

Mensile di elettronica applicata, attualità scientifica, novità tecnologiche.

€ 5,00

Elettronica In

oltre l'elettronica

www.elettronica.in.it

Anno XV - n. 134
Febbraio 2009



Poste Italiane SpA - Sped. in abb. post. 480/01 - 383/0083000 - DL 383/2003 conv. in L. 27/05/2008 n. 133 - 48 art. 1 - comma 1 - DCB Milano



Automobili,
elettriche
alla carica

Trasmittitore FM stereofonico

- Lettore MP3 universale
- Antiblackout, lo Smart-RX
- Accelerometro single-chip
- Telecomando IR universale a 2 canali
- Controller RGB
- Il pulsante? Via radio e autoalimentato!
- Il furgone dello spione



ESCLUSIVO!
Corso ZigBee



Installato in un impianto elettrico domestico fino a 6 kW, in caso di superamento della potenza massima disattiva uno o più utilizzatori, in base a un ordine che potete personalizzare. Seconda puntata: il ricevitore/attuatore.

ANTI-BLACKOUT LO SMART-RX

di ROBERTO PRESTIANNI

Dover prestare attenzione a quanti apparecchi elettrici colleghiamo insieme in casa è una delle cose più fastidiose: pensate a quando dovete stirare o scaldare degli alimenti nel microonde mentre ascoltate la musica con l'hi-fi...dovervi mettere lì a fare i conti per vedere se state consumando più di quello che il contatore ammette! Magari per un tecnico può essere facile, ma immaginatevi la domestica o comunque chi è poco avvezzo ai conti... Eppure a quanti, soprattutto dall'avvento dei contatori elettronici (che mal sopportano il supera-

mento della potenza contrattualmente concessa) è già successo di vedersi staccare la corrente perché troppi utilizzatori funzionanti contemporaneamente hanno portato a uno sfioramento nel consumo? In situazioni del genere è molto comodo affidarsi a un sistema capace di controllare l'assorbimento e organizzare le cose in modo da mantenerlo entro il limite ammesso; qualcosa come il nostro anti-blackout, un apparato che comanda a distanza il distacco programmato di uno o più apparecchi che riteniamo non necessari e ripristina, sempre via

Il nostro sistema antiblackout



codice base del sistema, sia il livello di priorità che gli è stato assegnato. L'alimentazione è ottenuta direttamente dalla tensione a 220 Vca (la stessa che alimenterà il carico controllato), tramite il trasformatore TR1 a doppio secondario da 9 V, impiegato secondo lo schema del raddrizzatore a doppia semionda a due diodi (D1, D2). L'onda impulsiva così ottenuta viene poi livellata e filtrata da C1 e C2 in ingresso, e da C3 e C4 in uscita dal regolatore da 5 V U1: un 78L05. La stessa onda raddrizzata e livellata, di valore massimo prossimo ai 12V, serve ad alimentare RL1, il quale farà da interruttore per il carico collegato all'uscita.

Si sottolinea il fatto che l'uso del trasformatore aumenta l'immunità dell'MCU ai tanti disturbi provenienti inevitabilmente dalla linea di potenza a 220 V; si consideri, infatti, che lo stesso comando di accensione e spegnimento del carico controllato (se quest'ultimo è di natura induttiva o è un circuito a commutazione) può causare disturbi consistenti che comprometterebbero il buon funzionamento del PIC. Rinunciando al trasformatore e optando per un alimentatore direttamente accoppiato alla linea d'alta tensione, i disturbi passerebbero con maggiore facilità.

La linea RA1 del micro, configurata come output, pilota LD2, che è il led verde dedicato alla ricezione dei codici e ad alcune funzioni particolari. La linea RB4, assieme alle altre linee di ingresso del PORTB, dispone della resistenza di pull-up integrata ed è connessa all'unico pulsante (SW1). RA2, altra linea di output, eccita il relé per mezzo del transistor Q1, la cui base è connessa alla serie R1/LD1. Questo led, di colore rosso, si accenderà assieme all'innesco del relé,

radio, la connessione quando il consumo è rientrato nel limite. Nel fascicolo n° 133 abbiamo descritto il progetto, analizzando l'unità principale; adesso parliamo dei moduli riceventi, detti Smart-Rx, che sono ricevitori radio progettati per funzionare in abbinamento alla unità principale. Lo Smart-Rx è uno speciale ricevitore per radiocomando a codifica Motorola, che, a seconda dell'impostazione di un jumper, può funzionare da attuatore dedicato all'antiblackout o da comune ricevente per comando a distanza compatibile con tutti gli encoder MC1450xx operanti con frequenza di clock di 1,7 kHz. Nella funzione per la quale è stato progettato, il relé di cui dispone commuta l'alimentazione del carico che gli è collegato; secondo la filosofia del progetto, il ricevitore deve controllare l'alimentazione di uno degli utilizzatori di cui si ritiene di poter fare a meno in caso di superamento della potenza, quindi ci vogliono tanti Smart-Rx quanti sono i carichi da sconnettere, fermo restando che l'antiblackout può gestire al massimo sette livelli di priorità.

Il ricevitore è di facile installazione perché ha una spina integrata nell'involucro, dalla quale preleva la tensione di rete, e una presa volante cui connettere il carico, commutata dallo scambio del relé. Grazie alla codifica tramite autoapprendimento, l'inserimento nel sistema degli Smart-Rx è facile e veloce. Inoltre, dal momento che l'attivazione e la disattivazione avvengono con due distinti codici, non può capitare che l'apparecchio controllato venga spento quando invece andrebbe acceso e viceversa. Ogni ricevitore può comunque essere impiegato come semplice interruttore ON/OFF controllato via radio.

SCHEMA ELETTRICO

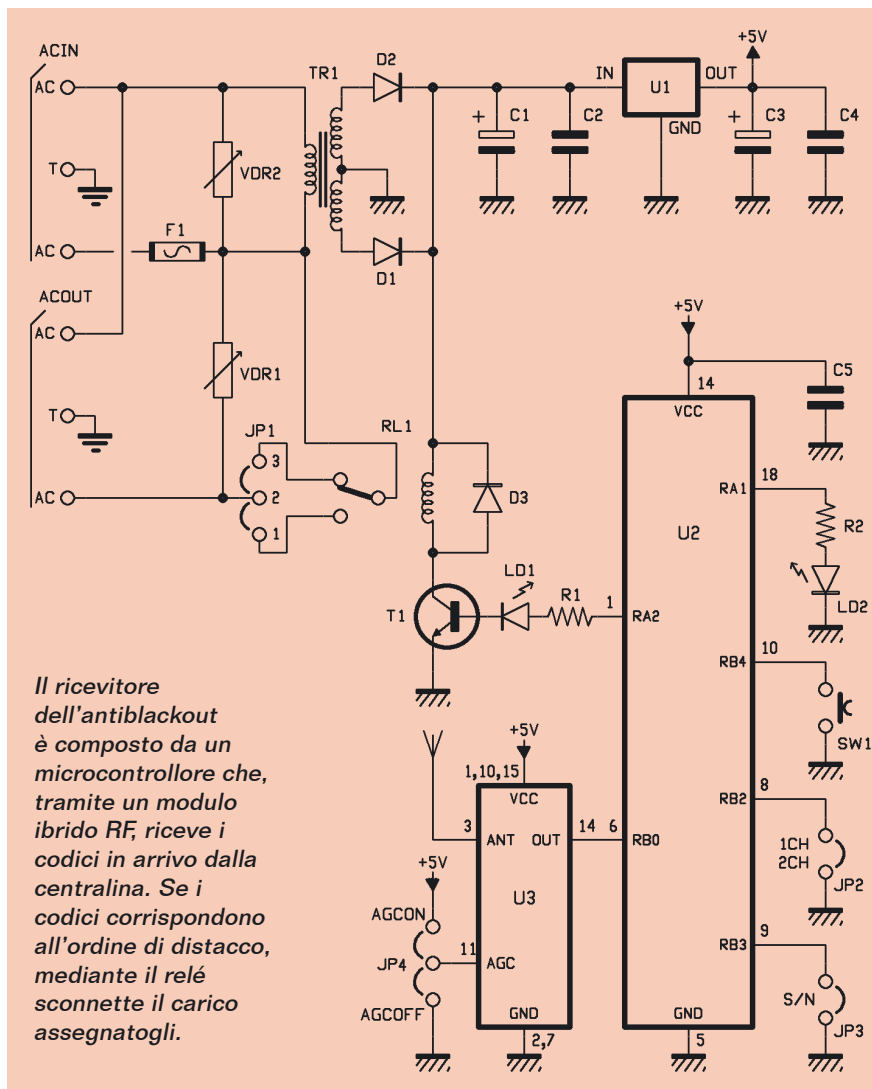
Il circuito è basato sull'impiego del microcontrollore PIC16F88, che implementa la decodifica Motorola, l'interpretazione ed esecuzione dei vari comandi impartiti dalla centralina e l'autoapprendimento dei codici. Ogni volta che, in fase di autoapprendimento, riceve una stringa di dati trasmessa dalla centralina antiblackout, il micro estrae sia il

segnalando il distacco del carico corrispondente. D3 è il diodo di clamp per la bobina di RL1 e C5 fa da filtro ai 5 V applicati al PIC. Per ricevere il segnale modulato e codificato usiamo il modulo RF U3, un comune ed economico AC-RX2 dell'Aurel.

Considerata la compatibilità della piedinatura con quella di altri moduli Aurel RF da 433,92MHz, e vista la presenza del jumper JP4 per l'eventuale attivazione dell'AGC, l'AC-RX2 può benissimo essere sostituito da un altro modulo RF con prestazioni migliori.

Lo schema prevede due jumper di configurazione, JP2 e JP3, entrambi da considerare solo se lo Smart-Rx viene utilizzato come semplice interruttore ON/OFF radio. Il primo serve a specificare se la commutazione del relé deve essere controllata da uno o due pulsanti di un stesso trasmettitore Motorola (ad esempio TX1CSAW oppure TX2CSAW e il trasmettitore 4CH presentato sul numero 131 della rivista). Il secondo, invece, specifica il tipo di funzionamento: attuatore per antiblackout o semplice interruttore ON/OFF. Quanto al jumper JP1, serve a selezionare lo scambio del relé che si intende utilizzare (NC o NA) cosa che, come si vedrà, dipende dalla modalità di funzionamento utilizzata. La Tabella 1 mostra come configurare i 3 jumper in base alle due modalità di funzionamento previste.

Per ultimi notate i varistori VDR1 e VDR2: il primo protegge i contatti utilizzati del relé dai picchi di corrente generati dalla chiusura/apertura di questi, soprattutto quando si impiegano carichi con componente induttiva; il secondo, invece, posto all'ingresso di rete, tende ad eliminare gli eventuali picchi di tensione che si presentano sulla linea a 220 Vca

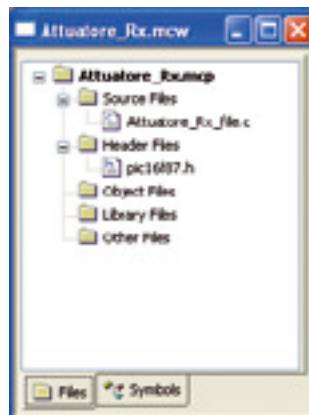


FIRMWARE

Il firmware del PIC lo troverete disponibile sul sito della rivista e, assieme a questo, disporrete del progetto completo di tutti i file sorgente stilati in linguaggio C. Come visibile nell'apposita figura, il project MPLAB conta solamente di due file, a parte quelli tipici del C inclusi tramite l'istruzione `#include` all'interno dei listati: **Attuatore_Rx_file.c** e **pic16f87.h**. Il primo contiene `main()`, la routine di interrupt, `acquisition_code()` per la lettura completa dei codici

Motorola, `read_code()` chiamata dalla precedente campiona il segnale in uscita dal modulo RF e legge la singola parola di un codice, `read_base_priority()` riconosce e memorizza permanentemente il Codice Base ed il

livello priorità individuati in un codice, `set_freq()` consente la correzione della frequenza di campionamento dei bit seriali in ingresso, `priority_print()` realizza la visualizzazione del livello di priorità, assegnato all'attuatore, tramite lampeggi multipli del led

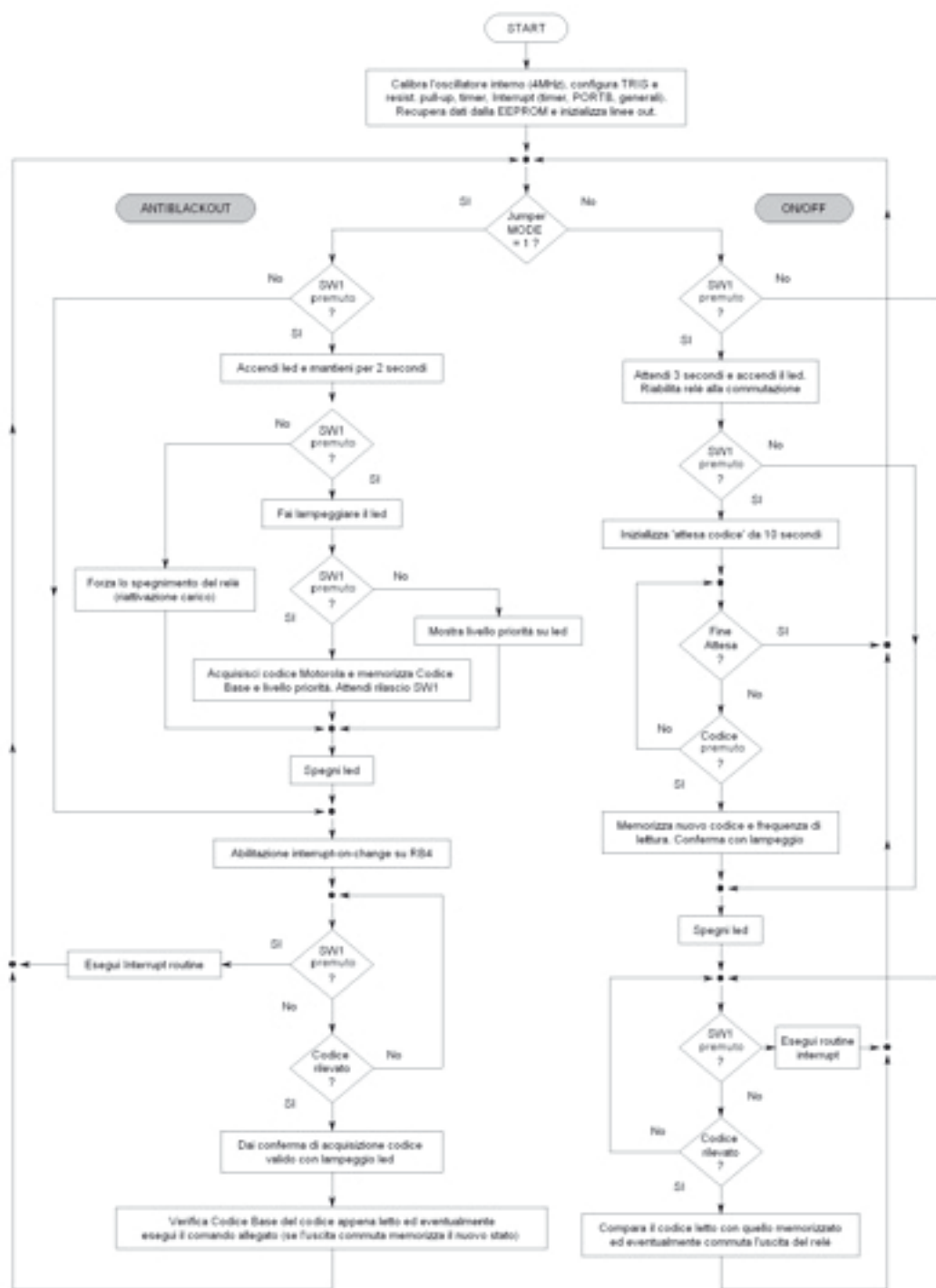


verde LD2, `write_EEPROM()` serve alla memorizzazione, sulla EEPROM-dati, dei parametri di funzionamento ed altro, e `lamp_led()` e `more_lamp()` rispettivamente per un singolo lampeggio e multipli del led di segnalazione. Inoltre vi sono definite anche le routine dei ritardi `halfperiod()` per il periodo di campionamento dei codici, `Delay100Us()` per la generazione di ritardi multipli di 0,1 ms e, per concludere `DelayMs()` e `DelayMss()` per la generazione di attese multiple del ms. Prima di esporre il flow-chart del firmware, si commenteranno le prime linee di codice del file sorgente `Attuatore_Rx_file.c`. Innanzitutto si trova l'inclusione dei file header (.h) necessari al codice C e alla definizione di talune funzioni associate al PIC (vedere `htc.h`). Segue la *Configuration bits* che stabilisce, in modo particolare, l'uso dell'oscillatore interno (INTIO), l'abilitazione del PWRT (*Power-up Timer*) e la disabilitazione della linea di reset MCLR. Seguono alcune definizioni di costanti, parametri e indirizzi della EEPROM-dati quali i codici degli stati possibili dei bit three-state (ONE, ZERO, OPEN), le costanti per la definizione dei ritardi (esempio `wait_10sec` per la generazione di attese pari a 10 secondi), il valore di default del livello prio-

rità (priority), dei limiti minimo e massimo relativi alla frequenza di lettura dei codici Motorola e, ancora, l'indirizzo del primo bit del Codice Base memorizzato

nella EEPROM.

Fa seguito l'inizializzazione di alcuni blocchi di questa memoria, nei quali sono memorizzati: Codice Base, priorità, stato iniziale



Flow-chart - Il diagramma mostra il funzionamento del firmware e le due modalità previste dopo l'inizializzazione (RX antiblackout o comune RX).

Listato 4

```

if(test==0)
{
    /******* RICONOSCIMENTO E ATTUAZIONE COMANDI *****/
    if(swcode_temp[6]==OPENS && (swcode_temp[7]==ONEs || swcode_temp[7]==OPENS))
    {
        if(swcode_temp[7]==ONEs && swcode_temp[8]==ZEROs) // ----->MOSTRA PRIORITA'
        {
            priority_print();
            DelayMs(250);
            DelayMs(250);
            DelayMs(250);
            DelayMs(250);
        }

        if(swcode_temp[7]==ONEs && swcode_temp[8]==ONEs) // ----->RIATTIVAZIONE GENERALE DEI CARICHI
        {
            out=load_anti_ON; //Accensione carico
            lamp_led(); //Triplo lampeggio del LED
        }
        if(swcode_temp[7]==ONEs && swcode_temp[8]==OPENS) // ----->DISTACCO GENERALE DI EMERGENZA
        {
            out=load_anti_OFF; //Spegnimento carico
        }
        if(swcode_temp[7]==OPENS && swcode_temp[8]==ZEROs) // ----->SOSTITUZIONE FORZATA CODICE BASE
        {
            LED=1;
            DelayMs(250);DelayMs(250);DelayMs(250);DelayMs(250); //Attesa prima dell'acquisizione dell'imminente codice
            read_base_priority(0); //Senza aggiornamento livello priorità
            LED=0;
        }
    }
    else //Leggi il livello di priorità e accendi /spegni il carico
    {
        if(priority == (3*swcode_temp[6] + swcode_temp[7]))//Confronto del livello di priorità
        {
            if(swcode_temp[8]==OPENS) out=load_anti_ON; //Accensione carico
            else if(swcode_temp[8]==ZEROs) out=load_anti_OFF; //Spegnimento carico

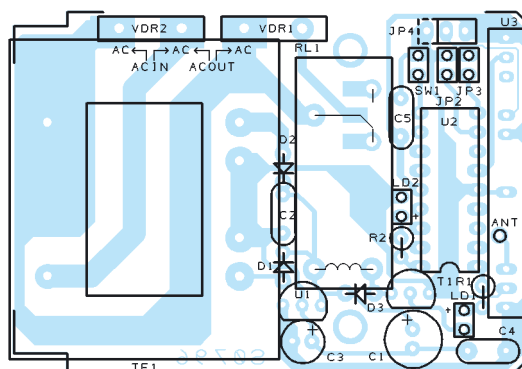
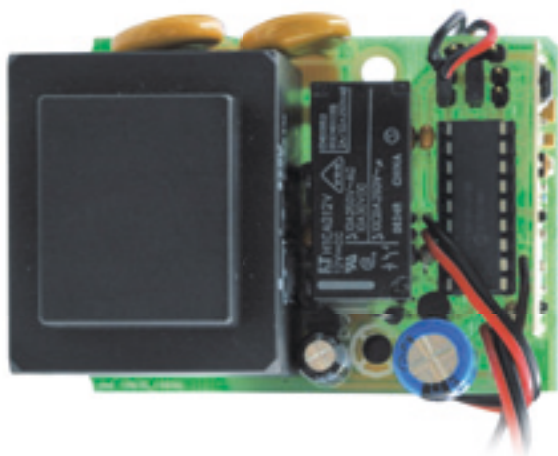
            /******* Salvataggio in EEPROM del nuovo stato dell'uscita *****/
            /******* Scrittura abilitata *****/
            WREN=1; //Scrittura abilitata
            write_EEPROM(EEADD_out_state,out); //Initiate writing value to address
            //while(WR) continue; //wait for end-of-write before EEPROM_READ
            WREN=0; //Scrittura disabilitata
        }
    }
}

```

della linea RA2 (per l'eccitazione del relé) e valore iniziale che definisce la frequenza di lettura dei codici provenienti dal modulo U3. Dopodiché sono definite tutte le variabili usate dal firmware (e quindi tutti i registri *general purpose*) di tipo bit (singolo bit), unsigned char (singolo byte senza segno), unsigned short (doppio byte senza segno) e i due array da 9 elementi unsigned char per la gestione dei codici Motorola. In seguito sono definiti gli pseudonimi delle linee di I/O usate dall'MCU. Infine sono elencati tutti i prototipi delle routine

usate dal firmware. Si osservi adesso il flow-chart: all'accensione del microcontrollore e dopo le dovute configurazioni di moduli e port di I/O, il firmware, testando la configurazione del jumper MODE (JP3) eseguirà la parte di codice che implementa l'attuatore per l'Antiblackout (Smart-Rx) se aperto (linea posta ad '1' grazie alla resistenza di pull-up integrata), oppure il codice relativo al semplice ricevitore ON/OFF via radio, se chiuso. Nella parte sinistra si vede come dapprima venga verificato lo stato del pulsante e, qualora

non risulti premuto, il flusso del programma predispone la lettura di eventuali codici Motorola in ingresso al PIC. Altrimenti, dopo una breve attesa, il led (LD2) viene acceso e il pulsante interrogato nuovamente; se risulta premuto, si rimane per qualche secondo in attesa di un codice valido ed eventualmente si ricavano da questo il nuovo Codice Base e il livello di priorità da assegnare allo stesso attuatore. Se invece SW1 non risulta premuto, verrà visualizzato il livello di priorità precedentemente definito; in questo caso il led verde (LD2)



Elenco Componenti:

R1: 220 ohm
R2: 220 ohm
C1: 470 μ F 25V elettrolitico
C2: 100 nF multistrato
C3: 100 μ F 25 VL elettrolitico
C4: 100 nF multistrato
C5: 100 nF multistrato
D1: 1N4007
D2: 1N4007
D3: 1N4007

LD1: Led 5 mm rosso
LD2: Led 5 mm verde
T1: BC547
U1: 78L05
U2: PIC16F88 (MF796)
U3: AC-RX2 o compatibile
SW1: Pulsante NO da pannello
VDR1: varistore 275 Vac 104J
VDR2: varistore 275 Vac 104J
F1: fusibile 10 A
RL1: relé monoscambio 12V
TR1: trasformatore 220V/2X9V 3VA

Varie

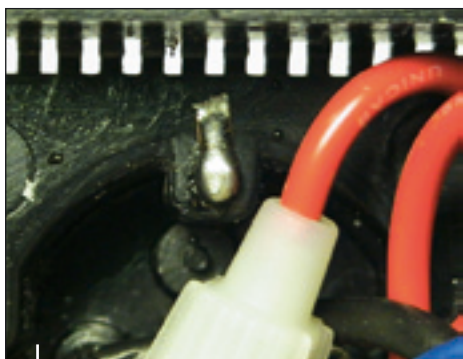
- Antenna (filo da circa 17cm)
- Strip maschio 2 poli (2 pz.)
- Strip maschio 3 poli
- Portafusibile volante 10A
- Zoccolo 9+9
- Porta led 5 mm da pannello
- Box con spina integrata
- Presa volante + cavo tripolare
- Circuito stampato

lampeggerà per breve tempo se il livello priorità è '0', altrimenti emetterà un lampeggio un numero di volte pari alla priorità stessa. In seguito, il flusso del programma realizza il normale funzionamento, il quale prevede la ricezione di eventuali comandi e la relativa esecuzione. Nel frattempo, se SW1 dovesse

venire premuto, la routine di interrupt condurrà il programma all'inizio del ciclo principale; se invece dovesse essere letto un codice Motorola contraddistinto dallo stesso Codice Base del sistema, allora verrebbe eseguito il comando allegato. Il Listato 4 mostra questa particolare porzione di codice. Adesso si esaminerà la parte destra del flow-chart, quella, cioè, relativa al semplice funzionamento ON/OFF. Anche qui il pulsante viene testato una prima volta e, se non risulterà premuto, verrà bypassata tutta la porzione di firmware relativa all'autoapprendimento del codice di comando. In caso contrario, invece, dopo un'attesa di circa 3 secondi il led verde verrà acceso e la linea del relé sarà riabilitata alla commutazione.

