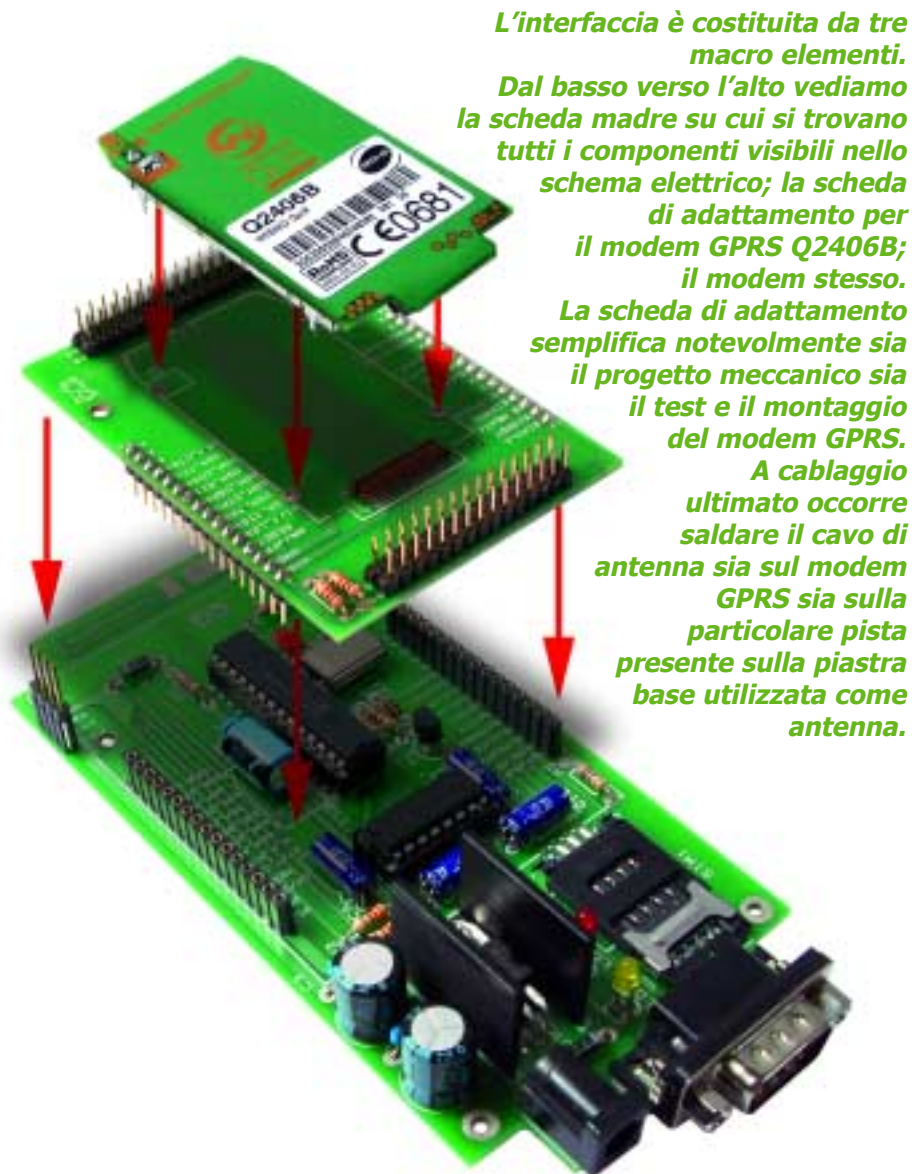
Nello schema elettrico identifichiamo subito al centro il microprocessore U2, un PIC18F2620 di Microchip. Ai suoi pin RA0, RA1, RA2 e RA4 è collegato, sulla sinistra, il blocco di interfaccia verso la stazione meteo, costituito dal chip U3, un “RS232 level shifter” MAX3232 di Maxim, che lavora insieme alla rete costituita da R5, DZ1, T1, R6 e R7.

Nonostante U2 ed il modem GPRS accentrino la tecnologia, riveste grande importanza l’arcaica porta seriale, scelta come mezzo di comunicazione sia dalla stazione meteo che dal modem GPRS. Dedichiamo quindi alla porta seriale un riquadro a parte, per risvegliare sopite reminiscenze ai veterani, e per tramandare un po’ di concetti “old fashion” alle generazioni giovani. Relativamente al MAX3232 (versione aggiornata del MAX232), esso è molto conosciuto ed utilizzato, ma vogliamo comunque ricordare la sua caratteristica principale: esso converte livelli logici da seriale RS232 a TTL e viceversa. Lo standard RS232 prevede livelli logici sia negativi che positivi e quindi necessita (teoricamente) di una tensione di alimentazione duale. Ma il MAX3232, grazie a dei DC/DC converter interni che lavorano sul trasferimento di carica da un condensatore ad un altro (charge pump), ricrea (partendo dalla singola tensione di alimentazione di 3,6V) una tensione di +7V e -7V circa, consentendo di avere piena compatibilità con lo standard

RS232 anche in circuiti a singola alimentazione.

La rete R5-DZ1-T1-R6-R7 è necessaria in quanto la seriale della stazione meteo ha un funzionamento un po’ particolare: essa, infatti, viene gestita da tre linee entranti (RTS, DTR e RX) ed una sola uscente (TX), tutte a livello RS232; ciò significa che occorrono tre “drivers” ed un solo “receiver”. Poiché il MAX3232 contiene due drivers e due receiver, abbiamo realizzato il driver mancante con la rete di cui sopra. Alla destra di U2 troviamo il modem GPRS, collegato tramite 6 linee: RC6/TX e RC7/RX per la seriale, RC3 e RC1 per l’handshake RTS/CTS (nel riquadro dedicato alla seriale spieghiamo il concetto di handshake RTS/CTS), RB5 per comandare l’accensione del GPRS, ed infine RA5, cui è affidato il controllo del reset del modulo. Sempre a proposito di U2, possiamo notare in alto a destra le tre linee MCLR, RB7/PGD e RB6/PGC che servono per l’ICSP (In Circuit Serial Programming), ed in basso a destra i due pin RC2 e RC4, attraverso i quali vengono pilotati due LED (LD1 e LD2) che segnalano lo stato di funzionamento del circuito come indicato in tabella 1.

Sulla parte destra dello schema troviamo infine il modem GPRS Wavecom, al quale abbiamo aggiunto solamente un terzo LED di segnalazione ed il connettore per la SIM. Il blocco di alimentazione è costituito dalla rete di protezione e pre-filtraggio D1, C1 e C2; segue in serie lo stabilizzatore di tensione U1, un “low drop-out” LD1086-3.6 di ST, e le altre reti di post filtraggio costituite da C3/C4 e C12/C7, che hanno lo scopo di eliminare eventuali disturbi presenti sulle linee di alimentazione. Tutti gli elementi attivi (U1, U2 e GPRS) sono alimentati con una tensione continua di 3,6 V fornita, appunto, da U1. Per alimentare l’interfaccia, ➤



L'interfaccia è costituita da tre macro elementi. Dal basso verso l'alto vediamo la scheda madre su cui si trovano tutti i componenti visibili nello schema elettrico; la scheda di adattamento per il modem GPRS Q2406B; il modem stesso. La scheda di adattamento semplifica notevolmente sia il progetto meccanico sia il test e il montaggio del modem GPRS. A cablaggio ultimato occorre saldare il cavo di antenna sia sul modem GPRS sia sulla particolare pista presente sulla piastra base utilizzata come antenna.

possiamo utilizzare qualsiasi adattatore da rete in grado di fornire 12Vcc con una corrente di 1 A.

Il firmware

Descrivere il firmware di un progetto complesso come questo non è facile: si corre infatti il rischio di omettere la descrizione di parti importanti, oppure di dare troppa importanza ad argomenti poco significativi.

Non potendo riportare per ovvie ragioni di spazio tutto il codice sorgente, ci siamo limitati a descriverne l'operato a livello di macroblocchi e macroconcetti, soffermandoci su quattro sezioni particolarmente

importanti in quanto significative di come abbiamo risolto alcune problematiche. Il firmware implementato nel microprocessore PIC18F2620 rappresenta il nodo tra modem GPRS e stazione meteo: esso è in grado di interpretare i messaggi SMS inviati dall'utente al numero telefonico corrispondente al modem GPRS. In ogni caso la sua prima funzione è quella di interrogare in continuazione la stazione meteo, memorizzando i dati ottenuti in una serie di locazioni di memoria, per averli sempre immediatamente disponibili e aggiornati dal momento che il processo con cui la stazione meteo fornisce tutti i

dati è piuttosto lento, approssimativamente 2 minuti e mezzo circa. Da ciò si evince l'importanza della continua interrogazione: a fronte di una richiesta da utente, il micro potrà prelevare le informazioni direttamente dalla sua memoria, alcune aggiornate ed altre vecchie al massimo di due minuti e mezzo. Contemporaneamente il firmware continua ad interrogare il GPRS e, nel caso di SMS in arrivo, lo scarica, lo analizza per discriminare il mittente ed il contenuto, quindi lo elimina. In seguito analizza il messaggio per estrarre il "comando" e la "password". Durante questa fase, dunque, se mittente e password vengono riconosciuti, il firmware passa alla verifica del comando, che se valido a sua volta, determina una serie di azioni. Ad esempio, se il comando prevede la memorizzazione di un numero nuovo, quest'ultimo verrà memorizzato ed il sistema invierà un messaggio di conferma tramite SMS. Se invece si tratta di un comando di interrogazione, il micro attingerà dalla sua memoria il dato richiesto e lo invierà tramite SMS o FTP, a seconda di come è stato programmato.

Nei riquadri seguenti pubblichiamo parte del codice sorgente con i relativi commenti; i comandi sono invece riportati nelle tabelle 2, 3 e 4: raccomandiamo di prestare particolare attenzione alla corretta sintassi.

Note di montaggio

Siamo finalmente giunti alla parte pratica del progetto: bene, armatevi di calma e di pazienza perché questo è un progetto veramente "tosto". Iniziamo con identificare le parti che lo compongono: scheda base, su cui vengono montati il microprocessore e tutti gli altri componenti visibili nello schema elettrico; scheda di adattamento, che va montata sopra la scheda base; Modem GPRS Wavecom Q2406B (vedi

CONTROLLO DEGLI SMS IN ARRIVO

LEGGISMS:

```
...
H$EROUT ["AT+CMGL=",34,"ALL",34,13]
H$ERIN 1000,EXITLEGGISMS,[SKIP 10,WAIT
(34,"",34),STR MITTENTE\25\13]
H$ERIN 1000,LEGGISMS,[WAIT (10),STR BUFF\160\10]
...
```

```
FOR TMP=0 TO 25
  TMP1=MITTENTE[TMP]
  IF TMP1=34 THEN
    LUNGMITT=TMP
    TMP=35
  ENDIF
NEXT TMP
...
```

```
FOR TMP=0 TO 160
  TMP1=BUFF[TMP]
  IF TMP1=13 THEN
    LUNGMESS=TMP
    TMP=170
  ENDIF
NEXT TMP
...
```

```
FOR TMP=0 TO LUNGMESS
  IF BUFF[TMP]=";" THEN
    LUNGMESS=TMP-1
    TMP=TMP+1
    FOR TMP1=0 TO 4
      PWD[TMP1]=BUFF[TMP+TMP1]
    NEXT TMP1
    TMP=200
  ENDIF
NEXT TMP
...
```

PAUSE 3000

```
H$EROUT ["AT+CMGD=0,4",13]
H$ERIN 10000,EXITLEGGISMS,[wait ("OK")]
PAUSE 1000
...
```

```
GOSUB CERCANUMERO
IF TROVATO=0 THEN
  GOSUB VERIFICAPWD
ENDIF
IF TROVATO=1 OR PWDOK=1 THEN
  GOSUB ANALIZZASMS
...
```

PAUSE 1000

EXITLEGGISMS:
RETURN

Questa prima parte di programma

- richiede al modem di inviare sulla seriale l'SMS che ha in memoria e analizza l'SMS
- restituisce il numero del mittente ed il messaggio negli array MITTENTE e BUFF.

Successivamente, avendo già fatto altri controlli, procede al calcolo della lunghezza esatta del numero del mittente cercando il carattere terminatore 34. La lunghezza esatta serve per ulteriori processi interni del programma. Arrivati al termine di questa sezione, l'array MITTENTE e la variabile LUNGMITT contengono esattamente il mittente e la lunghezza. Il programma esegue inoltre alcuni controlli per pulire tutti i campi dell'SMS da eventuali caratteri inutili ai fini dell'esecuzione stessa.

Il passo successivo consiste nell'estrarre il messaggio e la sua lunghezza. Il carattere 13 determina la fine del messaggio.

Quindi al termine di questa sezione di codice il messaggio viene depositato nell'array BUFF e la sua lunghezza si trova nella variabile LUNGMESS.

Ultimo passo per avere i tre parametri chiave del messaggio: il riconoscimento della password, che al termine di questa sezione di codice si trova contenuta nell'array PWD. Il carattere ";" identifica l'inizio della password stessa.

Giunti qui, il programma conosce:

- numero mittente e sua lunghezza;
- messaggio e sua lunghezza;
- password.

Avendo estratto dal modem l'SMS ed avendo ricavato gli elementi fondamentali, è possibile cancellare l'SMS dalla memoria del modem, tramite il comando AT+CMGD=0,4

Ora il programma verifica se il numero trovato è noto: in questo caso mette a 1 la variabile TROVATO. Altrimenti occorre verificare almeno la password che, qualora dovesse risultare valida, sarebbe segnalata dalla variabile PWDOK a 1.

Ora il programma sa se il numero è noto e se la password è conosciuta.

Se almeno uno dei due è valido, allora il programma analizzerà il testo del messaggio, per capire se si tratta di un comando valido. Altrimenti la routine viene terminata.

RICONOSCIMENTO DELLA VALIDITA' DEL COMANDO

ANALIZZASMS:

```
...
FRASE=0
SELECT CASE BUFF[0]
```

CASE "M"

...

CASE "G"

```
SELECT CASE BUFF[4]
CASE "A"
  FOR TMP=8 TO LUNGMESS
    IF BUFF[TMP]<>" " THEN
      TMP2= 220+TMP-8
      WRITE TMP2,BUFF[TMP]
    ELSE
      TMP=LUNGMESS+1
    ENDIF
  NEXT TMP
  WRITE TMP2+1,"#"
  FRASE=11
CASE "U"
```

END SELECT

...

END SELECT

RETURN

La routine ANALIZZASMS decide se il messaggio ricevuto è un comando valido. Ricordiamoci che il messaggio è contenuto nell'array BUFF. Il controllo inizia verificando il primo carattere dell'array. Al termine, il comando sarà stato validato ed eventuali informazioni associate verranno memorizzate in locazioni di memoria note e specifiche.

A seconda del messaggio, il primo carattere cambierà, e quindi il programma dovrà eseguire una serie di operazioni differenti.

Ha ricevuto il messaggio "GPRSAPN:elettronica.in.it", che contiene l'APN da usare durante le sessioni GPRS. Come da tabella, esistono tre comandi che iniziano con "GPRS", per cui il programma verificherà anche il quinto carattere, tramite un altro select case in cui, avendo identificato il comando completo ricevuto, eliminerà dal messaggio la parte comando, e memorizzerà solo l'APN in una serie di locazioni di memoria, partendo in questo caso dalla 220. Ora il programma ha riconosciuto il comando ricevuto (GPRSAPN), lo ha processato memorizzando il valore di APN che è elettronica.in.it, e sa anche che cosa eventualmente rispondere tramite SMS all'utilizzatore che ha avviato la programmazione. La frase di risposta viene selezionata dalla variabile FRASE, che assume un valore distinto per ogni caso differente di comando ricevuto. In questo caso specifico, FRASE vale 11.

Quindi la routine viene terminata.

foto a pagina 48). Iniziamo dalla scheda base, la più popolata ma anche la più facile da montare

essendo costituita quasi totalmente da componenti elettronici tradizionali. Per primo montiamo il porta

SIM, unico elemento a montaggio superficiale. Tenendo il circuito stampato con la seriale sulla sini- ➤

SELEZIONE DELLA FRASE DI RISPOSTA E PREPARAZIONE DELL'SMS

```
INVIOSMS:
  PAUSE 2000
  TENTATIVI=0
  HSEROUT ["AT+CMGS=",34,STR MITTENTE\((LUNGMITT+1),34,13]
  PAUSE 2000
```

```
CAMBIOFRASE:
  SELECT CASE FRASE
  CASE 0
```

...

```
CASE 11
  HSEROUT ["APN impostato:",13]
  FOR TMPW=220 TO 500
  READ TMPW,TMP
  IF TMP<>"#" AND TMP<>255 THEN
    HSEROUT [TMP]
  ELSE
    TMPW=501
  ENDIF
NEXT TMPW
```

CASE 12

...

```
END SELECT
PAUSE 1000
HSEROUT [26,13,26]
TENTATIVI=TENTATIVI+1
IF TENTATIVI=3 THEN
  PAUSE 3000
  GOTO EXITINVIOSMS
ENDIF
HSERIN 15000,REINVIOSMS,[WAIT("OK")]
EXITINVIOSMS:
  PAUSE 1000
RETURN
```

Il programma, per prima cosa, comunica al modem che deve inviare il messaggio di risposta al mittente che aveva memorizzato in precedenza, dopodiché attende e va ad identificare il messaggio di risposta stesso, eseguendo un select case sulla variabile FRASE, che abbiamo visto nel blocco precedente.

Ovviamente, esiste una o più possibilità di azione di risposta per ogni comando ricevuto, quindi analizzeremo solo il caso di GPRSAPN, che abbiamo visto precedentemente.

A FRASE=11 corrisponde il messaggio "APN impostato:", seguito dallo stesso APN, che avevamo identificato essere elettronica.in.it

Il programma, quindi non eseguirà più alcun controllo sugli altri possibili valori che assume FRASE. Invece terminerà con il terminatore di stringa il comando di invio SMS, verificherà che il comando è stato riconosciuto ed accettato dal telefono, e, in caso positivo, terminerà la subroutine, altrimenti farà un massimo di tre tentativi di re-invio. In ogni caso, dopo tre tentativi falliti, la subroutine verrà terminata.

stra, pre-stagnate due piazzole diagonalmente opposte, quindi posizionate il porta-SIM verificando che si apra verso destra. Facendo attenzione a non danneggiare il connettore, portate il saldatore a

trollate l'allineamento delle altre piazzole rispetto ai pin del porta-SIM, eventualmente correggete, e terminate la saldatura di tutti i restanti pin. Proseguite il montaggio con i componenti a più basso

Montiamo in seguito i diodi DZ1, D1 e D2, il quarzo Q1 ed il transistor T1; è quindi la volta degli zoccoli di U2 e U3: per tutti questi componenti è necessario prestare la massima attenzione alla tacca di

COMANDARE IL MODEM GPRS (alcuni comandi)

```
CONNESSIONEGPRSSTART:
  HSEROUT ["AT+WOPEN=1",13]
  HSERIN 20000,EXITCONNESSIONEGPRSSTART,[WAIT("O")]
  PAUSE 500
  ...
  HSEROUT ["AT#GPRSMODE=1",13]
  HSERIN 20000,EXITCONNESSIONEGPRSSTART,[WAIT("O")]
  PAUSE 500
```

```
HSEROUT ["AT#APNSERV=",34]
  FOR TMPW=220 TO 500
  READ TMPW,TMP
  IF TMP<>"#" AND TMP<>255 AND TMP<>0 THEN
    HSEROUT [TMP]
  ELSE
    TMPW=501
  ENDIF
NEXT TMPW
HSEROUT [34,13]
HSERIN 20000,EXITCONNESSIONEGPRSSTART,[WAIT("O")]
PAUSE 500
```

```
HSEROUT ["AT#APNUN=",34] ...
HSEROUT ["AT#APNPW=",34] ...
  ...
  HSEROUT ["AT#CONNECTIONSTART",13]
  HSERIN 20000,EXITCONNESSIONEGPRSSTART,[WAIT("O")]
  PAUSE 500
EXITCONNESSIONEGPRSSTART:
RETURN
```

Routine per l'avvio di una sessione GPRS.

Inviato il primo comando di configurazione.

Se entro 20 secondi non riceviamo OK, la routine viene terminata;

Se invece riceviamo OK, attendiamo per un certo periodo e procediamo nell'inviare tutti i comandi di configurazione.

AT#APNSERV è un comando particolare: è molto lungo e di tipo dinamico, in quanto è sempre accompagnato da una serie di dati variabili, per cui necessita di un codice più complesso: il programma passa il comando AT#APNSERV, senza terminatore di stringa 13 (CHR\$(13) Carriage Return) al modem che attende così altri caratteri dal microprocessore. Questi caratteri, tramite un ciclo FOR/NEXT, vengono letti dalle locazioni di memoria in cui abbiamo memorizzato l'APN. Ad ogni lettura del carattere corrisponde anche una trasmissione su seriale. Terminato il ciclo, viene inviato il terminatore di stringa, confermando al telefono l'avvenuta trasmissione. Quindi si entra nello stesso ciclo di attesa di OK o errore già visto in precedenza.

I comandi AT#APNUN e AT#APNPW vengono gestiti nello stesso modo, essendo anche essi dinamici.