Se nel frattempo è stato mantenuto premuto SW1, attiverà

l'autoapprendimento radio di un nuovo codice Motorola necessario all'ON/OFF del carico. Questa attesa verrà terminata al più tardi entro 10 secondi, oltre i quali il flusso del programma reinizializza l'esecuzione del ciclo principale. Più in basso il flow-chart mostra la parte di programma che continuamente attende un codice Motorola valido; quando ciò si verifica, la parola corrispondente viene confrontata con quella in memoria ed eventualmente commuta l'uscita del relé. Come già spiegato, la parola da 9 bit è composta dal Codice Base (primi 6 bit) e da un codice di 3 bit che specifica un comando speciale, oppure il livello priorità che la centralina desidera controllare e lo stato che dovrà assumere l'attuatore. La Tabella 2 mostra le possibili configurazioni che hanno in comune



Stagnatura delle linguette che realizzano la terra della spina Shuko.

il solo Codice Base. Il listato ha inizio col controllo dello stato della variabile "test", un flag che, se posto a "0", comunica che il codice appena letto è valido. Osservando la tabella si comprende come tutti quei codici che hanno il bit 7 pari ad "H" (in seguito anche "OPEN") e il bit 8 pari ad "1" oppure ad "H", sono comandi speciali comprensibili solo dagli Smart-Rx. Tutti gli altri, invece, hanno i bit 7 ed 8 che specificano il livello priorità, mentre il bit 9 comunica lo stato che l'attuatore dovrà assumere. Se, ad esempio, la centralina (di Codice Base '111HHH') emette il codice "111HHH-10-H", significa che sta comandando a tutti i ricevitori appartenenti al livello di priorità 3, l'attivazione del carico sia degli Smart-Rx che del secondo canale di eventuali ricevitori 2CH (vedi FT712). Ritornando al codice, una serie di *if(...)* va ad individuare il comando speciale che si dovrà eseguire oppure, una volta riconosciuta l'appartenenza al livello priorità specificato dalla centralina, si modificherà lo stato del relé (attivazione/disattivazione del carico) e si memorizzerà il nuovo stato nella EEPROM. A questo proposito si sottolinea il fatto che lo Smart-Rx (solo in modalità Antiblackout) ha memoria

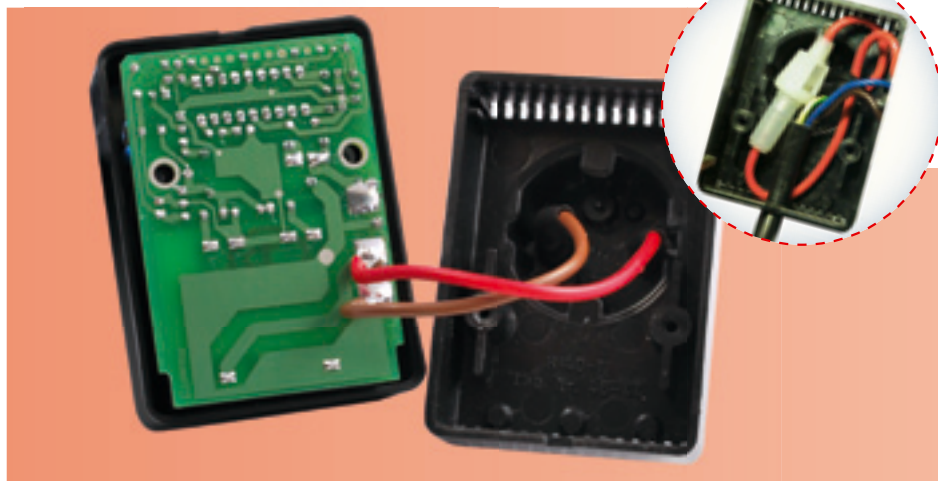
dello stato del suo relé (anche quando non è alimentato).

REALIZZAZIONE PRATICA

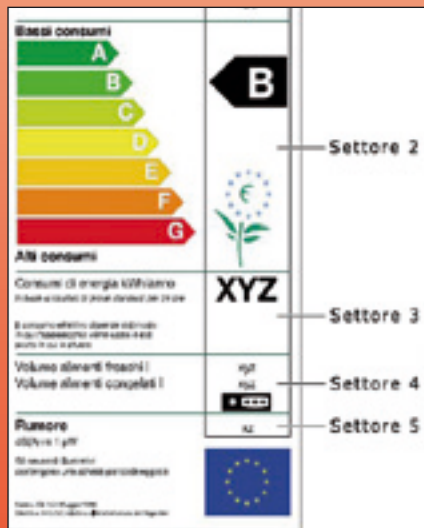
Per costruire lo Smart-Rx, innanzitutto scaricate il master dello stampato dal sito www.elettronica.in e, per fotoincisione, realizzate la basetta. Dopo incisione e foratura, iniziate configurando JP1, cosa da fare creando un ponticello di lega saldante tra le piazzole collegate una ad un morsetto di ACout e l'altra al contatto NC del relé (sulla piastrina, rispettivamente quello centrale e quello rivolto verso l'interno) se usate la modalità Antiblackout, altrimenti al contatto NA se usate la modalità ricevitore ON/OFF. A questo punto disponete i componenti iniziando da quelli a profilo più basso e quindi dai condensatori C2, C4 e C5, dal momento che le due resistenze e i tre diodi D1, D2 e D3, vanno montati in verticale. I due led vanno prolungati con fili non più lunghi di 3,5÷4 cm e, possibilmente, le saldature corrispondenti coperte da circa 1 cm di guaina termorestringente. Se utilizzate due led separati da 5 mm, in sostituzione del pulsante con doppio led integrato, dovrete accorciare i loro terminali fino ad una lunghezza di circa 6 mm. Il filo per l'antenna

deve essere semirigido, in modo da poterlo sagomare e orientare al fine di ottenere la miglior portata possibile. Per ultimo impostate i jumper per la modalità di funzionamento desiderata (per la funzione Antiblackout, lasciare aperto JP3) e inserire il PIC già programmato nel proprio zoccolo. A questo punto non vi rimane che passare alla preparazione del box plastico, che è un tipico contenitore per alimentatori dotato di spina shuko integrata; dato che di solito manca il terminale di terra, dovrete realizzarlo così:

1. stagate abbondantemente circa 10 cm di calza dissaldante larga 2 mm;
2. praticate due fori da 2 mm di diametro nella parte interna della spina ed in corrispondenza dei due solchi esterni della spina stessa (nota: entro questi due binari scorrono le linguette metalliche della presa shuko che consentono il collegamento alla linea di terra della 220V);
3. fate passare la calza stagnata entro uno dei fori e fatela aderire il più possibile al corpo esterno della spina; la calza, alloggiata in parte entro i due solchi, deve essere passata anche in posizione equidistante dai terminali metallici di fase e neutro della spina stessa;
4. fate cadere una grossa goccia di lega saldante su uno dei fori appena fatti, in modo da bloccare la calza ad una estremità



Agli elettrodi interni della spina collegate uno spezzone di filo ciascuno, da collegare poi alle piazzole ACin; volendo, potete inserire un portafusibile volante, in serie a uno dei conduttori, adagiandolo poi tra la spina e la basetta. Tra il comune ACin e la piazzola indipendente ACout, collegate il cordone che porta alla presa volante per il carico.



Poco consumo, pochi blackout

Un modo per evitare blackout causati da eccesso di assorbimento in casa è certamente comperare elettrodomestici a basso consumo; in tal senso, imparare a leggere l'etichetta energetica prima dell'acquisto è di grande importanza. L'etichetta è una scala di riferimento per i consumi elettrici degli elettrodomestici e

delle lampadine; è divisa in 7 classi, dalla A (bassi consumi) alla G (alti consumi), i cui valori limite variano per ogni elettrodomestico. Esistono anche apparecchi in classe A+ e A++, ancora più efficienti di quelli di classe A. Modelli diversi della stessa classe possono essere confrontati in base al consumo di energia stimato per un utilizzo in condizioni standard predefinite; tale valore è riportato sull'etichetta nella sezione sotto la classe energetica è espresso come consumo annuo (kWh/anno) o per ciclo di utilizzo (kWh/ciclo). Nell'etichetta, il Settore 1 identifica l'apparecchio con il modello ed il produttore, il Settore 2 riporta le classi di efficienza energetica. Nel Settore 3 viene indicato il consumo di energia, espresso in kWh annui. Nel Settore 4 vengono fornite le specifiche prestazionali dell'elettrodomestico. Il Settore 5 indica la rumorosità dell'apparecchio e avverte che è a disposizione dell'utente/consumatore una scheda particolareggiata contenente le specifiche prestazioni dell'apparecchio.

- (vedere le foto del prototipo);
5. una volta fatta aderire bene al corpo esterno della spina, bloccate l'altra estremità della calza dall'altro foro, con un'altra grossa goccia di lega saldatore;
 6. la calza ora è bene aderente e fissata all'interno della spina; rimuovetene l'eccedenza.

Adesso bisogna praticare un foro di circa 7 mm sempre sulla metà di fondo del coperchio (quella

con la spina integrata) e precisamente dal lato piccolo, dalla parte opposta a quella dove si trova la spina (appena sotto il forellino rettangolare). Entro questo foro si farà poi passare il cavo tripolare, al quale sarà stata preventivamente collegata una bi-presa volante. In seguito si potrà bloccare il cavo dall'interno, usando una fascetta serrafilo. Ora sul coperchio fate i fori per l'alloggiamento dei due led e del pulsante. Non dimenticate poi di

Jumper	Aperto	Chiuso	NC	NA
JP1	-	-	ANTIBLACKOUT	ON/OFF
JP2	Doppio codice	Singolo codice	-	-
JP3	ANTIBLACKOUT	ON/OFF	-	-

Tabella 1 - Le configurazioni necessarie per la modalità Antiblackout vedono solamente l'uso di JP1; invece in modalità ON/OFF conta anche JP2, perché specifica se accensione e spegnimento devono essere controllate da due pulsanti distinti del trasmettitore, oppure da uno solo, e JP3 che, se chiuso, stabilisce la modalità. Nota: NC ed NA stanno a significare che bisogna usare il contatto Normalmente Chiuso o quello Normalmente Aperto del relé.

applicare i due zoccoli per i led da 5 mm. In alternativa, praticate un foro rettangolare sufficientemente grande per alloggiare il pulsante con led. L'esatta collocazione per questi componenti corrisponde alla posizione soprastante il PIC; quindi le aperture vanno fatte a metà tra la linea immaginaria che unisce i fori per le viti ed il bordo inferiore del cover-top. Ora si saldi il filo di terra del cavo tripolare ad una delle estremità della calza e poi uno dei terminali del portafusibile volante (con i relativi terminali a filo ridotti quanto basta) ad uno dei terminali metallici della spina. Analogamente, saldate un pezzetto di filo da 2 mm di diametro lungo circa 7 cm, all'altro terminale della spina. È importante che il corpo del portafusibile venga alloggiato in corrispondenza del foro della spina: in questo modo disturberà meno la disposizione del c.s. all'interno del box. Ora si saldino i fili di fase e neutro della spina (uno dei terminali del fusibile e il pezzettino di filo già saldato) alle piazzole ACin e così anche i fili di fase e neutro del cavo tripolare ai contatti ACout; si fa presente che ACin e ACout hanno un terminale in comune, dunque, alla relativa piazzola vanno saldati un filo della spina ed uno della presa (vedere figura). In ultimo, bisogna chiudere il box dopo aver agganciato i due led ai relativi zocchetti e montato il pulsante al cover-top. Se si desidera una maggiore portata RF, bisogna far passare il filo di antenna entro il forellino rettangolare presente in vicinanza del modulo RF, così da portarlo fuori. Il contenitore va poi chiuso avvitando le due viti di bloccaggio. Se avete difficoltà a trovare un portafusibile di portata uguale o superiore ai 10 A, potrete usarne uno da 5 badando bene, ovviamente, che il

fusibile abbia la portata corretta. Per quanto riguarda il relé, il progetto prevede una portata massima di 10 A. Se desiderate controllare potenze maggiori dovrete impiegare un relé i cui contatti sopportino potenze superiori; si consiglia, inoltre, di stagnare abbondantemente tutte le linee di potenza che trasportano la corrente del carico.

COLLAUDO E CODIFICA

Per collaudare il sistema basterà collegare il ricevitore ad una presa elettrica e trasmettere un codice Motorola qualsiasi tramite un trasmettitore compatibile. Il corretto funzionamento del dispositivo verrà confermato con il lampeggio del led verde. A questo punto non rimane che codificare lo Smart-Rx e prepararlo così al funzionamento in abbinamento con l'Antiblackout oppure a quello da interruttore ON/OFF radiocomandato.

Funzionamento Smart-Rx

Per forzare l'attivazione del carico, bisogna tenere premuto il pulsante fino a quando il led verde si accenderà; subito dopo, rilasciando il tasto, vedrete spegnersi il led e sentirete il rilascio del relé. Se intendete, invece, visualizzare il livello priorità precedentemente inserito, premete il pulsante fino all'accensione del led verde e fino al suo lampeggio. Subito dopo, rilasciando il tasto, vedrete pulsare il led per un numero di volte pari alla sua priorità. L'autoapprendimento del codice viene eseguito (per un tempo di circa 10 secondi) premendo il pulsante e tenendolo così fino all'accensione ed al successivo lampeggio del led; terminata questa fase, sempre col tasto premuto, il led rimarrà acceso fisso ed è in quel momento che lo Smart-Rx sarà pronto per la codifica. Rilasciate allora il pulsante e trasmettete il codice.

Si ricorda che l'acquisizione del codice base e del livello priorità avviene leggendo solamente un codice, che può essere emesso dalla centralina o da un qualsiasi trasmettitore Motorola. Volendo usare la centralina e supponendo di averla già configurata col Codice Base scelto per il sistema, per mezzo del comando 7 dovrete inserire il livello priorità che intendete assegnare allo Smart-Rx. Subito dopo, usando il comando 12, la centralina emetterà continuamente la sequenza di codifica con tanto di Codice Base e livello di priorità definito. Il lampeggio del led giallo confermerà l'emissione del codice desiderato e, a questo punto, dovrete porre lo Smart-Rx in autoapprendimento. Una volta letto e memorizzato il codice, osserverete il led verde emettere un lampeggio. Volendo, invece, utilizzare un comune trasmettitore Motorola, bisognerà osservare

La codifica del sistema

I comandi trasmessi dalla centralina Antiblackout sono le canoniche stringhe previste dalla codifica Motorola MC14502xx, contenenti, ognuna, lo stato dei nove bit three-state dell'encoder; nel nostro sistema è previsto che i primi sei costituiscano la base di codifica, uguale per tutti i ricevitori e identificativa della centralina, mentre i tre restanti definiscono la priorità e altri comandi speciali. La Tabella 2 riepiloga lo stato dei nove bit riguardante i

comandi corrispondenti alla disattivazione dei ricevitori associati alle priorità 0+6 e dei comandi speciali quali attivazione o disattivazione simultanea di tutti i ricevitori. La Tabella 3 definisce le nove combinazioni corrispondenti alla variazione degli ultimi tre bit.

Tabella 2

	Priorità	Bit 1-6	Bit 7	Bit 8	Bit 9
Priorità	0	Codice Base	0	0	0/1/OPEN
Priorità	1	Codice Base	0	1	0/1/OPEN
Priorità	2	Codice Base	0	OPEN	0/1/OPEN
Priorità	3	Codice Base	1	0	0/1/OPEN
Priorità	4	Codice Base	1	1	0/1/OPEN
Priorità	5	Codice Base	1	OPEN	0/1/OPEN
Priorità	6	Codice Base	OPEN	0	0/1/OPEN
Cod. Speciale	Vis. Priorità	Codice Base	OPEN	1	0
Cod. Speciale	Attiva tutti	Codice Base	OPEN	1	1
Cod. Speciale	Disatt. tutti	Codice Base	OPEN	1	OPEN
Cod. Speciale	Cambia CB	Codice Base	OPEN	OPEN	0
Cod. Speciale	Cambia CB'	Codice Base	OPEN	OPEN	1
Cod. Speciale	-NU-	Codice Base	OPEN	OPEN	OPEN

Tabella 3

Priorità	Bit 1-6	Bit 7	Bit 8	Bit 9
0	Codice Base	0	0	0/1/OPEN
1	Codice Base	0	1	0/1/OPEN
2	Codice Base	0	OPEN	0/1/OPEN
3	Codice Base	1	0	0/1/OPEN
4	Codice Base	1	1	0/1/OPEN
5	Codice Base	1	OPEN	0/1/OPEN
6	Codice Base	OPEN	0	0/1/OPEN
Riservato	Codice Base	OPEN	1	0/1/OPEN
Riservato	Codice Base	OPEN	OPEN	0/1/OPEN

Con gli RX standard

Dato che l'Antiblackout invia comandi contenenti i codici Motorola della serie MC1450xx, nulla vieta di abbinare alla centralina comuni ricevitori da radiocomando, purché provvisti di decodifica basata sull'MC145028 funzionante con clock di 1,7 kHz; per lo stesso motivo, è possibile comandare uno Smart-Rx, predisposto per il funzionamento da comune RX da radiocomando, con un tradizionale trasmettitore codificato con l'MC145026, funzionante con clock a 1,7 kHz.

Nel primo caso bisogna impostare la centralina perché emetta i codici previsti dai ricevitori e disporre i dip di questi ultimi affinché i primi sei siano impostati come i bit del Codice Base del sistema (impostati dall'apposito menu) e i tre restanti rappresentino i valori delle priorità scelte. Nella seconda evenienza, i primi sei dip del trasmettitore vanno impostati a piacimento e gli ultimi tre in modo che compongano una combinazione tra le sette previste per le priorità; poi bisogna far effettuare l'apprendimento allo Smart-Rx. Per fugare ogni dubbio, qui accanto illustriamo la disposizione dei dip per le sette possibili priorità: come vedete, i primi sei sono fissi e cambiano i tre finali.

Tabella 4

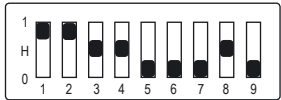
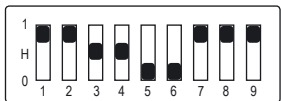
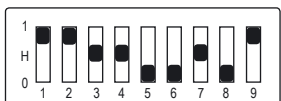
Priorità	Bit 1-6	Bit 7	Bit 8	Bit 9
0	Codice Base	0	0	1
1	Codice Base	0	1	1
2	Codice Base	0	OPEN	1
3	Codice Base	1	0	1
4	Codice Base	1	1	1
5	Codice Base	1	OPEN	1
6	Codice Base	OPEN	0	1

alcuni accorgimenti: qualsiasi trasmettitore voi usiate, fate comunque riferimento alla Tabella 3: vi servirà ad eseguire un'esatta codifica tramite dipswitch, come nel caso dei trasmettitori TX1CSAW e TX2CSAW, oppure tramite autoapprendimento, come avviene per il TX 4CH presentato sul n° 131 della nostra rivista. L'ultimo bit (il nono) è irrilevante ai fini della codifica dello Smart-Rx, dunque non preoccupatevi se alcuni Tx presentano soli otto dip-switch. I trasmettitori per autoapprendimento, invece, devono essere codificati con tutti i nove bit, quindi al bit 9 potrete assegnare uno dei tre possibili valori (1/0/H).

Radiocomando ON/OFF

Per usare uno Smart-Rx come interruttore radiocomandato, dovete anzitutto impostare il codice del TX che intendete usare (se usate un TX con PIC-decoder

potrete assegnare al nono bit un qualsiasi valore). Fatto questo, dopo aver inserito lo Smart-Rx in una presa premete il pulsante per circa 3 secondi, fino a veder lampeggiare il led verde. Alla fine dell'attesa lo stesso led rimarrà acceso fisso e solo allora potrete rilasciare il pulsante. Il ricevitore ha così attivato l'autoapprendimento, quindi, adesso, col trasmettitore dovreste emettere il codice di comando per l'ON/OFF (entro un massimo di 10 secondi). L'attuatore vi darà conferma dell'avvenuta memorizzazione tramite un breve lampeggio del led verde. Se avrete lasciato aperto JP2, allora col pulsante sinistro di TX2CSAW accenderete il carico, mentre con quello destro lo spegnerete. Notate che utilizzando un Tx con programmazione a tasti, ad un pulsante dovreste associare il codice di ON desiderato col bit 9 posto ad 1 (codice di accensione)

Impostazione DIP	Priorità
	0
	1
	2
	3
	4
	5
	6

e ad un secondo pulsante quello di OFF, utilizzando un codice uguale a quello precedente ma col bit 9 posto a 0. Se invece JP2 è chiuso, con un solo pulsante commanderete sia l'accensione che lo spegnimento. In questo caso basterà impiegare un unico codice per entrambi i tipi di trasmettitore. Volendo impiegare ricevitori diversi da quello del sistema Antiblackout, ad esempio gli FT712, FT713, oppure quello con autoapprendimento siglato FT767 (Futura Elettronica) bisognerà osservare la seguente regola: laddove la codifica prevede l'impostazione dei soli primi 8 bit (generalmente quelli a due canali tipo l'FT712), il bit 9 non sarà configurabile; in caso contrario tale bit dovrà essere posto ad "1".

La Tabella 4 mostra un esempio di configurazione dei dip-switch per l'assegnazione del Codice Base '11HH00' a tutti i 7 livelli di

priorità (il nono bit, come poc'anzi spiegato, va posto ad "1").

INSTALLAZIONE SMART-RX

Prima di installare l'attuatore nella presa cui è collegato il carico da gestire, dovrete provvedere a codificarlo; per fare ciò mettetelo vicino alla centralina e, una volta collegato alla rete, seguite le istruzioni relative alla codifica. Dopodiché, usando il comando 12 fate emettere continuamente il codice dalla centralina; se il segnale sarà correttamente ricevuto e interpretato, il led verde lampeggerà di continuo. A questo punto posizionate l'attuatore sulla sua presa definitiva e verificate se il led lampeggia ancora. Se è il caso, dovrete orientare meglio che potete l'antenna, così da garantire una corretta ricezione del segnale. Se le cose non vanno come descritto, significa che siete troppo distanti dalla centralina e/o vi sono troppi ostacoli che riducono eccessivamente la potenza del segnale. Se prevedete da principio che il luogo di alloggiamento dello Smart-Rx sia difficile da raggiungere, potrete provare a montare un modulo Rx di sensibilità e qualità superiore a quella dell'AC-RX2. Un test di funzionamento del sistema lo potrete fare configurando la centralina con un limite di potenza ad esempio di 1.000 W e applicando all'attuatore un carico di potenza superiore (1.200 W o più). Se il livello di priorità dello Smart-Rx è pari a 3, vedrete la centralina rilevare il sovraccarico e disattivare in pochi secondi i livelli 0-1-2-3. Quest'ultimo in realtà ogni 30 secondi verrà riattivato affinché la centralina controlli il perdurare del sovraccarico e, dopo 3 secondi circa, lo stesso carico verrà spento nuovamente, e così all'infinito. Un altro test che potrete eseguire subito

è il comportamento durante un sovraccarico incontrollato: staccando tutti gli attuatori, collegate il carico da 1.200 W direttamente ad una presa. La centralina disattiverà tutti i livelli possibili, dopodiché segnerà l'impossibilità di far rientrare i consumi entro il massimo stabilito, fino all'intervento del relé interno che dovrebbe isolare completamente l'impianto tramite il contatore esterno (funzione opzionale). Anche in questo caso, dopo circa 30 secondi, la centralina testerà il sovraccarico e deciderà se riattivare man mano tutti i livelli in OFF, oppure isolare nuovamente l'impianto.

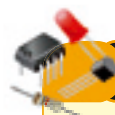
CONFIGURAZIONE INIZIALE

Completati i ricevitori, il sistema necessita di alcune impostazioni iniziali affinché intervenga al momento giusto e riesca a controllare adeguatamente gli attuatori sparsi nell'appartamento. La sequenza consigliata è quella esposta qui di seguito.

1. **Inserimento della potenza massima consentita:** utilizzando il comando 3 inserite la potenza massima oltre la quale il sistema interverrà nel controllo del sovraccarico, disattivando gli attuatori di uno o più livelli di priorità. Se, ad esempio, l'utenza elettrica ha un limite di potenza nominale pari a 3 kW, questo stesso valore può essere il limite per la centralina. Si consiglia comunque di fare alcune prove, onde garantire che questa impostazione garantisca al 100% che il contatore non stacchi durante una situazione reale di sovraccarico. Il valore predefinito è 6 kW.
2. **Inserimento del massimo livello di priorità:** utilizzando il comando 4 inserite il massimo livello priorità (da 1 a

6) gestito dall'Antiblackout. I livelli, al massimo, sono 7, ma tale numero deve essere ridotto in base alle proprie esigenze. Infatti, onde evitare che il sistema perda tempo a disattivare livelli non utilizzati (col rischio del distacco del contatore), bisogna che ciascuno di questi, se posto in OFF, disattivi effettivamente uno o più elettrodomestici. Il valore predefinito è 6.

3. **Inserimento del Codice Base:** i primi sei bit di codifica sono riservati al Codice Base, ovvero alla parola di identificazione del sistema Antiblackout (sono possibili 729 combinazioni; per modificare tale codice utilizzare il comando 7). Il codice predefinito è H H H H H H.
4. **Attivazione cicalino:** utilizzando il comando 10 è possibile attivare o disattivare il cicalino di segnalazione; se ON (valore predefinito) il cicalino segnala la condizione di sovraccarico quando la disattivazione di tutti i livelli priorità non ha portato il consumo elettrico al di sotto della potenza massima. ■



per il MATERIALE

Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio. Il firmware ed il master dello stampato possono essere scaricati gratuitamente dal sito della rivista. Il microcontrollore utilizzato in questo progetto (PIC16F88) è disponibile sia vergine (Euro 5,00) che già programmato (MF796, 12,00 Euro).

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



Può operare tra 87 e 108 MHz in modulazione di frequenza, con una potenza di 0,5÷2 mW; pensato per inviare un segnale audio a un hi-fi sprovvisto di ingressi BF, può essere la base di un'emittente FM domestica. Una procedura assistita da display consente di impostare tutti i parametri di lavoro.

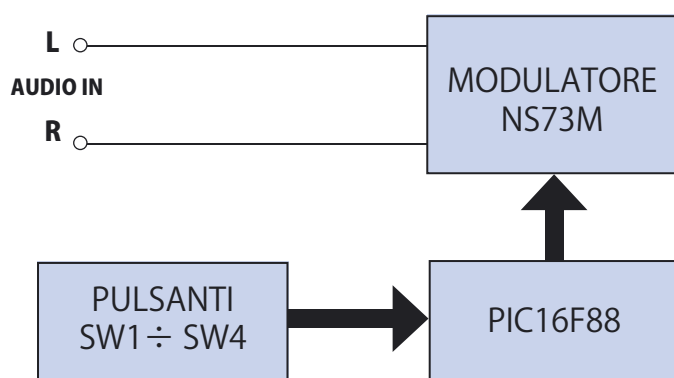
TRASMETTITORE FM PROGRAMMABILE

di BORIS LANDONI

Può capitare di dover inviare il segnale audio di un registratore, lettore CD, di un mixer o uno strumento musicale a un impianto di amplificazione o a un hi-fi sprovvisto di ingresso o non collegabile mediante i canonici cavetti; in questo caso la soluzione più pratica è, se l'impianto è provvisto di sintonizzatore (radiorecettore) FM, inviare il segnale a un trasmettitore FM, che lo irradia nell'etere in modo da farlo ricevere all'impianto stesso. Infatti in tal caso non bisogna manomettere alcunché né preoccuparsi di sistemare i fili di collegamento;

basta una trasmittente di piccola potenza operante in una gamma della radiofonia e il gioco è fatto. Il circuito qui descritto nasce proprio come soluzione al problema suaccennato: è un modulatore/trasmettitore in banda FM, operante quindi in modulazione di frequenza nella zona riservata alle radio libere, ossia tra 87 e 108 MHz; può trasmettere nell'etere e quindi rendere ascoltabile in qualsiasi radiorecettore (radiolina portatile, autoradio, hi-fi per casa) musica o voce il cui segnale BF sia applicato ai suoi ingressi. Parliamo al plurale perché il nostro

Schema a blocchi



apparato è, udite-udite, stereofonico! Il circuito accetta al proprio ingresso un segnale audio la cui ampiezza può essere adattata alle sue esigenze e trasmette su un canale regolabile anch'esso a piacimento. Lo abbiamo realizzato utilizzando un modulo trasmettente NS73M (prodotto dalla NIIGATA SEIMITSU) che consiste in un modulatore e trasmettitore FM integrato, piccolissimo, inseribile praticamente ovunque; il chip contiene un modulatore di frequenza e un oscillatore modulato da esso sulla base delle variazioni di ampiezza del segnale audio ricevuto all'ingresso. Il dispositivo è predisposto per effettuare trasmissioni stereofoniche, quindi il modulatore genera la sottoportante a 38 kHz con la quale ricava il segnale

modulante contenente entrambi i canali della stereofonia, segnale che va a modulare l'oscillatore. Quest'ultimo è un circuito di piccola potenza che può sviluppare da 0,5 a 2 milliwatt efficaci su un carico (antenna) di 50 ohm di impedenza; ciò permette di trasmettere a qualche decina di metri di distanza e quindi all'interno di un appartamento, di un ufficio o in un locale di grandi dimensioni. La modulazione avviene secondo le specifiche della cosiddetta "FM stretta", ossia con una deviazione di frequenza di appena ± 50 kHz. L'assorbimento del componente è abbastanza contenuto, in quanto alla massima potenza resta intorno ai 20 milliwatt; ciò permette di realizzare anche dispositivi alimentati a pile, quali i radiomicrofoni e i TX per strumenti musicali.

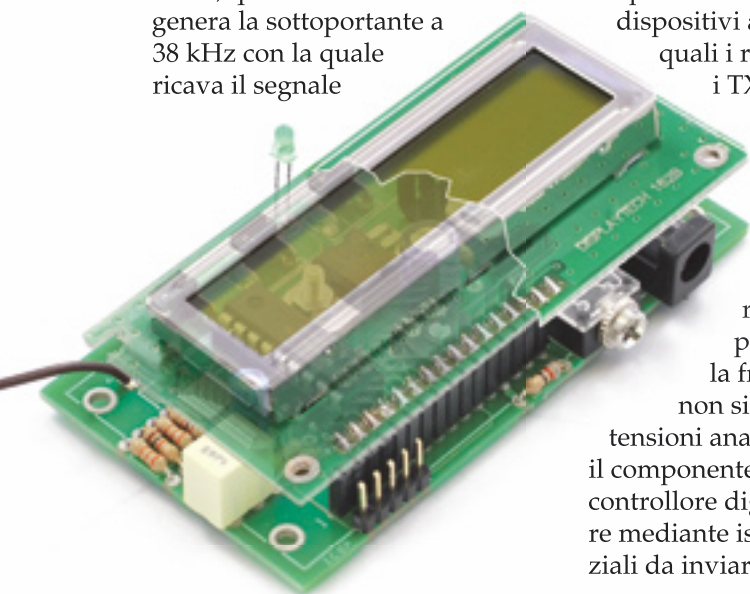
La particolarità del modulatore e trasmettitore FM è che le impostazioni riguardanti la potenza trasmessa e la frequenza di lavoro non si possono fare con tensioni analogiche, perché il componente dispone di un controllore digitale da comandare mediante istruzioni sequenziali da inviargli sull'interfaccia

I²C-Bus di cui dispone. Dunque, per gestire l'integrato occorre utilizzare un microcontrollore o microprocessore, che provveda a impostarne frequenza e potenza di trasmissione.

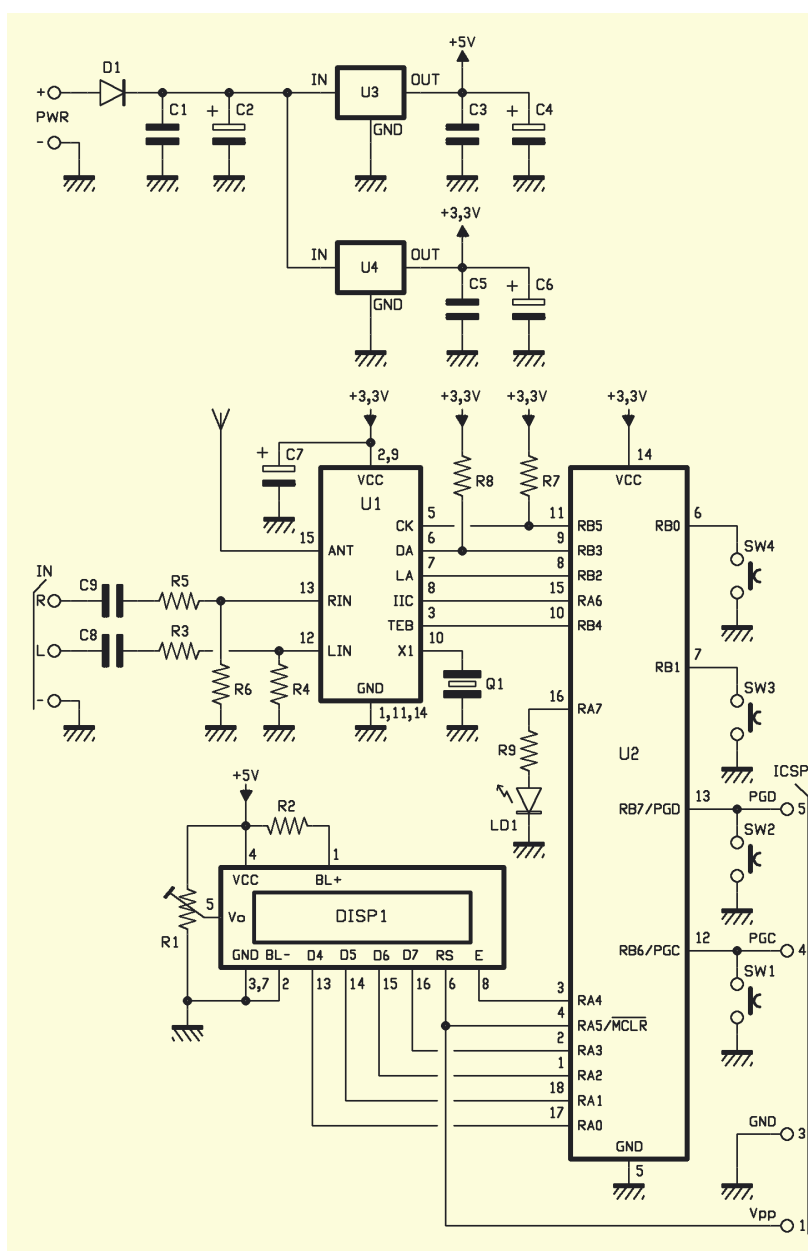
SCHEMA ELETTRICO

Nel circuito da noi proposto vedete il modulo comandato tramite l'apposita linea dati dal microcontrollore U2, il quale provvede alla gestione di tutte le linee previste (CK e DA per il bus dati, ma anche LA, IIC e TEB). Il micro imposta il modulatore/trasmettitore U1 secondo le istruzioni che gli diamo mediante i pulsanti, utilizzando procedure assistite dal display LCD DISP1, che durante il normale utilizzo visualizza la frequenza trasmessa e nelle impostazioni indica i valori scelti. Dunque, il microcontrollore realizza l'interfaccia tra l'utente e il trasmettitore e ci serve per fare in modo che U1 lavori nel canale e con la potenza che desideriamo; la possibilità di scegliere la frequenza entro l'intera gamma FM consente di far operare il circuito dove c'è una zona libera da altre emittenti ed evitare quindi interferenze alle radio dei vicini e un ascolto di pessima qualità dovuto alla sovrapposizione di segnali di emittenti ufficiali a quella del nostro apparato. Poter decidere la potenza erogata serve, inoltre, a circoscrivere la trasmissione alla zona in cui occorre, evitando, anche in questo caso, di arrecare disturbo ai ricevitori di terze persone. Ciò è molto importante perché, sebbene sia ammissibile a scopo di sperimentazione, l'uso di trasmettitori nella banda della radiodiffusione non è lecito quando vada a disturbare emittenti ufficiali già titolari di una concessione.

Diamo uno sguardo allo sche-

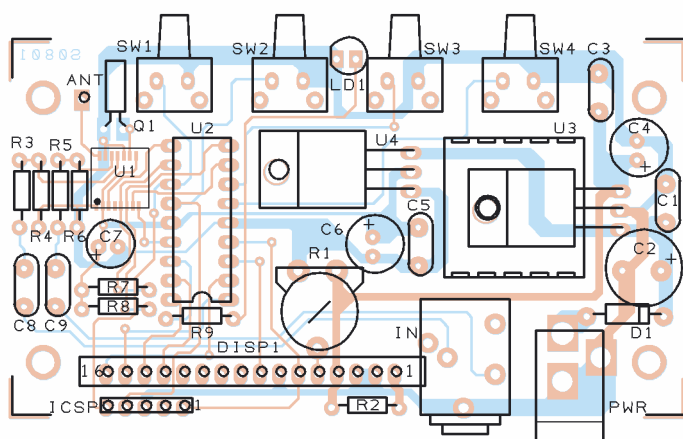
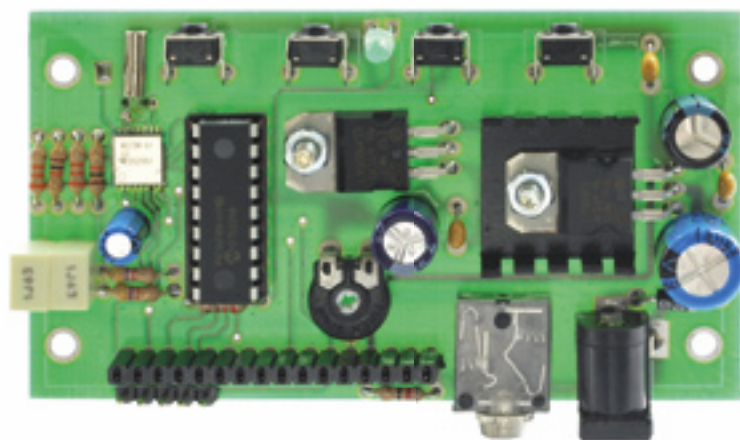


ma elettrico e vediamo com'è fatto il circuito: il modulo radio U1 è utilizzato nella classica configurazione, che lo vede interamente interfacciato con il microcontrollore U2 per quel che riguarda la sezione digitale di controllo; riceve il segnale audio direttamente, tramite i condensatori di disaccoppiamento C9 (per il canale destro) e C8 (canale sinistro) e i partitori R5/R6 (canale destro) ed R3/R4 (canale sinistro). Questi ultimi servono perché il modulo ha una sensibilità d'ingresso abbastanza elevata e il suo stadio d'ingresso può saturare abbastanza facilmente con i tipici livelli dei segnali di mixer, lettori CD e roba del genere. Come vedete non è previsto alcun trimmer o potenziometro, perché il componente permette una regolazione del livello del segnale che va effettivamente a modulare la portante FM, regolazione operata mediante un potenziometro elettronico allo stato solido interno all'integrato e comandato tramite opportune istruzioni; ciò permette di impostare la sensibilità e quindi il livello del segnale tollerato dal componente, tra 100 e 200 mVeff. in tre passi (100, 140 e 200 mV). Considerando l'effetto dei partitori resistivi R3/R4 ed R5/R6, ciascuno dei quali attenua di quattro volte (fa uscire una tensione la cui ampiezza è 1/4 di quella di ingresso) la sensibilità dell'intero circuito può essere compresa tra 400 e 800 mVeff. Il microcontrollore è inizializzato con RB0, RB1, RB6 ed RB7 che si comportano come ingressi con pull-up interno, dedicati alla lettura dei pulsanti che servono all'impostazione del funzionamento; le stesse RB6 ed RB7, insieme alla linea di massa e al piedino MCLR, formano la linea di programmazione in-circuit



necessaria a caricare il firmware nel micro vergine. Le linee RA0, RA1, RA2, RA3 ed RA7 costituiscono l'interfaccia con il display a cristalli liquidi e sono tutte inizializzate come output, visto che il protocollo di comunicazione con il display prevede che questo debba solo ricevere e non trasmettere dati (il piedino R/W è fisso a massa, quindi DISP1 riceve soltanto); nel dettaglio, le prime quattro inviano i dati corrispondenti ora ai caratteri da visualizzare, ora alle posizioni dove comporli, mentre E ed RS

sono usati rispettivamente per abilitare il buffer del visualizzatore e definire se i dati sul bus RA0, RA1, RA2, RA3 sono riferiti ai caratteri o alla loro posizione. Completa il circuito, il blocco di alimentazione che consta di due regolatori integrati che forniscono i 5 volt (U3) e 3,3 V (U4) stabilizzati necessari, rispettivamente, al display LCD e al resto dell'elettronica (microcontrollore e modulo radio); ognuno è provvisto dei necessari condensatori di filtro e prende la tensione di ingresso dal catodo del diodo D1,



Elenco Componenti:

R1: Trimmer 4,7 kohm MO	U2: PIC16F88-I/P (MF801)
R2: 82 ohm	U3: 7805
R3: 33 kohm	U4: LD1086V33
R4: 10 kohm	DISP1: Display LCD 16x2
R5: 33 kohm	SW1 ÷ SW4: Microswitch 90°
R6: 10 kohm	LD1: Led 3 mm verde
R7: 4,7 kohm	Q1: Quarzo 32,768 kHz
R8: 4,7 kohm	
R9: 330 ohm	Varie:
C1: 100 nF multistrato	- Zoccolo 9+9
C2: 470 µF 25 VL elettrolitico	- Dissipatore
C3: 100 nF multistrato	- Vite 10 mm 3 MA (2 pz.)
C4: 470 µF 16 VL elettrolitico	- Dato 3 MA (2 pz.)
C5: 100 nF multistrato	- Strip maschio 5 pin
C6: 220 µF 16 VL elettrolitico	- Strip maschio 16 pin
C7: 100 µF 16 VL elettrolitico	- Strip femmina 16 pin
C8, C9: 1 µF 63 VL poliestere	- Plug alimentazione
D1: 1N4007	- Presa jack 3,5 mm stereo da cs
U1: NS73M (1340-CHIPTXFM)	- circuito stampato

inserito per proteggere il tutto nel caso ai contatti + e - PWR venga applicata l'alimentazione con la polarità invertita. L'intero circuito si alimenta con una tensione continua di valore compreso tra 9 e 15 V e richiede una corrente dell'ordine dei 100 milliampere, consumata in gran parte dal retroilluminatore del display LCD.