Quindi, dopo aver passato tutta la sequenza di comandi necessari per aprire la sessione GPRS, la routine verrà terminata.

contatto delle piazzole pre-stagnate e fondete lo stagno esercitando sul porta-SIM la pressione necessaria affinché lo stagno si spanda sui contatti. A saldatura effettuata, con-

profilo, cioè resistenze e condensatori; come si vede nelle illustrazioni, per ragioni di ingombro verticale, alcuni condensatori elettrolitici vanno montati "sdraiati".

riferimento che consente di posizionare correttamente l'elemento. Per ultimi andranno montati i componenti più ingombranti, quindi tutti i connettori (SERIAL1, PWR), lo

Tabella 2 - Comandi d'impostazione

Comandi di impostazione	Sintassi	Note
Memorizzazione numero	MEMx+399991234567;12345	Dove x indica la posizione da 1 a 5
Cancellazione numero	MEMx;12345	Attenzione! La password (di default 12345) può essere omessa qualora il mittente del messaggio sia un numero già memorizzato.
Modifica password	CPxxxx;12345	Dove xxxxx indica la nuova password
Attiva polling	TA;12345	Avvia la trasmissione dei dati con cadenza impostata.
Disattiva polling	TD;12345	Disattiva la trasmissione.
Impostazione tempo di polling	TMhh:mm;12345	Ore (hh) e minuti (mm) che devono trascorrere tra una trasmissione e la successiva. Attenzione: indicare sempre 2 cifre per entrambi
Modalità invio (SMS, FTP)	SEND:F/S	F = Trasferimento via FTP S = Trasferimento via SMS
Formato	SERV:1	0 = testo esteso; 1 = testo compresso (server)

Tabella 3 - Comandi FTP

Comandi FTP	Sintassi	Note
Impostazione APN	GPRSAPN:xxxxxxxxx	Vedere la tabella specifica, con l'elenco degli APN dei vari gestori di telefonia mobile in Italia.
Impostazione Username	GPRUSER:xxxxxxx	Nome Utente, fornito dal gestore oppure specifico per utente.
Impostazione PWD	GPRSPWD:xxxxxxx	Password Utente, fornita dal gestore oppure specifica per utente.
Impostazione sito pubblicazione	FTPWWW:xxx.xxx.xxx.xxx	È possibile usare sia il formato IP (192.168.xxx.xxx) che il formato URL (<i>elettronica.in.it</i>).
Impostazione USER FTP	FTPUSER:xxxxxxxxxxx	Nome Utente per accesso al sito FTP, specifico per utente.
Impostazione PWD FTP	FTPPWD:xxxxxxxxxxx	Password Utente per accesso al sito FTP, specifica per utente.
Imposta nome di pubblicazione	FTPNAME:xxxxxxxxxxx	Definisce il nome del file (solo in FTP)
Imposta directory di pubblicazione	FTPDIR:xxxxxxxxxxx	La cartella del Server FTP dove i dati vengono pubblicati

Tabella 4 - Comandi di consultazione

Comandi di consultazione	Sintassi	Note
Impostazione dati da visualizzare (tre differenti registri, a programmazione binaria.)	DATA1:00000000	ORA,DATA,TEMPIN,TEMPINMIN,TEMPINMAX,TEMPOUT,TEMPOUTMIN,TEMPOUTMAX
	DATA2:00000000	UMIIN,UMIINMIN,UMIINMAX,UMIOUT,UMIOUTMIN,UMIOUTMAX,WS,WD
	DATA3:00000000	PRE,PREMIN,PREMAX,P1,P24,PTOT,PREVTEN,X
reset min/max temperatura in	RESET:TEMPIN	-
reset min/max temperatura out	RESET:TEMPOUT	-
reset min/max umidità in	RESET:UMIDIN	-
reset min/max umidità out	RESET:UMIDOUT	-
reset min/max pressione	RESET:PRESS	-
Interrogazione su temperatura	IxyT	La sintassi è comune a tutti. x = formato messaggio 0 = testo esteso 1 = testo compresso (server) y = modalità trasferimento F = Trasferimento via FTP S = Trasferimento via SMS
Interrogazione umidità	IxyH	
Interrogazione pressione	IxyP	
Interrogazione vento	IxyW	
Interrogazione pioggia	IxyR	
Interroga previsione	IxyF	
Interrogazione generale su tutto ciò che si è impostato con i comandi DATA.	IxFA	x = formato messaggio 0 = testo esteso 1 = testo compresso (server) Disponibile solo in modalità FTP.

stabilizzatore con la relativa aletta di raffreddamento, i tre led, (rispettando la sequenza giallo/rosso/verde), i connettori pin-strip a passo 2.54 mm per la scheda di adatta-

mento, ed il connettore dell'ICSP (In Circuit Serial Programming). Al termine non resta che inserire nei rispettivi zoccoli U3 e U2. A titolo di verifica, alimentiamo la scheda

madre e, se il micro è stato in precedenza programmato correttamente e se non sono stati commessi errori di montaggio, il led rosso lampeggerà cinque volte. La scheda ➤

Tabella 5 - Elenco APN**Le configurazioni GPRS per navigare con i gestori italiani**

	TIM	VODAFONE	WIND
APN	ibox.tim.it	web.omnitel.it	internet.wind
Nome connessione	TIM	VODAFONE	WIND
Nome utente	lasciare vuoto	lasciare vuoto	lasciare vuoto
Password	lasciare vuoto	lasciare vuoto	lasciare vuoto
Indirizzo IP	dinamico	dinamico	dinamico
DNS primario	195.120.24.30	10.127.1.41	212.245.255.2
DNS secondario	lasciare vuoto	lasciare vuoto	lasciare vuoto

di adattamento tra il modulo GPRS e la piastra base (visibile nel piano di montaggio), che impiega un connettore SMD molto complesso da montare manualmente, è disponibile già montata, ma, per gli amanti ... dell'avventura, forniamo anche il master ed il connettore. Autocostruire questa scheda non è impossibile anche se ci vuole un'ottima manualità: comunque noi ipotizziamo che siate in possesso della scheda di adattamento completa, sia che l'abbiate acquistata, sia che l'abbiate realizzata. Questa scheda potrà essere utilizzata in altri progetti che abbiamo in preparazione e che utilizzano il modulo Wavecom Q2406B.

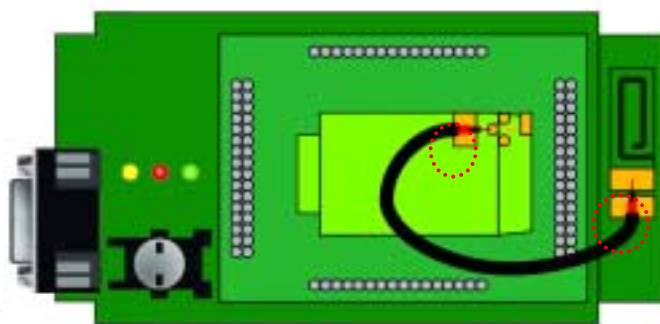
A questo punto occorre fissare il modulo GPRS sulla scheda, facendo attenzione a non esercitare troppa pressione per non danneggiare uno dei delicati connettori SMD, verificando nel contempo l'allineamento dei quattro pin di fissaggio che, alla fine, andranno saldati. Inseriamo ora la scheda di adattamento sulla scheda principale. A

lavoro ultimato, il risultato sarà esattamente come quello visibile nella figura di apertura. Infine, saldate uno spezzone di cavo RG178 come illustrato in Fig. 3.

Testiamo il circuito

Dopo aver inserito la SIM diamo tensione al dispositivo lasciando trascorrere il tempo necessario per

Montaggio del cavetto. Prestare attenzione a lasciare scoperto l'isolante interno di almeno 1mm. Sul modem, il pad rettangolare è la massa, mentre il primo pad tondo a sinistra è il polo caldo.

**Fig. 3**

la registrazione in rete. Ad ogni comando associato ad una password corretta si riceve un SMS di conferma; di seguito le impostazioni più importanti:

Definizione numero master: inviare SMS contenente

"MEM1+39nnnnnnnnnnnn;12345".

Cambiare password: inviare SMS contenente "CP12345;1111".

Definire la pubblicazione via FTP:

inviare SMS contenente "SEND:F,SERV:0".

Impostazione parametri internet:

usando i comandi FTP di tabella 3, programmare APN, nome e password utente, indirizzo, nome e password del sito di pubblicazione. È possibile inviare un SMS alla volta o concatenare comandi nello stesso SMS, separandoli dal carattere ";". Ad ogni comando valido, si riceverà un SMS di conferma.

Una pubblicazione ogni ora: inviare SMS contenente "TA,TM01:00;1111".

Consultare il file internet: da qualsiasi PC con connessione internet, lanciare il browser e scrivere nella casella indirizzo l'URL noto (Es: ftp://elettronica.in.it). Si apre così la cartella contenente il file di testo comprensivo di tutti i dati pubblicati dalla stazione meteo. Consultarli ogni ora e verificare che essi cambino. Ad ogni pubblicazione sarà presente un nuovo file.

Per il MATERIALE

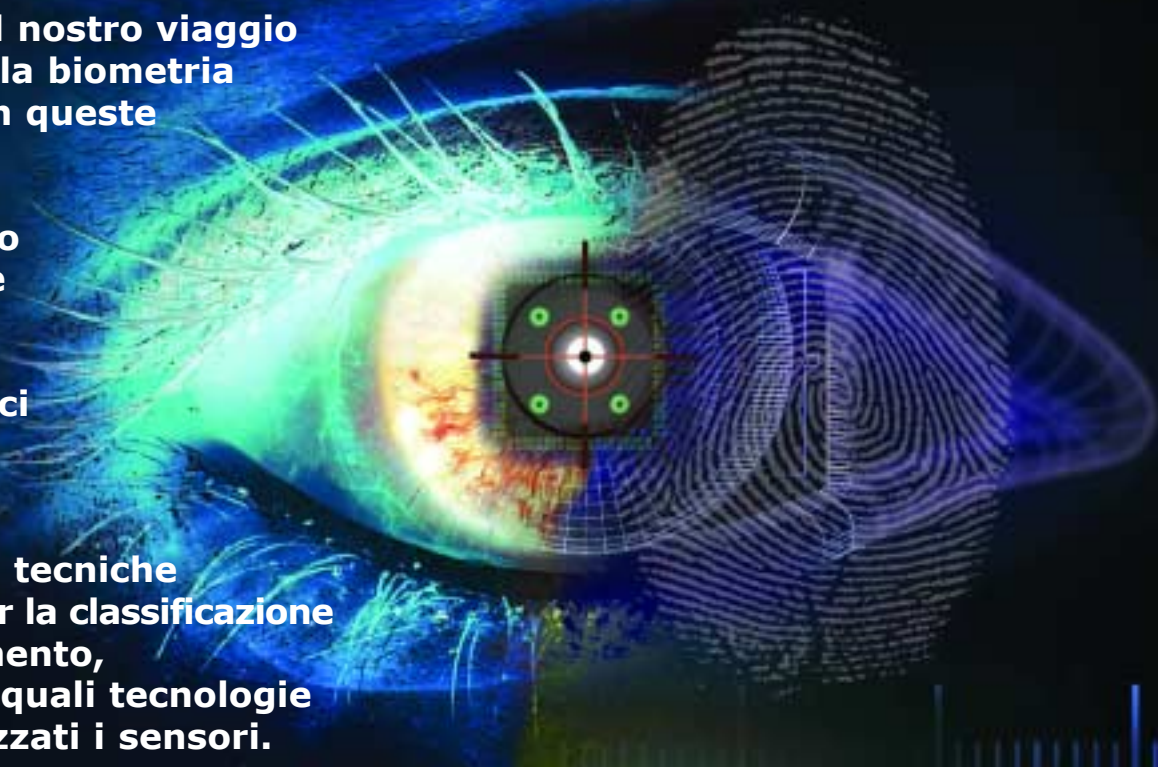
Il progetto descritto in queste pagine è facilmente realizzabile da chiunque. Dal sito della rivista (www.elettronica.in.it) è possibile scaricare il master della scheda madre ed il codice sorgente del microprocessore. La scheda di adattamento con connettore a 60 pin già montato, il modem GPRS Wavecom e tutto il materiale per realizzare questa interfaccia sono disponibili presso Futura Elettronica.

**Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>**

Tecnologie per il riconoscimento biometrico

di Franco Tagliabue

Continuiamo il nostro viaggio nel mondo della biometria occupandoci in queste pagine delle tecniche di riconoscimento delle impronte digitali. Analizzeremo i principi teorici che stanno alla base di tali sistemi, vedremo quali tecniche si utilizzano per la classificazione e il riconoscimento, ed infine con quali tecnologie vengono realizzati i sensori.



Nel numero precedente ci siamo occupati in generale della biometria con riferimento alla sicurezza ed al controllo accessi; abbiamo illustrato le tecniche disponibili cercando di valutarne i pro e i contro in funzione della tipologia d'utilizzo. In chiusura di quell'articolo avevamo anche precisato che l'argomento "impronte digitali" era stato affrontato in modo essenziale perché ad esso avremmo dedicato maggior spazio (ed anche un progetto pratico: nella fattispecie, un controllo accessi basato su un sensore di riconoscimento delle impronte) nei successivi numeri della rivista.

Ebbene, adesso è giunto il momento di approfondire gli aspetti teorici relativi al riconoscimento delle impronte digitali, esponendo quei concetti che sono alla base dei moderni sistemi di identificazione e dei software applicativi utilizzati nei sistemi di riconoscimento mediante PC o in quelli di tipo stand-alone.

Partendo dagli albori, scopriremo quanta strada è stata fatta nello studio e nel riconoscimento di quello che è stato il primo, in ordine di tempo, metodo di identificazione personale, quello che tanti "fiumi di inchiostro" ha fatto scorrere nei racconti gialli e nei polizieschi. ➤

L'impronta digitale nella storia

Già più di 2000 anni fa, l'impronta del polpastrello venne utilizzata come elemento riconoscitivo da apporre come firma sui documenti: era come allegare una piccola copia di se stessi per certificare l'autenticità di quanto riportato sulle carte. E per lungo tempo questo rimase l'unico utilizzo.

Giunti verso la metà del XIX secolo, la polizia iniziò a considerare l'impronta come elemento capace di consentire l'identificazione di una persona, perché le osservazioni fatte nel tempo dagli studiosi, già lasciavano supporre che il disegno tracciato sui polpastrelli, potesse essere considerato abbastanza personale, se non assolutamente unico. I metodi d'analisi in uso in quegli anni non godevano certo delle risorse di cui ora disponiamo, tuttavia permettevano di confrontare le impronte trovate sulla scena del crimine con quelle degli indagati, semplicemente analizzandole, con una buona dose di pazienza, aiutandosi con una semplice lente d'ingrandimento. Il confronto, che avveniva osservando le caratteristiche generali dell'impronta, richiedeva parecchio tempo e non era certo particolarmente affidabile. Ora, con una rapidità notevole, le impronte rilevate sulla scena del crimine, vengono confrontate con i dati memorizzati nell'archivio delle autorità di Polizia, grazie a sistemi governati da software nati per gestire il confronto. Ma soprattutto, l'impronta non è più considerata solo in base alle macro caratteristiche (osservando le linee fondamentali) bensì valutando anche nuovi parametri, definiti con lo studio sistematico ed approfondito apportato dalla biometria, noti come *linee di flusso, immagini direzionali, densità delle creste, micro-caratteristiche*, che approfondiremo più avanti. Tutto ciò ha consentito agli

studiosi di questa materia di affermare che la probabilità di trovare due impronte uguali è di 1 su 100 miliardi. Una cifra del genere può essere tranquillamente tradotta con un'affermazione meno statistica, ma certamente più efficace, del tipo che l'impronta digitale è un elemento unico.

L'utilizzo delle impronte digitali

Per la tradizione che c'è stata passata dai romanzi gialli e dalla filmografia poliziesca, abbiamo l'abitudine di considerare l'esigenza della lettura delle impronte digitali come necessità peculiare della Polizia Scientifica; non dobbiamo invece dimenticare che, applicazioni come il controllo accessi, la verifica presenze, l'autorizzazione all'uso d'apparecchiature, rappresentano una realtà che conquista fette di mercato sempre più consistenti. A questo punto molti si chiederanno che cosa cambia fra i due tipi di utilizzo, visto che in ogni modo si tratta sempre d'impronte. Rispondere a questa domanda non è difficile. La Polizia Scientifica ha la necessità di confrontare un'impronta, non sempre ottimale, rilevata sulla scena del crimine, con un archivio che contiene milioni d'impronte memorizzate, mentre un'azienda che gestisce il controllo accessi con rilevamento biometrico delle impronte digitali, si limita a confrontare l'impronta di chi pone il dito sul sensore, esclusivamente con il limitatissimo archivio di quanti sono autorizzati all'accesso. La prima differenza fra le due situazioni si nota valutando la differenza fra i tempi di risposta dei due casi. Nei sistemi di controllo accessi, lo scopo dell'utente è di farsi identificare e quindi, se la sua impronta non sarà idonea all'identificazione, a causa anche solo di un taglietto sul polpastrello, il soggetto sarà ben disponibile ad appoggiare sul sen-

sore il "dito di scorta" (quello che corrisponde ad un'altra delle sue impronte preventivamente memorizzata) per ottenere il consenso all'accesso.

Come secondo elemento si può aggiungere che la lettura dell'impronta nel caso del controllo accessi o presenze avviene sempre in condizioni ideali, perché la manutenzione richiesta dal sensore si concretizza nella semplice pulizia della sua superficie.

Su come lavora la Polizia Scientifica per la lettura delle impronte digitali, c'è poco da dire: bastano le molte notizie di cronaca in cui si racconta di frammenti d'impronte raccolti con gran maestria in luoghi dove il criminale non è certo "collaborativo" e sicuramente fa di tutto per non lasciare tracce delle sue malefatte.

Il confronto delle impronte

Avendo a disposizione un'impronta da analizzare, ci si trova di fronte due distinti metodi operativi: il riconoscimento e l'identificazione. I due sono caratterizzati da tempistiche intrinseche differenti.

Il riconoscimento è un confronto di tipo 1:1 perché l'impronta rilevata dal sensore preposto deve essere confrontata con la sua copia digitale memorizzata nel sistema in fase di programmazione; in altre parole, chi effettua l'analisi deve semplicemente dire se quella acquisita dal lettore corrisponde o meno a una determinata impronta già memorizzata. Nel caso specifico di un controllo accessi, il sistema viene informato con quale impronta dell'archivio fare il confronto quando la persona da riconoscere inserisce un codice PIN, fa scorrere un badge magnetico o mette davanti a uno scanner una scheda con codice a barre.

L'identificazione, invece, è un confronto di tipo 1:N, in quanto l'impronta va confrontata con migliaia

e migliaia di *pattern* e non con una singola specifica immagine; in altre parole, una volta letta, bisogna cercare in un archivio più o meno consistente quella che più vi assomiglia, ovvero quella che, con un'approssimazione accettabile, possa ritenersi corrispondente.

Il sistema, quindi, effettuerà una ricerca all'interno del suo database di un'impronta che corrisponda a quella rilevata. Se il database comprende qualche centinaio di impronte, il tempo per il riconoscimento rallenta a ritmi di attesa ancora accettabili, nell'ordine dei secondi, ma se la consistenza dell'archivio è notevole (pensiamo ad esempio a quello della Polizia Scientifica, che teoricamente potrebbe contenere le impronte di tutti gli individui, italiani e stranieri) i tempi necessari all'identificazione risulterebbero di giorni o settimane. È ovvio che questa situazione è inaccettabile, quindi è stato necessario creare speciali algoritmi per poter facilitare le operazioni di identificazione, algoritmi che, tra l'altro, prevedono la definizione di un certo numero di zone dell'impronta letta che devono corrispondere pienamente ad altrettanti delle impronte in archivio.

Come è composta un'impronta digitale

Studi scientifici hanno dimostrato che le impronte digitali fanno la loro comparsa nel corso della dodicesima settimana di gestazione e raggiungono la geometria definitiva dopo il sesto mese. Quanto alle ragioni per cui le forme delle impronte si differenziano, le ipotesi, in parte validate, sono molte: influenze ambientali all'interno dell'utero, anomalie di sviluppo, sviluppo trasversale ai piani di tensione, sviluppo curvilineo in base al rilievo del cuscinetto fetale, trasformazione da convessa a piana della pellicola dermica, spessore dell'e-

	Terminazione
	Biforcazione
	Lago
	Ridge Indipendente
	Punto o Isola
	Sperone
	Incrocio

Fig. 1

Le minuzie sono i singoli elementi costituenti l'impronta digitale; qui sono rappresentate quelle convenzionalmente utilizzate nell'analisi.

pidermide e cuscinetti adiposi... Il punto fondamentale è che si differenziano da dito a dito e da persona a persona.

Ora, improvvisiamoci *Sherlock Holmes* di noi stessi, munendoci di una lente di ingrandimento, con la quale inizieremo ad osservare uno dei nostri polpastrelli (tipicamente l'indice). Dopo qualche secondo di attenta osservazione, saremo in grado di identificare una serie di particolarità che schematizzano un disegno apparentemente irregolare. La prima cosa che noteremo sarà il fatto che l'impronta ha origine da un punto centrale del polpastrello e attorno a questo punto si generano delle linee (*ridge line*, ossia linee di cresta) che scorrono parallele tra loro, ma che tipicamente ruotano attorno al centro. Queste linee a volte si intersecano, oppure si interrompono o si chiudono, creando il "grafico" dell'impronta, definito *ridge pattern* (ossia modello di cresta). A partire dal modello di cresta si possono estrarre ulteriori informazioni, quali le linee di flusso (*flow line*) il numero di creste (*ridge count*) le immagini direzionali, la singolarità, le zone modello (*pattern area*) e le minuzie.

In particolare, queste ultime sono molto importanti per la discriminazione delle impronte digitali, per-

ché rappresentano i punti in cui le *ridge line* subiscono un'alterazione o presentano un comportamento anomalo. E proprio tali variazioni vengono utilizzate, opportunamente discriminate, per creare la matrice dell'impronta digitale.

Analizziamole tutte nel dettaglio.

Le minuzie

L'ANSI (American National Standard Institute) ha classificato queste alterazioni in quattro categorie: *Terminazioni*, *Biforcazioni*, *Triforcazioni* o *crossover*, *Indeterminate*. Tipicamente le minuzie possono essere ricondotte a sette modelli base, riportati nella Figura 1. Sono tutte abbastanza comprensibili, ma comunque dedicheremo ad ognuna di esse qualche parola di commento.

La terminazione si ha quando una cresta si interrompe, mentre quando si sdoppia, si ha una biforcazione. A volte una cresta si sdoppia e poi si riunisce, creando un *lago*, che potrebbe essere vuoto o contenere una cresta corta, chiamata *ridge indipendente*, oppure una cresta puntiforme, chiamata *punto o isola*. Se una cresta si sdoppia creandone una parallela, ma continuando il percorso originale, si è in presenza di uno *sperone* che se va ad intersecare un'altra cresta, dà origine ad ➤

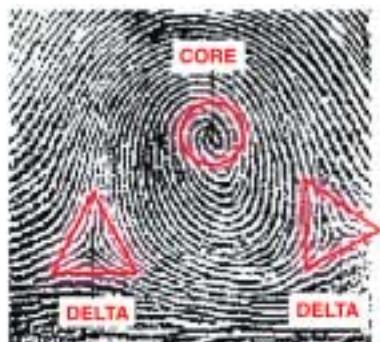


Fig. 2

un incrocio. L'identificazione tramite minuzie necessita l'acquisizione per ogni minuzia di una serie di informazioni: tipo di minuzia (terminazione o biforcazione) coordinate (x,y) e angolo formato dalla tangente alla minuzie rispetto alla direzione orizzontale. Quindi va da sé che per poter effettuare un confronto basandoci sulle minuzie, è necessario averle acquisite tutte in precedenza.

Singularità

Analizzando la rappresentazione grafica di un'impronta digitale, oltre alle minuzie si possono identificare delle zone in cui le linee di flusso assumono degli andamenti particolari. Queste zone vengono chiamate singolarità e vengono classificate in *Occhielli* (Core), *Spirali* (Whorl) e *Delta* (Delta). Se una linea di cresta si chiude su di sé, si è in presenza di un occhiello; se ruota su se stessa si ha una spirale, mentre se si divide ed attorno ad essa si generano creste il cui disegno è riconducibile ad un triangolo o ad una stella a tre punte, si è in presenza di un Delta (Fig. 2).

Pattern Area

Guardando l'impronta un po' più da lontano, è possibile individuare in essa una zona che appare nettamente distinta dal resto dell'impronta. Di fatto, questa zona (Figura 3) è delimitata da due linee di cresta, chiamate type line, e tutta l'impronta contenuta tra le due type line viene chiamata pattern area.



La pattern area è molto importante in quanto, non potendo ovviamente memorizzare tutte le possibili alterazioni e minuzie presenti in un'impronta, viene presa come "linea di confine" per il campionamento delle minuzie, delle singolarità, delle forme e delle direzioni delle creste, ed in generale di tutti i parametri che si usano per costruire l'immagine elettronica di un'impronta digitale.

Tutte le caratteristiche contenute tra le type lines vengono chiamate macro caratteristiche.