IL FUNZIONAMENTO

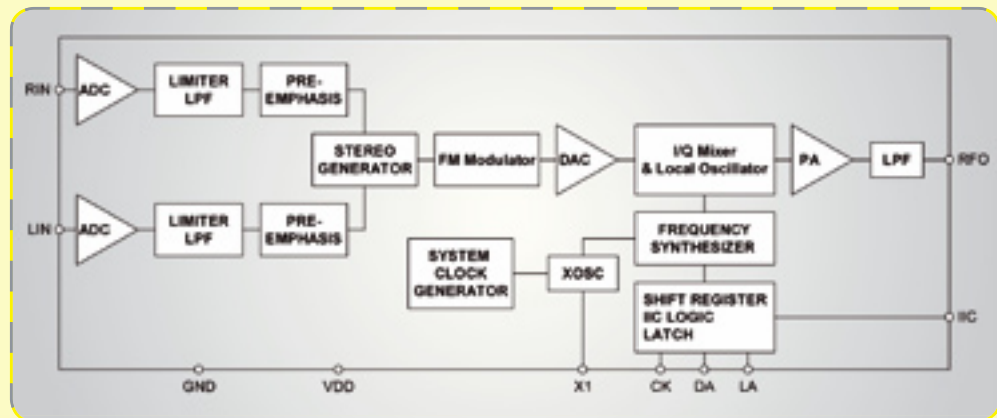
Analizzata la struttura del circuito, possiamo vedere come funziona l'insieme: una volta alimentato, il microcontrollore inizializza le linee di I/O e imposta, nel modulo trasmettente, la frequenza di lavoro, la potenza di trasmissione e la sensibilità degli ingressi audio; a riguardo, osservate che alla prima accensione e fin quando non viene effettuata alcuna modifica, vengono impostati i parametri predefiniti, ossia potenza di trasmissione di 2 mW, sensibilità d'ingresso di 200 mV e frequenza di 100 MHz. Se viene fatta una modifica, il microcontrollore memorizza in EEPROM le nuove impostazioni e le applica ad ogni successiva accensione. Tra le impostazioni che il PIC effettua, c'è anche quella del bus di comunicazione del modulo: il PIC impone che debba essere in modalità I²C-Bus, cosa che si ottiene portando a livello logico alto la linea IIC dell'U1; inoltre, LA viene messa a zero logico per assegnare al modulo stesso l'address I²C 11001100. A questo punto il circuito è pronto a trasmettere il segnale che gli viene applicato all'ingresso stereo IN, sul canale FM corrispondente alla frequenza. In ogni momento è possibile modificare le impostazioni di lavoro, mediante una semplice procedura a menu da eseguire con i quattro pulsanti di cui il circuito

Per realizzare il trasmettitore FM stereo abbiamo impiegato un piccolo modulo in formato TSSOP che contiene tutta la parte radio, ma che, rispetto a un modulatore e trasmettitore convenzionale, presenta la peculiarità di dover essere controllato digitalmente; in pratica la frequenza di lavoro e la potenza dell'oscillatore, oltre che la sensibilità dello stadio modulatore, si impostano con comandi inviati serialmente mediante un'apposita sintassi. Dunque, niente tensioni continue per controllare i varicap o comandare stadi VCA di bassa frequenza, ma un'interfaccia, configurabile a scelta come I²C-Bus o SPI, da gestire mediante un microcontrollore o microprocessore. Il componente viene prodotto dalla NIIGATA SEIMITSU ed è siglato NS73; contiene un oscillatore

operante fra 87 e 108 MHz (quindi nella banda della radiodiffusione libera) modulabile in frequenza, che può essere impostato per erogare da 0,5 a 2 mW a un carico (antenna) da 50 ohm d'impedenza, oltre a un modulatore di frequenza con generatore della sottoportante per la stereofonia e preenfasi di 50 µS; la modulazione avviene in conformità alle specifiche della "FM stretta", ossia con una deviazione massima della frequenza del canale di ±50 kHz (quindi lavorando sui 100 MHz la deviazione sarà compresa tra 99,95 e 100,05 MHz, in corrispondenza, rispettivamente, del

minimo e massimo livello del segnale audio). L'unità di controllo integrata nel modulo prevede un'interfaccia seriale configurabile mediante il piedino IIC: portando questo a livello alto lavora come I²C-Bus ed in tal caso l'indirizzo della periferica ha come base 1100110x, dove x può essere definito dal livello logico assegnato al piedino LA (ciò permette di comandare con un unico micro due trasmettitori); tenendo IIC a zero l'interfaccia lavora come SPI (Serial Peripheral Interface) 3-wire e in questo caso il piedino LA funziona da latch-enable (ogni volta che viene porta-

to a livello alto determina l'acquisizione dei dati inviati dal micro sulla linea DA). In altre parole, DA riceve i dati scanditi da CK ed LA va posto a livello alto quando il modulo ha ricevuto un intero byte e deve caricarlo. Quanto a TEB, è un contatto che serve ad attivare/disattivare il trasmettitore. A proposito di sezione trasmittente, fa capo a un oscillatore di base, quarzato con un elemento a 32,768 kHz e dotato di moltiplicatore di frequenza, oltre che a un modulatore FM, un amplificatore di uscita e un filtro passa-basso che precede il piedino cui si connette l'antenna.



dispone; accedendo al menu possiamo modificare, nell'ordine, la sensibilità d'ingresso, la potenza erogata in antenna e la frequenza di trasmissione.

Premendo SW1 o SW2 è possibile scorrere tra le schermate del menu, passando, in sequenza, dalla sensibilità alla potenza e poi alla frequenza e viceversa (P1 va in avanti e P2 indietro). Con i pulsanti SW3 e SW4 è possibile modificare i vari valori: nello specifico, i tasti aumentano o riducono i parametri, nel senso che SW4 aumenta o avanza al prossimo passo e SW3 diminuisce (scende di un passo). Inizialmente il display mostra *Frequenza TX* e nella riga sotto,

la frequenza attuale espressa in MHz (ad esempio 100.0); in questo caso, agendo su SW3 si scende di 100 kHz alla volta e con SW4 si sale di 100 kHz ad ogni pressione. Premendo SW1 si va alla regolazione della sensibilità: il display mostra nella prima riga *Sensibilità IN* e, nella riga sottostante, il valore (ad esempio 100 mV); qui, premendo SW3, si passa allo step inferiore e con SW4 si avanza di un passo alla volta. I passi previsti sono 100, 140 e 200 mV. Con SW4 si avanza da 100 a 200 mV, poi il tasto non ha più effetto; per tornare giù bisogna intervenire su SW3. Premendo ulteriormente SW1 si passa all'impostazione della

potenza, mentre con SW2 si torna alla frequenza di trasmissione; per quel che riguarda la potenza, è selezionabile, agendo su SW3 ed SW4, tra 0,5 mW, 1 mW e 2 mW, nel senso che ogni pressione di SW4 incrementa facendo passare prima da 0,5 a 1 e poi da 1 a 2 milliwatt, mentre ogni intervento su SW3 porta da 2 a 1 e poi a 0,5 milliwatt.

Tutte le impostazioni effettuate vengono memorizzate nella memoria del micro, pertanto è possibile spegnere l'apparecchio senza temere di dover rinnovare la configurazione all'accensione.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, giunti a questo punto pos-



siamo passare alle note costruttive: il trasmettitore si realizza su un circuito stampato a doppia ramatura, le cui tracce possono essere scaricate dal nostro sito Web www.futurashop.it; dopo il download e la stampa su carta da lucido o acetato, procedete alla fotoincisione e, dopo l'incisione, alla foratura. Ottenuto lo stampato potete montarvi i componenti partendo dal modulo radio, che è a montaggio superficiale: posizionatelo al centro delle piazzole previste per esso e, usando un saldatore da 20 W a punta fine e filo di lega saldante da 0,5 mm, stagnate un elettrodo per lato, quindi, dopo averlo bloccato, proseguite saldando alternativamente i piedini di entrambi i lati. Poi passate ai componenti a più basso profilo: resistenze, diodo, zoccolo per il microcontrollore,

trimmer; proseguite con i condensatori, dando la precedenza a quelli non polarizzati e badando alla polarità degli elettrolitici. Il quarzo va infilato e saldato nei rispettivi fori, sdraiandolo poi per ridurre l'ingombro verticale; analogo è il discorso per i due regolatori in TO-220, che devono essere montati adagiati con il lato metallico allo stampato, avendo l'accortezza di dotare il 7805 di un piccolo radiatore ad "U" da 20 °C/W di resistenza termica. Per il display, prevedete uno strip femmina da 2,54 mm a 16 contatti da stagnare sul circuito stampato; vi entrerà lo strip maschio (sempre da 16 contatti) che avrete cura di saldare nella base del display, che distanzierete con quattro colonnine metalliche da 15 mm di altezza ciascuna. Completate il montaggio siste-

mando i pulsanti, che devono essere predisposti per il montaggio in verticale (devono avere i terminali piegati a 90°) e le prese plug per l'alimentazione e jack 3,5 mm stereo per l'ingresso audio. Inserito il micro nel suo zoccolo e caricatevi il firmware mediante le connessioni (ICSP) di programmazione in-circuit. Per l'alimentazione, utilizzate un circuito che fornisca tra 9 e 15 Vcc e una corrente di almeno 100 mA. Riguardo all'uso, accendete il ricevitore FM, mettetelo nello stesso locale dove si trova il trasmettitore e sintonizzatelo in una zona dove non vi sono trasmissioni (dove si sente il solo fruscio); se non è possibile, cercate un punto dove comunque il segnale sia debole. Successivamente, una volta alimentato il modulo entrate nella funzione di impostazione della frequenza (Frequenza TX) e, con SW3 ed SW4, scorrete fino a trovare quella che fa tacitare il ricevitore. Collegate al jack l'uscita di un lettore MP3 o di un lettore CD e verificate che nella radio si senta la musica da essi riprodotta. ■



per il MATERIALE

Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono di facile reperibilità. Il master ed il firmware del micro possono essere scaricati gratuitamente dal sito della rivista. Il microcontrollore già programmato (MF801) costa 12,00 Euro mentre l'integrato ricevitore FM NS73M (codice Futura Elettronica 1340-CHIPTXFM) costa 12,50 Euro.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>

Ricevitore IR comandabile con i comuni telecomandi a infrarossi per TV, Hi-Fi, DVD, VCR. Dispone di due uscite a relé con cui può alimentare degli utilizzatori funzionanti a 220 Vca.

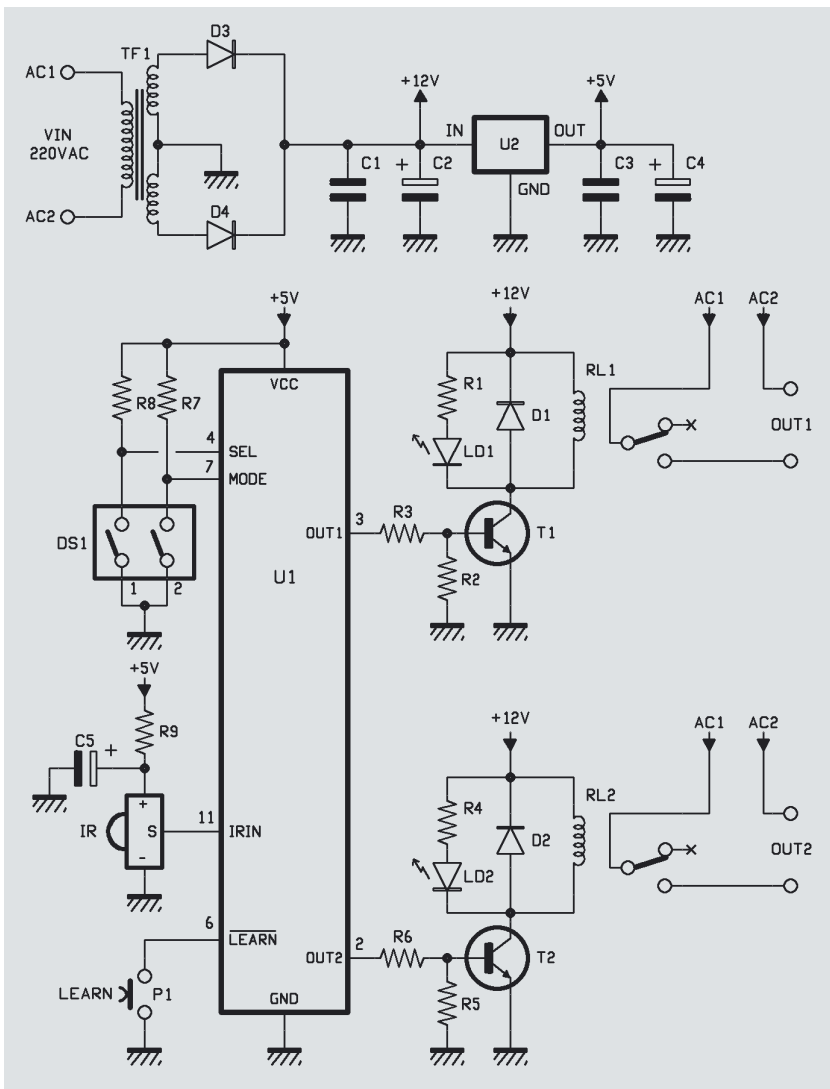


TELECOMANDO UNIVERSALE 2 CANALI A INFRAROSSI

di ARSENIO SPADONI

Dedicato a quanti vogliono accendere e spegnere tutto senza muoversi dalla sedia, ma che di telecomandi in giro per la casa ne hanno fin troppo: il comando a distanza a infrarossi che non richiede il telecomando. Sembra un gioco di parole, ma è in breve il progetto qui descritto: un ricevitore ad autoapprendimento capace di interpretare i comandi dei telecomandi IR utilizzati da apparecchi domestici quali televisori, videoregistratori, DVD, decoder per TV da satellite o digitale terrestre, impianti hi-fi ecc. Più esattamente, un dispositivo in grado

di apprendere i codici di un massimo di due tasti (dello stesso trasmettitore o uno di un TX e uno dell'altro) e attivare le proprie uscite (e con esse utilizzatori funzionanti con la tensione di rete) quando li premete. Tutto quello che dovete fare è installarlo, scegliere un tasto di un telecomando (anche di uno di quelli universali per TV, SAT, VCR ecc.), possibilmente corrispondente a una funzione mai usata (sovente i trasmettitori hanno tasti che con alcune versioni degli apparecchi con cui vengono forniti non servono) e farglielo apprendere. Da quel mo-



Tutto ciò è reso possibile da un circuito estremamente semplice, realizzato praticamente da un solo circuito integrato: il SIS-2; si tratta di un componente prodotto dalla SIMEREC (<http://www.simerec.com>) e progettato appositamente per funzionare da ricevitore ad autoapprendimento, in grado di riconoscere le codifiche adottate dai TX dei prodotti solitamente impiegati nelle case. Il componente è incapsulato in un contenitore plastico dip a quattro piedini per lato, si alimenta a 2÷5,5 V in continua e può erogare

Dando uno sguardo allo schema del circuito potete rendervi conto di come renda tutto molto semplice: il nostro dispositivo è composto dal SIS-2, oltre che da un ricevitore integrato per infrarossi, due relé e un alimentatore da rete che permette di collegare l'unità direttamente a una qualsiasi presa della linea di distribuzione domestica, così da avere disponibili alle uscite i 220 V con cui far funzionare gli utilizzatori.

Il ricevitore integrato (IR) è un modulo contenente un fotodiodo

L'integrato SIS-2 è sostanzialmente un microcontrollore customizzato programmato per analizzare il segnale elettrico in arrivo dall'uscita del modulo IR, mediante il piedino IRIN (11), quindi confrontarlo con le stringhe di dati che ha preventivamente appreso. L'apprendimento si effettua quando si preme il tasto P1 (LEARN) allorché il chip memorizza il codice ricevuto. Siccome è predisposto per comandare due distinte uscite (OUT1 e OUT2) l'integrato prevede la possibilità di acquisire e memorizzare due codici distinti oppure due volte lo stesso; nel primo caso ogni codice corrisponde a un tasto del telecomando, mentre nel secondo entrambi i codici appresi riguardano il medesimo pulsante.

44

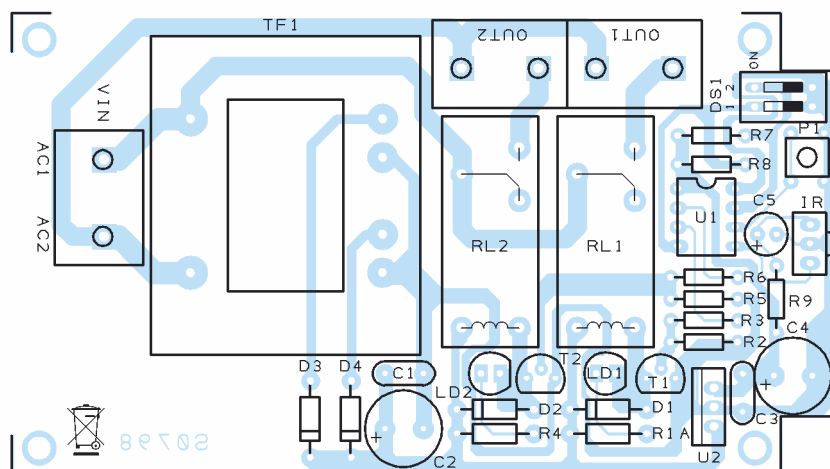
Se usate il circuito per alimentare carichi che assorbono insieme più di 4 A, stagnate abbondantemente le piste che dall'ingresso AC vanno ai relé e da questi alle uscite.

Elenco Componenti:

R1, R4: 1 kohm
R2, R5, R7, R8: 10 kohm
R3, R6: 4,7 kohm
R9: 47 ohm
C1: 100 nF multistrato
C2: 470 μ F 25 VL elettrolitico
C3: 100 nF multistrato
C4: 470 μ F 16 VL elettrolitico
C5: 47 μ F 16 VL elettrolitico
U1: SIS2 Simerec
U2: 7805
D1 ÷ D4: 1N4007
LD1, LD2: Led 5 mm rosso
T1, T2: BC547
P1: Microswitch
RL1, RL2: Relé 12V 220 Vac/10A
TF1: Trasformatore 220 Vac/2x9 Vac 3VA
IR: IR38DM
DS1: Dip-switch 2 vie

Varie:

- Morsettiera 2 poli passo 10mm (3 PZ.)
- Zoccolo 4+4
- Circuito stampato



avere entrambe le uscite attive insieme, perché occorrerebbe trasmettere simultaneamente i due codici, cosa che impedirebbe al SIS-2 di distinguere uno dall'altro.

Una terza modalità di funzionamento del chip è quella che il costruttore chiama *Discrete Button Mode*, che prevede l'uso della sola OUT1 (OUT2 è inattiva): tale uscita funziona in modo bistabile e viene comandata da entrambi i codici scelti per i due canali; in breve, trasmettendo il codice del canale corrispondente ad OUT1 questa uscita passa da zero a livello alto, e torna allo stato zero quando viene ricevuto il codice del canale corrispondente ad OUT2. La modalità in

questione si attiva quando sia il piedino 4 che il 7 vengono posti a zero logico.

Le due uscite controllano altrettanti relé mediante l'impiego di due transistor NPN come amplificatori di corrente; ogni volta che OUT1 assume l'1 logico T1 va in saturazione e il suo collettore alimenta la bobina del RL1, condizione evidenziata dall'accensione del led LD1, alimentato in parallelo al relé. Ogniquale volta OUT2 assume l'1 logico, manda in saturazione T2, la cui corrente di collettore alimenta la bobina di RL2 e il led LD2 che, illuminandosi, segnala l'attivazione del canale. Notate che in parallelo alle bobine dei relé si trovano, oltre ai bipoli led/resistenza, diodi

connessi in modo da risultare normalmente interdetti; essi proteggono la giunzione di collettore dalle tensioni impulsive inverse che inevitabilmente le bobine generano ogni volta che vengono private dell'alimentazione (ossia al rilascio dei relé).

Quanto agli scambi, va detto che siccome il circuito è stato pensato per attivare e disattivare carichi funzionanti a 220 Vac, gli scambi di RL1 ed RL2 portano proprio la tensione di rete dalla morsettiera dell'ingresso VIN (AC/AC); ognuno dei relé può commutare una corrente di ben 10 A, tuttavia la dimensione delle piste che portano dalla morsettiera di ingresso agli scambi e da questi alle morsettiere di uscita è tale da

Chi comanda il telecomando

Entrato ormai a far parte della nostra vita quotidiana, che ha reso certamente più comoda, il telecomando ha da poco compiuto 50 anni; per l'occasione, la Philips ha condotto una ricerca europea sull'utilizzo dei telecomandi, dalla quale è emersa quella situazione già descritta oltre 25 anni fa in maniera grottesca ed enfatica, come nel suo stile, da Paolo Villaggio nel celebre film "Fantozzi contro tutti": il telecomando è un vero e proprio oggetto del contendere e può giocare un ruolo chiave nella quiete della vita domestica delle famiglie europee.

Come nel film, nelle case si scatena una vera e propria guerra per la supremazia, il controllo, attraverso il telecomando, della televisione, oggi purtroppo "totem" di fronte al quale si inchina una collettività povera di valori e opinioni e che cerca guida e modello di vita in quei personaggi che sono diventati esempio, e la cui posizione è ambita da molti giovani.

La ricerca è stata condotta dalla società di ricerche di mercato Tns Nipo presso un panel di 1.981 intervistati in Danimarca, Francia, Germania, Gran Bretagna, Italia, Olanda e Svezia lo scorso ottobre. L'obiettivo della ricerca era individuare atteggiamenti e differenze culturali sull'utilizzo dei telecomandi di dispositivi d'intrattenimento nelle case europee.

La domotica e la diffusione dei dispositivi multimediali nelle case moderne, e di conseguenza la moltiplicazione di telecomandi che ne regolano il funzionamento, sono all'origine di molte discussioni in famiglia: il 22% degli europei dichiara di litigare almeno 12 volte alla settimana con il partner a causa dell'impiego di un telecomando.

In Italia nella maggioranza dei casi (74%) il telecomando non rappresenta un particolare argomento di discussione in famiglia, anche se sono le donne (34%) a lamentarsi più spesso rispetto agli uomini (18%) di non poter scegliere quale programma guardare. In generale, circa tre quarti (59%) degli italiani ritiene importante esercitare un controllo sul telecomando. E ciò dovrebbe far riflettere sulla povertà delle ambizioni di molte persone.

Dalla ricerca emerge anche che gli inglesi utilizzano i telecomandi con più frequenza e i francesi sono quelli che li usano meno; gli spagnoli sono disposti a lottare per il potere sui dispositivi elettronici in casa, mentre i danesi sono molto più rilassati riguardo l'home entertainment. Ciò che unisce invece tutti gli europei è il desiderio che il telecomando diventi uno strumento intuitivo, facile da usare e che semplifichi il controllo dell'elettronica d'intrattenimento (oltre il 51% degli europei scambierebbe volentieri tutti i telecomandi che ha in casa con un unico telecomando per tutti i dispositivi).

Malgrado in Italia il 72% degli intervistati di entrambi i sessi sostenga la parità dei ruoli in famiglia, la ricerca rivela che sono gli uomini (35%) e i bambini (34%) a esercitare il controllo sul telecomando, mentre solo l'11% delle donne ne sostiene la prerogativa.

Un dato che diverge dalla tendenza registrata nel Sud Europa, dove il telecomando è in realtà sotto il controllo dell'universo femminile delle famiglie.

Più ci si sposta a nord, più si intuisce una relazione armonica nelle relazioni uomo e donna: mentre il 53% degli uomini olandesi e il 42% di quelli tedeschi sostengono la priorità di esercitare il controllo su questo

mezzo, nei paesi nordici gli uomini si mantengono più rilassati riguardo al controllo dell'home entertainment, con soltanto un percentuale del 20% dei danesi e il 22% degli svedesi lo considerano un fattore importante.



consentire la gestione di utilizzatori che assorbano complessivamente non più di 5 ampere. Volendo sfruttare al massimo la portata dei relé bisogna stagnare

abbondantemente le predette piste, allo scopo di aumentarne la sezione utile.

L'intero circuito viene fatto funzionare da un semplice alimenta-

tore AC/DC a due stadi, il primo dei quali è formato dal trasformatore 220/9 V, dal raddrizzatore a doppia semionda e dal condensatore elettrolitico C2, che insieme a C1 filtra gli impulsi sinusoidali uscenti alternativamente dagli anodi dei diodi raddrizzatori D3 e D4 e ricava da essi 12 V in continua, tensione grazie alla quale funzionano le bobine dei relé e i led di segnalazione. Ad ottenere i 5 volt stabilizzati necessari al modulo ricevitore a infrarossi e all'integrato SIS-2 provvede un regolatore di tensione facente capo a U2, il canonico 7805 che qui viene alimentato con gli stessi 12 V uscenti dal ponte raddrizzatore; i condensatori C1, C2, C3 e C4 filtrano la tensione di ingresso e quella stabilizzata di uscita.