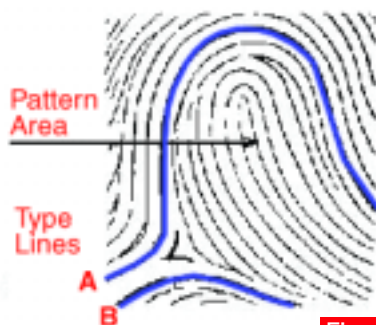


Fig. 3

Flow Line e Ridge Count

Le Flow Line non sono elementi fisicamente identificabili: si tratta infatti di ipotetiche linee che seguono parallelamente un fascio di ridge che scorrono parallele e contigue. Esse non sono univoche in quanto vengono determinate sulla base di ipotesi fatte durante la scansione dell'impronta dall'algoritmo che le identifica e localizza.

Il Ridge Count rappresenta invece il conteggio di tutte le creste che un'ipotetica linea retta tracciata sull'impronta incrocia durante il suo

percorso. Generalmente i punti di inizio e fine sono facilmente identificabili all'interno della pattern area e normalmente sono il centro dell'impronta ed una singolarità. Statisticamente è probabile che impronte differenti abbiano Flow Lines molto simili, ma se esse vengono anche confrontate con il Ridge Count (Fig. 4), diventa piuttosto difficile trovare un'impronta digitale che abbia le stesse flow lines e lo stesso numero di creste localizzate in un segmento AB collocato per entrambe su due singolarità nelle stesse posizioni x-y. E anche se fosse, l'ulteriore confronto con le minuzie restringerebbe ulteriormente il margine di errore.

Fig. 4



Immagine Direzionale

Ciò che l'occhio umano percepisce quasi immediatamente guardando un'impronta digitale, è il disegno delle linee che la compongono (che adesso sappiamo chiamarsi Ridge Lines) e l'insieme delle loro direzioni e curvature distinte e omogenee. Ma mentre per il cervello umano ricostruire l'immagine elettrochimica acquisita dall'occhio è "facile" anche se difficile da spiegare (sappiamo che vediamo l'impronta digitale come la vediamo, ma non ne conosciamo l'esatto perché) per un "cervello elettronico" non è altrettanto facile nemmeno se aiutato da un "occhio elettronico". Il cervello elettronico, che lavora solo con condizioni numeriche ben

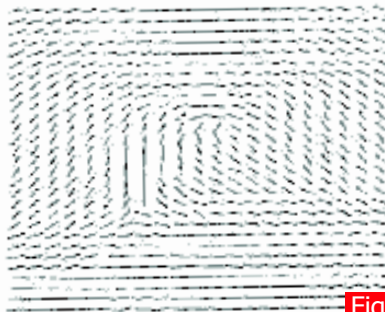


Fig. 5

definite, ha bisogno di punti di riferimento misurabili. L'immagine direzionale gli fornisce i punti di riferimento per capire la rotazione dell'impronta e viene ottenuta sovrapponendo l'impronta digitale acquisita ad una griglia di passo (distanza tra linea e linea) ben definito. Quindi per ogni singolo nodo (incrocio) della griglia viene definito un vettore (trattino) "appoggiato" parallelamente alla flow line sotto di esso.

La figura 5 rappresenta un'impronta digitale e la sua immagine direzionale che ci permettono di identificare chiaramente la griglia regolare: su di essa sono sovrapposti tanti piccoli vettori che giacciono sulla flow line che si trova esattamente in quel punto dell'impronta.

Cosa vede un occhio elettronico

Una prima caratteristica molto evidente è l'andamento delle creste, ovvero dei fasci di linee. La figura 6 ci mostra tre tipi di linee: *linee marginali* o periferiche o secondarie

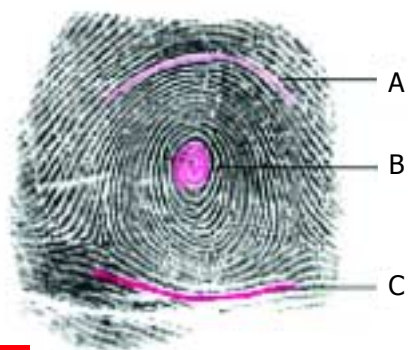


Fig. 6

(A) che normalmente si identificano in alto o ai lati; *linee centrali* (B) tipicamente localizzate nel centro impronta; *linee basali* (C), che stanno alla base dell'impronta, dove per base si intende il lato verso il palmo della mano.

Da spiegazioni precedenti ricordiamo che tra le singolarità esiste il delta, riconducibile ad un triangolo, o una stella a tre punte. Quindi la ricerca di queste forme di cui l'impronta non è mai densamente popolata (raramente si hanno 3 delta) permette all'occhio elettronico di discriminare quattro "archetipi" di impronta.

Adelta, sprovvista di delta; spesso nemmeno il centro impronta è ben definito (figura 7a).

Monodelta, che ha un delta e un centro impronta (figura 7b)

Bidelta, che presenta due delta e un centro figura (figura 7c)

Composta, che ha due delta e due centri impronta (figura 7d).

Una volta identificato l'archetipo è necessario identificare le minuzie in esso contenute, che sono individuali perché specifiche ed uniche, e singolari perché proprie di ogni individuo. Se si analizza molto

attentamente un'impronta è possibile arrivare a contare mediamente 70 minuzie, ma alcuni individui ne hanno molto meno o molto di più (documentato oltre 150 minuzie). I sistemi elettronici normalmente ne identificano 20 da memorizzare nel modello di impronta e ne controllano 10. Abbiamo già identificato in forma stilizzata alcuni tipi di minuzie all'inizio di questa puntata: nel riquadro di pagina 61 ce ne occupiamo in maniera più estesa. In figura 8, invece, possiamo notare un tipico esempio di archetipo monodelta in cui il centro è identi-

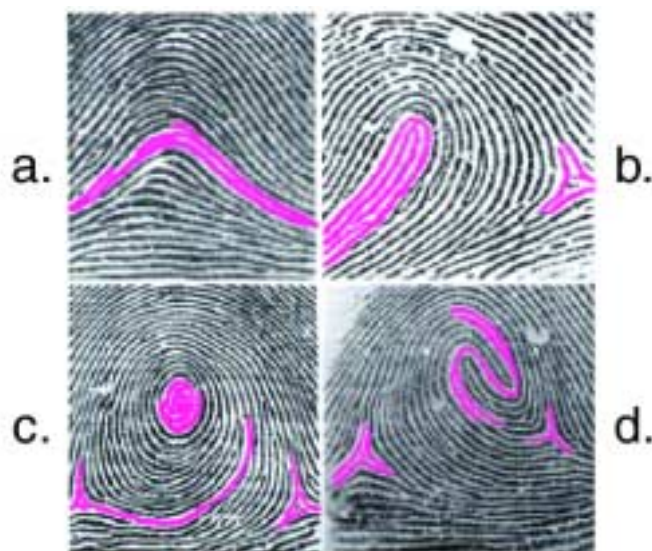


Fig. 7

ficato dal punto giallo, il delta dal punto blu, ed in giallo e rosso tutte le minuzie identificate. Tutti i punti evidenziati possono essere usati dal sensore per costruire la sua immagine elettronica dell'impronta. Ma non solo: utilizzandoli come punti di riferimento, il sensore è in grado di costruire ed estrarre altre informazioni. In figura 9 vediamo la stessa impronta di figura 8 nella quale è stata disegnata una linea ipotetica che unisce il centro impronta con il delta: essa incrocia 12 creste, per cui il sensore può fornire questa ulteriore informazione come elemento di discriminazione; ricordiamoci che questo parametro



Fig. 8

si chiama ridge count. Da quanto esposto finora deduciamo che un'impronta digitale non viene analizzata e riconosciuta / confrontata nella sua totalità bensì controllandone quelle caratteristiche particolari che la rendono unica.

Come acquisire un'impronta digitale

Un tempo, quando la tecnologia non permetteva grandi cose, le impronte venivano acquisite bagnando di inchiostro un po' denso il polpastrello e ruotandolo su carta bianca, quindi si procedeva con lente di ingrandimento al confronto visivo.

Con l'evoluzione tecnologica si sono potute trasferire al sistema di memorizzazione e confronto (Personal Computer o stand-alone) le impronte digitali cartacee utilizzando un semplice sensore, aprendo le porte a nuove e più perfor-

manti applicazioni per il riconoscimento e l'identificazione. Ovviamente la tecnologia non si ferma e la sempre maggiore integrazione ha permesso di avere sistemi di riconoscimento molto compatti, in grado di effettuare direttamente la scansione e la digitalizzazione dell'impronta semplicemente appoggiando il dito su una superficie dietro la quale si trova il sensore. Questa "fotografia" elettronica può essere eseguita con differenti tipi di sensore che possiamo suddividere in tre grandi famiglie: *sensori ottici*, *sensori capacitivi* e *sensori ad ultrasuoni*.

Per maggiori dettagli sui sensori, vi rimandiamo agli specifici riquadri. In questo paragrafo ci limitiamo a commentare la tabella comparativa sulle varie tipologie di sensori (tabella 1), dalla quale ci rendiamo conto che i sensori ottici mediamente offrono la maggior versatilità in quanto economici, robusti, veloci, non troppo ingombranti, e quindi idonei per la maggior parte delle applicazioni.

Quelli ad ultrasuoni sono meccanicamente robusti ed elettricamente immuni agli agenti esterni, ma sono anche grandi, lenti e molto costosi, nonostante siano in grado di fornire la migliore risoluzione.

Quelli capacitivi hanno il grande vantaggio di essere molto piccoli. Da tutto ciò si comprende per quale motivo i sensori ottici siano i più diffusi.



Fig. 9

Elementi di disturbo durante l'acquisizione

A questo punto potremmo considerare conclusa la descrizione se stessimo parlando di impronte riconducibili ad una immagine del tipo carta stampata. Ma la biometria lavora con parametri rilevati e ricavati da elementi "vivi". Nel caso specifico delle impronte digitali la loro acquisizione può essere influenzata da molteplici fattori che il sensore deve essere in grado di compensare.

Un primo intuibile elemento di complicazione è il posizionamento del dito, che potrebbe essere spostato rispetto al centro, o ruotato rispetto al piano o rispetto all'asse di riferimento; ma è solo il primo. La temperatura e l'umidità corporea alterano la lettura, in quanto influenzano i valori elettrici acquisiti dai sensori capacitivi (come specificato nell'apposito riquadro essi lavorano leggendo differenze di potenziale create dalla pelle che svolge la funzione di armatura in un condensatore) e possono influenzare anche i sensori ottici per via delle variazioni di colore.

Abbiamo notato tutti che le mani fredde sono molto chiare, mentre quando si scaldano diventano rosse. Questa variazione di temperatura potrebbe influenzare l'acquisizione delle macro e micro caratteristiche dell'impronta. Anche la pressione

Tabella 1

	OTTICI	CAPACITIVI	ULTRASUONI
COSTO	Medio	Elevato, a parità di area	Elevato
ACQUISIZIONE	Rapida	Rapida	Lenta
SVILUPPO	Più diffuso	Applicazioni specifiche	Poco diffuso
DIMENSIONE	Media	Piccola	Grande
DISTURBI	Umidità / luce	Scariche / umidità	Nessuno
IMMAGINE	Buona	Discreta	Molto buona
ROBUSTEZZA	Buona	Delicato	Non applicabile

Particolarità delle impronte

Le particolarità delle impronte si classificano in Pure e Composite. Le particolarità pure hanno un solo punto di particolarità, ovvero una terminazione, una biforcazione, e così via. Le particolarità composite, invece, sono in qualche modo riconducibili ad una composizione di due particolarità pure molto vicine tra loro, e, mentre le prime sono piuttosto comuni, le altre sono piuttosto rare, e quindi rappresentano il mezzo migliore per operare la discriminazione dell'impronta.



esercitata sul polpastrello influenza l'acquisizione, e per poter verificare questa affermazione si può fare un semplice esperimento. Guardate un vostro polpastrello a riposo: esso è sicuramente rossastro o rosato, per effetto del flusso sanguigno. Ora premetelo al centro con una matita: noterete che in prossimità del punto di pressione il sangue si sposta ed il polpastrello diventa bianco.

Questo è un ulteriore elemento di difficoltà.

Pelle grassa o secca, o screpolata sono ulteriori elementi di "disturbo" da compensare e correggere.

Infine è noto (ed ampiamente sfruttato in campo medico) che le situazioni fisiche ed emotive influenzano la conduttività della pelle: pressione sanguigna, febbre, stati di ansia, nervosismo, apatia, effetti collaterali di medicinali... Tutto ciò ha effetto sulla pelle, perché la pelle è viva.

Un buon sistema di acquisizione di impronte digitali deve essere in grado di gestire tutte le possibili variazioni determinate da agenti esterni, di natura sia ambientale fisica che biologica, al punto da

poter anche capire che se tutto ciò che è stato presentato al sensore è troppo perfetto, probabilmente o è falso o non è vivo.

I sensori

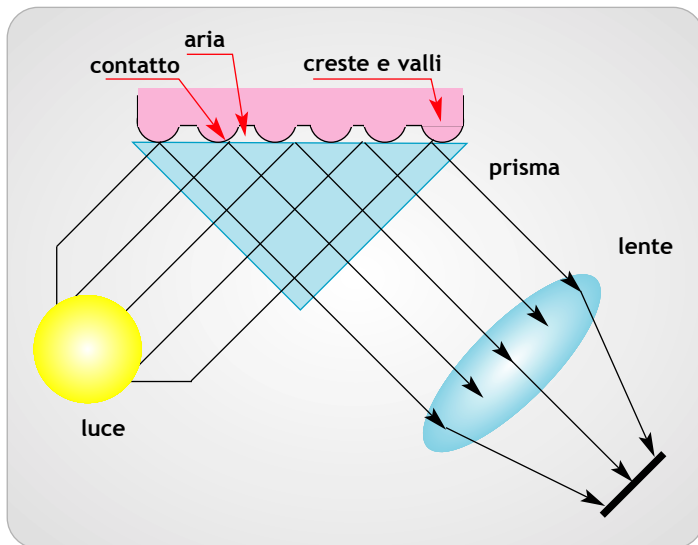
Per quanto possano essere basati su tecnologie differenti, oppure siano di tipo a contatto o meno, ottici, al silicio o a ultrasuoni, tutti i sensori atti ad acquisire un'impronta digitale, alla fine si possono definire, anche se in maniera non proprio esatta, delle telecamere.

In pratica i sensori per impronte digitali acquisiscono un'immagine dell'impronta, così come le telecamere che tutti noi conosciamo servono per acquisire un'immagine da riprodurre.

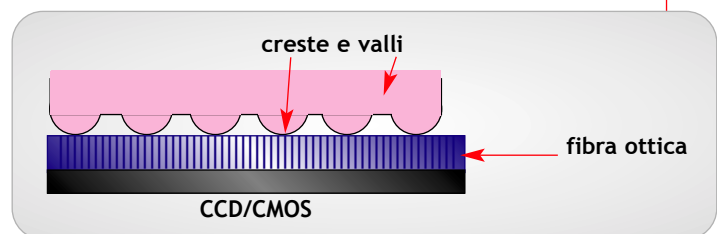
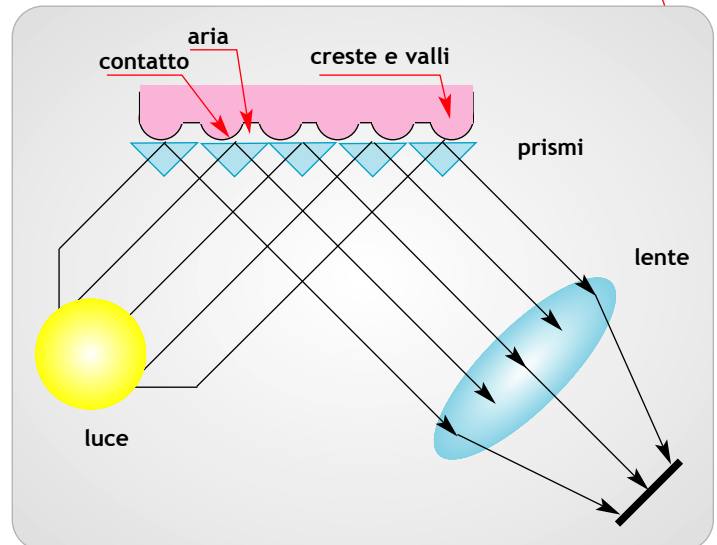
Anche per questi elementi esiste il parametro della risoluzione dell'immagine: sensori di qualità normale sono in grado di effettuare scansioni a

300 DPI; va da sé che maggiore è la risoluzione, migliore è la qualità dell'impronta. La maggior parte dei sistemi utilizzati nella pubblica amministrazione operano con risoluzioni a 500 DPI, ma alcuni sistemi forensi sofisticati devono operare con caratteristiche minime che corrispondono a 0,75" x 0,75" a 500 DPI per 128 scale di grigio e contenere un minimo di 20 punti di confronto dei particolari rilevati. Questi rilievi parziali sono accettati legalmente per la raccolta di prove. Prodotti tipicamente commerciali operano con aree più ridotte. Un ➤



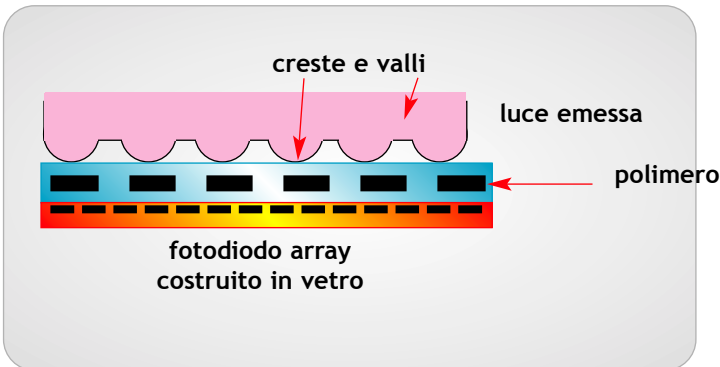


A prisma. I raggi di luce vengono riflessi o assorbiti a seconda dei punti di contatto del dito con la superficie del prisma e focalizzati attraverso una lente sulla superficie di un CCD. È la soluzione più diffusa e sicuramente quella che offre il miglior compromesso tra costo, dimensioni, prestazioni e robustezza. La dimensione può essere ridotta utilizzando dei prismi multipli, tuttavia, la qualità dell'immagine diventa inferiore. È possibile eliminare il prisma effettuando un accoppiamento diretto dell'impronta con il CCD, tramite fibre ottiche; però occorre un CCD/CMOS più grande e quindi il costo



A riflessione senza contatto. Il dito deve essere mantenuto in posizione di fronte al sensore. La luce generata viene riflessa dal polpastrello senza che sia premuto su una superficie. Il vantaggio di questa soluzione è quello di non introdurre deformazioni sulla superficie del dito.

Nella soluzione a trasmissione di luce la lettura è effettuata direttamente sulla luce emessa dal polpastrello dopo che la luce l'ha attraversato.

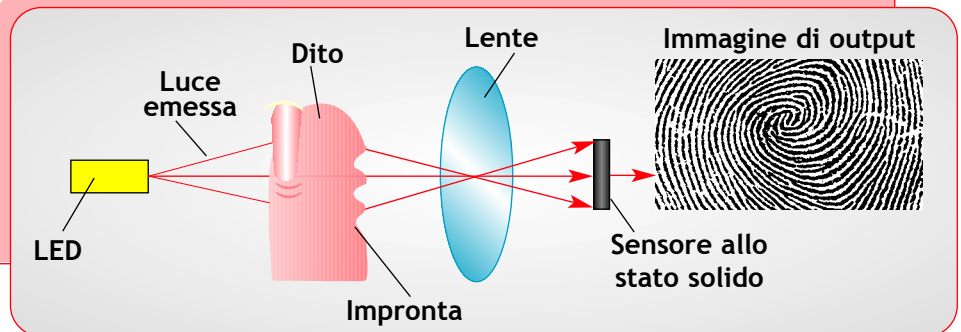


aumenta. Un'altra soluzione consiste nell'interporre tra la superficie del dito e il sensore un polimero che emette luce a seconda del potenziale applicato. Il potenziale dipende dal contatto tra dito e polimero stesso. La luce viene rilevata da una rete di fotodiode posta sotto il polimero stesso. Questa soluzione funziona discretamente ma è di scarsa qualità.

utente tipico normalmente fornisce 18-35 punti di confronto, altri individui possono fornire solo 10-12 punti di confronto, altri più di 50...

Più sono numerosi, ovviamente, meglio è, e un'immagine più ampia

offre risultati migliori. Il mercato, oggi, è in grado di fornire una gran



Sensori al silicio

I sensori allo stato solido non sono sensori di tipo ottico in quanto essi misurano delle differenze di potenziale determinate dalla distanza tra le creste.

Sono normalmente costituiti da una "griglia" di piccoli sensori, a ognuno dei quali è affidato il compito di acquisire un solo pixel dell'immagine. Sono più piccoli come dimensione, ma sono generalmente di qualità inferiore a quelli ottici. Possono essere ulteriormente suddivisi in tre categorie.

Capacitivi. Si basano sul concetto della differenza di potenziale che si viene a creare, per effetto capacitivo appunto, tra sostanza acquosa e aria. Sono formati da una griglia di micro condensatori e necessitano di un opportuno circuito elettronico integrato, il quale va a leggere la differenza di potenziale che si viene a generare tra due pixel adiacenti in funzione del contatto con il polpastrello. La differenza di potenziale è influenzata dal circuito elettrico chiuso sulla pelle, e dipende dalla

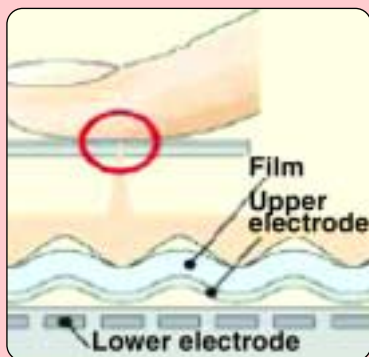
distanza tra le creste e dalla presenza o meno di una cresta o di un avvallamento. L'insieme delle differenze di potenziale viene utilizzato per costruire una griglia di pixel che varranno 0 o 1 a seconda della differenza di potenziale rilevata in quel punto.

Termici. In questo caso la barretta su cui è realizzato il sensore lavora sull'effetto piroelettrico, ovvero sulla capacità che hanno certi materiali di convertire in differenza di potenziale una differenza di temperatura. Le difficoltà vengono generate dalla velocità

con cui pelle e sensore raggiungono l'equilibrio termico (meno di un decimo di secondo).

Per questo motivo la scansione del polpastrello non può essere fatta a contatto statico. In pratica il dito deve essere fatto scorrere sulla barretta del sensore per potergli offrire costante variazione di temperatura, che dipende dalle creste e dagli avvallamenti. L'algoritmo per ricostruire l'immagine è piuttosto complesso.

A Pressione. Sono concettualmente simili ai sensori Termici, ma in questo caso si basano sull'effetto piezoelettrico di alcuni materiali (come il quarzo), ovvero sulla capacità di convertire in differenze di potenziale delle deformazioni meccaniche e viceversa. La rete di sensori è montata su una superficie elastica di spessore ed elasticità idonei a garantire la deformazione della lamina di supporto in funzione della presenza o meno di creste o avvallamenti.



quantità di sensori quasi "plug-and-go", a cifre che partono dalle poche decine di Euro, a salire.

Di fatto, sistemi molto economici riescono a riconoscere impronte digitali con prestazioni almeno sufficienti, ma possono essere fortemente influenzati da agenti esterni di disturbo, e possono essere tratti in inganno semplicemente presentando loro un'impronta *old fashion*, ricavata con il tecnologico metodo della "carta e inchiostro". Quindi, per quanto non costituisca una regola sempre valida, si può affermare con buona approssimazione che maggiore è il costo del sensore migliore risulta la qualità dell'impronta rilevata, non solo per il maggior numero di dettagli acquisiti, ma anche perché il sensore riesce a compensare tutti i possibili elementi di distorsione e disturbo. Meglio: non costa tanto l'hardware bensì il firmware che lo governa, che generalmente è tanto più performante quanto più è sofisticato.

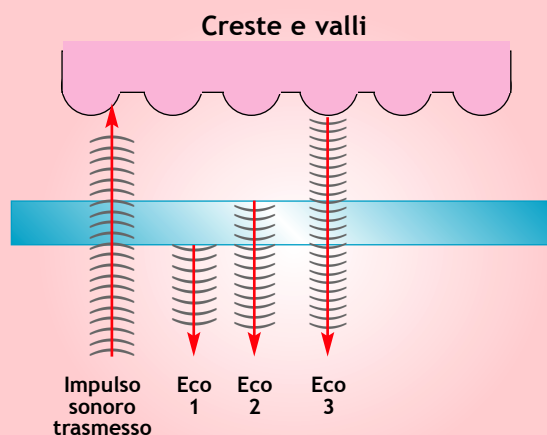
Anticipazioni sul progetto pratico

Non abbiamo la pretesa di proporre qualcosa di assolutamente originale in quanto già da molti anni il

riconoscimento delle impronte digitali è utilizzato in numerose applicazioni, specialmente per il controllo accessi. Ed esattamente questo è il progetto che presenteremo nel corso della prossima uscita di *Elettronica In*. Si tratta di un progetto semplice da realizzare il cui scopo è quello di azionare un relè quando un'impronta digitale viene riconosciuta. Utilizza un sensore di tipo professionale di casa Fujitsu gestito da un controllore RISC a 32 bit. Comunica via seriale con un microcontrollore PIC che controlla la restante parte del circuito e pilota il relè di uscita. Se opportunamente utilizzato, in nostro "Finger Key" può risolvere tante necessità piccole e grandi con ottimi risultati: può essere usato per attivare e disattivare un antifurto, per comandare l'elettroserratura di un portoncino, di un cancello, di un basculante, e più in generale, dovunque esista una chiave meccanica che comanda un dispositivo elettrico o elettronico. Appuntamento dunque al prossimo numero della rivista con, finalmente, un progetto pratico!

Sensori ad ultrasuoni

I sensori ad ultrasuoni sono dei sonar molto piccoli, in quanto lavorano misurando l'impedenza acustica tra la pelle ed il generatore di ultrasuoni. Il segnale ultrasonico, che può avere una frequenza compresa tra 20 kHz ed alcuni GHz, attraversa il substrato su cui appoggia il polpastrello, superando le impurità presenti sul dito e sul substrato, per raggiungere infine la pelle, sulla quale potrà trovare una cresta oppure un avvallamento. Ovviamente l'onda acustica verrà in parte assorbita dal substrato, in parte assorbita dalle impurità e, una volta raggiunta la pelle, verrà riflessa in maniera dipendente dalla presenza di una cresta o di un avvallamento. Quindi il



sensores dovrà misurare l'intensità dell'eco del segnale generato. Questo tipo di sensore offre la massima precisione nella riproduzione dell'impronta, in quanto non è influenzato dalle impurità presenti tra substrato e pelle e dagli agenti elettrici e atmosferici. Per contro è lento e piuttosto costoso.

A CURA DI *Matteo Destro*

2

Impariamo a conoscere e utilizzare uno dei componenti elettronici più interessanti: il display LCD. Costruiremo una Demoboard con microcontrollore e in poche lezioni saremo in grado di progettare e far funzionare correttamente i circuiti di controllo per questi dispositivi.

Nella precedente puntata abbiamo effettuato una panoramica delle varie tecnologie con cui vengono realizzati i display LCD e i nuovi display OLED.

Da questa puntata iniziamo ad analizzare e descrivere una serie di routine per la gestione dei display LCD di tipo alfanumerico; presenteremo inoltre una demo board in grado di gestire quattro differenti LCD alfanumerici, in particolare i modelli 16x2, 16x4, 20x4 e 40x4.

Per tutte queste quattro versioni presentiamo le rispettive routine di gestione; lo studio di esse ci permetterà di comprenderne la logica di funzionamento, consentendoci in seguito di programmare correttamente anche i display non supportati dalla demo board (8x2, 16x1, 20x2, ecc). Ricordiamo che quanto scritto è valido per display LCD di tipo alfanumerico.

Display supportati dalla demoboard

Sono tutti del tipo STN transflective, con retro-illuminazione a LED giallo, prodotti dalla **Data Image**. La nostra attenzione si è focalizzata su quattro modelli:

- CM160230SFAYB-01, 16 caratteri per 2 righe.
- CM160400SFAYA-01, 16 caratteri per 4 righe.
- CM200400SFAYA-01, 20 caratteri per 4 righe.
- CM400400SFAYA-01, 40 caratteri per 4 righe.

A titolo informativo riportiamo in figura 1 il significato del codice che viene utilizzato per identificare i display della Data Image.

Ad ogni lettera e numero del codice corrisponde un preciso significato.

Analizziamo il codice dell'esempio: le prime due lettere identificano un display di tipo alfanumerico (CM), i sei numeri che seguono definiscono ➤

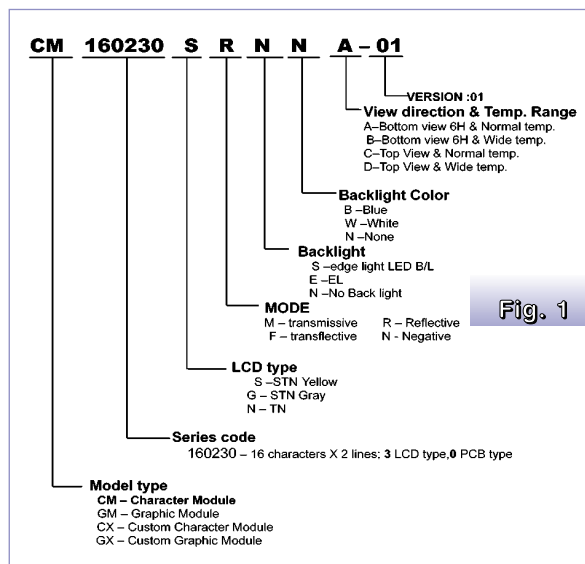


Fig. 1

un modello con due righe da sedici caratteri (160230) montato su circuito stampato (160230) che quindi non fa parte della categoria dei “chip

cificano che è provvisto di retro-illuminazione a LED di colore giallo (AY).

NOTA: è possibile utilizzare anche display di altre marche verificando prima che la pinout sia compatibile con quella della Data Image.

La pin out riportata in tabella 1 è valida per i display 16x2, 16x4 e 20x4, con la sola eccezione dei pin 15 e 16 invertiti (alimentazione retro-illuminazione) nel display 16x2.

Il display 40x4 ha una pin-out leggermente differente dai precedenti, in quanto, come vedremo in seguito, esso necessita di due comandi di Enable

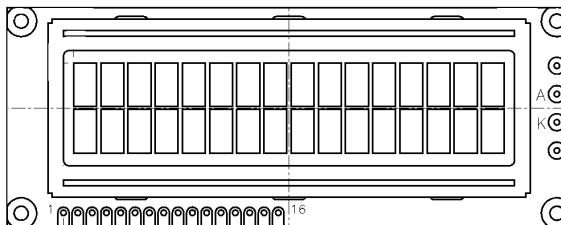


Fig. 2

Tabella 1

N.	Simbolo	Funzione	N.	Simbolo	Funzione
1	Vss	Massa (GND)	9	DB2	Data Bus
2	Vdd	Alimentazione +5Vdc	10	DB3	Data Bus
3	Vo	Regolazione contrasto LCD	11	DB4	Data Bus
4	RS	Seleziona invio Dato/Istruzione	12	DB5	Data Bus
5	R/W	Selezione lettura/scrittura	13	DB6	Data Bus
6	E	Abilita MCU LCD	14	DB7	Data Bus
7	DB0	Data Bus	15	LED A	Retroilluminazione Anodo
8	DB1	Data Bus	16	LED K	Retroilluminazione Catodo

on glass”. Il successivo carattere (S) indica che il display è realizzato in tecnologia STN (supertwisted nematic) e che la sua polarizzazione è di tipo transfective (F).

I successivi due caratteri spe-

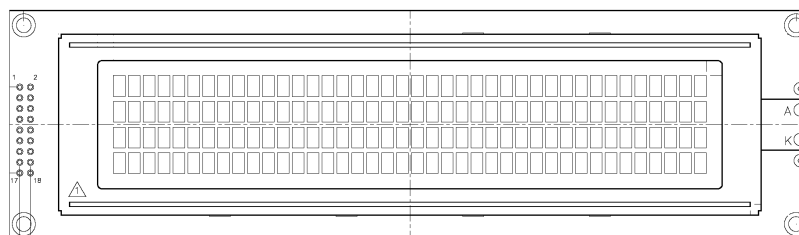


Fig. 3

Tabella 2

N.	Simbolo	Funzione	N.	Simbolo	Funzione
1	DB7	Data Bus	10	R/W	Selezione lettura/scrittura
2	DB6	Data Bus	11	RS	Seleziona invio Dato/Istruzione
3	DB5	Data Bus	12	Vo	Regolazione contrasto LCD
4	DB4	Data Bus	13	Vss	Massa (GND)
5	DB3	Data Bus	14	Vdd	Alimentazione +5Vdc
6	DB2	Data Bus	15	E2	Abilita MCU 2 LCD
7	DB1	Data Bus	16	NC	Non connesso
8	DB0	Data Bus	17	LED A	Retroilluminazione Anodo
9	E	Abilita MCU 1 LCD	18	LED K	Retroilluminazione Catodo

(E) perchè ha a bordo due controllori grafici mentre gli altri ne hanno uno solo.

HD44780: Il cuore dei display alfa-numeric

I display alfanumerici sono solitamente equipaggiati con un driver che gestisce la comunicazione e l'interfacciamento verso un micro controllore esterno (nel nostro caso un PIC). Inoltre si prende carico della visualizzazione di ogni singolo pixel dell'LCD. I driver più frequentemente utilizzati negli LCD sono l'HD44780 della Hitachi o un suo equivalente della Samsung siglato KS0066. La figura 4, che in seguito analizzeremo nel dettaglio, evidenzia lo schema funzionale di entrambi i dispositivi.

L'elemento più importante è l'MPU, che svolge l'attività di interprete tra il microprocessore e i pixel del display. L'MPU comunica con il PIC attraverso un bus parallelo (che può operare con quattro o otto bit, sul quale vengono trasferiti dati e comandi) e tre linee di controllo attraverso le quali il microprocessore legge o scrive dalla memoria interna (R/W), invia un dato o un comando (RS), e abilita l'MPU a ricevere e processare quanto presente sul BUS dati (E).

La successiva operazione consiste nel memorizzare tali dati nell'Instruction Register (IR) se si tratta di istruzioni, oppure nel Data Register (DR) se si tratta di dati. Il registro IR è di sola scrittura e non può quindi essere letto, mentre il registro DR è abilitato sia alla lettura che alla scrittura. Il registro IR serve per memorizzare le istruzioni inviate via BUS al driver, istruzioni che successivamente verranno decodificate dall'Instruction Decoder. Il registro DR, invece, contiene i dati che si vogliono inviare alla DDRAM oppure alla CGRAM. Nel momento in cui tale registro viene scritto dalla MPU, la DDRAM, che contiene il codice del carattere che

si vuole visualizzare sul display, viene aggiornata automaticamente. La stessa cosa avviene per la CGRAM, che contiene la definizione grafica dei caratteri creati dall'utente. Quindi il carattere verrà scritto sul display all'indirizzo stabilito da una precedente istruzione inviata dal microprocessore al registro IR. In seguito tratteremo dettagliatamente le funzioni disponibili.

Oltre a memorizzare i dati da scrivere nella DDRAM o nella CGRAM, il registro DR, quando impostato in lettura, può contenere i dati provenienti dalla CGRAM o dalla DDRAM.

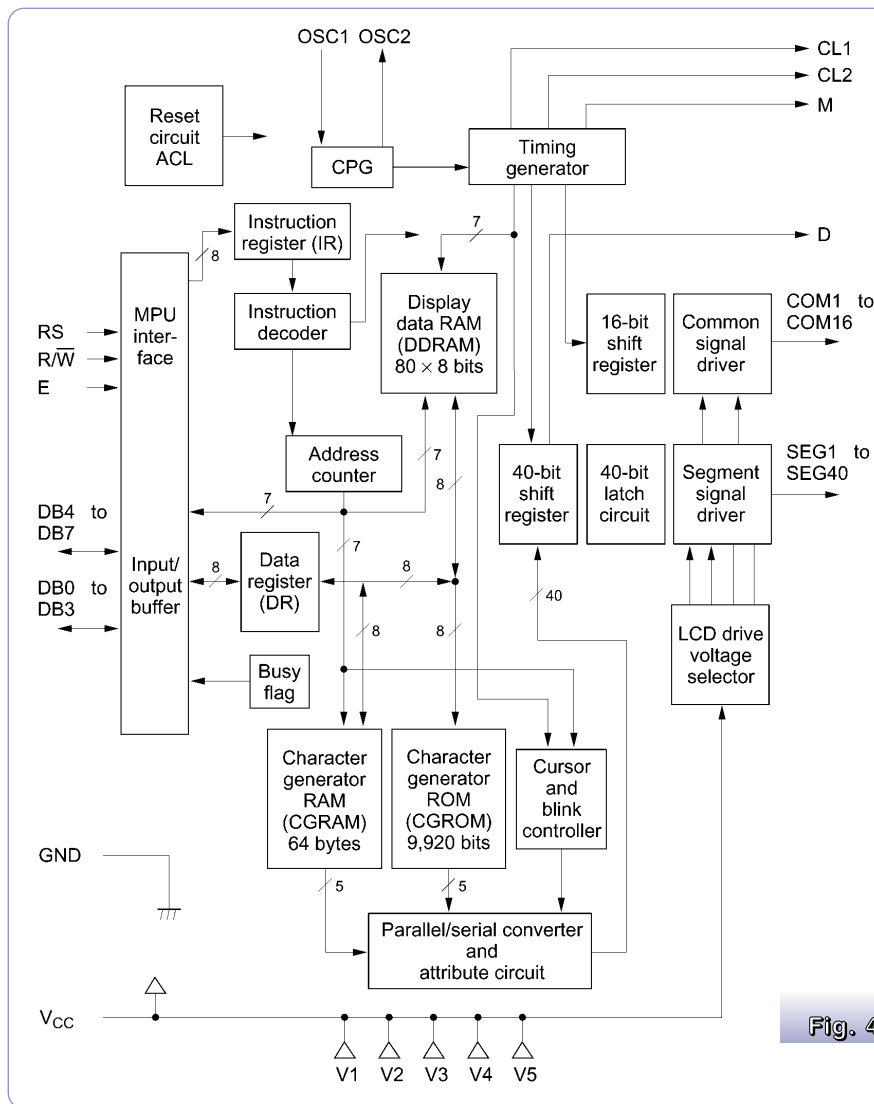


Fig. 4

Un altro registro molto importante è l'Address Counter (AC) che contiene l'indirizzo di memoria DDRAM o CGRAM in cui si vuole leggere o scrivere. L'indirizzo di memoria viene passato al registro AC passando per il registro IR: infatti l'informazione sull'indirizzo si trova nelle istruzioni di "indirizzamento" che vengono prima scritte nell'IR, successivamente processate e il ➤

conseguente risultato, che non è altro che un indirizzo, viene passato al registro AC. Sempre attraverso il processo dell'istruzione presente in IR si determina se l'indirizzo di memoria riguarda la CGRAM o la DDRAM. Conclusa la scrittura nella memoria DDRAM o CGRAM, l'indirizzo presente nel registro AC viene auto-incrementato/decrementato di una unità puntando alla cella di memoria successiva o precedente.

La memoria DDRAM presenta una capacità di 80 byte e viene gestita internamente in modalità differenti a seconda della disposizione dei caratteri sul display LCD. Facciamo qualche esempio.

Display con una sola riga

La memoria viene indirizzata dall'indirizzo 0x00 all'indirizzo 0x4F per un totale di 80 byte. Se il display fosse un otto caratteri per una linea si utilizzerebbe la memoria compresa tra gli indirizzi 0x00 e 0x07.

Come concetto di massima possiamo affermare che questa organizzazione della memoria è comune a tutti i display con una sola riga (8x1, 16x1, 24x1, etc) e in figura 5 troviamo l'organizzazione lineare delle locazioni di memoria.

Fig. 5

Display position (digit)	1	2	3	4	5	79	80
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	03	04	4E	4F

Display con due righe

In questo caso la memoria DDRAM è organizzata in modo leggermente diverso: la prima riga è mappata tra gli indirizzi 0x00 e 0x27 (40 caratteri), mentre la seconda riga è localizzata tra gli indirizzi 0x40 e 0x67 (ancora 40 caratteri).

Balza subito all'occhio che non c'è linearità nel cambio di riga cioè non si passa dall'indirizzo 0x27 a 0x28. La ragione è semplice: disponendo di 80 byte, occorre creare una divisione fittizia per la gestione delle due linee; quindi conviene utilizzare come inizio della seconda linea il primo byte della seconda metà. (Figura 6).

Fig. 6

Display position	1	2	3	4	5	39	40
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	03	04	26	27
	40	41	42	43	44	66	67

Display con quattro righe

In questo caso occorre anche valutare il numero di caratteri di cui è composta una riga. Nel caso

Fig. 7a

Display position	1	2	3	15	16
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	0E	0F
	40	41	42	4E	4F
	10	11	12	1E	1F
	50	51	52	5E	5F

di quattro righe da sedici caratteri, l'indirizzamento della DDRAM viene ripartito come in Figura 7a:

- riga 1: 0x00 ÷ 0x0F (1° metà DDRAM)
- riga 2: 0x40 ÷ 0x4F (2° metà DDRAM)
- riga 3: 0x10 ÷ 0x1F (1° metà DDRAM)
- riga 4: 0x50 ÷ 0x5F (2° metà DDRAM).

Invece nel caso di un display da quattro righe e

Fig. 7b

Display position	1	2	3	19	20
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	12	13
	40	41	42	52	53
	14	15	16	26	27
	54	55	56	66	67

20 caratteri la memoria viene gestita con indicato nella Figura 7b:

- riga 1: 0x00 ÷ 0x13 (1° metà DDRAM)
- riga 2: 0x40 ÷ 0x53 (2° metà DDRAM)
- riga 3: 0x14 ÷ 0x27 (1° metà DDRAM)
- riga 4: 0x54 ÷ 0x67 (2° metà DDRAM)

Fig. 8

	Lower 4 Bits	Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000					0	a	P	`	P					-	9	3	α	p
xxxx0001	(2)				!	1	A	Q	a	q				°	7	4	ä	q
xxxx0010	(3)				"	2	B	R	b	r				「	イ	ツ	×	β
xxxx0011	(4)				#	3	C	S	c	s				」	ウ	テ	ε	◊
xxxx0100	(5)				\$	4	D	T	d	t				、	エ	ト	μ	Ω
xxxx0101	(6)				%	5	E	U	e	u				・	オ	ナ	1	6
xxxx0110	(7)				&	6	F	V	f	v				ヲ	カ	ニ	ヨ	p
xxxx0111	(8)				'	7	G	W	g	w				フ	キ	ズ	ラ	q
xxxx1000	(1)				(	8	H	X	h	x				イ	ク	ネ	リ	7
xxxx1001	(2)				)	9	I	Y	i	y				ッ	ク	ル	°	4
xxxx1010	(3)				*	:	J	Z	j	z				エ	コ	ハ	レ	j
xxxx1011	(4)				+	:	K	[	k	[				オ	サ	ヒ	ロ	°
xxxx1100	(5)				,	<	L	¥	l	¥				ハ	シ	フ	ワ	4
xxxx1101	(6)				-	=	M	]	m	]				ユ	ズ	ハ	ン	÷
xxxx1110	(7)				.	>	N	^	n	^				ヨ	セ	ホ	°	°
xxxx1111	(8)				/	?	O	_	o	_				ッ	ソ	マ	°	°

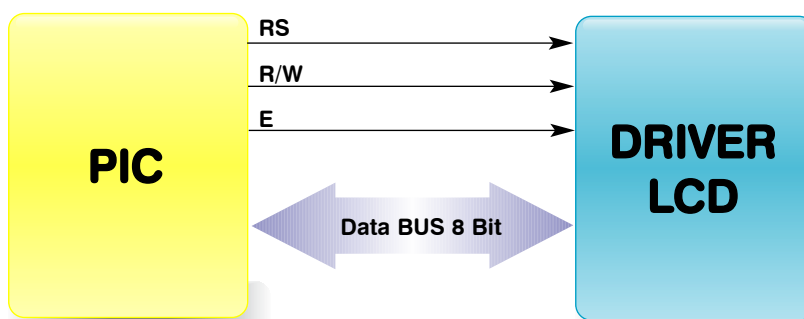


Fig. 9

Dalle mappature di memoria appena descritte si evince un dettaglio molto importante: negli LCD a 4 linee fino a 20 caratteri esiste progressione numerica tra la riga 1 e la riga 3 e tra la riga 2 e la riga 4. In altre parole, questi display vengono gestiti come quelli a 2 righe.

Quelli con quattro righe con più di venti caratteri, ad esempio quaranta, necessitano di più memoria DDRAM: un LCD 4x24 necessita di 96 byte, mentre a un 4x40 ne occorrono 160. Per questo motivo questi dispositivi utilizzano due controllori HD44780 o equivalenti. Viene da sè che la mappatura della memoria di un LCD 4x40

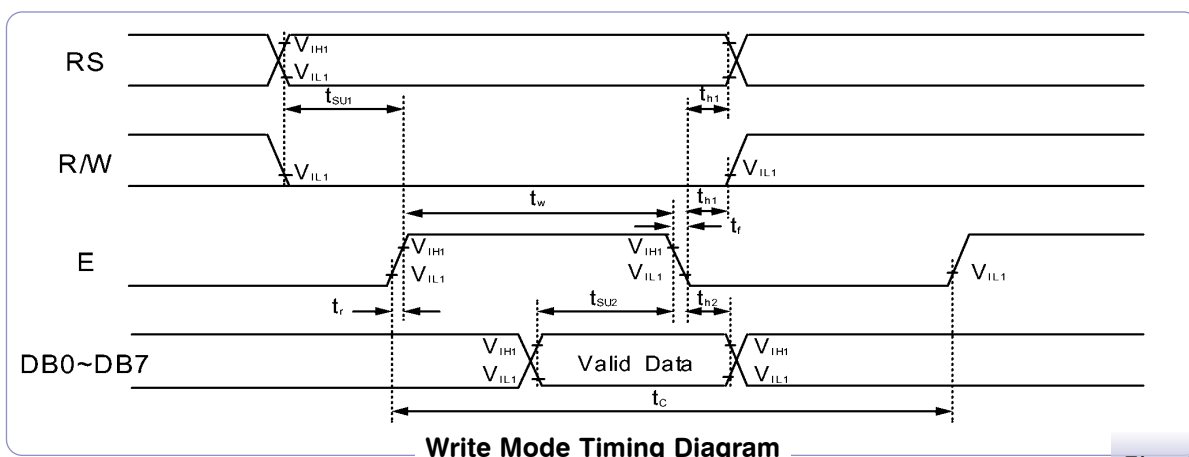
è uguale a quella di due LCD 2x40.