REALIZZAZIONE PRATICA

Giunti a questo punto, non ci resta che vedere gli aspetti costruttivi del ricevitore universale, circuito che va realizzato su uno stampato facilmente ottenibile (è a singola ramatura) per fotoincisione seguendo la traccia lato rame che potrete scaricare gratuitamente dal sito della rivista; incisa e forata la basetta ramata, disponetevi e stagnate i componenti in ordine di altezza, quindi partite da resistenze e diodi al silicio (prestando attenzione alla polarità di questi ultimi) e proseguite con lo zoccolo da 4+4 contatti per il micro U1, il dip-switch a due vie, il pulsante da c.s. P1 e i condensatori (prima quelli non polarizzati e poi gli elettrolitici). Disponete quindi i transistor e il regolatore integrato U2, il ponte raddrizzatore PT1, oltre al modulo IR; quest'ultimo deve stare con la cupoletta in plastica rivolta all'esterno dello stampato. Per ultimi inserite e saldate le morsettiere da c.s., i due relé e il trasformatore, che deve essere

anch'esso del tipo per circuito stampato.

Nell'inserire gli elementi polarizzati non dimenticate di dare, periodicamente, uno sguardo al piano di montaggio illustrato in queste pagine: vi aiuterà a non sbagliare.

Completato il montaggio e verificato che tutto sia al posto giusto, potete pensare a un contenitore adatto a racchiudere l'intero circuito; lo lavorerete in modo da ricavare una finestrella (da rivestire, magari, con del plexiglass trasparente rosso o violetto) in corrispondenza del sensore IR e altre due per far entrare il cavo di rete e uscire i fili diretti agli utilizzatori. Potrebbe essere utile realizzare un foro attraverso il quale rendere accessibile dall'esterno il pulsante P1.

Comunque sia, una volta completato l'insieme potete provvedere alla sua configurazione, scegliendo, innanzitutto, la modalità di funzionamento mediante i dip-switch contenuti in DS1; la Tabella 1 illustrata in queste pagine vi sarà d'aiuto. Decisa la modalità, bisogna effettuare l'ap-

Modalità	Descrizione	dip 1	dip 2
bistabile normale	Alla ricezione di un codice già memorizzato, il canale corrispondente inverte la propria condizione rispetto a quella assunta al momento.	1	0
monostabile	Alla ricezione di un codice già memorizzato, l'uscita corrispondente si porta a livello alto; ricade quando smette la trasmissione.	1	1
Discrete Button	Funziona solo OUT1; il codice 1 attiva, il codice 2 disattiva.	0	0

Modalità di funzionamento

Il ricevitore prevede tre distinte modalità di utilizzo facilmente definibili intervenendo sui dip-switch; la tabella seguente le riepiloga, correlate con l'impostazione da dare a dip1 e dip 2.

prendimento dei codici, quindi occorre dare tensione al circuito collegando la morsettiere VIN a un cordone di alimentazione terminante con una spina da rete. Dato che sarà sottoposto ai 220 volt, raccomandiamo di posizionare il circuito su un piano isolato o, se è già nel contenitore, di accertarvi che sia ben fissato lontano da parti metalliche. Durante l'apprendimento è bene che il dispositivo non venga ancora collegato ad alcun utilizzatore (contatti di uscita dei relé non connessi).

Fornita l'alimentazione, si può avviare la procedura di apprendimento: scegliete innanzitutto il telecomando cui volete abbinare il ricevitore e, su di esso, due tasti che normalmente non usate e che comunque non sono quelli di accensione o spegnimento degli apparecchi cui il TX appartiene e tantomeno quelli di registrazione di videoregistratori o DVD recorder; identificati i tasti, premete P1 sul circuito e attendete che la procedura abbia inizio (la ricezione è segnalata dal SIS-2 con l'attivazione di OUT1 e l'accensione dell'LD1). A questo punto lasciate P1 e premete il tasto del telecomando che volete corrisponda al codice 1, rilasciandolo quando vedete che RL1 torna a riposo (LD1 spento); il relé tornerà eccitato dopo circa 2 secondi, quindi attendete e verificate che ciò accada. Adesso ripetete altre tre volte la procedura appena descritta, ossia effettuate una nuova

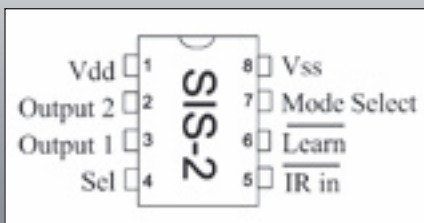
trasmissione con lo stesso tasto e verificate che il relé torni a riposo, quindi attendete che si ecciti nuovamente dopo due secondi; le ripetizioni servono a confermare l'abbinamento proprio con il pulsante voluto, abbinamento che ha buon fine esclusivamente se per tre volte consecutive il SIS-2 riceve il medesimo codice per una certa posizione (canale 1 o 2). L'apprendimento e la memorizzazione di un codice, al completamento dei tre passi, viene segnalata dal fatto che il relé RL1 e il led LD1 pulsano diverse volte, quindi restano attivi; quando ciò accade, il circuito è pronto per l'apprendimento del secondo codice: puntate il trasmettitore verso il circuito e premete il tasto che volete corrisponda al codice



per il MATERIALE

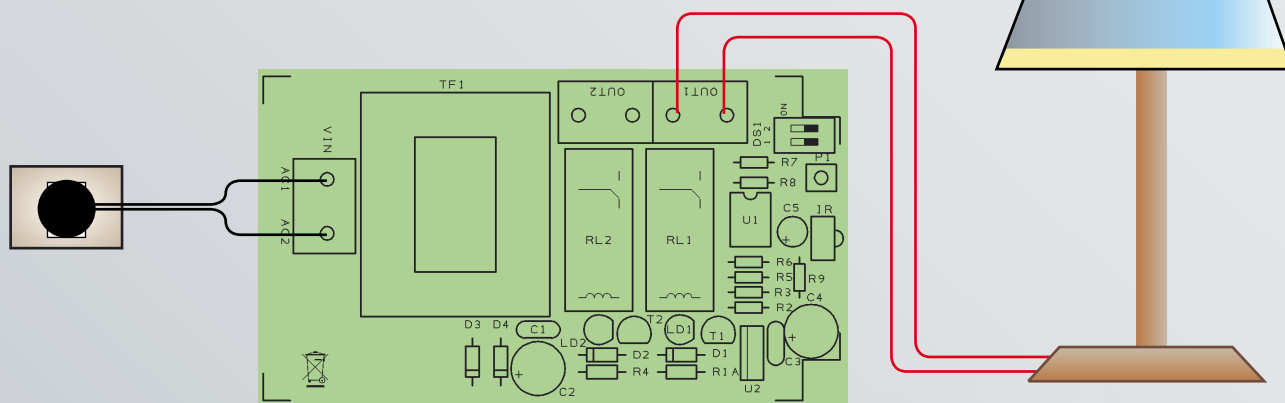
Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio. Il master del circuito stampato può essere scaricato gratuitamente dal sito della rivista (www.elettronica.in.it). Presso Futura Elettronica è possibile acquistare i due componenti più significativi di tutto il progetto: l'integrato SIS2 (15,00 Euro) e il ricevitore infrarossi IR38DM (Euro 2,50). I prezzi sono comprensivi di IVA.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



Piedinatura dell'integrato Simerec SIS-2: il componente è incapsulato in case plastico da 4 pin per lato e dispone di due ingressi (Sel e Mode Select) per impostare la modalità di funzionamento; il piedino Learn serve, invece, a forzare la funzione di apprendimento dei codici dei tasti del telecomando da abbinare. Il componente si alimenta con una tensione compresa tra 2 e 5,5 V.

I collegamenti di rete e carico



Il circuito si alimenta direttamente con la tensione di rete prelevata da una presa a muro e dà corrente agli utilizzatori attraverso le morsettiere; dunque basta collegarlo a un cordone dotato di spina e connettere i carichi ad OUT1 e 2.

2 (secondo canale) fino a vedere spegnersi LD2 e disattivarsi RL2. Come per l'apprendimento del codice 1, anche in questo caso relé e led si riattiveranno dopo circa 2 secondi; quando avverrà ciò, occorrerà ripetere tre volte la trasmissione, esattamente come fatto per il primo canale. Ad apprendimento avvenuto, LD1 e RL1 pulseranno ripetutamente e poi resteranno attivi; a questo punto il circuito sarà pronto per l'uso: trasmettendo con il tasto del canale 1, in base alla modalità impostata, RL1 cambierà di stato (modo bistabile) ovvero rimarrà attivo e ricadrà al rilascio del pulsante (modo impulsivo). Se avete

scelto il *Discrete Button Mode*, il relé resterà attivo e si potrà disattivare intervenendo sul tasto assegnato al canale 2. Un altro modo per far tornare il relé a riposo consiste nello spegnere per qualche secondo il circuito una volta completato l'apprendimento. La procedura di abbinamento dei tasti del telecomando può essere ripetuta senza limiti, quando occorra cambiare tasti (ad esempio perché ci si è accorti che quelli assegnati servono effettivamente per l'apparecchio cui il telecomando appartiene); resta inteso che ogni volta bisogna far apprendere tutti e due i codici.



Questo vuol dire che chi non necessita di due canali distinti potrà memorizzare un solo tasto o due volte lo stesso tasto, anche se ciò ha poco senso perché l'integrato SIS-2 non esegue due comandi simultaneamente. ■

RM ELETTRONICA

Forniture per hobbisti, scuole e industria

Distributore autorizzato:

FUTURA ELETTRONICA

ELSE Kit

ELETTRONICA

Via Val Sillaro 38 • 00141 Roma • Tel: 06-8104753

Il tuo punto di riferimento per l'elettronica a ROMA

A woman with blonde hair is wearing large black headphones. In the foreground, a green printed circuit board (PCB) is shown, featuring various electronic components like resistors, capacitors, and a black integrated circuit. A Lexar 64MB MP3 card is being inserted into a slot on the board. The background is dark, and the overall lighting is greenish-yellow.

Essenziale
e versatile,
riproduce secondo
le vostre esigenze
brani musicali per
gadget animati,
spot pubblicitari
e messaggi vocali
promozionali.

LETTORE MP3 UNIVERSALE

di LUCA PASCARELLA

Ormai un po' tutti conoscete i lettori mp3, in special modo quelli portatili per l'ascolto personale in cuffia, oggi giorno diffusissimi perché (complice l'ampia disponibilità di prodotti cinesi) hanno un costo irrisorio e capacità praticamente illimitata, display colorati e pulsanti per ascoltare la musica in tutti i modi possibili e immaginabili, in autobus, in bicicletta, durante il jogging. Forse per questo, guardando il progetto qui proposto, potreste essere un po' disorientati, perché l'mp3 che abbiamo realizzato è un po' diverso dal modello

che la media del pubblico ha in mente: non ha una batteria per alimentarsi, né un display per interagire con l'utente e la memoria dove conservare i brani da riprodurre è esterna e removibile. Insomma, il nostro è un lettore puro e semplice, che non si può portare in giro né memorizza da sé la musica; sorge allora spontaneo chiedersi a cosa potrebbe servire. Ebbene, il nostro progetto è molto semplice perché nasce come modulo destinato ad essere integrato in altri apparati; è, insomma, un riproduttore generico da usare in quei contesti dove può essere necessario

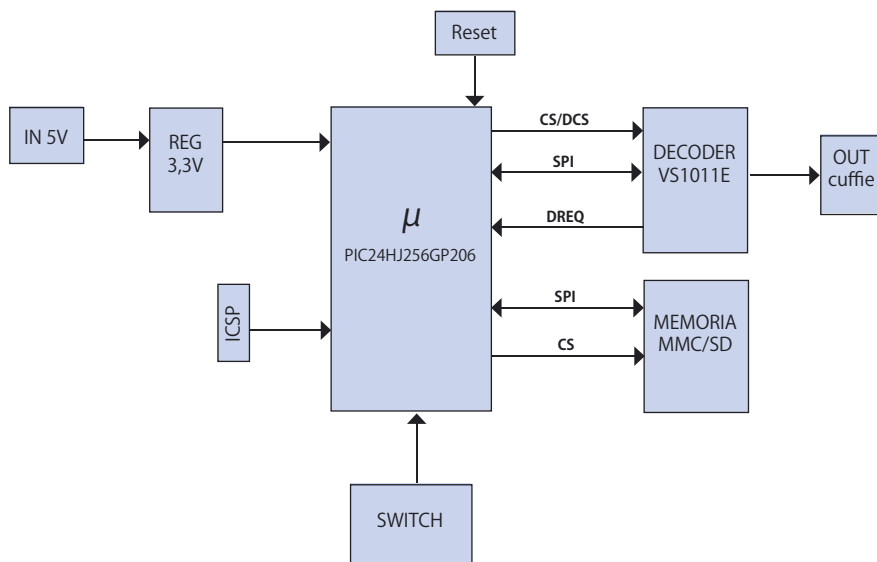


Fig. 1 - Schema a blocchi del lettore MP3.

riprodurre un messaggio vocale precedentemente registrato sotto forma di file mp3. Può servire per realizzare box promozionali che richiamano l'attenzione della clientela dei negozi su un certo articolo o invitano i passanti a visitare un esercizio commerciale, ma anche a ideare simpatici gadget quali scatole da regalo parlanti, addobbi musicali e simili. I brani vocali possono essere affiancati da jingle musicali ad elevata fedeltà per realizzare spot pubblicitari, messaggi illustrativi, musiche di sottofondo ecc. Le modalità di riproduzione vanno dalla casuale (random) a quella programmata tramite pulsanti; quest'ultima può essere abbinata a sensori di prossimità, linee di comando o meccanismi automatici per riprodurre i file mp3 solo quando nelle immediate vicinanze è presente il destinatario del messaggio, ovvero per gestire la riproduzione mediante sistemi a microcontrollore. Seppure non sia stato concepito per competere con i prodotti commerciali, il nostro mp3 ha delle funzionalità avanzate difficilmente reperibili altrove; inoltre, in termini di dimensioni "si difende bene", in quanto il

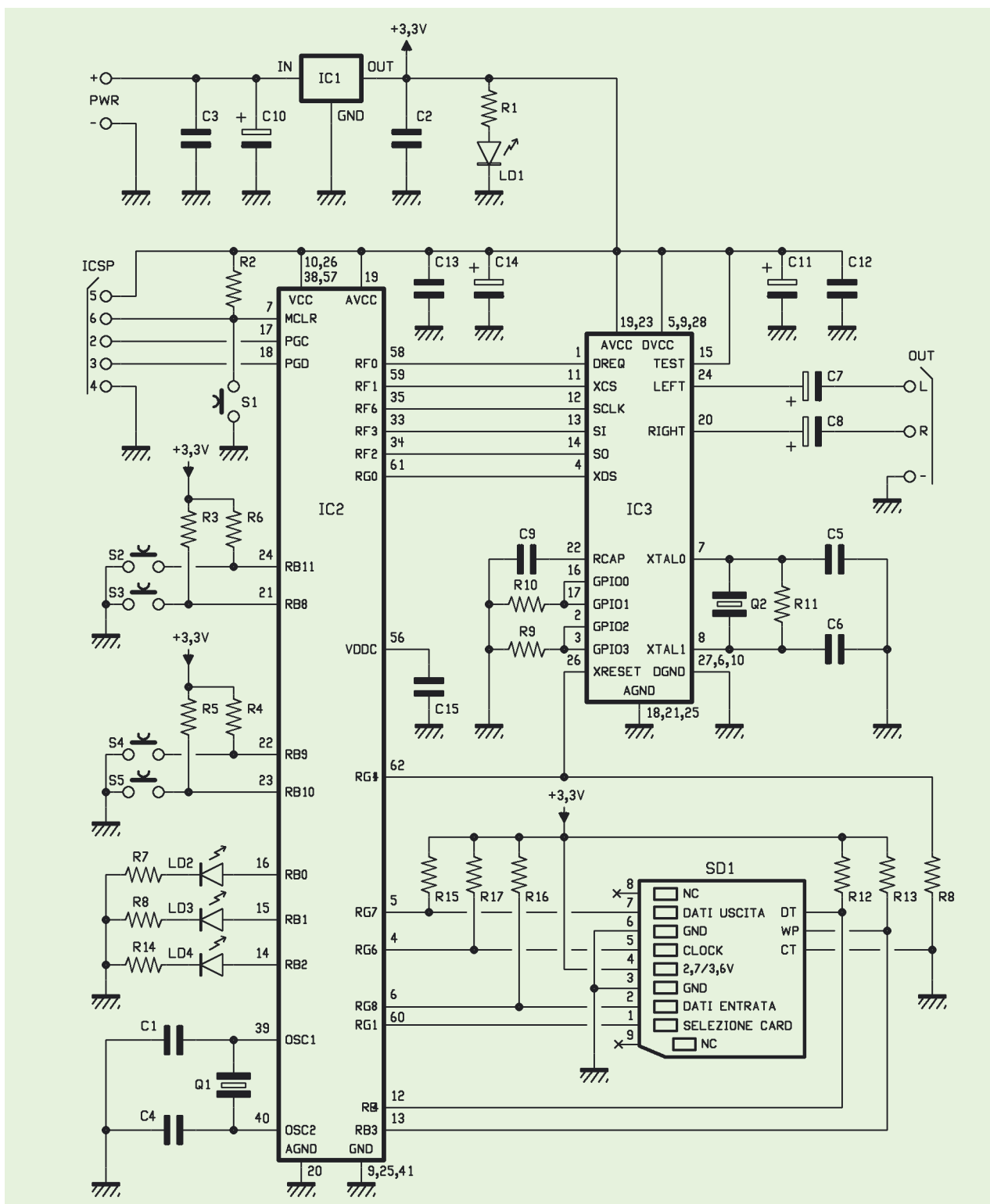
PCB è stato interamente disegnato per ospitare solo componenti a montaggio superficiale SMD, i quali permettono una notevole integrazione e quindi la riduzione dell'ingombro finale (il lettore occupa meno di 6 x 6 cm).

SCHEMA ELETTRICO

Il circuito elettrico a prima vista è molto semplice: compaiono pochissimi componenti e le maggiori funzionalità risiedono nel software, elaborato a sua volta dal PIC micro, cuore del lettore; la decodifica del file mp3 è invece affidata ad un avanzato componente ad integrazione VLSI, capace di svolgere diverse funzioni. L'ultimo componente fondamentale è uno slot per ospitare memorie SD o MMC. Il resto dei componenti, discreti, serve a livellare i segnali ed adattare le interfacce di comunicazione. Per comprendere a pieno il funzionamento del dispositivo, bisogna analizzare dettagliatamente lo schema elettrico, dove troviamo il microcontrollore U1, cuore di tutto il sistema, il decoder U2 (necessario a convertire opportunamente uno stream di byte in grandezze analogiche rappresentative delle onde sonore) e la

memory-card per immagazzinare i file mp3. Infine si trova lo stabilizzatore di tensione a 3,3 volt, necessario per alimentare i tre componenti fondamentali. L'apparente semplicità dello schema elettrico non deve trarre in inganno: è stata resa possibile dall'impiego del decoder mp3 ad integrazione VLSI, capace di svolgere funzioni di buffer, decoder, DAC, e amplificatore. La complessità è stata dunque spostata dal piano hardware a quello software.

Dallo studio dello schema elettrico è possibile comprendere l'andamento del flusso di dati, che appare più evidente guardando lo schema a blocchi illustrato nella Fig. 1: il PIC sfrutta due moduli interni per comunicare serialmente con la memoria e con il decoder U2; per entrambi si adotta l'SPI (*Serial Peripheral Interface*), un protocollo seriale sincrono con master e slave (il PIC funge da master). Le memorie MMC o SD supportano un doppio protocollo per lo scambio di dati; per impostazione predefinita usano un protocollo proprietario con 4 bit di parallelismo, ma con un'opportuna inizializzazione è possibile passare all'SPI seriale, che può essere usato liberamente senza licenza. Come precedentemente descritto, anche il decoder mp3 ha un'interfaccia di comunicazione seriale con protocollo SPI; in questo caso la comunicazione è assistita da una linea di richiesta DREQ, che viene posta ad 1 logico tutte le volte che la coda FIFO si è riempita. Questo buffer permette al microcontrollore di avere il tempo occorrente per ricaricare il proprio buffer interno leggendo dalla memoria esterna o di gestire eventi esterni come la pressione di un pulsante o, ancora, di comunicare con il



decoder in modalità command (ciò è necessario per scambiare informazioni o regolare i parametri richiesti dall'utente). I tre led collegati a tre pin del PIC24HJ256GP206 svolgono

un'attività minimale di comunicazione e controllo a beneficio dell'utente. Il lampeggio irregolare del led giallo indica un corretto funzionamento, mentre i led rossi e verdi vengono usati per

interagire con l'utente secondo le modalità descritte nella Tabella 1.

LA CPU DEL LETTORE

Dallo schema a blocchi si nota la scelta del PIC24HJ256GP206

- Architettura: 16-bit
- Velocità CPU: 40 MIPS
- Tipo di memoria: Flash
- Memoria programma: 256 KByte
- Memoria RAM: 16.384 Byte
- Tensione di alimentazione: 3V÷3,6V
- Pin I/O: 53
- Pin totali: 64
- System Management Features: PBOR
- Oscillatore interno: 7,37 MHz e 512 kHz
- Fast Wake/Fast Control
- Periferiche di comunicazione: 2 UART, 2 SPI, 2 I²C-bus
- Porte analogiche ADC: 18 x 12 bit
- Capture/Compare: 8/8 16-bit PWM
- 16 Timer (9 a 16-bit e 4 a 32-bit)
- Parallel Port
- GPIO
- DMA: 8



he gli ultimi nati
casa Microchip
sono i recen-
tissimi PIC32,
dispositivi a
word da 32 bit
(come i classici
Intel Pentium, per
tenderci) dotati di

un micro della serie PIC24H. Il PIC24HJ256GP206 è un microcontrollore a 16 bit dotato di 256 kB di Flash per il codice operativo e 16.384 byte di memoria RAM; è incapsulato in un package TQFP a 64 pin (di cui 53 disponibili per l'I/O) suddivisi in: porte digitali, porte analogiche, porte seriali, porte per

comuni come UART (2 unità), SPI (2 unità), I²C-bus (2 unità). È dotato di un CPU con velocità di 40 MIPS, oscillatore interno regolabile, 9 timer, ed è stato realizzato con le tecnologia nanoWatt della Microchip, che permette di ottenere consumi di potenza ridotti.

Il PIC supporta un linguaggio assembler molto più ricco di quello dei precedenti 16F, tanto che usarlo è abbastanza complicato; per ovviare alla cosa la Microchip fornisce, in versione Student, il compilatore C, il quale, abbinato all'ambiente (gratuito) MPLAB-IDE, diventa un ottimo strumento di sviluppo ed interfaccia con l'assembler, consentendo di ridurre i tempi di progettazione. Particolare attenzione deve essere rivolta al supporto per il codice di alto livello; per la famiglia cui appartiene il PIC da noi utilizzato, è stato previsto sin dall'inizio l'uso del linguaggio C e poi sono stati apportati perfezionamenti hardware mirati a migliorare le prestazioni e fornire uno strumento semplice e potente alla portata di tutti. Con l'uso combinato degli strumenti forniti, è possibile focalizzare l'attenzione sulle reali funzionalità, senza perdersi nella specifica implementazione.

L'ultima osservazione sulla famiglia 24H riguarda l'analogia con i componenti creati in modalità DSP: per ogni PIC24H esiste un gemello PIC33F con eguali caratteristiche e piedinatura, che aggiunge unità speciali di calcolo come il supporto per Digital-Signal-Processing.

Leggendo le caratteristiche del PIC adoperato in questo progetto, qualcuno potrà pensare che abbiamo esagerato con le prestazioni; infatti, all'apparenza il ruolo svolto consiste solo nel prelevare i byte dalla memoria



MP3 scaccia-crisi

Dopo anni di continua crescita, il mercato italiano dell'elettronica di consumo sembra vivere una fase di stagnazione; la situazione è emersa in occasione dell'IFA 2008 di Berlino, uno dei più importanti appuntamenti fieristici per l'elettronica di consumo.

Il mercato mondiale dell'elettronica consumer appare ancora in espansione, con una crescita di 9 punti percentuali nell'ultimo anno, per un giro di affari di 462 miliardi di euro. Il mercato che registra la più forte espansione è quello asiatico (+ 17%) grazie soprattutto agli acquisti che provengono dalla Cina. Preoccupa, invece, la situazione italiana, dove il confronto con i primi sei mesi del 2007 rivela solo una crescita di due punti percentuali del comparto video, grazie alle buone performance dei televisori LCD (+16%) e delle TV al plasma (+3%). Risultati positivi provengono anche dai lettori MP3 e dal settore Car (+1,5%), sostenuto soprattutto dalle vendite dei navigatori satellitari (+13%). Male, invece, il comparto audio, sia quello fisso (-4%) sia quello portatile (-11%).

ed inviarli al decoder. In realtà le cose non sono così semplici, perché se si sceglie di dotare il lettore di memoria rimovibile i cui dati debbano essere scritti in un formato riconoscibile, leggibile e scrivibile da un computer, la situazione si complica; in tal caso il processore deve essere in grado di gestire gli mp3 memorizzati in un file-system di tipo standard, cosa che richiede potenzialità superiori rispetto a quelle richieste da una gestione proprietaria.

Inoltre, dato che i Personal Computer utilizzano più di un file-system (FAT16, FAT32...) la gestione della Memory-Card implica l'uso di una CPU quanto mai potente. Durante le prove pratiche in fase di sperimentazione, si è addirittura notato che in determinate circostanze non ottimizzate il PIC scelto diventava lento e ciò causava ritardi nella riproduzione; per evitarli abbiamo dovuto studiare e comprendere le implementazioni dei

file-system e i requisiti funzionali richiesti per poter gestire le FAT.

FILE-SYSTEM

Il file-system è un meccanismo per conservare in maniera ordinata delle informazioni contenute in spazi di memoria detti file; sia il file-system che i file sono due astrazioni che permettono di vedere un unico spazio continuo di byte come un contenitore di documenti, suddiviso in cartelle, fascicoli e scaffali, concetti molto vicini alla vita quotidiana. Con questo meccanismo, i file possono essere memorizzati all'interno di dispositivi come una Secure Digital (SD) o una Multi Media Card (MMC).

La SD usata in questo progetto, una comune pen-drive o l'hard disk del nostro computer, non sono null'altro che lunghe sequenze di byte accessibili singolarmente con indirizzi ordinati e crescenti; facilmente si intuisce che sarebbero poco utili senza il sussidio del file-system, il quale permette di creare l'astrazione del file con accessi dinamici, introducendo delle regole universalmente valide per riconoscere e mappare correttamente le sequenze di byte presenti nell'unità. Ciò dà la possibilità di accedere non per indirizzo di memoria, ma per nomi e posizioni.

Un esempio può aiutare a comprendere l'implementazione ed il funzionamento del file-system: se su un dispositivo di memorizzazione in un dato momento vengono creati due documenti di testo A.txt e B.txt,

Allocazione dello spazio in base alla FAT

0000	0006	0000	0000	0008	0000	FFFF	0000
2	3	4	5	6	7	8	9

Esempio di allocazione dei dati secondo la FAT: il file è diviso in settori, l'ultimo dei quali contiene il codice che indica il fine file.

Tutti siamo abituati ad utilizzare la parola mp3 per identificare file audio di piccole dimensioni; ma sappiamo realmente cos'è un mp3? Per averne un'idea è bene conoscere un po' la storia della registrazione audio, che ha visto una vera rivoluzione con l'introduzione dei primi compact-disc audio. Nel CD, l'audio analogico viene registrato dopo essere stato campionato ad una frequenza di 44.100 Hz; i campioni del segnale vengono catturati da un ADC specifico, con una profondità di almeno 16 bit, l'operazione è svolta su entrambi i canali left e right. Per aumentare la qualità della registrazione si è perfezionata la tecnica, arrivando al sovracampionamento quadruplo (four times oversampling) che però ha comportato un aumento dello spazio occupato a parità di tempo di ascolto. Le esigenze degli utenti dei nostri tempi e il desiderio di avere intere discografie a portata di mano, ha reso queste tecniche di memorizzazione non più adeguate; infatti sappiamo che un comune CD non può contenere oltre gli 80 minuti di registrazione. Inoltre, la necessità di trasferire in Internet file musicali (streaming e P2P) ha imposto la ricerca di formati di compressione in grado di limitare le dimensioni dei brani musicali in formato digitale, allo scopo di ridurre i tempi di download e upload. Ciò è stato ottenuto, seppure a discapito della qualità di riproduzione, con metodiche di compressione che sono essenzialmente l'mp3 per l'audio e il Divx (MPEG4) per il video. La necessità di diffondere audio tramite Internet e la disponibilità di processori o DSP in grado di decodificare l'audio in real-time, abbinati allo studio di tecniche di compressione ha permesso la nascita del formato mp3.

Sulle tecniche di compressione è bene aprire una piccola parentesi in modo da distinguere i due tipi possibili: compressione senza perdita di informazione e compressione con perdita di informazione. Il primo caso consiste nell'eliminazione della ridondanza, l'esempio tipico è il file di testo, dove la ricorsione dei caratteri è asimmetrica; infatti analizzando un testo e contando le ricorrenze dei caratteri "a" e "z" si scoprirà presto che la lettera "a" è presente un numero di volte molto maggiore della lettera "z", e così via si potrebbe stilare una classifica su tutti i simboli usati. Sulla base di queste informazioni è possibile utilizzare dei codici identificativi dei caratteri che abbiano una lunghezza variabile e non fissa come normalmente accade con la codifica ASCII; l'assegnazione deve avvenire in modo da garantire l'associazione di codici brevi (pochi bit) ai caratteri più frequenti e codici lunghi (alcuni bit) ai caratteri meno frequenti. In questo modo si otterrà un file risultante compresso di dimensioni minori, tecnica,

questi verranno allocati in memoria, con buona probabilità, ad indirizzi consecutivi; per semplicità immaginiamo che A.txt preceda B.txt. Se in un secondo momento A.txt viene aggiornato aggiungendo un ulteriore brano di testo e ciò fa aumentare le dimensioni finali, è necessario prevedere un meccanismo per memorizzare le nuove informazioni di A.txt senza sovrascrivere i dati dei documenti contigui. Il file-system svolge anche questo compito, tenendo traccia delle modifiche e garantendo l'integrità sia di A.txt che di B.txt. Per evitare che un documento invada lo spazio del consecutivo, viene frammentato, ossia la porzione che non sta nello spazio originario è collocata in un'altra zona del supporto di memorizzazione (il documento

verrà disposto sparso in memoria la dove c'è dello spazio libero); questo avviene anche nel caso in cui bisogna memorizzare molti Mbyte e sono disponibili solo frammenti grandi pochi kbyte (l'operazione di frammentazione diventa molto pesante per i dischi meccanici, dove determina una sensibile latenza di accesso, mentre è irrilevante per le unità allo stato solido). Tra gli effetti prodotti dalla frammentazione c'è il classico rumore che genera l'hard-disk del computer quando accediamo a un file molto grande, che è dovuto al continuo movimento della testina per andare a cercare tutti i pezzi che compongono il file stesso.

Adesso il concetto di file diviene più chiaro: dovendo memorizzare un documento in modo tradi-

Come funziona un mp3?

questa, biunivoca, perché permette sempre il passaggio inverso e applicando un algoritmo di decodifica è sempre possibile ritornare al testo originario, magari scritto secondo i classici codici ASCII. Questa tecnica applicata ad un file audio non porta grandi vantaggi, in quanto i campioni di byte convertiti durante la fase di acquisizione non hanno una tendenza verso un valor comune, ma spaziano in tutte le possibilità. Allora l'unico modo per ridurre le dimensioni è memorizzare meno informazioni; sappiamo però che memorizzare meno informazioni significa anche perdere qualità audio e, dato che stiamo nel campo dell'alta fedeltà, non vogliamo una riproduzione che sia affetta da disturbi o rumori. L'idea è venuta con lo studio dell'apparato uditivo, scoprendo che il nostro orecchio non è in grado di percepire distintamente coppie di armoniche che sono riprodotte in situazioni particolari: grossolanamente, due suoni in rapida successione non sono distinti univocamente. La codifica MP3 è basata su questa "incapacità" del nostro apparato uditivo di interpretare correttamente il suono, quindi se non riusciamo a percepire queste informazioni, perché sprecare spazio per memorizzarle? In realtà il problema è molto più complesso di quanto si è voluto sintetizzare, perché in una riproduzione HI-FI

entrano in gioco tanti fattori, uno dei quali è la diversa capacità da persona a persona di percepire i suoni. Ricerche e studi hanno portato a definire degli standard qualificativi per comprimere i file audio in mp3 così da rispettare una qualità che sia ancora apprezzabile ma abbia delle dimensioni in termini di byte di decine di grandezze inferiori. In sostanza un file MP3 è un susseguirsi di frame memo-

rizzati con una codifica definita dagli algoritmi di compressione che elaborano il segnale iniziale, eliminano le componenti impercettibili, applicano delle ulteriori tecniche per memorizzare i due canali, left e right, sotto forma di un'unica traccia differenziale. Il risultato ottenuto è un blocco di byte (il file mp3) raggruppati per frame dalla durata di millesimi di secondo. Il decoder a valle del

processo deve leggere il file in maniera sequenziale e riconoscere ed applicare la codifica opportuna al frame; senza scendere nel dettaglio, questa informazione sarà individuata da una sequenza particolare di bit applicata in testa al frame. Una volta decodificato, il flusso di byte può essere passato allo stadio DAC che si occuperà di riprodurre opportunamente l'onda analogica, la quale infine potrà essere amplificata e riprodotta da un altoparlante, con una qualità ancora apprezzabile.



Fig. A - Andamento temporale di un segnale continuo, campionato con una data frequenza f . Ogni campione del segnale viene quantizzato da un convertitore ADC ad elevata precisione.

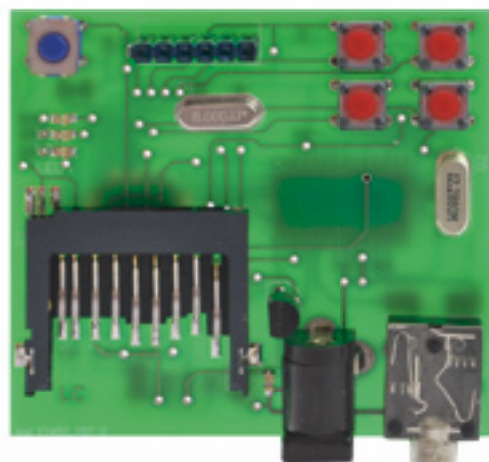
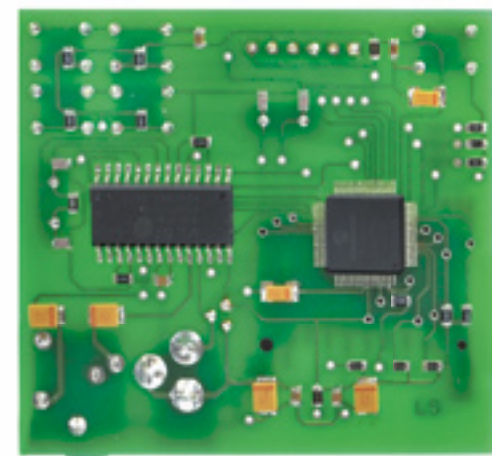
zionale, occorrerebbe collocarlo tutto in una zona continua, con il risultato che se esso aumenta di dimensioni la cosa è fattibile solo cancellando dati vicini e spostandoli in altre zone di memoria; se le dimensioni del documento diminuiscono, invece, resta dello spazio inutilizzato. Usando il sistema a file, ogni documento può essere sparso dove c'è spazio disponibile; il rispettivo file che lo identifica nel file-system terrà, come un raccoglitore, tutti i dati con le posizioni dove si trovano e il corretto ordine di lettura. Ciò offre il vantaggio di poter collocare dinamicamente i documenti ottimizzando lo spazio; dinamicamente, perché i dati non stanno sempre nella stessa posizione ma vengono spostati in base alle esigenze. Questa gestione spiega

anche come mai un file viene identificato non da una posizione di memoria ma da un nome nel file-system: perché i dati non stanno sempre nella stessa posizione, quindi non è possibile definirli con un indirizzo. Quando li si cerca, basta scrivere il nome del file e il sistema apre il raccoglitore che dice dove sono. La gestione a file è peraltro fatta perché per un utente comune è più facile ricordarsi un nome che non degli indirizzi di memoria. Ad oggi esistono molti tipi di file-system, più o meno ottimizzati per la semplicità d'uso o per prediligere le caratteristiche di latenza dei dischi o la riscrivibilità delle memorie flash. Senza soffermare l'attenzione sulla storia dei file-system, possiamo considerare solo il caso di nostro

interesse. Il file-system utilizzato dal nostro lettore è uno dei primi meccanismi standard di suddivisione dei file; non è il migliore, ma per svariati motivi ha affermato la propria predominanza ed oggi, anche se lentamente in disuso, è ancora molto apprezzato per la sua semplicità. Si tratta del FAT (acronimo di *File Allocation Table*) che consta di una tabella centrale specializzata nella memorizzazione delle informazioni relative al file, lunghezza, posizione, nome, attributi e così via; il reale contenuto del file è disseminato sul disco là dove c'è disponibilità di spazio. La ricostruzione avviene secondo una sequenza definita nella tabella centrale, contenente l'indirizzo del primo blocco di dati (in genere un blocco è gran-

Elenco Componenti:

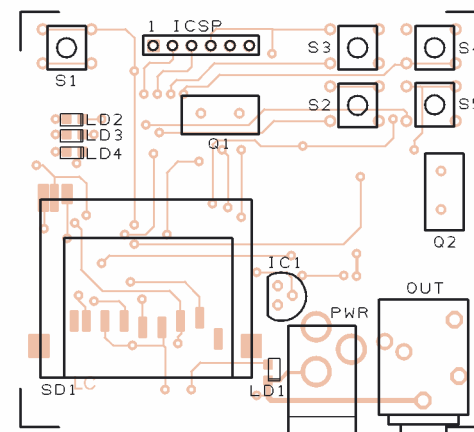
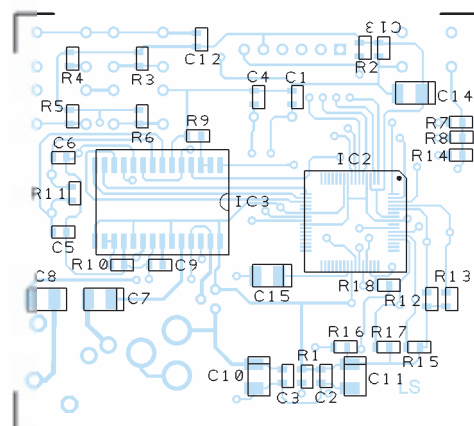
R1: 150 ohm (0805)
 R2: 10 kohm (0805)
 R3÷R6: 100 kohm (0805)
 R7: 820 ohm (0805)
 R8: 1,3 kohm (0805)
 R14: 560 ohm (0805)
 R15÷R17: 47 kohm (0805)
 R9: 100 kohm (0805)
 R10: 100 kohm (0805)
 R12: 100 kohm (0805)
 R13: 100 kohm (0805)
 R18: 100 kohm (0805)
 R11: 1 Mohm (0805)
 C1: 22 pF ceramico (0805)
 C2: 100 nF multistrato (0805)
 C3: 100 nF multistrato (0805)
 C4: 22 pF ceramico (0805)
 C5, C6: 33 pF ceramico (0805)
 C7: 100 µF 16 VL tantalio (CASE-B)
 C8: 100 µF 16 VL tantalio (CASE-B)
 C9: 100 nF multistrato (0805)
 C10, C11: 100 µF 16 VL tantalio (CASE-B)
 C12: 100 nF multistrato (0805)
 C13: 10 nF 63 VL poliestere (0805)
 C14: 10 µF 16 VL tantalio (CASE-B)



C15: 10 µF 16 VL tantalio (CASE-B)
 LD1: led verde (0805)
 LD2: led verde (0805)
 LD3: led giallo (0805)
 LD4: led rosso (0805)

IC1: LP2950CZ-3.3
 IC2: PIC24HJ256GP206
 IC3: VS1011E
 Q1: 8 MHz
 Q2: 12.288 MHz
 S1÷S5: Microswitch

Varie
 - Plug alimentazione
 - Connettore jack stereo da CS
 - Strip maschio 6 poli
 - Connettore SD-CARD
 - Circuito stampato



de alcuni kbyte e viene chiamato *settore*); nel blocco sono presenti i byte rappresentativi del contenuto del file e, se il file è più grande del settore, l'ultima informazione rappresenta l'indirizzo del settore successivo.

Nella storia del PC si sono susseguite diverse versioni di FAT mirate a gestire unità a disco sempre più grandi: la prima fu la FAT12, nata per i floppy-disk (caratterizzata da una capacità di indirizzamento di 32MB); successivamente, l'evoluzione degli

hard-disk ha spinto alla definizione della FAT16, avente una capacità massima di 2 GB. Infine si è passati alla FAT32, il cui limite raggiunge abbondantemente il terabyte. La FAT convenzionale aveva il limite di poter memorizzare nomi di file (lo sa bene chi ha avuto modo di usare l'MS-DOS) composti da un massimo di 8 caratteri più 3 dell'estensione (che permetteva al DOS di identificare il tipo di file); la possibilità di usare nomi di lunghezza maggiore è stata introdotta con

l'avvento di Windows95, la cui struttura FAT venne affiancata da una patch. Il nuovo file-system che ne è scaturito va sotto il nome di V-FAT. Siccome questo è rimasto di proprietà Microsoft, per rendere i nostri dispositivi utilizzabili senza restrizioni abbiamo dovuto accontentarci di classici nomi da 8+3 caratteri, anche se tutti i file-system moderni usano nomi lunghi. Proprio il fatto che in un sistema con FAT i file sono spezzettati e vanno ricomposti, è causa

della pesantezza del compito del microcontrollore, il quale, quando deve leggere un brano, non sempre riesce a trovarlo tutto in un punto ma deve andare alla ricerca dei pezzi che lo formano. In termini percentuali, circa il 60% del codice scritto in questo progetto è riservato alla gestione del file-system.

FUNZIONAMENTO DEL LETTORE

Bene, giunti a questo punto il funzionamento del dispositivo è abbastanza semplice da comprendere. Con riferimento allo schema a blocchi nella Fig. 1, il PIC inizializza la memoria esterna sincronizzandosi con il file-system (FAT16 o FAT32) e ricercando i file disponibili; al termine invia un segnale di reset verso il decoder, preparando quest'ultimo all'ascolto di stream di byte sulla porta seriale. Per leggere i file musicali, analizza il file-system e per ciascun brano ricompone i dati frutto dell'eventuale frammentazione, rimettendoli e inviandoli nel giusto ordine al decoder.

Dopo le fasi di inizializzazione, il PIC riconosce le modalità di esecuzione richieste dall'utente ed avvia l'acquisizione dei byte dalla memoria per inviarli al decoder; durante le fasi in cui il

buffer di ricezione del lettore è saturo, il PIC controlla lo stato dei pulsanti, rilevando eventuali richieste da parte dell'utente. Il controllo dei tasti avviene un tantum, ma con una frequenza molto elevata che garantisce sempre il riconoscimento di un eventuale tasto premuto.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il lettore è stato realizzato in tecnologia SMD per poterne contenere le dimensioni; è vero che per un hobbista saldare componen-tistica SMT non è facile, tuttavia usando un saldatore a punta fine, sottile filo di lega saldante e della trecciola dissaldante per rimediare a eventuali eccedenze di stagno, è più che fattibile: basta un po' di mano ferma e tanta pazienza. Anzi, sotto alcuni aspetti la saldatura superficiale risulta anche più pratica e veloce: basta appoggiare il componente e fissarlo con lo stagno, senza dover fare fuori nelle piazzole, prendere misure, infilare e tagliare le parti eccedenti dei terminali. Purtroppo la nota dolente è la difficoltà, durante la saldatura degli IC con piedinatura molto fitta, di evitare che più pin vengano cortocircuitati da un'unica goccia di stagno. Le regole di montaggio rimangono sostanzialmente le stesse:

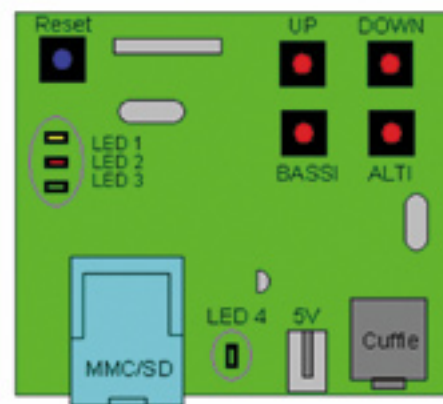


Fig. 3 - Disposizione dei componenti sullo stampato, visto dall'alto.

si comincia dai componenti più interni e ostici (gli integrati) e successivamente si passa a quelli più esterni e con meno contatti; è inoltre buona norma procedere prima alla saldatura dei componenti con un profilo più basso. Ovviamente anche con i componenti SMD bisogna fare attenzione alle polarità; allo scopo, ricordate che i condensatori al tantalio hanno una banda colorata per individuare il positivo e gli integrati hanno un punto in rilievo o una tacca che indicano il piedino 1.