In questo caso un controller gestisce le righe 1 e 2 mentre il secondo gestisce le righe 3 e 4.

Il codice memorizzato nella DDRAM individua in modo univoco un carattere che deve essere visualizzato sul display. Quindi il driver

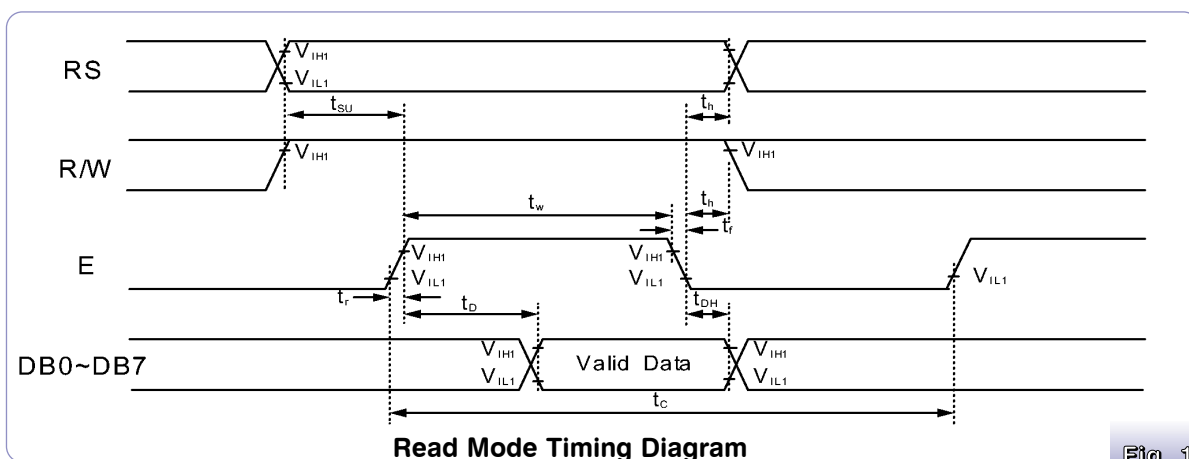
HD44780, leggendo il contenuto della DDRAM, identifica quale carattere visualizzare sulla matrice grafica. Il dato letto in DDRAM permette al driver di capire anche se deve accedere a una delle duecento locazioni della CGROM (che contengono le definizioni grafiche dei duecento caratteri predefiniti con dimensioni di 5x8 pixel) oppure a una delle otto locazioni CGRAM (che contengono le grafiche degli otto caratteri definibili dall'utente).

In Figura 8 troviamo la mappatura dei caratteri predefiniti che, almeno nella parte di indirizzamento bassa, rispettano le definizioni del codice ➤



Write Mode Timing Diagram

Fig. 10a



Read Mode Timing Diagram

Fig. 10b

Tabella 3

Mode	Characteristic	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Write Mode (Refer to Fig-6)	E Cycle Time	t_c	500	-	-	ns
	E Rise / Fall Time	t_{R,t_F}	-	-	20	
	E Pulse Width (High, Low)	t_w	230	-	-	
	R/W and RS Setup Time	t_{su1}	40	-	-	
	R/W and RS Hold Time	t_{H1}	10	-	-	
	Data Setup Time	t_{su2}	80	-	-	
	Data Hold Time	t_{H2}	10	-	-	
Read Mode (Refer to Fig-7)	E Cycle Time	t_c	500	-	-	ns
	E Rise / Fall Time	t_{R,t_F}	-	-	20	
	E Pulse Width (High, Low)	t_w	230	-	-	
	R/W and RS Setup Time	t_{su}	40	-	-	
	R/W and RS Hold Time	t_H	10	-	-	
	Data Output Delay Time	t_D	-	-	120	
	Data Hold Time	t_{DH}	5	-	-	

ASCII. Guardiamo ad esempio il carattere “0” che corrisponde a 00110000₂ e che equivale al valore decimale 48 oppure all’esadecimale 30, proprio come nelle definizioni ASCII. La stessa cosa vale per tutti i caratteri fino al codice 125 (che corrisponde al simbolo “}”). I restanti codici, invece, non hanno corrispondenze ASCII: da

0x00 a 0x07 troviamo i caratteri speciali creati dall'utente nella CGRAM, mentre nella parte alta della tabella troviamo un set di caratteri asiatici memorizzati in fabbrica.

Ora che abbiamo chiarito come funziona il driver, possiamo iniziare a collegare un display ad un microcontrollore (vedi Figura 9). Il collega-

Tabella 4

Instruction	Instruction Code										Description	Execution time (fosc= 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write “20H” to DDRAM and set DDRAM address to “00H” from AC	1.53 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Set DDRAM address to “00H” from AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.53 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Assign cursor moving direction and enable the shift of entire display.	39 μs
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display(D), cursor(C), and blinking of cursor(B) on/off control bit.	39 μs
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Set cursor moving and display shift control bit, and the direction, without changing of DDRAM data.	39 μs
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Set interface data length (DL: 8-bit/4-bit), numbers of display line (N: 2-line/1-line) and, display font type (F: 5×11 dots/5×8 dots)	39 μs
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.	39 μs
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address counter.	39 μs
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Whether during internal operation or not can be known by reading BF. The contents of address counter can also be read.	0 μs
Write Data to RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μs
Read Data from RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μs

mento è molto semplice, infatti servono solo un bus dati a 8 Bit (o 4 Bit) e 3 linee di controllo aggiuntive: RS, R/W e E. È consigliabile dedicare al bus un'intera porta del PIC, PORTB, la PORTC o la PORTD a seconda delle esigenze del progetto che sta realizzando; sulla nostra demo board abbiamo utilizzato la PORTC.

I tre bit di controllo possono essere collegati a qualsiasi pin del PIC, opportunamente configurati come uscite. Consigliamo inoltre di aggiungere un pull-up al pin R/W e dei pull-down ai pin E e RS.

Durante la trasmissione di dati e comandi è molto importante rispettare le tempistiche richieste altrimenti il driver potrebbe non interpretare il dato o il comando ricevuto. Le immagini di Figura 10a e 10b mettono in evidenza le tempistiche per le procedure di scrittura e lettura del driver. La tabella 3, valida per una alimentazione compresa tra +4,5Vdc e +5Vdc, riassume invece tutte le tempistiche presenti nei diagrammi temporali. Per alimentazioni inferiori a tale soglia i tempi aumentano, quindi conviene consultare il

logico basso lo stesso pin, affinché il tempo t_w sia rispettato, soprattutto se si usano dei microcontrollori molto veloci con tempi di esecuzione delle istruzioni di 100 nsec o inferiori. Naturalmente per un corretto funzionamento vanno rispettati anche tutti gli altri tempi descritti nella tabella e illustrati nei precedenti diagrammi. Come ultima nota, in Tabella 4 riassumiamo il set di comandi riconosciuti dal driver del display LCD. Successivamente descriveremo in dettaglio e spiegheremo come utilizzare ogni singolo comando.

Descrizione demoboard

Dallo schema a blocchi di Figura 11 avrete già notato che la scheda è molto semplice: l'unico elemento attivo è un microprocessore PIC che gestisce tutto. Come già accennato, tre dei quattro display hanno la medesima pin-out e condividono un solo connettore che li collega al bus del micro; naturalmente i display vanno utilizzati uno alla volta. Il modello 4x40, invece, necessita di uno specifico connettore, in quanto presenta una pinout leggermente differente dovuta essen-

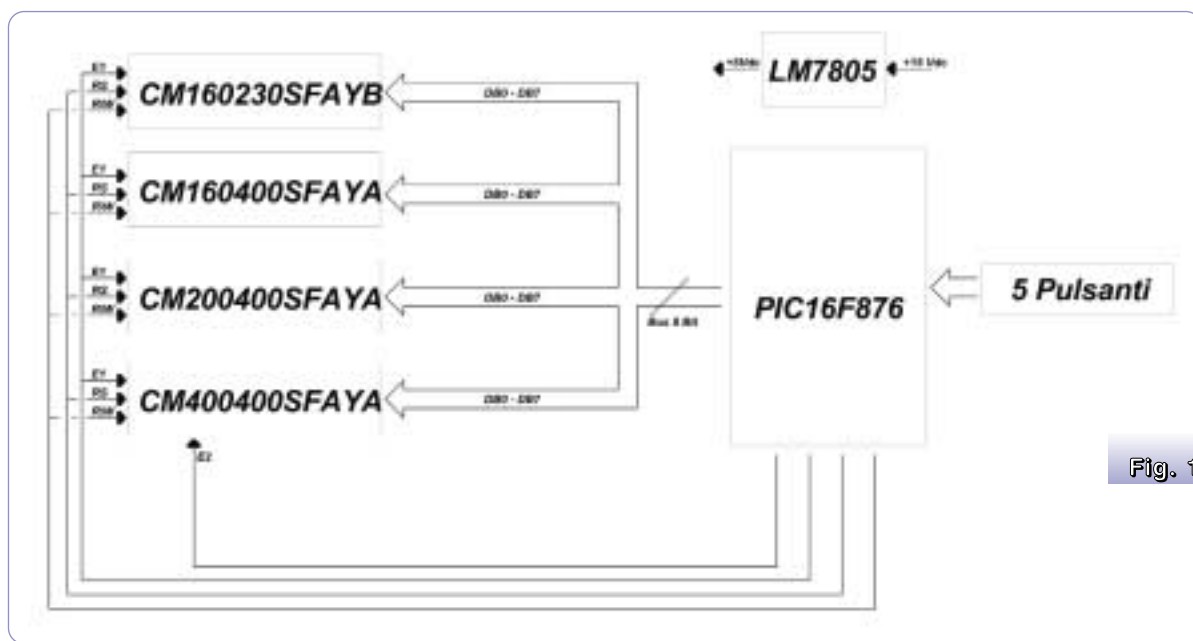


Fig. 11

datasheet del driver. Osservando la Tabella 3 occorre prestare molta attenzione al tempo t_w della linea E, che rappresenta il tempo necessario al driver per riuscire ad acquisire il codice (dato o comando che sia) presente sul bus. Non bisogna mai scendere sotto i 230 nsec altrimenti il codice potrebbe essere ignorato mentre tempi superiori non danno alcun problema. E' opportuno quindi inserire dei ritardi tra l'istruzione che porta a livello logico alto il pin E e quella che porta a livello

zionalmente alla presenza di due comandi di enable (E1 e E2). Il segnale E1 è comune a tutti i display LCD.

Anche se l'abbiamo già spiegato, ricordiamo che il 40x4 ha bisogno di due driver in quanto la memoria DDRAM di un singolo driver (80 byte) non è sufficiente a contenere i 160 caratteri delle quattro righe.

Oltre al comando di Enable va gestito il comando di R/W; se questa linea si trova a livello logi- ➤

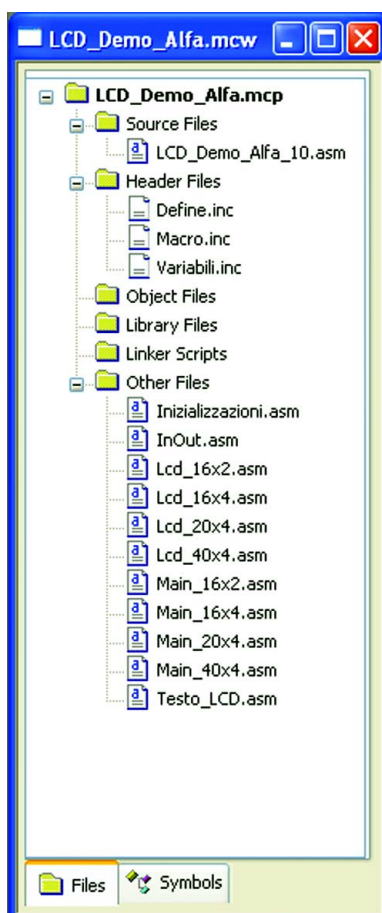
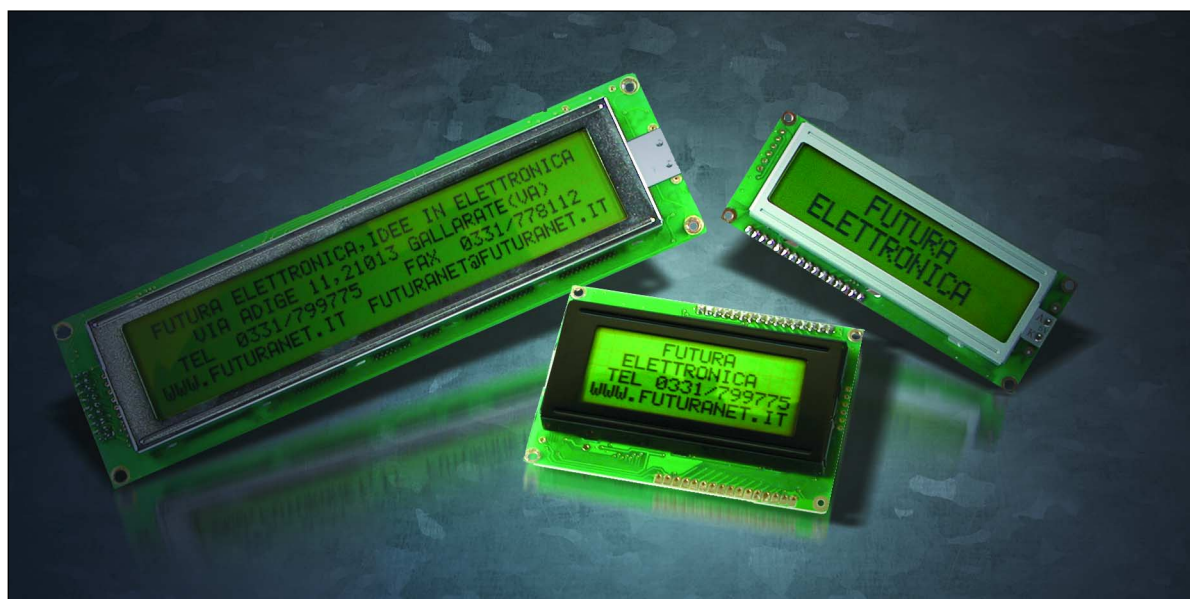


Fig. 12

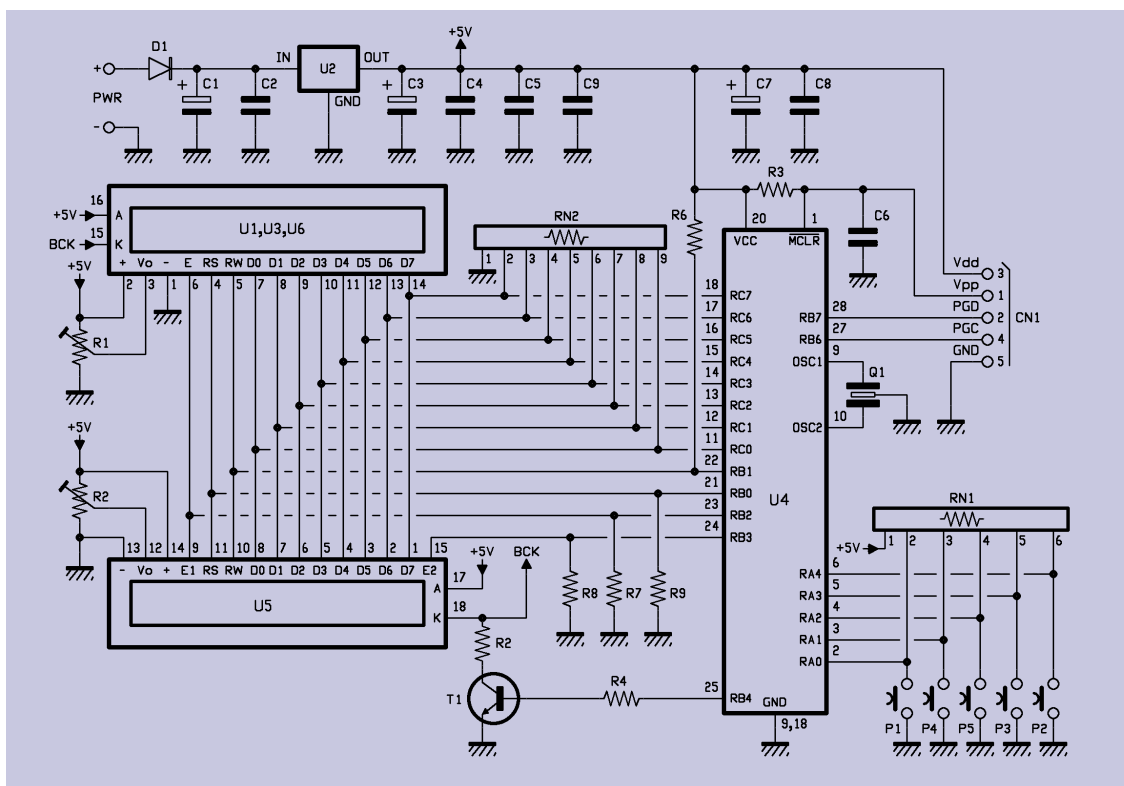
co alto significa che stiamo eseguendo una lettura, viceversa se è a livello logico basso stiamo eseguendo una scrittura. Infine, la linea RS identifica se si sta inviando un dato o un comando. Nel caso di un dato, la linea RS deve essere a livello logico alto mentre per i comandi deve presentare un livello logico basso. Osserviamo inoltre che ai pin di controllo sono collegate delle resistenze di pull-down per i segnali E1, E2 e RS

e di pull-up per il segnale R/W. Il bus dati a 8 bit è collegato alla porta C del PIC mentre i segnali di controllo sono collegati a una parte della porta B. I pin RB6 e RB7 della porta B non sono disponibili perché utilizzati sia per connettere l'ICD2 necessario al DEBUG del firmware, sia per effettuare la programmazione in-circuit. Alla porta B fa capo anche il segnale di controllo dell'illuminazione del display. Il segnale pilota direttamente un transistor NPN usato come interruttore per accendere e spegnere la retroilluminazione. L'intensità luminosa della retroilluminazione dipende dal valore della resistenza R2. Con la resistenza utilizzata otteniamo una buona luminosità in tutti i tre casi (NOTA: la retroilluminazione del display LCD 16x2 non può essere utilizzata perché i pin 15 e 16 - anodo e catodo - sono invertiti). Il trimmer multigiri R1 permette di regolare il contrasto dei display 16x2, 16x4 e 20x4, mentre col trimmer R2 regoliamo il contrasto del display LCD 40x4. Ruotando i trimmer verso massa aumentiamo il contrasto mentre ruotandoli verso +5Vdc lo diminuiamo. Ricordiamo che la regolazione del contrasto è specifica per ogni display e che dovremo ritoccare i trimmer ogni qualvolta cambieremo display, anche se appartenenti alla stessa famiglia ed identificati dalla stessa sigla.

I cinque pulsanti presenti sulla scheda servono sia per comunicare al PIC quale tipo di display dovrà inizializzare, sia per scegliere i comandi che dovrà inviare al driver del display LCD. I pulsanti sono collegati direttamente alla PORTA. La condizione di pulsante premuto corrisponde al livello logico 0. Descriviamo infine lo stadio di ➤



La demoboard LCD



ELENCO COMPONENTI:

R1, R5: Trimmer multigiro 4,7 kohm

R2: 22 ohm 1/2W

R3: 22 kohm

R4: 2,2 kohm

R6 ÷ R9: 4,7 kohm

RN1: Rete resistiva 7x4K7 + comune

RN2: Rete resistiva 8x4K7 + comune

C1: 470 µF 50 VL elettrolitico

C2, C4, C5: 100nF multistrato

C8, C9: 100 nF multistrato

C3: 100 µF 50 VL elettrolitico

C6: 220 pF ceramico

C7: 10 µF 25 VL elettrolitico

U1: LCD 16x2

(CM160230SFAYB-01)

U2: 7805

U3: LCD 16x4

(CM160400SFAYA-01)

U4: PIC16F876A-I/SP

U5: LCD 40x4

(CM400400SFAYA-01-1)

U6: LCD 20x4

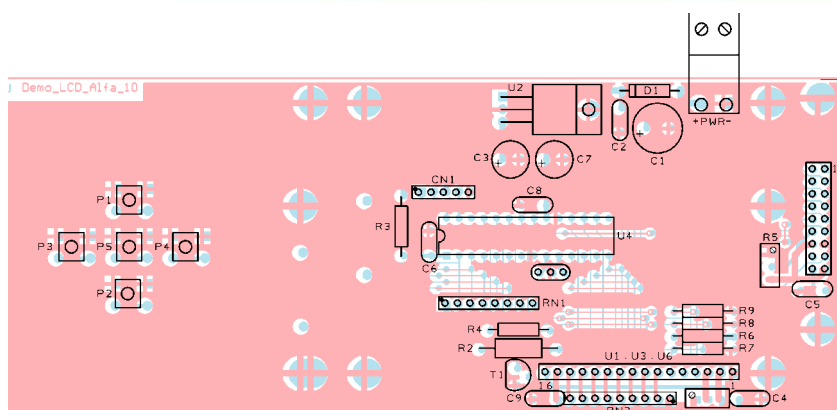
(CM200400SFAYA-D1)

D1: 1N4002

T1: BC547

Q1: Risonatore ceramico
8 MHz

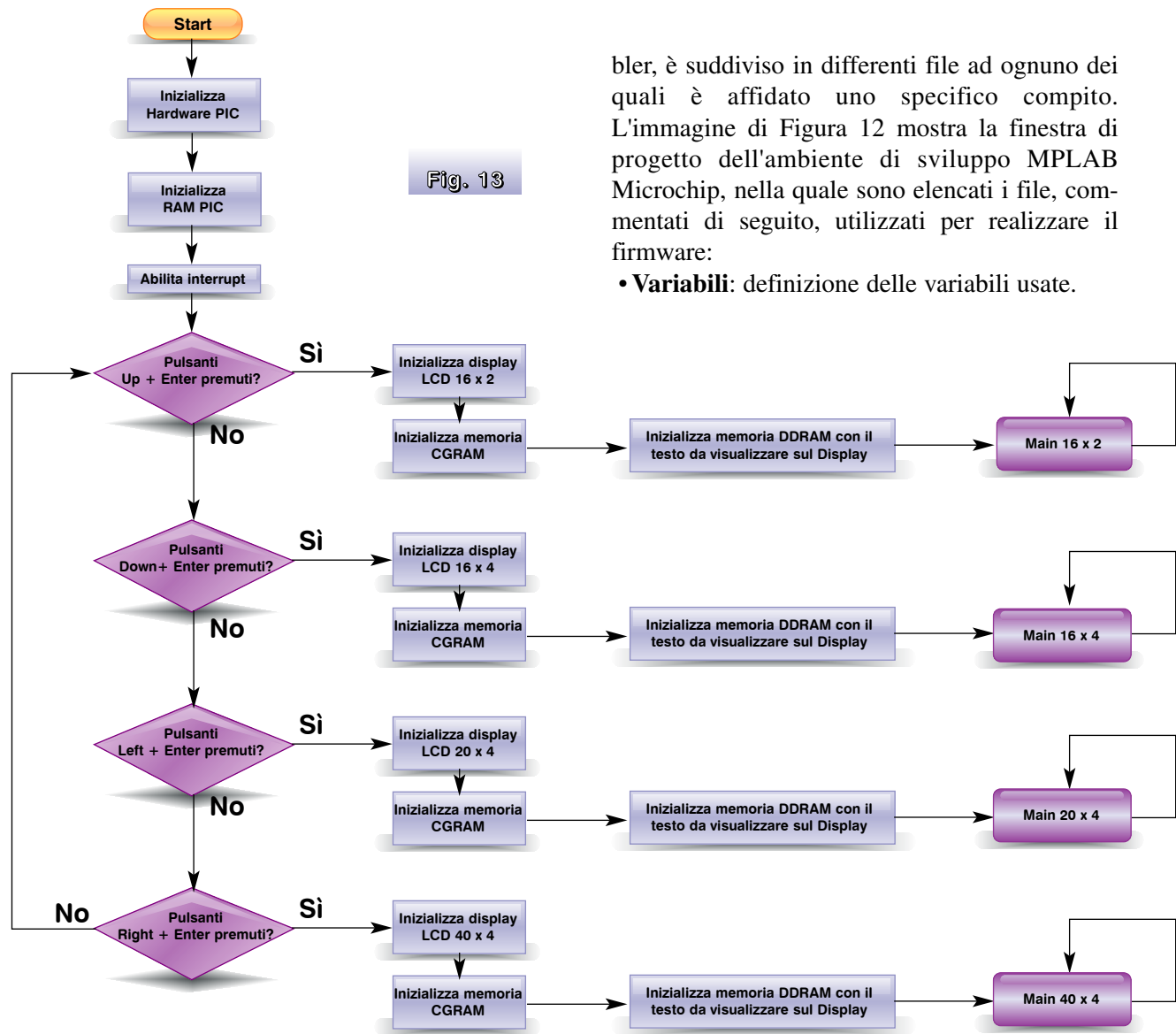
P1, P2, P3, P4: Microswitch



Varie:

- Strip maschio 5 poli
- Morsettiera 2 poli
- Strip femmina 16 poli
- Strip femmina 9 poli (2 pz.)
- Circuito stampato

I disegni riportati sono ridotti al 65% delle dimensioni reali. Ricordiamo che i master in scala 1:1 possono essere scaricati gratuitamente dal sito della rivista www.elettronica.in.it.



alimentazione: la tensione di +5Vdc è fornita dal solito LM7805, al quale potrà essere applicata una tensione massima di +15 Vdc.