Una certa attenzione va prestata ai led, che hanno un riferimento non molto visibile; per identificare i terminali conviene effettuare un test pratico, dotandosi di un alimentatore o una pila da 9 V e alimentando ogni componente

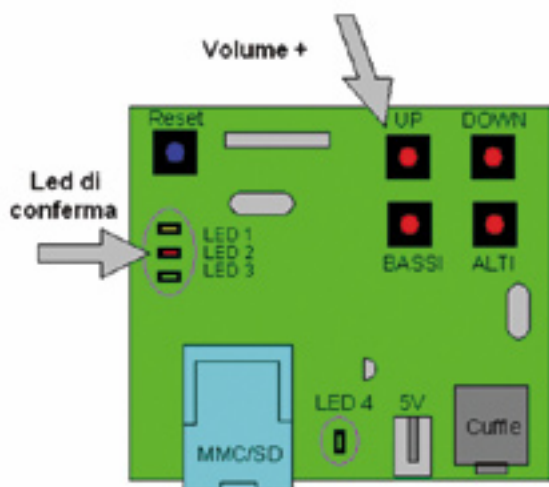
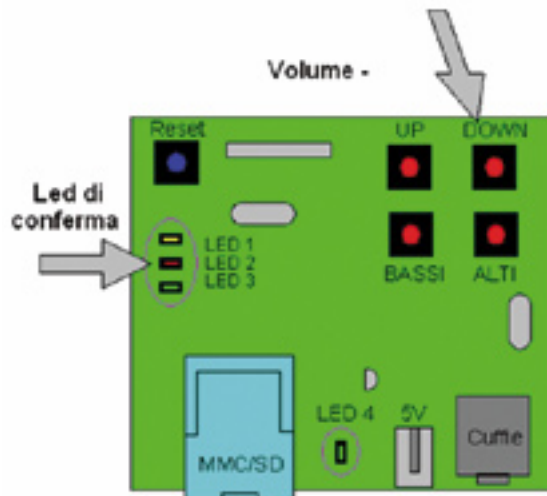


Fig. 4 - Regolazione volume +/-: premere il pulsante corrispondente alla scelta UP o DOWN per aumentare o diminuire il volume; la singola pressione farà lampeggiare velocemente due volte il led rosso. La pressione prolungata permette di cambiare continuamente il volume (in questo caso il led rosso continuerà a lampeggiare fino al rilascio). In caso si raggiunga il fine corsa, sarà il led verde a lampeggiare.



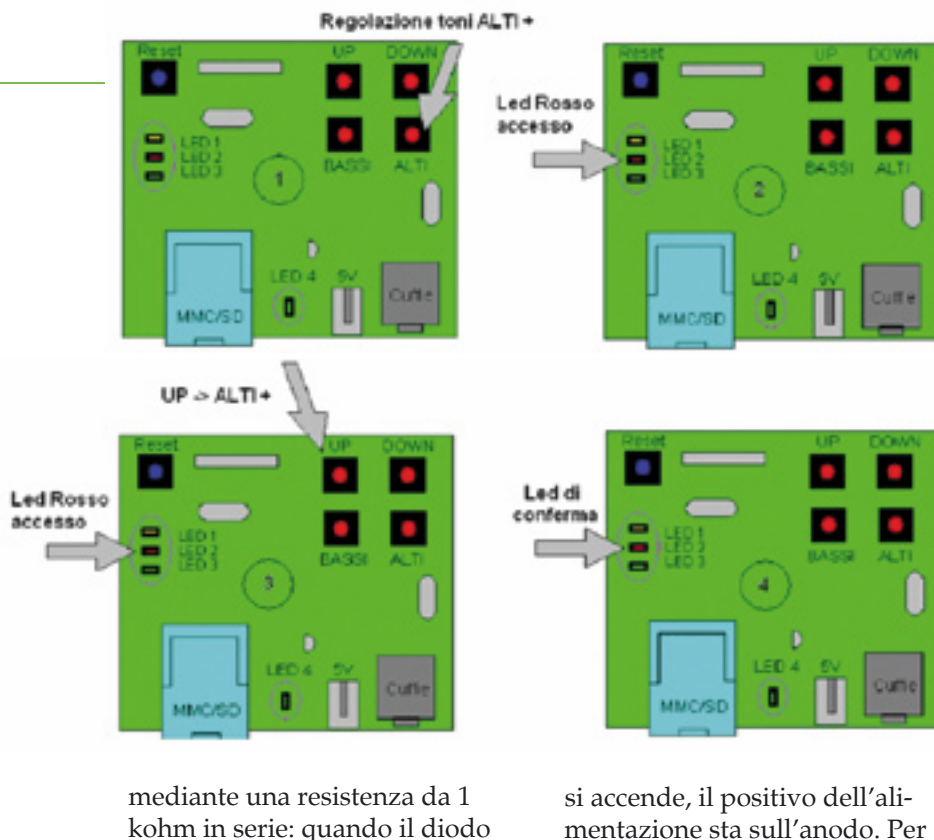


Fig. 5 - Regolazione toni alti e bassi. Si compie in quattro fasi: premere uno dei due tasti ALTI o BASSI (il led rosso rimarrà acceso fisso) poi premere singolarmente e brevemente uno dei due tasti UP e DOWN per aumentare o diminuire il tono. Il led rosso lampeggerà per indicare l'avvenuta modifica. In caso si raggiunga la fine corsa, lampeggerà il led verde.

mediante una resistenza da 1 kohm in serie: quando il diodo

si accende, il positivo dell'alimentazione sta sull'anodo. Per

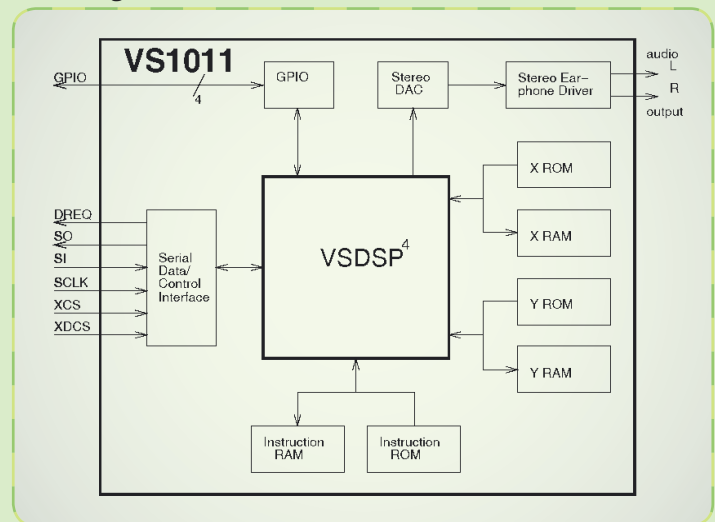
quanto riguarda l'uso, il circuito va alimentato a tensione continua di valore non superiore a 6 volt; questo perché il regolatore integrato che ricava i 3,3 V necessari al microcontrollore, al converter MP3 e alla SD-Card, non è provvisto di alcun dissipatore di calore, quindi può smaltire poca potenza. Siccome la dissipazione è direttamente proporzionale alla differenza tra la tensione di uscita dell'IC1 e d'ingresso del circuito, per tenerla entro limiti

Il decoder mp3

Nel nostro lettore, la decodifica dei file mp3 è stata affidata al decoder VS1011, prodotto dalla VLSI: si tratta di un single-chip audio decoder, ossia un unico dispositivo capace di svolgere quattro funzioni: buffer, decodifica, DAC e amplificazione. Le caratteristiche di questo IC affiancate da un basso consumo di energia, facilità di gestione, espandibilità e basso costo, lo rendono ottimale in applicazioni dove portatilità, ridotte dimensioni e funzionalità siano determinanti.

Il principio di funzionamento è molto semplice: dopo una fase iniziale di reset, il dispositivo rimane in attesa ("ascolto") di un flusso di byte sull'interfaccia di ingresso seriale, in modalità slave; ricevuto il primo treno di byte attiva le routine di conversione e decodifica, secondo gli algoritmi standard di MPEG 1.0 e 2.0 su layer I, II e III. I byte trattati vengono successivamente passati al controllo digitale toni/volume, sezione nella quale il segnale audio viene digitalmente amplificato, attenuato, modulato nei toni alti, medi e bassi; infine la sequenza di byte così modellata viene passata al DAC sigma-delta con profondità 18 bit, che genera un segnale analogico. Quest'ultimo, opportunamente amplificato da uno stadio interno, è direttamente utilizzabile da piccoli carichi come cuffie a media e alta impedenza. Infine, come ultima opzione il chip offre la possibilità di eseguire codici DSP per aggiungere effetti speciali sull'audio. Quest'ultima operazione richiede un po' di confidenza in più con le tecniche di digital-signal-processing.

Fig. A - Schema a blocchi del decoder VS1011E.



Caratteristiche tecniche VS1011

Parametri	Valori
Codec supportati	1.0 & 2.0 audio layer III (CBR, VBR, ABR); layers I & II optional; WAV (PCM + IMA ADPCM)
Massimo bit-rate	320 kbit/s per file MP3 con oscillatore a 12 MHz
Streaming supportati	MP1/2/3 e WAV
Opzione toni	Bassi e alti separatamente
Carico in uscita	Stereo earphone con impedenza di 30 ohm
DAC stereo	18 bit sigma-delta-converter
Capacità per codice utente (codici DSP)	5,5 KB
Intervallo di tensioni	Da 2,5V a 3,6V (analogico e digitale separato)

accettabili è bene che l'alimentatore usato dia non più di 5÷6 volt in continua (e una corrente dell'ordine dei 100 mA).

COME USARE IL LETTORE

Sul circuito stampato sono presenti quattro pulsanti, non strettamente necessari, previsti per ampliare le funzioni; chi conosce un po' di linguaggio C può intervenire sul codice ed assegnare ad essi controlli personalizzati adatti alle proprie esigenze. Utilizzando il firmware di questo progetto (scaricabile dal nostro sito Internet www.elettronica.in.it) gli interruttori UP e DOWN vengono utilizzati per controllare il volume; a riguardo va detto

Tabella 1 - Le modalità di funzionamento del lettore.

Switch	Descrizione funzionamento
UPDOWN	Riproduzione casuale di tutti i file presenti nella cartella principale; non viene verificato se un file è già stato letto.
DOWN	Il lettore resterà in pausa fino alla pressione del pulsante UP, allorché procederà nella riproduzione di una traccia per poi riportarsi nello stato d'attesa.
BASSI	Modalità ordine alfabetico: vengono riprodotti tutti i file nella cartella principale, ordinati dalla A alla Z per nome.
ALTI	Modalità predefinita: il lettore riprodurrà tutti i file nell'ordine di memorizzazione nel file-system.

che l'operazione di regolazione volume non avviene in maniera passiva come se si ponesse un trimmer in uscita, ma va ad influenzare in real-time la decodifica dell'MP3 in modo da non soffrire di attenuazioni o distorsioni sulla riproduzione. UP incrementa e DOWN attenua il segnale. I pulsanti chiamati BASSI ed ALTI possono essere usati per regolare i toni, rispettivamente, bassi e alti; per proce-

dere alla regolazione bisogna premere il tasto corrispondente alla tonalità desiderata e, contemporaneamente, agire con i pulsanti UP e DOWN. La modalità di controllo toni verrà segnalata con il led rosso, che rimarrà acceso a luce fissa in ascolto fino alla pressione di uno dei due pulsanti UP e DOWN; un rapido lampeggio indicherà l'avvenuta modifica. La regolazione del volume e dei toni viene sempre confermata da due lampeggi consecutivi del led rosso; invece, se la regolazione ha raggiunto il fine corsa, è il led verde a lampeggiare per avvisare dell'impossibilità e inutilità di procedere oltre. Il led giallo è invece acceso in tutti gli istanti in cui il PIC dialoga con il decoder; si noti che le fasi corrispondenti alle pause in cui il micro acquisisce i byte dalla MMC sono notevolmente ridotte. Nel complesso, i quattro tasti possono essere usati anche in fase di accensione per avviare una delle quattro modalità di esecuzione previste, all'alimentazione o al Reset (Pulsante Reset); il led verde lampeggia velocemente per alcuni secondi, dando la possibilità all'utente di scegliere una delle quattro modalità. Se nell'intervallo corrispondente al rapido lampeggio non viene comunicata alcuna intenzione, il lettore avvierà la modalità predefinita. Le quattro modalità di funzionamento previste sono sintetizzate nell'apposita tabella. Il lettore è in grado di riprodurre, oltre ai file presenti nella root, anche quelli nelle sotto-cartelle (sottodirectory) salvo casi diver-

Pinout del decoder VS1011.

Pin Name	Pin	Pin Type	Function
DREQ	1	DO	data request, input bus
GPIO2 ² / DCLK ¹	2	DIO	serial input data but clock
GPIO3 ² / SDATA ¹	3	DI	serial data input
XDCS ⁴ / CSYNC ¹	4	DI	byte synchronization signal
DVDD1	5	PWR	digital power supply
DGND1	6	PWR	digital ground
XTALO	7	CLK	crystal output
XTALI	8	CLK	crystal input
DVDD2	9	PWR	digital power supply
DGND2	10	PWR	digital ground
XCS ⁴	11	DI	chip select input (active low)
SCLK ²	12	DI	clock for serial bus
SI ²	13	DI	serial input
SO	14	DO3	serial output, active when XCS=0, regardless of XRESET
TEST	15	DI	reserved for test, connect to DVDD
GPIO0 / SPIBOOT ^{2,3}	16	DIO	general purpose IO 0, use 100 kOhm pull-down resistor
GPIO1 ²	17	DIO	general purpose IO 1
AGND0	18	PWR	analog ground
AVDD0	19	PWR	analog power supply
RIGHT	20	AO	right channel output
AGND2	21	PWR	analog ground
RCAP	22	AIO	filtering capacitance for reference
AVDD2	23	PWR	analog power supply
LEFT	24	AO	left channel output
AGND3	25	PWR	analog ground
XRESET	26	DI	active low asynchronous reset
DGND0	27	PWR	digital ground
DVDD0	28	PWR	digital power supply



per il MATERIALE

Tutti i componenti utilizzati in questo progetto sono facilmente reperibili in commercio. Il master del CS ed il firmware per programmare il micro possono essere scaricati dal sito della rivista. Presso Futura Elettronica è possibile acquistare i due chip più importanti di questo progetto: il micro (vergine) PIC24HJ256GP206 (12,00 Euro) ed il chip VS1011E-S (22,00 Euro).

Il materiale va richiesto a:

Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)

Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287

<http://www.futurashop.it>

samente specificati: ad esempio nella riproduzione ordinata per indice alfabetico, il lettore riprodurrà solo i file mp3 pre-

senti nella root, cioè nella radice dell'unità, quindi l'esecuzione dei file in sotto cartelle verrà esclusa. Va ricordato che il lettore legge nomi-file di 8+3 caratteri, quindi per poter mettere i brani in ordine alfabetico i file devono avere nomi del genere; se i file hanno nomi lunghi, il corretto ordine alfabetico non può essere garantito perché il firmware del microcontrollore riesce a leggerli. Questo significa che nella riproduzione automatica i brani vengono riprodotti in ordine casuale anziché alfabetico. In tutte le altre modalità, il lettore sarà in grado di riprodurre correttamente anche file con nomi lunghi, senza nessuna discriminazione di priorità. Facciamo notare il discorso sui nomi lunghi perché tipicamente quando si copiano

dei file dall'hard-disk del proprio computer non ci si domanda se saranno compatibili con la periferica di destinazione; purtroppo i file presenti in un computer, che sicuramente utilizza un sistema operativo che usa FAT32 o NTFS, assegna nomi più lunghi di quelli ammessi dalla FAT16. Se la Card è formattata con la FAT32, i file li memorizza senza storie, però il problema viene "girato" al lettore, che poi incontrerà non poche difficoltà a leggerli.

Se si intende sfruttare la funzione di riproduzione in ordine alfabetico, l'ideale è cambiare i nomi prima di scrivere i file nella SD o MMC che sia, ovvero, più comodamente, creare delle copie su disco rigido e rinominare quelle, così da mantenere i file originali con i loro nomi di origine. ■

Tutti i prezzi si intendono IVA inclusa.

Sistemi di sviluppo per

SMART CARD

SET DI SVILUPPO PER APPLICAZIONI SMART-CARD



SDK-ACR38
€ 149,00

Contenuto della confezione:

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

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

LETTORE SMART-CARD

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



MINILECTOR
€ 36,00

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

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

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



SMART-CARD
ACOS2 DA 8 K

ACOS2-8K
€ 3,90

viene fornita completamente bianca senza alcuna personalizzazione grafica.

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

FUTURA ELETTRONICA idea in elettronica

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

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

Non sappiamo se, quando Toyota iniziò la commercializzazione della Prius ibrida oltre 10 anni fa, l'intento fosse esclusivamente quello di ridurre di circa il 20-30% i consumi di carburante e le emissioni di CO2 o se la casa giapponese avesse in programma ulteriori possibili sviluppi. Fatto sta che da allora, a parte alcune modifiche alla carrozzeria, le caratteristiche di funzionamento sono rimaste sostanzialmente le stesse. Questa automobile, pur montando un motore elettrico con una potenza di 50 kW che è in grado da solo di fare marciare la vettura, funziona in modalità elettrica solamente in poche situazioni e per un paio di chilometri al massimo. Ciò dipende dalla

scarsa capacità della batteria utilizzata per la trazione che è in grado di immagazzinare una quantità di energia di poco superiore ad 1 kWh, energia che viene rapidamente consumata nel caso di marcia col solo motore elettrico. Questo, più o meno, è lo stesso principio di funzionamento di tutte le vetture ibride prodotte finora le quali, pertanto, non possono definirsi "vetture elettriche". L'importanza della Prius nella storia

dell'automobile non risiede tanto nel sistema -per quanto innovativo- della doppia trazione, quanto piuttosto nella dimostrazione che è possibile produrre su scala industriale (di questa vettura, ad oggi, sono stati venduti oltre un milione di esemplari) una vera automobile che è anche una *vettura elettrica*, nel senso che, seppure per po-

chi chilometri, può fare completamente a meno del motore a benzina. Questo aspetto non è sfuggito agli osservatori più attenti né ad una folta schiera di appassionati che, specialmente negli Stati Uniti, ha iniziato a modificare le Prius in circolazione aumentando la capacità delle batterie in modo da incrementare l'au-

AUTOMOBILI, ELETTRICHE ALLA CARICA

di ARSENIO SPADONI



“Plug-in” è la parola magica che segnerà la svolta nel mercato dell’auto elettrica: dopo decenni di speranze deluse, prototipi rapidamente dismessi, fallimenti improvvisi, finalmente le più importanti case automobilistiche hanno annunciato la disponibilità entro i prossimi 2-3 anni di vetture di serie a trazione elettrica o ibride che potranno essere ricaricate con la presa di casa. Ecco un panorama completo dei modelli già in commercio, di quelli in arrivo, dello stato della tecnologia e delle prospettive future.

L'incredibile Tesla

nulla da invidiare alle più eleganti sportive europee. L'unica differenza? Che si tratta di una vettura elettrica, già prodotta in alcune centinaia di esemplari che circolano sulle strade americane. L'importanza della storia della Tesla Motors non sta nel business realizzato (in fondo si tratta di poche vetture) quanto

nell'aver dimostrato che, con le attuali tecnologie, è possibile produrre non solo una normale vettura elettrica ma addirittura un veicolo che può competere con le più performanti sportive a benzina. Costruita in collaborazione con la Lotus, la Tesla Roadster, il coupé attualmente in produzione, utilizza infatti

normali batterie al litio che si ricaricano in 3,5 ore, garantiscono un'autonomia di 390 km ed hanno una vita media di oltre 150.000 chilometri. Tesla Motors è stata fondata a San Carlos in California nel 2003 dagli ingegneri Martin Eberhard e Marc Tarpenning ed è stata finanziata inizialmente da Elon Musk, il fondatore di PayPal, a cui in seguito si sono aggiunti i boss di Google Sergey Brin e Larry Page nonché Jeff Skoll, ex presidente di eBay. L'azienda prende il nome da Nikola Tesla, scienziato serbo naturalizzato americano, che ha condotto numerosi studi nel campo dell'elettromagnetismo. La Tesla, nonostante la crisi che ha colpito il settore automobilistico negli ultimi tempi e che ha costretto la società californiana a un ridimensionamento degli organici, è attualmente



Tesla Roadstar

Se avete 99.000 euro da spendere per una vettura sportiva oggi potete scegliere, oltre ad una Porsche, BMW, Lamborghini o Maserati, anche la Roadstar prodotta dalla Tesla Motors (www.teslamotors.com): le prestazioni sono simili a

quelle dei bolidi più noti con una accelerazione da 0 a 100 km/h in 3,9 secondi, una velocità massima di 200 km/h (limitata elettronicamente) ed una potenza del motore di ben 248 HP (185 kW). Anche dal punto di vista estetico la Roadstar non ha

tonomia in modalità *all-electric*, grazie anche alle disponibilità dei più efficienti accumulatori agli ioni di litio. Nel contempo, con modifiche al software della centralina, è stato possibile ricaricare tali batterie anche dall'esterno, tipicamente dalla presa di casa (da cui deriva il termine *plug-in*). Hanno così iniziato a circolare delle vetture ibride che, nella pratica, sono delle vetture elettriche. In questi esemplari, infatti, l'energia accumulata nelle batterie (solitamente ricaricate di notte) è in grado di fare marciare in modalità elettrica la vettura per 80-100 chilometri, distanza che corrisponde alla massima percorrenza giornaliera del 90% degli automobilisti. Tutto ciò rende superflua la realizzazione di una rete cittadina di punti per la ricarica delle batterie mentre la disponibilità di un motore a benzina che può entrare in funzione in qualsiasi momento tranquillizza

l'automobilista e gli consente, quando necessario, di utilizzare la vettura anche per effettuare viaggi molto lunghi. Certo, una vettura del genere, con due sistemi di trazione, non può che costare di più rispetto ad un'automobile a benzina; tuttavia, limitando l'analisi al solo aspetto economico, c'è da considerare che viaggiando con l'elettricità si risparmiano circa 2-3 euro ogni cento chilometri rispetto alla benzina; in totale, quindi, 2-3 mila euro ogni 100.000 chilometri: il costo del motore a scoppio! E questo senza considerare che, se tutte le vetture in circolazione funzionassero in questo modo, l'inquinamento dovuto al traffico verrebbe abbattuto immediatamente del 90%.

Questo nuovo approccio nei confronti dell'auto elettrica non è sfuggito alle principali case automobilistiche che, come vedremo tra poco, hanno annunciato la

commercializzazione di propri modelli ibridi e ibridi *plug-in* nei prossimi 2-3 anni; quando anche l'automobilista comune si renderà conto di come funzionano queste vetture la loro diffusione diventerà inarrestabile, probabilmente anche senza incentivi statali. Non è difficile prevedere che le *hybrid plug-in* diventeranno uno standard nel panorama automobilistico mondiale. E le pure vetture elettriche? Anche in questo caso molto è stato fatto negli ultimi anni e numerosi sono i modelli che verranno immessi sul mercato. Il vero problema di queste vetture resta ancora oggi l'autonomia, per incrementare la quale è necessario utilizzare batterie più potenti, cosa che riduce lo spazio disponibile a bordo e determina un aumento dei tempi per la ricarica. Sicuramente, nel lungo periodo, specie se si riusciranno a migliorare le prestazioni degli accumulatori,



impegnata nello sviluppo di una berlina denominata Model S, che dovrebbe essere presentata ufficialmente al prossimo Salone di Ginevra e che andrà in produzione nella prima metà del 2011. La nuova vettura sarà una berlina a quattro porte capace di ospitare cinque passeggeri, utilizzerà sempre batterie al litio e avrà prestazioni simili a quelle delle grosse berline BMW e Mercedes con accelerazione da 0 a 100 km/h in meno di 6 secondi. La differenza? Sicuramente il costo di esercizio che Tesla Motors quantifica in 4 centesimi di

dollaro per chilometro percorso contro i 10-15 delle vetture a benzina. Per la nuova Model S si parla di un prezzo di vendita molto più basso della Roadstar, non superiore in ogni caso a 45-50 mila euro. È questa la ragione per cui la casa californiana conta di produrre e vendere almeno 20.000 unità all'anno. Al contrario della Roadstar, la Model S verrà prodotta interamente nel nuovo stabilimento di San Josè in California. Ma i progetti non finiscono qui: Tesla Motors intende utilizzare la piattaforma della Model S per realizza-

re, a partire dal 2015, una berlina-coupè ed un SUV. Si tratta ovviamente di modelli ancora allo stato embrionale ma, finora, la Tesla ha sempre mantenuto le promesse. Sull'esempio della Tesla, un'altra società californiana, la Fisker Automotive (www.fiskerautomotive.com) ha sviluppato una berlina-coupè molto bella (denominata Karma) che dovrebbe essere commercializzata entro un paio d'anni. In questo caso si tratta di una vettura ibrida di tipo "plug-in" in grado di percorrere in modalità esclusivamente elettrica 80 chilometri circa.