Il firmware della demoboard

Il firmware memorizzato nel PIC16F876A consente di pilotare in modo indipendente tutti i quattro display LCD. Esso utilizza una serie di librerie che potranno essere utilizzate per la gestione dei seguenti display LCD alfanumerici:

- 8x2;
- 16x1, 16x2, 16x4;
- 20x1, 20x2, 20x4;
- 24x2;
- 40x2, 40x4.

Facendo riferimento agli esempi riportati, sarà possibile creare ulteriori routine per display con un diverso numero di righe e caratteri.

Il firmware, completamente realizzato in assem-

bler, è suddiviso in differenti file ad ognuno dei quali è affidato uno specifico compito. L'immagine di Figura 12 mostra la finestra di progetto dell'ambiente di sviluppo MPLAB Microchip, nella quale sono elencati i file, commentati di seguito, utilizzati per realizzare il firmware:

- **Variabili:** definizione delle variabili usate.

- **Define:** definizione delle costanti usate per configurare e gestire il micro.

- **Macro:** definizione delle macro.

- **LCD_Demo_Alfa_10:** File principale. Contiene i riferimenti a tutti i file del progetto più le routine di gestione del Timer 0. Inoltre richiama le routine di gestione dei quattro display, che dipendono dai pulsanti.

- **Inizializzazioni:** contiene le routine di inizializzazione dell'hardware del microcontrollore e della relativa memoria RAM.

- **InOut:** routine di gestione dei pulsanti

- **Lcd_16x2:** contiene le routine di gestione del display 16x2 oltre a gran parte delle routine necessarie per gestire i display 16x4, 20x4 e 40x4. In questo modo evitiamo di ripetere del codice nei file Lcd_16x4, Lcd_20x4 e Lcd_40x4.

- **Lcd_16x4:** contiene unicamente le routine di scrittura sulla DDRAM.

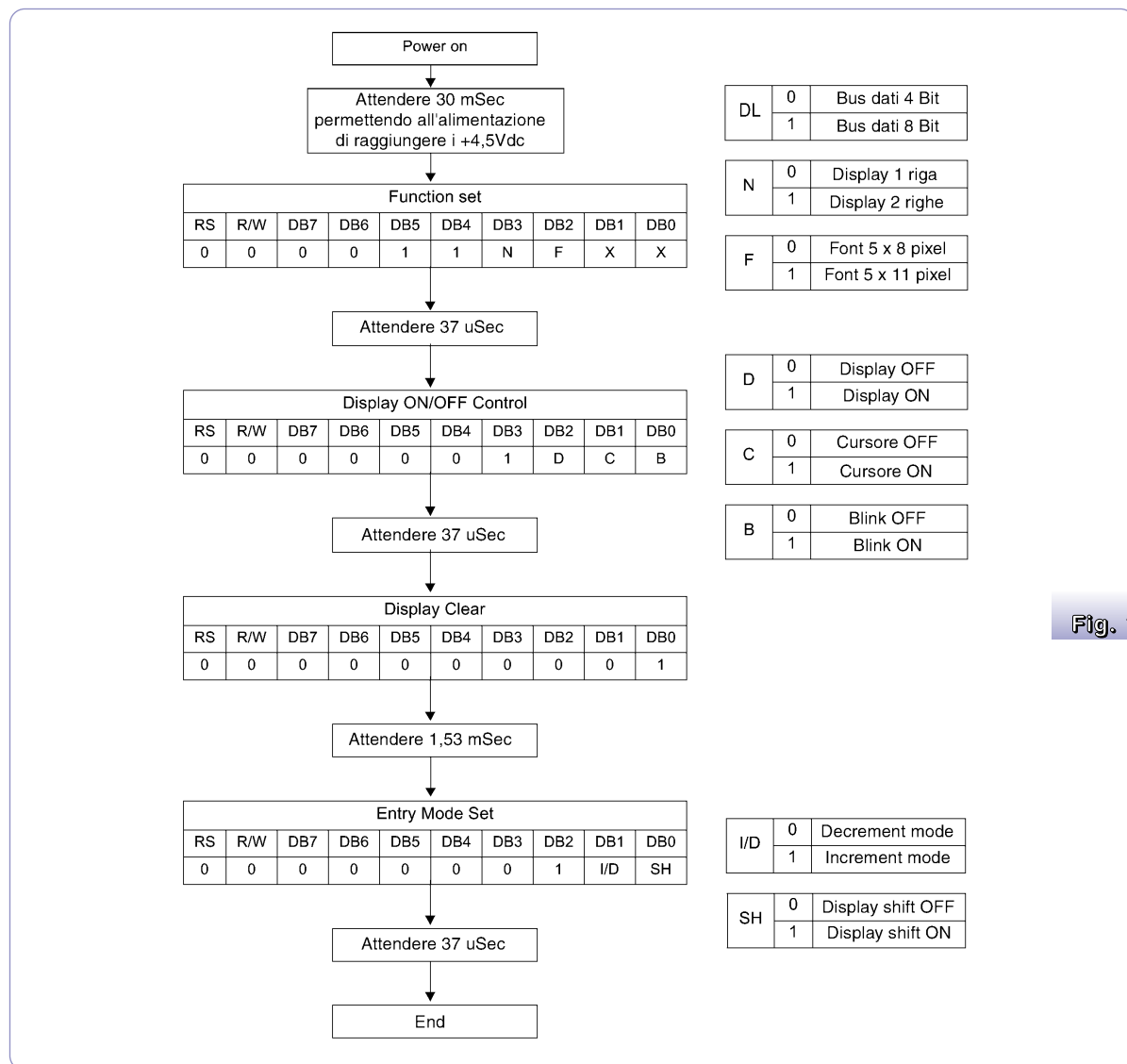


Fig. 14

- **Lcd_20x4:** contiene unicamente le routine di scrittura sulla DDRAM.
- **Lcd_40x4:** contiene le routine di scrittura sulla DDRAM e di inizializzazione del secondo driver
- **Main_16x2:** contiene il main menu per la gestione del display 16x2.
- **Main_16x4:** contiene il main menu per la gestione del display 16x4.
- **Main_40x4:** contiene il main menu per la gestione del display 20x4.
- **Main_20x4:** contiene il main menu per la gestione del display 40x4.
- **Testo_LCD:** contiene i testi che vogliamo visualizzare sui display, organizzati in tabelle.

Il diagramma di flusso del firmware, riportato in Figura 13, evidenzia tutti i passaggi logici, dall'inizializzazione alla visualizzazione dei dati sul display. Allo start il microcontrollore si occupa

di inizializzare l'hardware e i banchi di memoria RAM i quali vengono caricati con valori noti: infatti immediatamente dopo il power up la memoria RAM potrebbe contenere valori esadecimali casuali. Quindi per evitare malfunzionamenti occasionali conviene sempre inizializzare la RAM. Successivamente si attiva l'interrupt per il Timer 0, l'unico ad essere utilizzato, per poi entrare in un loop di attesa nel quale il programma aspetta la pressione di una combinazione di pulsanti. Quest'ultima determina la scelta del display e il relativo caricamento del software da parte del micro. Ricordiamo che è possibile gestire solamente un display alla volta.

In seguito alla selezione del display LCD si passerà all'inizializzazione del driver e della sua memoria interna, arrivando infine nel main menu il quale attende i comandi da inviare al driver per gestire le varie funzionalità messe a disposizione dell'utente. I comandi che si possono impartire ➤

dal main menu sono:

- Attivazione cursore senza blinking;
- Attivazione cursore con blinking;
- Possibilità di spostare il cursore a destra o a sinistra, sopra e sotto;
- Possibilità di eseguire lo shift dell'intero display, sia a destra che a sinistra;
- Visualizzare i caratteri speciali salvati nella memoria CGRAM;
- Accendere/spegnere la retroilluminazione.

Iniziamo a descrivere il firmware del driver del display LCD presente nel file **Lcd_16x2.asm** occupandoci dall'inizializzazione. La routine relativa prende il nome di **Init_LCD** e

si trova nelle prime righe del file. L'inizializzazione del driver deve seguire la relativa procedura evidenziata in modo dettagliato sui datasheet dei vari display LCD. Nello schema a blocchi di Figura 14 sono riportati i passi da seguire. Per prima cosa è necessario attendere 30 msec affinché l'alimentazione si assesti al valore nominale permettendo al driver di eseguire il suo power on reset, un po' come avviene per i PIC. Concluso il power on reset è necessario impostare la modalità di funzionamento del display, inviando il comando **Function SET**, il quale permette di impostare:

- Tipo di bus dati ("1" = 8 bit, ; "0" = 4 bit);
- Numero righe display ("1" = 2 o 4 righe, "0" = 1 riga).
- Tipo di font caratteri ("1" = font 5x11, "0" = font 5x8).

Nel nostro caso abbiamo impostato un bus dati a 8 bit, display a 2 righe e font 5x8 pixel. Il codice da inviare al driver è 0x38. Affinché il driver acquisisca il comando inviato dobbiamo attende-

re 37 μ sec dopodiché potremo inviare il comando successivo, che nel nostro caso è **Display ON/OFF Control**. Questo comando permette di impostare:

- Display ON/OFF ("1" = Display ON, "0" = Display OFF);
- Cursore ON/OFF ("1" = Cursore ON, "0" = Cursore OFF);
- Cursore Blink ON/OFF ("1" = Blink ON, "0" = Blink OFF).

Nella demoboard abbiamo impostato Display ON, Cursore OFF e di conseguenza Blink OFF. Il codice da inviare al driver è 0x0C. Anche in questo caso, affinché il driver acquisisca il comando inviato, dobbiamo attendere 37 μ sec. Il passo successivo consiste nell'impostare la memoria DDRAM a un valore noto, in particolare 0x20, che corrisponde al carattere ASCII di spaziatura. In questo modo siamo sicuri che nessun carattere indesiderato comparirà sul display dopo l'inizializzazione. Dovremo poi impostare il valore del puntatore alla memoria DDRAM a

Instruction	Instruction Code										Description	Execution time (fosc= 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Write "20H" to DDRAM and set DDRAM address to "00H" from AC	1.53 ms
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	Set DDRAM address to "00H" from AC and return cursor to its original position if shifted. The contents of DDRAM are not changed.	1.53 ms
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	SH	Assign cursor moving direction and enable the shift of entire display.	39 μ s
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Set display(D), cursor(C), and blinking of cursor(B) on/off control bit.	39 μ s
Cursor or Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-	Set cursor moving and display shift control bit, and the direction, without changing of DDRAM data.	39 μ s
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-	Set interface data length (DL: 8-bit/4-bit), numbers of display line (N: 2-line/1-line) and, display font type (F: 5x11 dots/5x8 dots)	39 μ s
Set CGRAM Address	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set CGRAM address in address counter.	39 μ s
Set DDRAM Address	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Set DDRAM address in address counter.	39 μ s
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Whether during internal operation or not can be known by reading BF. The contents of address counter can also be read.	0 μ s
Write Data to RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Write data into internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μ s
Read Data from RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Read data from internal RAM (DDRAM/CGRAM).	43 μ s

LISTATO 7

;init_LCD				
	call	Wait_30mSec		Ritardo di 30 msec necessario per inizializzare il display.
	movlw	0x38	;00111000	FUNCTION SET
	call	LCD_IST		Chiamata a funzione per inviare comando al driver LCD.
	movlw	0x0C	;00001100	DISPLAY ON, CURSOR OFF, BLINKING OFF
	call	LCD_IST		
	movlw	0x01	;00000001	DISPLAY CLEAR
	call	LCD_IST		
	call	Wait_2mSec		Ritardo di 2 msec
	movlw	0x06	;00000110	ENTRY MODE SET
	call	LCD_IST		
	return			
;Wait_30mSec				
	movlw	K_Timer_30mSec		
	movwf	Timer_Delay_LCD		
	clrwtd			
	movf	Timer_Delay_LCD,W		
	skpz			
	goto	\$-3		
	return			
;Wait_2mSec				
	movlw	K_Timer_2mSec		
	movwf	Timer_Delay_LCD		
	clrwtd			
	movf	Timer_Delay_LCD,W		
	skpz			
	goto	\$-3		
	return			
;Wait_40uSec				
	movlw	(30%256)		
	movwf	Count		
	decfsz	Count		
	goto	\$-1		
	return			
;LCD_IST				
	bcf	LCD_RW		
	bcf	LCD_RS		
	goto	\$+3		
;LCD_DATA				
	bcf	LCD_RW		
	bsf	LCD_RS		
	movwf	PORTC		
	bsf	LCD_E1		
	bcf	LCD_E1		
	goto	Wait_40uSec		

0x00 (ricordiamo che il puntatore alla memoria DDRAM è contenuto nel registro AC).

Il codice del comando descritto è 0x01.

In questo caso affinché il driver acquisisca e processi il comando inviato dobbiamo attendere 1,53 msec.

L'ultimo comando della sequenza di inizializzazione è **Entry Mode SET**, che permette di impostare:

- Auto-incremento o auto-decremento del contatore AC. ("1" = esegue l'auto-incremento, "0" = esegue l'auto-decremento).
- Display Shift ("1" = shift display ON, "0" = shift display OFF).

Nel nostro caso abbiamo impostato l'auto-incremento per il registro AC, mentre abbiamo disabilitato la possibilità di eseguire lo shift del display LCD. Il codice da inviare al driver è 0x06. In Tabella 5 riportiamo tutti i comandi che si possono inviare al driver del display.

Come si può osservare i ritardi si attestano tra i 37 µsec e i 43 µsec (per i comandi che richiedo-

no tempi di esecuzione abbastanza rapidi da parte del driver) e ritardi di 1,52 msec per i comandi più "impegnativi" i quali richiedono un po' più di tempo per essere portati a termine.

Per uniformità abbiamo fatto in modo che la libreria di gestione del display LCD generi un ritardo di circa 40 µsec per i comandi veloci e di 2 msec per i comandi lenti.

Il ritardo di 2 msec è determinato dal Timer 0, che è stato programmato per generare un interrupt ogni millisecondo.

Quindi non è possibile generare un ritardo di 1,5 msec.

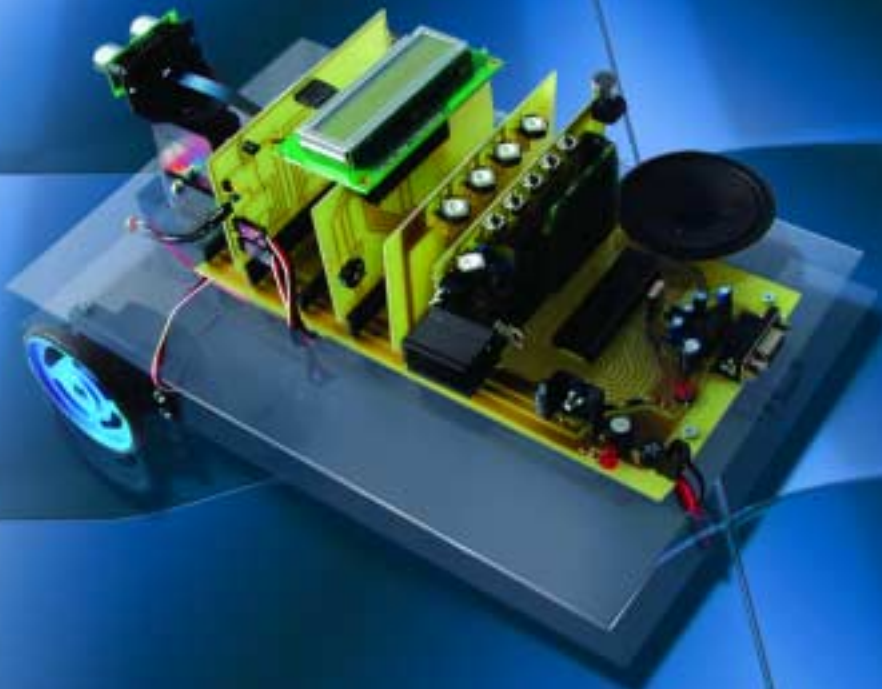
Nel riquadro "Codice Sorgente di Init" mostriamo il codice assembler per l'inizializzazione del driver, con relativi commenti: in blu sono evidenziate le istruzioni assembler mentre in rosso le chiamate alle subroutine.

Nella prossima puntata continueremo con la descrizione dei comandi disponibili, mettendo in evidenza tutte le possibilità offerte dal driver del display LCD.

Paulus: il robot a comando vocale

di *Paolo Vasta*

Proseguiamo la presentazione del nostro robot a comando vocale occupandoci in questa seconda (e ultima) puntata del software che governa Paulus. Descriviamo anche come effettuare la modifica ai servocomandi per trasformarli in motori ed entriamo nei dettagli della programmazione dei comandi vocali e del loro utilizzo.



Il mese scorso abbiamo iniziato la descrizione di un robot molto particolare in grado di riconoscere un certo numero di parole fatte preventivamente apprendere mediante un'apposita procedura: ovviamente queste parole fungono da veri e propri comandi vocali con i quali (in modalità manuale) guideremo il robot; lo stesso potrà anche spostarsi (in modalità automatica) muovendosi in autonomia grazie ad una serie di sensori che gli permettono di aggirare gli ostacoli e rilevare i dati ambientali. Dopo aver descritto l'hardware modulare utilizzato per la realizzazione in pratica di Paulus,

passiamo all'analisi del software di gestione e delle procedure di programmazione del riconoscimento vocale, concludendo con alcune note riguardanti l'utilizzo. Per comprendere il programma caricato nel PIC16F877 bisogna dare un'occhiata più da vicino a tale micro che, nel nostro caso, abbiamo scelto nella versione DIP a 40 pin, la meno costosa e la più facile da gestire. Le caratteristiche principali del micro sono le seguenti: un'istruzione per ciclo di clock (fatta eccezione per alcune istruzioni che richiedono 2 cicli), frequenza di clock fino a 20MHz, ciclo istruzione di 200ns, capacità di ➤

LISTATO 1

MOSTACOLOAVANTI:

DELAYS 1500

RSOUT "P"

DELAYS 1500

IF DISTAVANTI < 7 THEN RSOUT "0"

IF DISTAVANTI >= 7 THEN IF DISTAVANTI < 13 THEN RSOUT "1"

IF DISTAVANTI >= 13 THEN IF DISTAVANTI < 17 THEN RSOUT "2"

IF DISTAVANTI >= 17 THEN IF DISTAVANTI < 23 THEN RSOUT "3"

IF DISTAVANTI >= 23 THEN IF DISTAVANTI < 27 THEN RSOUT "4"

IF DISTAVANTI >= 27 THEN IF DISTAVANTI < 33 THEN RSOUT "5"

IF DISTAVANTI >= 33 THEN IF DISTAVANTI < 37 THEN RSOUT "6"

IF DISTAVANTI >= 37 THEN IF DISTAVANTI < 43 THEN RSOUT "7"

IF DISTAVANTI >= 43 THEN IF DISTAVANTI < 47 THEN RSOUT "8"

IF DISTAVANTI >= 47 THEN IF DISTAVANTI < 53 THEN RSOUT "9"

GOTO MLOOP

gestione degli interrupt fino a 14 sorgenti, stack hardware profondo 8 livelli, modalità di indirizzamento diretto e indiretto, Power-on-Reset (POR), Timer Power-up (PWRT), Oscillator Start-up Timer (OST), Timer Watchdog (WDT) dotato di proprio oscillatore RC, protezione del codice e funzionamento in modalità SLEEP (per il risparmio energetico). Quanto alla dotazione di memoria, nel PIC16F877 troviamo una 8k x 14 word Flash (memoria programma) oltre a 368 byte di RAM (memoria dati) e 256 byte di EEPROM (riservata ai dati di caratterizzazione e configurazione modificabili dall'utente del sistema).

Il micro prevede la programmazione In-Circuit, che utilizza solamente due pin e la normale alimentazione a 5V (non è richiesta un'ulteriore Vpp). La tensione di lavoro del PIC può essere compresa fra 2 e 5,5 V; ogni uscita può assorbire (in modo sink, ossia quando si trova a zero logico) 25 mA di corrente.

Il set di periferiche del microcontrollore comprende tre timer, chiamati Timer0 (timer/contatore ad 8 bit con prescaler ad 8 bit) Timer1 (timer/contatore a 16 bit con prescaler, che può essere incrementato durante la fase SLEEP attraverso un clock esterno) e Timer2 (timer/contatore ad 8 bit con un periodo di registro di 8 bit, prescaler e post-

scaler); inoltre, prevede due moduli Capture e Compare PWM: il modulo Capture è di 16 bit (massima risoluzione 12,5 ns) mentre il Compare è di 16 bit (massima risoluzione 200 ns). Per la generazione dei segnali PWM, la massima risoluzione ammonta a 10 bit.

Oltre alle periferiche sopraelencate, il PIC incorpora un convertitore A/D a 10 bit multicanale, nel senso che il suo ingresso può essere assegnato a più I/O. Oltre alle linee dei registri, sono presenti una porta seriale sincrona (Synchronous Serial Port, SSP) con SPI (modo Master) e I²C (Master/Slave) e un USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con indirizzi a 8 bit più parità (9 bit totali). Completa il set di porte, una parallela PSP (Parallel Slave Port) ad 8 bit, con i controlli esterni RD PORTA.

La memoria flash

La memoria programma contiene il listato in codice macchina preposto al funzionamento del micro e dell'intero robot; le sue celle accettano solo istruzioni ed eventuali valori costanti ("literal"), ma non i dati variabili che trovano invece posto nella RAM. Il microcontrollore inizia l'esecuzione del programma a partire dal vettore di reset (reset vector) ovvero dall'istruzione memorizzata nella prima locazione

Listati per far pronunciare al Voice Extreme (V.E.) la distanza da un ostacolo. A sinistra troviamo il codice con cui il PIC, una volta letto il sensore di distanza, invia al V.E. un dato (da 1 a 9) direttamente proporzionale alla distanza (5 cm per step). A destra, invece, troviamo il codice con cui il V.E., ricevuto il dato dalla seriale, selezionerà il messaggio da pronunciare. Ad esempio, se il V.E. riceverà "2", corrispondente al decimale 50 (0x32), costruirà e pronuncerà il messaggio "distanza 10 cm".

di memoria (000h). Dopo aver eseguito questa prima istruzione, passa alla successiva, memorizzata nella locazione 001h e così via.

La RAM

La memoria destinata a contenere i dati è una RAM (Random Access Memory) e dispone di due serie di registri: gli Special Function Register (SFR) e i General Purpose Register (GPR) dedicati all'esecuzione delle operazioni e allo scambio delle informazioni fra la memoria e le altre unità del microcontrollore. I PIC posseggono un numero limitato di registri, ma, considerato che questi ultimi fanno parte della RAM, dal punto di vista sia logico che fisico si può utilizzare la RAM per attivarne altri e chiamarli con un nome a piacere. Gli SFR controllano le periferiche e le funzioni di core, mentre i GPR costituiscono l'area generale per lo stoccaggio di dati e le operazioni di scratch pad. La memoria dati è divisa in banchi per entrambe le aree GPR e SFR, per permettere di indirizzare più di 96 byte di RAM General Purpose.

Le porte di I/O

Il PIC16F877 dispone di 33 linee di I/O, organizzate in cinque porte (PORTA, PORTB, PORTC, PORTD, PORTE); PORTA dispone di cinque linee configurabili sia in

LISTATO 2

```
centimetri(){
    Init232();
    dato = WaitByte232();
    Idle232();
    if (dato == 48){
        Talk (0,&distanza);
    }
    if (dato == 49){
        Talk (1,&distanza);
    }
    if (dato == 50){
        Talk (2,&distanza);
    }
    if (dato == 51){
        Talk (3,&distanza);
    }
    if (dato == 52){
        Talk (4,&distanza);
    }
    if (dato == 53){
        Talk (5,&distanza);
    }
    if (dato == 54){
        Talk (6,&distanza);
    }
    if (dato == 55){
        Talk (7,&distanza);
    }
    if (dato == 56){
        Talk (8,&distanza);
    }
    if (dato == 57){
        Talk (9,&distanza);
    }
    manuale();
}
```

ingresso che in uscita, identificate dalle sigle RA0, RA1, RA2, RA3, RA4. PORTB conta otto linee, anch'esse configurabili sia in ingresso che in uscita e identificate dalle sigle RB0, RB1, RB2, RB3, RB4, RB5, RB6, RB7; anche la PORTC è una porta di I/O bidirezionale, i cui pin sono indicati come RC0÷RC7. Invece, PORTD può essere configurata come porta I/O oppure come porta parallela slave per interfacciarsi con il bus di un microprocessore; infine PORTE è costituita di tre linee (RE0, RE1, RE2). La suddivisione delle linee in più porte è dettata dai vincoli dell'architettura interna del micro, che prevede dati di lunghezza massima pari ad 8 bit.

Per la gestione delle linee di I/O da programma, il PIC dispone di due registri interni per ogni porta, chia-

mati TRISA e PORTA per la porta A, TRISB e PORTB per la porta B e così via per le altre porte. I registri TRIS determinano il funzionamento in ingresso o in uscita di ogni singola linea, mentre i PORT determinano lo stato delle linee in uscita o riportano la condizione delle linee in ingresso. Ognuno dei bit contenuti in questi registri corrisponde univocamente ad un I/O.

I pin di uso generale possono essere considerati come le più semplici periferiche: permettono al PIC di controllare e monitorare altri dispositivi. Per aggiungere funzionalità e flessibilità al dispositivo, alcuni pin sono multiplexati con funzioni alternative, che dipendono da quali periferiche sono implementate. In generale, quando è attiva una periferica, il pin corrispondente non può essere usato come un I/O generico. I pin PORT possono essere multiplexati con ingressi analogici e tensioni analogiche di riferimento (VREF); l'operazione corrispondente si svolge settando o resettando il relativo bit di controllo nel registro ADCON1 (A/D Control Register). Quando un I/O è impostato come ingresso analogico, sarà letto come '0'. Si noti che i registri TRIS controllano la direzione di una linea anche quando è usata come ingresso analogico.

Gli Interrupt

Nei microprocessori e microcontrollori, l'interrupt è una funzione che consente di intercettare un evento esterno, interrompere momentaneamente il programma in corso, eseguire una porzione di programma specializzata per la gestione dell'evento verificatosi e, infine, riprendere l'esecuzione del programma principale. Ci sono infatti eventi che debbono poter essere rilevati in qualsiasi momento dell'esecuzione del programma, come ad esempio l'arrivo di una comunicazione seriale, l'overflow di un timer,

oppure un fronte su di un pin. In questi casi entrano in gioco gli interrupt: ad un preciso evento richiesto, il controllore interrompe quello che stava facendo e passa ad una subroutine di interrupt.

L'A/D converter

Una delle periferiche più importanti dei PIC è il convertitore Analogico/Digitale, che nel nostro micro può essere assegnato ad un massimo di otto ingressi, a ciascuno dei quali si può applicare una tensione di valore compresa tra 0 e VDD oppure tra 0 e un potenziale esterno di riferimento. La conversione fornisce come risultato un valore numerico a 10 bit. Essendo presente un solo modulo convertitore, gli ingressi devono essere multiplexati da una logica interna, l'uscita del multiplexer viene inviata ad un circuito di Sample & Hold (esso viene utilizzato per evitare che il segnale di ingresso vari durante il tempo di conversione) che a sua volta pilota il convertitore vero e proprio, il quale ricava il risultato per approssimazioni successive.

Il Voice Extreme e il C++

Il modulo che si occupa del riconoscimento vocale non è in grado di svolgere alcuna funzione se non viene prima programmato; il programma deve essere scritto in linguaggio ad alto livello. A riguardo, la Sensory fornisce una completa suite di software.

Una volta scritto il programma, va compilato in linguaggio macchina; a ciò pensa il compilatore, che converte il programma C++ in uno a livello più basso comprensibile dal micro. Una volta effettuata la compilazione, non resta che caricare nel modulo il programma compilato, operazione che si effettua con la demoboard per Voice Extreme cod. FT453 presentata alcuni anni fa sulle pagine di questa rivista e mediante la quale è anche possibile ➤



Quale sistema di riconoscimento vocale abbiamo utilizzato un modulo Voice Extreme del quale ci siamo occupati in passato con un apposito Corso.

simulare il funzionamento. La demoboard dispone di una tastiera a matrice, un display a led 7 segmenti, un microfono, un piccolo altoparlante e un controllo della sensibilità del microfono.

Il programma del microcontrollore

Il PIC16F877 è basato su un'architettura interna di tipo RISC (acronimo di Reduced Instruction Set CPU) caratterizzata da un set di istruzioni molto semplificato (35 appena, nei micro Microchip) e che richiede, per eseguire ogni istruzione, un singolo ciclo di clock; fanno eccezione le istruzioni di salto e trasferimento dati dal registro W ad altri, che si compiono in due cicli. Essendo le istruzioni poche e specializzate, programmare i RISC è più complesso di quanto non lo sia scrivere software per dispositivi tradizionali; tuttavia il problema viene risolto utilizzando compilatori di alto livello come BASIC, che fanno uso di istruzioni semplificate quali ADIN, PULSOUT, SERVO ecc, grazie alle quali si possono utilizzare anche le periferiche più complesse del micro con un semplice comando. Per realizzare il programma del nostro robot abbiamo usato un compilatore basic. Il programma originale viene scritto in linguaggio ad alto livello e poi il

compilatore lo converte in assembler (ASM); siccome l'assembler è un linguaggio che non può essere interpretato dalle CPU, il programma deve essere convertito in codici esadecimali (HEX, ossia Linguaggio Macchina) con cui sarà poi programmato il PIC.

Gestire il display

Anche la gestione del display è resa semplice da istruzioni dedicate. Nel nostro caso il visualizzatore è del tipo LCD a 2 righe da 16 caratteri; è interamente gestito da un controller HD44780 compatibile, che dispone di un bus dati a 8 bit e di alcune linee di controllo della comunicazione. In questa applicazione impartiamo i comandi di visualizzazione nella modalità a quattro fili, lasciando inutilizzati D0, D1, D2, D3 e comunicando mediante D4, D5, D6, D7.

Le linee di comando sono tre, ossia R/W, RS, ed E; la prima (qui connessa fissa a zero logico) decide se il display deve ricevere i dati, ovvero inviarne al dispositivo che lo pilota. In altre parole, la logica del controller HD44780 può sia ricevere i dati relativi ai caratteri da mostrare e ai comandi per farlo, che mandare verso il dispositivo di interfaccia eventuali informazioni di stato o altro ancora. Nel nostro circuito il pin 5 (R/W) è fisso a zero logico, il che corrisponde al modo di funzio-

namento Write; volendo leggere dati dal suo buffer, il predetto piedino andrebbe messo a livello alto (+5 V); nel nostro caso (prevedendo la sola visualizzazione di scritte in arrivo dal microcontrollore) va bene lasciarlo fisso a zero, dato che il display è comandato sempre in scrittura e non ha senso sprecare una linea di I/O per dargli il livello basso.

Dunque, il dispositivo riceve solamente, e nel suo buffer di memoria viene sempre e solo scritto.

La linea RS serve per indicare al display se i dati in arrivo sul bus vanno interpretati come comandi o informazioni da visualizzare: per comando si intende un byte che fa muovere il cursore o azzerare l'LCD, mentre i dati sono, ovviamente, i caratteri da mostrare.

RS viene posta a livello alto dal PIC quando manda ai piedini del bus gli impulsi relativi a istruzioni che il display deve svolgere (ad esempio Cursore Avanti); è invece forzata a 0 logico se il micro invia caratteri da visualizzare. Infine, il piedino 8 (E) corrisponde all'Enable del display: va posto a livello basso quando il componente deve operare, mentre deve essere lasciato a riposo (stato 1) se il visualizzatore non deve essere utilizzato per alcuna operazione (scrittura, spostamento cursore, azzeramento).

Il compilatore utilizzato rende l'uso semplicissimo grazie all'istruzione: *PRINT AT y, x, "HELLO WORD"* dove x e y indicano colonna e riga del display.

Se per esempio scriviamo:

PRINT AT 1, 1, "HELLO WORD" il display visualizzerà la scritta HELLO WORD a partire dalla prima riga e dalla prima colonna.

Concludiamo il discorso sul display, con il pin Vo, che, opportunamente polarizzato tramite un trimmer, permette di regolare il contrasto del display.

Il comando dei servomotori

Il robot si muove grazie a tre ruote,

La modifica dei servomotori

Solitamente i servocomandi si azionano mediante impulsi di larghezza variabile (tra 0,25 e 2,75 ms) alla frequenza di 50 Hz. Il loro braccio può compiere un'escursione angolare quantificabile in 180° e, generalmente, si posiziona a metà corsa con impulsi di durata pari a 1,5 ms; da tale punto, può ruotare fino a -90 gradi (senso antiorario) se gli impulsi della forma d'onda di pilotaggio hanno una durata inferiore a 1,5 ms e fino a +90 gradi (senso orario) se, invece, la durata degli impulsi è superiore a 1,5 ms. In Figura 1 si possono osservare i differenti movimenti in funzione della larghezza degli impulsi.

Siccome i servomotori sono progettati per muovere parti meccaniche ma non per azionare ruote di trazione, vanno opportunamente modificati; la modifica consiste nel rimuovere il fine-corsa del braccetto e nel ritoccare il circuito di comando, affinché permetta la rotazione completa (cioè 360°) e continua. La modifica di quelli usati per il robot, si effettua come descritto qui di seguito.

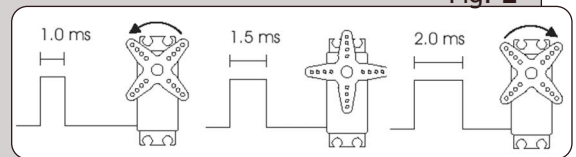


Fig. 1

- 1) Togliere la squadretta: è sufficiente svitare la vite, quindi riporre i pezzi al sicuro, per evitare di perderli.
- 2) Rimuovere le quattro viti che assicurano il fondello e togliere quest'ultimo; riporre il tutto in un posto sicuro, fino al rimontaggio. Facendo leva, con un piccolo cacciavite, in uno dei quattro fori delle viti, sollevare lo stampato per estrarlo; anche se apparentemente opporrà resistenza, verrà via abbastanza facilmente (non sollevarlo tirando con forza i fili).
- 3) Una volta tolto lo stampato, dividere il servo nei tre componenti, fare attenzione a non far cadere gli ingranaggi; cercate di non rimuovere il grasso con le dita ed evitate che entri in contatto con corpi solidi che potrebbero rimanervi dentro e ostacolare, a montaggio ultimato, il movimento del servocomando.
- 4) Togliere l'ingranaggio bianco centrale e riporlo momentaneamente in un posto pulito. Togliere anche l'ingranaggio grande (quello con l'asse millerighe); noterete che c'è un'aletta perpendicolare all'asse: quella serve per limitare la corsa del servo e va tolta. Presto vedremo come.
- 5) Con un taglierino, fate un taglio parallelo all'ingranaggio, poi un altro parallelo all'asse; l'aletta verrà via facilmente. Se rimane ancora qualcosa, toglietelo con il taglierino, evitando, possibilmente, tagli netti è preferibile togliere eventuali residui facendoli a sfoglie sottili. Nel lavorare con il taglierino, prestare la massima attenzione a compiere movimenti precisi e sicuri: farsi male è fin troppo facile! Il risultato finale è visibile in Figura 2.
- 6) Rimontare gli ingranaggi; se lo avete, usare del grasso per servo (di solito vaselina...) per ingrassare i cuscinetti e le boccole. Gli ingranaggi lavorano meglio se ingrassati, specialmente quando sono sigillati, come nel nostro caso.
- 7) Provare a ruotare l'asse per assicurarsi che la rotazione sia fluida; in caso contrario, è possibile che abbiate lasciato qualche residuo dell'aletta.
- 8) Capovolgere il servo e togliere le due alette che tenevano il potenziometro; ciò può essere fatto semplicemente afferrandole con le pinze per elettronica e tirandole.

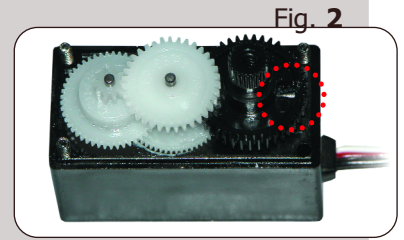


Fig. 2

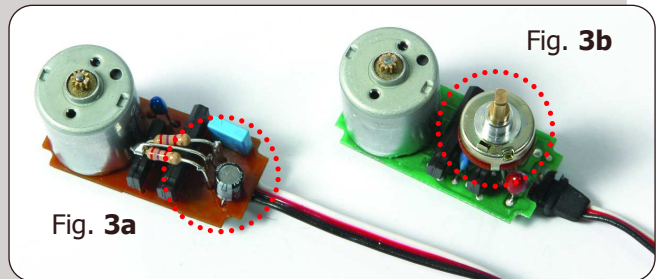


Fig. 3a

Fig. 3b

I passi appena descritti riguardano la modifica meccanica. Ora passiamo alla parte elettronica.

- 1) Con un buon tronchesino, tagliare i piedini del potenziometro (Figura 3b), proprio all'altezza del condensatore elettrolitico; non tagliate più corto, perché in tal caso verrà scomodo saldare le resistenze o il trimmer che occorrono alla modifica.
- 2) Prendere due resistenze a strato metallico, da 2,7 kohm con tolleranza all'1% (potrebbero andare bene anche da 2,2kohm); è importante usare componenti di precisione, altrimenti il servo potrebbe non trovare la zona di stop e bisognerebbe intervenire con tarature del circuito oscillatore.
- 3) Piegare a 90 gradi un reoforo a circa 3mm dal corpo della resistenza; piegare l'altro in modo che sia 1mm più lungo.
- 4) Stagnare il reoforo più corto sul terminale dell'altra resistenza e tagliare l'eccedenza; la distanza tra i due corpi dovrà essere di circa 10mm.
- 5) Piegare il reoforo rimasto libero, formando una specie di forchetta; tagliare i reofori a circa 10mm dal corpo delle resistenze e piegarli a 90 gradi.
- 6) Saldare i tre reofori sui piedini del potenziometro, facendo attenzione a non danneggiare i condensatori. Il risultato è visibile in Figura 3a.

Finita la modifica elettrica, accomodate il gruppo di resistenze e rimontate il servo, che così è pronto per essere utilizzato da motore vero e proprio.

due delle quali sono motrici e vengono azionate, ciascuna, da un servomotore o servocomando, che dir si voglia; si tratta di un particolare tipo di motore dotato di motoriduttore e di una parte elettronica che ne

permette il controllo mediante impulsi di tensione. Due dei suoi fili sono riservati all'alimentazione in continua a 5 volt; il positivo è di colore rosso, il negativo nero. L'assorbimento massimo è di circa

180 mA, almeno per il tipo da noi usato, che è un Futaba S3003. Il terzo filo, normalmente di colore bianco, è riservato al controllo del posizionamento: ad esso bisogna applicare un segnale impulsivo o ➤



PWM
(Pulse
Wave
Modulation) le cui
caratteristiche sono abba-

stanza simili per tutti i modelli reperibili in commercio. Per essere sicuri di riuscire a pilotare qualsiasi servocomando, il nostro circuito dovrà essere in grado di inviare al suo filo di comando circa 50 impulsi positivi al secondo, di durata variabile in un intervallo massimo compreso tra 0,25 e 2,75 ms. Generalmente con un impulso di durata pari a 1,5 ms il perno del servo si posiziona esattamente al centro del suo intervallo di rotazione. Da tale punto, il perno può ruotare fino a -90 gradi (senso antiorario) se gli impulsi della forma d'onda di pilotaggio hanno una durata inferiore a 1,5 ms e fino +90 gradi (senso orario) se, invece, la durata degli impulsi è superiore a 1,5 ms. Il rapporto esatto tra la rotazione del perno e la larghezza dell'impulso fornito può variare da modello a

modello. Nel robot la gestione del servo è affidata al PIC. Il compilatore BASIC rende semplicissimo il controllo grazie alla presenza di un'istruzione dedicata: SERVO PORT,

POS (PORT indica la porta cui è collegato il servomotore e POS un valore tra 500 e 2500 che indica la posizione del servo). Di solito 1500 corrisponde al centro (1,5 ms). Siccome i servomotori sono progettati per muovere parti meccaniche ma non per azionare ruote di trazione, vanno opportunamente modificati; la modifica consiste nel rimuovere il fine-corsa del braccetto e nel ritoccare il circuito di comando, perché permetta la rotazione completa (cioè 360°) e continua: tale modifica è illustrata nel riquadro a pagina 85.

Programmare e utilizzare il robot

Bene, siamo praticamente giunti alla fine: analizzato come è costituito e in che modo viene programmato il nostro Paulus, non resta che vedere quel che va fatto per configurarlo e utilizzarlo. All'accensione del robot, sentiremo un beep che indica che il modulo voce è operativo; il modulo rotante radar si posizionerà al centro. Il pulsante sulla scheda madre costituisce il reset del PIC, mentre il primo tasto a destra della scheda voce rappresenta il

reset del modulo voce. Per prima cosa bisogna avviare la fase di apprendimento (training) che consente di far memorizzare le parole che successivamente il robot dovrà riconoscere. Il training si svolge in tre fasi: per prima cosa bisogna entrare nel menu di programmazione delle parole, cosa che si fa premendo insieme il tasto reset (primo a destra) e il tasto menu (primo a sinistra); fatto ciò, si deve lasciare per primo il reset e, quando sentiremo pronunciare la parola "uno", anche il pulsante menu.

Poi, con i tasti AVANTI e INDIETRO, possiamo scegliere il comando da inserire.

Infine, con il tasto OK confermiamo e seguiamo le istruzioni del Voice Extreme. Una volta pronunciata la parola, il modulo chiederà di ripeterla, per verificare la ripetibilità del comando. L'operazione di apprendimento andata a buon fine viene confermata da un beep. Se durante la pronuncia del comando vi sono stati problemi (rumore di fondo eccessivo, troppo silenzio prima del comando o altro) il modulo chiederà: "ripeti comando". Una volta che tutto è stato confermato, possiamo procedere con gli altri comandi. Per inserire questi ultimi basta eseguire le tre fasi e muoversi con i tasti AVANTI e INDIETRO.

Come spiegato nella prima puntata, le azioni correlate con i comandi

Per il MATERIALE

Il firmware, il software e tutti i disegni meccanici di Robot Paulus sono scaricabili gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). I componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio ad eccezione del modulo VEM (cod. FT455 - 39,00 Euro) e della relativa demoboard (cod. FT453 - 45,00 Euro) commercializzati da Futura Elettronica.

**Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige 11, 21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 ~ Fax: 0331-778112 ~ <http://www.futuranet.it>**

Il display LCD

Per visualizzare i messaggi di assistenza alla configurazione e quelli normalmente visualizzati quando il robot si muove autonomamente o dietro comando specifico, abbiamo utilizzato un display LCD a 2 righe

N. Pin	Nome	I/O	Descrizione
1	Vss	Power	Massa
2	Vcc	Power	+5V
3	Vo	Analog	Regolazione contrasto
4	RS	Input	Selezione dati/istruzioni
5	R/W	Input	Read/Write
6	E	Input	Abilitazione
7	D0	I/O	Dati LSB
8	D1	I/O	Dati
9	D2	I/O	Dati
10	D3	I/O	Dati
11	D4	I/O	Dati
12	D5	I/O	Dati
13	D6	I/O	Dati
14	D7	I/O	Dati MSB
15	A	Power	Retroilluminazione (+)
16	K	Power	Retroilluminazione (GND)

quando deve interpretare i dati sul bus come caratteri e quando, invece, considerarli istruzioni; il 5 serve a comunicare al modulo se deve leggere dati dal bus o inviarne su di esso e, infine, il 6 è l'Enable (posto a zero attiva il controller e lo disattiva ad 1 logico).

per 16 caratteri, basato su controller HD44780 o compatibile.

La tabella mostra la piedinatura. Il visualizzatore dispone di un bus di comunicazione che può essere a 8 o a 4 bit; in quest'ultimo caso dati e comandi viaggiano spezzati in due nibble da quattro bit ciascuno.

Il piedino 4 è l'RS e permette al microcontrollore di indicare al controller

re è AUTOMATICO o MANUALE: se pronunciamo AUTOMATICO il robot produrrà due beep e sul display scriverà AUTOMATICO.

In questa modalità il robot si muove da solo ed è capace di uscire da un piccolo labirinto; inoltre ogni 20 secondi esegue una lettura di temperatura e luminosità dell'ambiente e visualizza il risultato sul display. Per uscire dalla modalità AUTOMATICO basta pronunciare ESCI. A questo punto il robot si ferma, sul display non appare alcuna scritta ed è possibile di nuovo scegliere tra AUTOMATICO o MANUALE.

Se scegliamo la modalità MANUALE, il robot si muoverà solo dietro comando vocale: in tal caso bisognerà dirgli, ogni volta, come comportarsi.

Pronunciando AVANTI, INDIETRO, DESTRA, SINISTRA, il robot eseguirà i movimenti corrispondenti.

Il comando ostacolo interviene sul radar a ultrasuoni: questo viene fatto muovere entro un arco di 180° e indica - con buona precisione - dove si trova l'ostacolo più vicino al robot. Il display visualizzerà un messaggio del tipo AVANTI, DESTRA e SINISTRA seguito dalla distanza, nonché il risultato del comando. Per eseguire l'analisi di temperatura e luce basta pronunciare ANALIZZA.

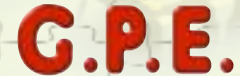
Per uscire dalla modalità MANUALE pronunciare il comando ESCI.

sono già definite; all'utente è lasciata la possibilità di scegliere la parola che corrisponde a ciascuna delle azioni. I comandi sono i seguenti: 1) MANUALE, 2) AUTOMATICO, 3) ESCI, 5) ANALIZZA, 6) AVANTI, 7) INDIETRO, 8) OSTACOLO, 9) SINISTRA, 10) DESTRA. Il

comando 4 non esiste, quindi il robot non reagirà in alcun modo. Una volta che tutti i comandi sono stati inseriti si deve resettare sia il PIC che il modulo di riconoscimento vocale, usando i pulsanti corrispondenti: adesso il robot è operativo. Il primo comando da pronuncia-

RM ELETTRONICA SNC

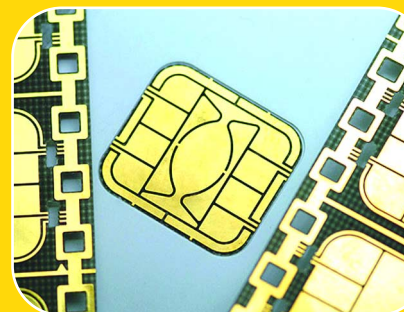
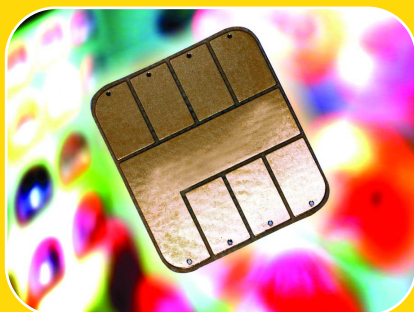
vendita componenti elettronici
rivenditore autorizzato:



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

Corso di programmazione: SMART CARD

a cura di Fabio Riscica



In questa puntata ci occupiamo della personalizzazione e della inizializzazione della Card proponendo due software da noi messi a punto che ci consentiranno di inizializzare e gestire le ACOS2 nell'ambito di un circuito di pagamento sicuro. Settima puntata.

7

Dopo aver approfondito nella puntata dello scorso numero i comandi della smart card ACOS2, passiamo ora ad esaminare la procedura generale di personalizzazione della carta proposta dal produttore. Dal punto di vista operativo illustreremo due software, realizzati appositamente per i nostri lettori, che ci consentiranno di inizializzare e gestire le ACOS2 nell'ambito di un circuito sicuro di pagamento. Non mancherà infine un cenno alla smart card ACOS-SAM, che sarà utilizzata come modulo crittografico in alcuni progetti pratici di prossima pubblicazione.

Personalizzazione della card ACOS2

La sequenza di operazioni suggerita dal produttore per l'inizializzazione della smart card, che si trova nel Personalization Stage, è la seguente:

1. Alimentare e resettare la card.

2. Verificare l'Issuer Code di default (fornito dal distributore con la card).
3. Selezionare il Personalization File (ID = FF02H) e scrivere gli opportuni settaggi nell'Option Register ed il parametro N_OF_FILE, prestando attenzione a non impostare accidentalmente il Personalization Bit ed a non modificare il Security Option Register in questa fase.
4. Resettare nuovamente la card. Dopo il reset, l'ACOS2 legge il Personalization File ed accetta il nuovo valore di N_OF_FILE e gli option bits memorizzati nell'Option Register.
5. Verificare ancora l'Issuer Code di default.
6. Selezionare lo User File Management File (ID = FF04H) e scrivere i File Definition Blocks per gli User Files richiesti, utilizzando il comando WRITE RECORD, con gli ➤

attributi di sicurezza impostati a “Free Access”.

7. Selezionare individualmente gli User Files ed inizializzare i dati come richiesto utilizzando il comando WRITE RECORD.
8. Selezionare lo User File Management File (ID = FF04H) ed impostare gli attributi di sicurezza richiesti per tutti gli User Files utilizzando il comando WRITE RECORD. Verificare il contenuto dello User File Management File con il comando READ RECORD. Si presti attenzione a non modificare accidentalmente gli altri parametri nel File Definition Block.
9. Se presente, selezionare l'Account File (ID = FF05H) ed inizializzarne i dati con il comando WRITE RECORD. Verificare il contenuto dell'Account File con il comando READ RECORD.
10. Se l'Account File è presente, selezionare l'Account Security File (ID = FF06H) ed inizializzarne le chiavi con il comando WRITE RECORD. Verificare il contenuto dell'Account Security File con il comando READ RECORD.
11. Selezionare il Security File (ID = FF03H) ed inizializzare tutte le chiavi con il comando WRITE RECORD. Verificare il contenuto del Security File con il comando READ RECORD.
12. Selezionare il Personalization File (ID = FF02H) ed inizializzare il Security Option Register ed i bytes restanti. Impostare il Personalization Bit con il comando WRITE RECORD. Verificare il contenuto del Personalization File con il comando READ RECORD. Prestare attenzione a non modificare accidentalmente il contenuto dell'Option Register ed il valore N_OF_FILE.
13. Resetare la card. Lo stadio di vita della card riportato nell'ATR dovrebbe a questo punto essere “User Stage”.
14. La corretta personalizzazione può essere verificata con i comandi AUTHENTICATE e SUBMIT CODE, facendo riferimento alle chiavi impostate, leggendo e scrivendo i data files allocati ed eseguendo i comandi relativi all'account.

Per illustrare l'architettura che abbiamo pensato di implementare nella smart card utente, utilizziamo ora il software ACOS2-TEST presentato

nello scorso numero e procediamo manualmente alla personalizzazione, facendo riferimento alla procedura proposta dal produttore. Ovviamente questa procedura viene eseguita a scopi didattici; infatti, in seguito, per l'inizializzazione delle carte utente verrà impiegato un apposito software. Si tenga inoltre presente che i valori delle chiavi inserite sono stati scelti a titolo di esempio e devono essere personalizzati in ogni distinta applicazione per motivi di sicurezza.

Iniziamo con l'inserire la carta ACOS2 nel MINILECTOR e verificandone l'Issue Code di default (41 43 4F 53 54 45 53 54) nella finestra di ACOS2-TEST:

```
-> 80 20 07 00 08 41 43 4F 53 54 45 53 54
SUBMIT CODE (IC)
<- 90 00
OK
```

selezioniamo adesso il Personalization File (ID: FF02H):

```
-> 80 A4 00 00 02 FF 02
SELECT FILE FF02
<- 90 00
OK
```

Dobbiamo adesso scrivere i nostri settaggi nei relativi bit dell'Option Register. Vogliamo prevedere ovviamente l'utilizzo dell'account (ACCOUNT=1); utilizzare per il calcolo del MAC la crittografia DES semplice (3-DES=0) riservarci la possibilità di cambiare il PIN con il comando CHANGE_PIN (PIN_ALT=1); non utilizzare il checksum MAC per l'operazione DEBIT (DEB_MAC=0); non richiedere l'inserimento del PIN per l'operazione DEBIT (DEB_PIN=0) riservarci la possibilità di eseguire il comando REVOKE DEBIT (REV_DEB=1); non utilizzare la mutua autenticazione per la transazione sull'account e per il comando INQUIRE_ACCOUNT (TRNS_AUT=0, INQ_AUT=0). Il contenuto dell'Option Register deve essere quindi pari a 00100101₂, cioè 25 H. Per quanto riguarda il numero di files utente, imposteremo N_OF_FILE=02 H (il primo file verrà utilizzato per memorizzare il numero seriale della carta, il secondo, per uso futuro, potrà memorizzare il log delle transazioni).

Prestiamo attenzione a non sovrascrivere in questa fase il Personalization Bit ed il Security

Option Register (il secondo e quarto bytes del record devono essere lasciati a zero):

-> 80 D2 00 00 04 25 00 02 00

WRITE RECORD

<- 90 00

OK

Resettiamo la carta chiudendo l'applicazione ACOS2-TEST ed eseguendola nuovamente.

Verifichiamo quindi nuovamente l'IC di default.

-> 80 20 07 00 08 41 43 4F 53 54 45 53 54

SUBMIT CODE (IC)

<- 90 00

OK

selezioniamo adesso lo User File Management File (ID: FF04H):

-> 80 A4 00 00 02 FF 04

SELECT FILE FF04

<- 90 00

OK

Nostra intenzione è scrivere, a questo punto, i File Definition Blocks per i due files utente. Riserviamo per il serial number (ID = F000H) un solo record di lunghezza pari a 32 bytes e per il log (ID = F001H) 255 records di lunghezza pari a 32 bytes.

Prestiamo attenzione a non impostare gli attributi di sicurezza.

-> 80 D2 00 00 06 20 01 00 00 F0 00

WRITE RECORD 00

<- 90 00

OK

-> 80 D2 01 00 06 20 FF 00 00 F0 01

WRITE RECORD 01

<- 90 00

OK

Selezioniamo quindi il serial number ed iniziamo i suoi 32 bytes, ad esempio al valore 00 00 00 00 .. 00 01:

-> 80 A4 00 00 02 F0 00

SELECT FILE F000

<- 91 00

OK

-> 80 D2 00 00 20 00 00 00 00 00 .. 00 01

WRITE RECORD

<- 90 00

OK

Selezioniamo ora nuovamente lo User File Management File (ID: FF04H) ed impostiamo l'attributo di sicurezza per il serial number (vogliamo che ne sia possibile la lettura ma non la scrittura):

-> 80 A4 00 00 02 FF 04

SELECT FILE FF04

<- 90 00

OK

-> 80 D2 00 00 06 20 01 00 01 F0 00

WRITE RECORD

<- 90 00

OK

Selezioniamo l'Account File (ID: FF05H) e sovrascriviamo i bytes relativi a MAXBALANCE, ad esempio al valore 50000 (00C350H):

-> 80 A4 00 00 02 FF 05

SELECT FILE FF05

<- 90 00

OK

-> 80 D2 04 00 04 00 C3 50 00

WRITE RECORD MAXBALANCE

<- 90 00

OK

Procediamo adesso inizializzando le chiavi relative alla gestione dell'account, selezionando l'Account Security File (ID: FF06H)

-> 80 A4 00 00 02 FF 06

SELECT FILE FF06

<- 90 00

OK

e sovrascrivendo le chiavi che saranno utilizzate, cioè in questo caso la CREDIT KEY e la REVOKE DEBIT KEY:

-> 80 D2 01 00 08 01 02 03 04 05 06 07 08

WRITE CREDIT KEY

<- 90 00

OK

-> 80 D2 03 00 08 01 02 03 04 05 06 07 08

WRITE REV.DEBIT KEY

<- 90 00

OK

Analoga operazione deve essere effettuata iniziando le chiavi relative alla sicurezza, selezionando il Security File (ID: FF03H)

```
-> 80 A4 00 00 02 FF 03
SELECT FILE FF03
<- 90 00
OK
```

e sovrascrivendo le chiavi che saranno utilizzate (almeno l'IC):

```
-> 80 D2 00 00 08 01 02 03 04 05 06 07 08
WRITE IC
<- 90 00
OK
```

Concludiamo la personalizzazione della carta selezionando il Personalization File (ID: FF02H), sovrascrivendo il Security Option Register con 00H, specificando cioè che la verifica di tutte le chiavi deve avvenire in chiaro, ed impostando il Personalization Bit per effettuare la transizione in User Stage:

```
-> 80 A4 00 00 02 FF 02
SELECT FILE FF02
<- 90 00
OK
-> 80 D2 00 00 04 25 00 02 80
WRITE RECORD
<- 90 00
OK
```

Resetiamo la carta chiudendo l'applicazione ACOS2-TEST ed eseguendola nuovamente: da questo momento in poi la carta si trova in User Stage. Non sarà quindi più possibile la modifica del Personalization File, la lettura del Security File e dell'Account Security File.

Procedura automatica di personalizzazione delle carte

Abbiamo dunque esaminato in dettaglio i passaggi necessari per una personalizzazione di base della smart card ACOS2. Come accennato in precedenza, non sarà necessario eseguire questa sequenza di operazioni per l'inizializzazione di ogni carta, ma a tale scopo verrà utilizzato il software ACOS2-INIT.

Per agevolare l'operazione di personalizzazione abbiamo pensato di memorizzare tutti i dati di interesse nel file di testo acos2.txt, presente nella

cartella di lavoro del software e descritto qui di seguito, il cui contenuto deve essere modificato con un generico editor di testo, come ad esempio il Notepad (Blocco Note) di Windows.

Il file acos2.txt è costituito rispettivamente da quattro righe di sedici caratteri, con la codifica ASCII delle chiavi utilizzate e da una riga di sei caratteri pari al massimo bilancio, secondo la seguente struttura:

41434F5354455354	ISSUER CODE DI DEFAULT
0102030405060708	NUOVO ISSUER CODE
0102030405060708	CREDIT KEY
0102030405060708	REVOKE DEBIT KEY
005350	MAX BALANCE

L'operazione preliminare, obbligatoria per ovvi motivi di sicurezza, consiste nella modifica delle chiavi contenute in questo file (bisogna inoltre verificare che l'Issuer Code di default sia quello standard fornito con le carte, altrimenti occorre modificare anch'esso in accordo con quello comunicato dal fornitore).

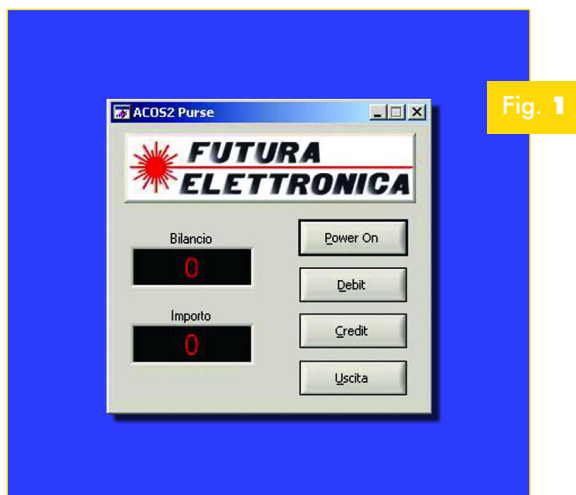
Il funzionamento del software ACOS2-INIT è come al solito abbastanza intuitivo: dopo aver collegato il MINILECTOR ad una porta USB disponibile sul nostro PC, possiamo eseguire l'applicazione. L'utente deve iniziare la procedura digitando il numero di carte da inizializzare e il seriale della prima carta del lotto; i dati letti che verranno impostati sulla carta vengono riproposti a video ed è richiesta conferma prima di effettuare il passaggio in user stage. E' possibile quindi procedere con una nuova carta (il numero seriale viene automaticamente incrementato) o terminare la procedura.

Implementiamo un circuito di pagamento

Passiamo adesso ad esaminare il software ACOS2-PURSE, che è possibile utilizzare per gestire le carte ACOS2 in un circuito di pagamento, come ad esempio quello di un'attività commerciale. L'interfaccia grafica del software è visibile in Figura 1.

Anche in questo caso è presente un file di testo che contiene la sola chiave utilizzata, cioè *credit.txt* relativo alla Credit Key, che deve essere preventivamente modificato dall'utente in accordo con il valore impostato nella personalizzazione delle carte.

Dopo aver inserito la carta nel lettore bisogna procedere agendo sul pulsante di attivazione



“Power ON”: il led lampeggiante del lettore aumenterà la sua frequenza fino a diventare fisso, segnalando la corretta alimentazione della smart card; nella casella “Bilancio” verrà quindi visualizzato il bilancio corrente. Per eseguire un’operazione di addebito è necessario digitare nella casella “Importo” il relativo valore ed agire sul pulsante “Debit”: se il bilancio della carta è sufficiente da consentire tale operazione, risulterà che lo stesso sarà aggiornato come richiesto. Per eseguire invece un’operazione di accredito, dopo aver digitato nella casella “Importo” il valore desiderato, bisogna agire sul pulsante “Credit”: se la Credit Key memorizzata nel file credit.txt è corretta ed il valore dell’importo massimo ammissibile sulla carta è tale da non essere eccessivo in relazione al MAXBALANCE, anche in questo caso verrà visualizzato l’aggiornamento del valore.

Prima di estrarre la carta è necessario disattivarla uscendo dal programma mediante il pulsante “Uscita” o, alternativamente, cliccando sul pulsante di chiusura delle finestre di Windows.

Nel software è stata inserita una diagnostica elementare sotto forma di finestre di popup, che segnalano il verificarsi di condizioni anomale. Commentiamo brevemente i vari messaggi diagnostici che si possono presentare.

La prima categoria di messaggi si riferisce agli errori delle funzioni di libreria PC/SC WINSCARD.LIB, i cui più probabili sono i seguenti:

- **Failed SCardListReaders:** è fallita l’enumerazione dei lettori, probabilmente non è stato collegato il lettore di smart card al PC.
- **Failed SCardConnect:** è fallita la connessione

alla card, probabilmente non è stata inserita la card nel lettore.

- **Failed SCardTransmit:** il lettore non riesce a scambiare i dati con la card, probabilmente la card o il lettore hanno qualche problema.
- **Failed SCardDisconnect:** è fallita la disconnessione alla card, probabilmente non è stata inserita la card nel lettore e si è richiesto di uscire dal programma e quindi di disconnettersi.

La seconda categoria di messaggi si riferisce alle risposte anomale della carta e sono i seguenti:

- **Account does not exist:** l’account non è presente sulla carta, probabilmente la carta non è stata inizializzata.
- **ATC at maximum:** il contatore di transazioni presente sulla carta ha raggiunto il valore massimo. È un caso abbastanza improbabile, perché tale contatore è implementato con un contatore di sei bytes ma, se così fosse avvenuto, la carta risulterebbe inutilizzabile.
- **Amount too large:** si è tentata un’operazione di DEBIT superiore all’account della carta o un’operazione di CREDIT eccessiva rispetto al MAXBALANCE.
- **MAC is wrong:** il certificato MAC relativo all’operazione di CREDIT richiesta è errato, quindi è probabile che la Credit Key non sia corretta. Prestare particolare attenzione a questo caso, perché se si continua ad insistere con l’operazione di CREDIT, la Credit Key si bloccherà e la carta risulterà inutilizzabile.
- **Credit Key locked:** la carta è stata bloccata ed è quindi inutilizzabile a causa della richiesta di un numero eccessivo di operazioni di CREDIT con il MAC errato.

Infine, nel caso in cui il file *credit.txt* non fosse presente nella cartella dell’applicazione, verrà visualizzato il messaggio *Missing credit.txt* e non sarà possibile eseguire l’applicazione ACOS2-PURSE.

Concludiamo ricordando che, nella struttura proposta, per l’operazione di CREDIT è necessario il calcolo del MAC, basato sull’applicazione dell’algoritmo DES ed implementato nel software ACOS2-PURSE. L’operazione di DEBIT invece non è vincolata ad alcun meccanismo di autenticazione e quindi può essere sempre eseguita, anche se non si è in possesso della Credit Key. Ne consegue che il software ACOS2-PURSE ➤

può essere utilizzato in due diverse modalità: ad esempio potremmo fornire in comodato d'uso ad un bar o ad una tavola calda tale sistema per la gestione delle consumazioni senza comunicare la Credit Key, consentendo quindi il solo addebito degli importi.

La ricarica delle carte esaurite verrebbe invece eseguita direttamente da noi, in possesso della chiave corretta.

La Smart Card ACOS-SAM

Il meccanismo di accredito degli importi sulla smart card ACOS2 è stato agevolato dall'implementazione nel software dell'algoritmo DES.

Se per la gestione degli importi sulle carte volessimo invece utilizzare un dispositivo custom, come ad esempio una scheda a micro controllore, ci troveremmo di fronte a due problemi. Innanzitutto sarebbe necessario implementare nel firmware i meccanismi di autenticazione e quindi almeno l'algoritmo DES, con tutte le complicazioni del caso.

Ma, anche se la programmazione assembler fosse il nostro pane quotidiano, un secondo problema da non sottovalutare è che la Credit Key dovrebbe essere memorizzata nel firmware a discapito della sicurezza; inoltre la modifica di quest'ultima renderebbe necessario l'aggiornamento del firmware di ogni dispositivo distribuito.

Il produttore delle carte, così come fatto da altre grandi aziende, ha ideato una particolare smart card in formato "SIM" che può essere utilizzata come supporto, in grado di eseguire le operazioni di calcolo richieste, come l'elaborazione del

Caratteristiche tecniche dell'ACOS3-SAM

- Conforme allo standard ISO 7816 Parti 1, 2, 3 e 4;
- Baud rate selezionabile tra 9.600, 14.400, 28.800, 57.699 e 115.200 bps;
- 8 K di memoria EEPROM per dati;
- Supporta le strutture definite da ISO 7816 Parte 4: Trasparente, Lineare fisso, Lineare variabile, Ciclico;
- Supporta DES e Triple DES;
- Mutua autenticazione con generazione di chiavi di sessione;
- Accesso sicuro tramite gerarchia multilivello;
- Struttura di dati dedicata opzionale per applicazioni di pagamento ad alta sicurezza;
- Anti-tearing fatto su Header file e comandi PIN.

MAC. Si tratta della ACOS-SAM, che ha un'architettura basata sulla sua sorella minore ACOS2, che permette di implementare un motore crittografico così da alleggerire la CPU della relativa mole di lavoro e dalla conoscenza delle chiavi che vengono memorizzate nella ACOS-SAM stessa.

In particolare, la carta dispone del comando "PREPARE ACOS ACCOUNT TRANSACTION" che, ricevuto in input l'importo da accreditare, calcola in base alla Credit Key in suo possesso il MAC di cui la carta ACOS2 necessita per eseguire l'operazione di CREDIT, come ampiamente descritto nelle scorse puntate.

Il MAC può essere poi letto mediante il comando "GET RESPONSE SAM" e passato alla ACOS2 per l'operazione di CREDIT.

Successivamente presenteremo il progetto di un lettore portatile di smartcard che utilizza l'ACOS-SAM per le finalità descritte; in tale sede provvederemo ad approfondire le caratteristiche accennate del modulo.

Your Electronics Open Source

PROGETTI - RISORSE - SCHEMI ELETTRICI - PCB - BLOG

dev.emcelettronica.com