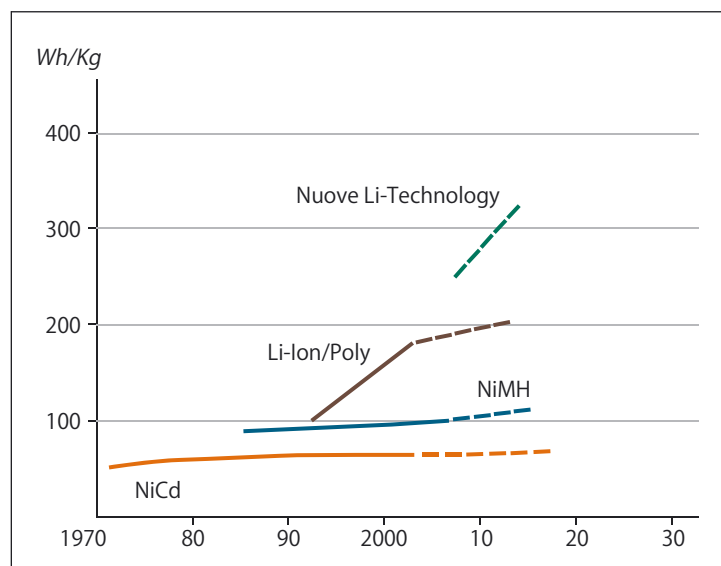
la pura trazione elettrica rappresenterà la soluzione finale per la mobilità; nel breve termine, tuttavia, ovvero nei prossimi 15-20 anni la modalità *hybrid plug-in* la farà da padrona. Questa tecnologia, infatti, con un costo di poco superiore rispetto a quello delle vetture tradizionali (a benzina o diesel) ha risolto tutti i problemi legati alla trazione elettrica:

- **Autonomia:** l'autonomia di 80-100 chilometri in modalità elettrica è sufficiente nel 90% dei casi; per i viaggi lunghi o in situazioni di emergenza (batteria scarica) è possibile utilizzare il motore a benzina;
- **Rete pubblica di ricarica:** non è più necessaria per i motivi di cui sopra;
- **Tempo di ricarica:** è sufficientemente breve dal momento che la vettura utilizza un pacco batterie con una capacità non eccessiva in quanto deve garantire un'autonomia limitata a

non più di 80-100 km;
- **Prestazioni:** l'impiego contemporaneo di entrambi i motori, sempre possibile nella tecnologia ibrida parallelo, consente prestazioni di tutto rispetto.

Tutto ciò senza considerare i benefici per l'ambiente, specie per le aree metropolitane, anche se - bisogna dirlo - nessuno si illude che l'introduzione della trazione elettrica abbia, nel complesso, significativi effetti sull'inquinamento globale: in parte perché i veicoli terrestri di traspor-

to sono responsabili solamente del 17% delle emissioni totali di gas serra ed in parte perché, in molti paesi (tra cui l'Italia), l'elettricità viene prodotta bruciando prevalentemente combustibili fossili. Certo, è più facile controllare le emissioni di una centrale



termoelettrica che non quelle di migliaia di automobili, così come, probabilmente, la presenza di un vasto parco di automobili elettriche potrebbe spingere verso l'utilizzo di fonti rinnovabili. Questi argomenti, tuttavia, travalicano lo scopo di questo articolo che si prefigge di fare il punto sull'evoluzione dell'auto elettrica.

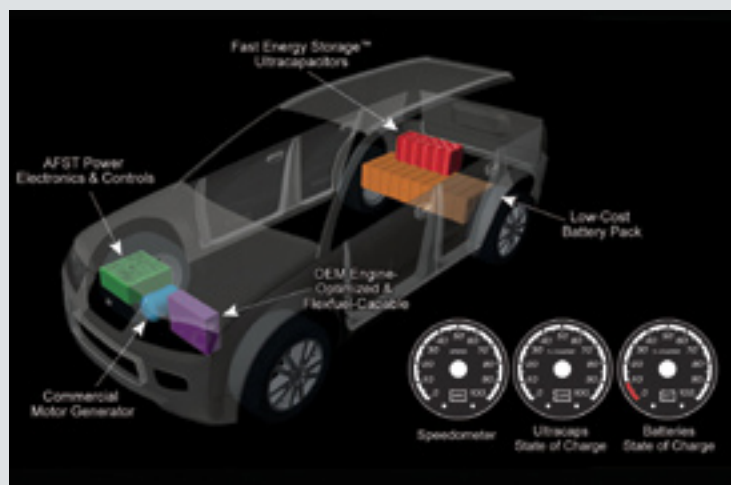
IL PROBLEMA DEL SERBATOIO

Il motore elettrico è molto più efficiente di un motore a combustione interna, sia esso a benzina

che diesel. Nei motori elettrici il rendimento è dell'ordine del 90-95% mentre nei motori endotermici tale valore è compreso tra il 20% ed il 40% per cento circa. In una vettura bisogna tuttavia considerare una serie di perdite dovute alla trasmissione, alla resistenza al rotolamento, ecc. che, ovviamente, sono uguali per qualsiasi tipo di motore. Tutto considerato, una vettura elettrica è circa 2 volte più efficiente di una vettura con motore a scoppio. E allora perché - a maggior

ragione - le automobili a trazione elettrica non hanno avuto lo stesso sviluppo di quelle a benzina? Non certo per il costo del carburante che è simile o, ancora una volta, a favore dell'elettricità. Il problema ha un solo nome: serbatoio. La benzina ha una densità energetica di ben 45 MJ/kg mentre la più performante batteria ricaricabile arriva a malapena a 0,5 MJ/kg. Ciò significa che, anche considerando il differente rendimento tra le vetture elettriche e quelle a combustione in-

Un supercondensatore al posto della batteria



cesso elettrochimico. Ci riferiamo ai condensatori o, meglio, ai supercondensatori, nei quali l'energia elettrica

è immagazzinata in forma statica anziché elettrochimica. Un condensatore può essere paragonato ad una batteria anche se, normalmente, a causa dei bassi valori di capacità, la scarica avviene in tempi brevissimi e con andamento esponenziale. Un supercondensatore, invece, consente di accumulare un'energia considerevole, assumendo valori di capacità nell'ordine delle centinaia o addirittura migliaia di Farad. I vantaggi di questa tecnologia sono

numerosi: mentre i tempi di carica restano molto rapidi (circa 10 secondi), i cicli di carica/scarica risultano praticamente illimitati (si parla di 1 milione di cicli); anche il deterioramento nel tempo è molto basso (la vita media è sicuramente superiore ai 10 anni) mentre del tutto assenti sono i pericoli di scoppio o incendio che hanno afflitto lo sviluppo delle batterie al litio. Per contro esistono problemi di autoscarica e soprattutto di scarsa densità di energia. Tuttavia le ricerche in questo settore hanno portato a risultati inaspettati tanto che, da più parti, si sta ipotizzando la sostituzione delle batterie elettrochimiche con moduli di superconden-

Tutte le batterie attualmente utilizzate per la trazione elettrica presentano alcuni inconvenienti comuni: un limitato numero di cicli di carica/scarica, una corrente di carica (ma anche di scarica) che non può superare determinati livelli - pena il surriscaldamento della batteria - ed un significativo deterioramento nel tempo. Anche nei modelli più avanzati (quasi tutti al litio) ciò si traduce in periodi di

ricarica piuttosto lunghi (alcune ore) e nell'impossibilità di generare elevati spunti di corrente necessari per ottenere elevate prestazioni, specie in accelerazione. Per questo motivo negli ultimi anni alcune società e centri di ricerca hanno sperimentato sistemi di immagazzinamento dell'energia completamente differenti da quello tradizionale che, fin dai tempi di Alessandro Volta, si è sempre basato sul pro-

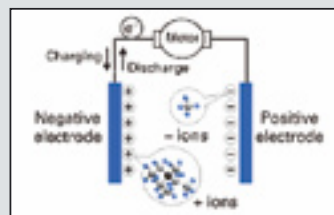
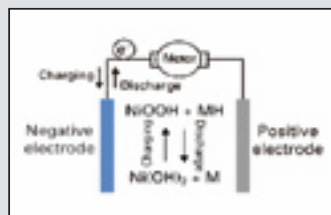
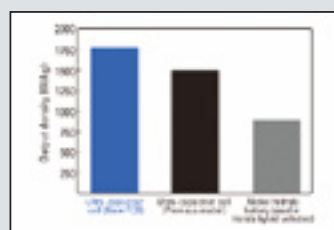
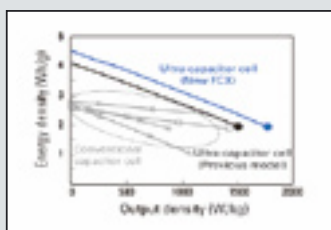
terna, per avere la stessa energia contenuta in un chilogrammo di benzina, ancora oggi è necessario utilizzare un "serbatoio elettrico" del peso di 20-50 chilogrammi. La storia dell'auto elettrica intesa come mezzo di trasporto di massa è, dunque, sostanzialmente la storia dell'evoluzione degli accumulatori di energia elettrica. Se qualcuno avesse inventato una batteria in grado di fornire almeno 10 MJ per chilogrammo, oggi lungo le nostre strade circolerebbero solamente vetture elet-

triche. Al contrario di altri settori tecnologici dove le performance dei dispositivi raddoppiano ogni 2-3 anni (pensiamo, ad esempio, alla velocità dei microprocessori o alla capacità di memoria delle RAM), nel caso degli accumulatori elettrici ci sono voluti decenni per raddoppiare le prestazioni. La realizzazione di accumulatori a basso costo ma soprattutto con un buon rapporto peso/volume/capacità è condizione indispensabile per la realizzazione di veicoli elettrici.

Attualmente tutti gli accumulatori utilizzati per l'autotrazione (con la sola eccezione dei supercondensatori) sono di tipo elettrochimico, ovvero ricavano l'energia elettrica da una reazione chimica che deve essere di tipo reversibile per poter ricaricare "il serbatoio" con una sorgente elettrica esterna. Le caratteristiche principali degli accumulatori elettrici riguardano la densità specifica di energia (Wh/kg), la densità volumetrica di energia (Wh/l), la densità specifica di

satori. Poiché questi ultimi possono fornire elevate potenze elettriche per brevi periodi di tempo, mentre i generatori tradizionali sono più adatti a fornire correnti elettriche per tempi lunghi e intensità costante, in un primo tempo si era ipotizzato di utilizzare i supercondensatori in abbinamento alle tradizionali batterie per la trazione; in effetti nelle prime applicazioni pratiche come in quella proposta dalla AFS Trinity (www.afstrinity.com) o dalla Honda (www.world.honda.com/Fuel-Cell/FCX/ultracapacitor), i supercondensatori sono stati abbinati alle batterie esistenti. Nel caso della multinazionale nipponica i dispositivi messi a punto hanno raggiunto un rapporto potenza/peso pari a 1750 W per kg, simile a quello delle batterie agli ioni di litio. Tali prestazioni consentono l'utilizzo del

solo supercondensatore come sistema autonomo di accumulo dell'energia elettrica. Determinanti per ottenere questi risultati sono state le ricerche presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology) i cui supercondensatori hanno raggiunto una capacità pari al 50% delle migliori batterie al litio grazie agli elettrodi rivestiti con nanotubi di carbonio. Un approccio differente è quello della società texana EESor i cui supercondensatori (EESU, Electrical Energy Storage Units) utilizzano un dielettrico con polvere di titanio di bario ed elettrodi in nichel; EESor ha annunciato la realizzazione di un modulo supercondensatore con una capacità di circa 31F, una massa di 150 kg, una tensione massima di 3500V e la possibilità di immagazzinare ben 52kWh di energia elettrica. Se questo supercondensatore o dispositivi analoghi verranno realmente prodotti su scala industriale, anche gli ultimi ostacoli che frenano la diffusione delle vetture elettriche potranno considerarsi



definitivamente superati. I supercondensatori potranno infatti essere ricaricati in pochi minuti, anche presso postazioni domestiche facendo ricorso ad apparecchiature che a loro volta utilizzeranno dei supercondensatori e che verranno caricati lentamente di notte, compatibilmente con la massima corrente che l'impianto di casa può erogare. EESor ha di recente stretto un accordo con la società canadese ZENN Motor Company (www.zenncars.com) che utilizzerà i supercondensatori EESU per produrre una vettura

elettrica che avrà un'autonomia di 400 km, una velocità massima di 130 km/h e che potrà essere ricaricata in 5 minuti. La vettura sarà disponibile a partire dall'autunno di quest'anno ad un prezzo di 25 - 30 mila dollari.



ZENN

potenza (W/kg) nonché il numero di cicli di carica/scarica. Il primo dato è sicuramente quello più importante in quanto ci fa capire quanta energia è presente all'interno di un accumulatore di peso unitario.

Le batterie al piombo, che per decenni sono stati gli unici elementi ricaricabili disponibili sul mercato, presentano una densità di energia compresa tra 30 e 50 Wh/kg; se andiamo a pesare una batteria auto da 12V 50Ah (600 Wh) possiamo constatare come il peso sia compreso tra 15 e 20 kg, con un valore di densità di carica simile a quello citato. Queste batterie sono troppo pesanti (ma anche troppo ingombranti) per poter essere utilizzate come fonte di alimentazione in una autovettura elettrica. Al massimo, come in effetti avviene, possono azionare veicoli speciali quali mulettoni e simili.

Una trentina d'anni fa vennero messe a punto le batterie al Nichel-Cadmio la cui densità di carica era leggermente superiore (50-80 Wh/kg) ma che erano affette dal cosiddetto "effetto memoria" e soprattutto utilizzavano un metallo (il cadmio) altamente

inquinante, tanto che questo tipo di batterie è stato definitivamente bandito dalla Comunità Europea nel 2006.

Le batterie al nichel-metallo idruro (NiMH) sono un'evoluzione delle nichel-cadmio e rispetto a queste ultime presentano una più alta densità energetica che può arrivare fino a 100-120 Wh/kg; anche per quanto riguarda la densità volumetrica (300-400 Wh/l) ed i cicli di carica/scarica le prestazioni sono più che buone. E' questa tecnologia, oggi più che consolidata, che ha consentito di realizzare i primi veicoli elettrici, sia ibridi che completamente elettrici. Ad esempio, la Toyota Prius attualmente in produzione utilizza accumulatori al NiMH e probabilmente anche il modello ibrido *plug-in* che verrà commercializzato tra un paio d'anni farà ricorso a questa tecnologia. Tuttavia lo stato dell'arte in questo campo è rappresentato dalle batterie che utilizzano il litio, il più leggero metallo esistente in natura. Fondamentalmente esistono due versioni di questa batteria: quella nota come accumulatore litio-ione (Li-Ion) e quella, più avanzata, denominata litio-ione-polime-

ro (Li-Poly). Le due tipologie differiscono per il fatto che, nel secondo caso, l'elettrolita in sale di litio è contenuto in un composto di polimero solido anziché in un solvente organico col risultato di ottenere un insieme ancora più leggero, non infiammabile e composto da fogli che possono addirittura essere piegati. In realtà, esistono numerose varianti delle batterie che utilizzano il litio come elemento base ed ogni giorno si susseguono annunci su nuove e sempre migliori performance. Attualmente la capacità di queste batterie è dell'ordine di 150-200 Wh/kg con possibilità di 1000-1500 cicli di ricarica; nel giro di qualche anno la capacità dovrebbe raddoppiare, dando un'ulteriore spinta allo sviluppo delle vetture elettriche e di quelle *hybrid plug-in*. Esistono, infine, altre tecnologie che promettono risultati simili, come quella allo zolfo-sodio (Na-S) e allo sodio-nichel cloruro (Ni-NaCl). Oltre agli accumulatori elettrochimici sono allo studio accumulatori che utilizzano principi di funzionamento completamente differenti: finora i risultati più promettenti sono stati ottenuti con i supercondensatori (vedi apposito riquadro).

In questo panorama il grande assente è l'idrogeno che qualcuno ritiene possa essere utilizzato come combustibile da cui ricavare l'energia elettrica (tramite le fuel-cell) con la quale alimentare le vetture con motore elettrico. Esistono già alcuni prototipi di automobili ad idrogeno (Honda FCX, BMW, ecc.) che, sebbene perfettamente funzionanti, non risolvono il problema dell'approvvigionamento di questo gas che può essere ottenuto dal petrolio (ci risiamo ...) oppure ricavato dall'acqua per elettrolisi. In quest'ultimo caso, tut-



Audi

Alcuni mesi fa sembrava certa una versione ibrida della Q7 ma, a sorpresa, la Casa tedesca ha rinunciato a questo progetto presentando invece all'ultimo salone di Detroit una versione ibrida della Q5 destinata per il momento al solo mercato americano. Ma

il progetto più innovativo è sicuramente quello della A1 hybrid plug-in che dovrebbe essere disponibile nel 2011. La vettura abbina un motore termico da 1,4 litri 150 CV con 240 Nm di coppia ad un motore elettrico da 27 CV e 150Nm di coppia; quest'ultimo, unitamente alle batterie al litio, è in grado di garantire un'autonomia in modalità all-electric fino a 100 chilometri. Per quanto riguarda le emissioni di CO₂, la Casa dichiara emissioni di appena 92 g/km mentre il consumo medio si attesta sui 3,9 litri di benzina ogni 100 chilometri. (www.audi.com)

tavia, il rendimento energetico complessivo non è dei migliori; inoltre il trasporto e lo stoccaggio dell'idrogeno presenta non pochi problemi dal momento che questo elemento viene distribuito sotto forma di gas compresso a pressioni di 200-300 bar o in forma liquida, con temperatura inferiore a -253°C . Probabilmente nel lungo periodo (20-50 anni) questa tecnologia potrà risultare più vantaggiosa rispetto agli accumulatori elettrochimici ma nel breve periodo (15-20 anni) il futuro si chiamerà sicuramente *hybrid plug-in*, almeno per quanto riguarda la produzione su scala industriale di autovetture.

FUNZIONAMENTO

Le vetture ibride (comprese quelle di tipo *plug-in*) si differenziano per come i due motori (quello termico e quello elettrico) agiscono sulle ruote: se entrambi sono in grado di fornire coppia alle ruote siamo in presenza di un ibrido di tipo parallelo mentre se la trazione è garantita sempre e solamente dal motore elettrico siamo in presenza di un sistema ibrido serie. In entrambi i casi, comunque, durante la frenata risulta sempre connesso il motore elettrico che può così recuperare parte dell'energia cinetica della vettura ricaricando la batteria e migliorando l'efficienza complessiva. Un esempio di sistema parallelo è quello della Toyota Prius, denominato dalla casa nipponica come HSD (*Hybride Synergy Drive*). In partenza ed a bassa velocità il motore elettrico assorbe energia dalla batteria per fare avanzare la vettura e quando il livello di carica è basso entra in funzione il motore termico che si limita a ricaricare la batteria. Durante la marcia a velocità costante la Prius utilizza entrambi i motori per la trazione con

l'energia elettrica che viene prelevata da un generatore azionato dal motore a benzina; quando è richiesta la massima accelerazione vengono utilizzati entrambi i motori e quello elettrico preleva energia sia dal generatore che dalle batterie. Un esempio di sistema ibrido serie è invece quello della Chevrolet Volt sulla quale punta moltissimo il gigante di Detroit. In questo caso la trazione è affidata esclusivamente al motore elettrico, cosa che consente di semplificare notevolmente la meccanica con la corrente che viene prelevata sempre dalla batteria interna; quando il livello di carica scende sotto il 30%, entra in funzione il motore termico il cui generatore provvede sia a ricaricare la batteria che a fornire corrente al motore. Questa soluzione, oltre tutto, consente una grande flessibilità per quanto riguarda il motore termico interno che può essere di qualsiasi tipo, a benzina o diesel, e con cilindrate variabili tra 1,0 e 1,6 litri. In entrambi i tipi di trazione, con una batteria di capacità adeguata è possibile implementare la funzione "plug-in" ovvero consentire di ricaricare l'accumulatore della vettura attraverso la presa di corrente domestica. Ciò consentirà alla vettura di mantenere spento il motore termico per i primi 60-80 chilometri di percorrenza e con qualsiasi tipo di andatura. La Chevrolet Volt nasce già con questa filosofia mentre, per quanto riguarda la Prius, la versione *plug-in* è attesa tra circa un paio d'anni. Attualmente di questa versione esistono numerosi prototipi in circolazione, alcuni con pacco batterie al Ni-MH (quelle montate sulla vettura venduta attualmente) ed altri con batteri al litio. La casa nipponica, prima di passare al litio per le vetture *hybrid plug-in*

La Casa bavarese ha recentemente presentato la sua concept car ibrida, la X6 Active Hybrid cui faranno seguito le versioni ibride di altri modelli. In particolare della serie 7 che sarà disponibile dall'autunno di quest'anno anche sul mercato italiano. Già circolante è invece la nuova MiniE, marchio appartenente al gruppo BMW: di questa vettura, completamente elettrica, sono stati realizzati 500 prototipi che sono stati affidati per un periodo di test



a privati ed aziende in tre Stati degli USA. L'attuale prototipo della MiniE ha solamente due posti in quanto lo spazio dei sedili posteriori è occupato dall'accumulatore agli ioni di litio composto da 5.088 celle riunite in 48 moduli con una capacità complessiva di 35 kWh. La batteria garantisce un'autonomia di 250 km mentre il motore elettrico da 150 kW con 220 Nm di coppia consente un'accelerazione da 0 a 100 km/h in 8,5 secondi ed una velocità massima di 152 km/h, limitata elettronicamente. La ricarica avviene tramite un apposito dispositivo denominato Wallbox che fa parte dell'equipaggiamento e che viene installato a casa del cliente. In questo modo bastano 3 ore per ricaricare completamente la batteria. Con l'attuale prezzo dell'energia elettrica per uso domestico il costo di percorrenza per 100 chilometri è di circa 2 euro, meno della metà di quello di una vettura simile a benzina. (www.mini.com)



Chrysler

Secondo quanto comunicato dal colosso statunitense, entro 2-3 anni, di tutti i modelli attualmente in produzione verrà proposta la versione ibrida, spesso anche con l'opzione plug-in. E in effetti negli ultimi tempi è stato tutto un fiorire di prototipi a trazione ibrida, probabilmente anche per non perdere i contributi statali. Al recente Salone dell'Auto di Detroit è stata presentata la Chrysler Town & Country EV, un ibrido che utilizza la struttura della Grand Voyager e che monta un propulsore elettrico ed uno a benzina per una potenza totale di 268 CV, che permettono un'autonomia di circa 65 km in modalità elettrica e 650 km totali. Simili sono le prestazioni e la potenza della berlina 200C EV Concept presentata in precedenza. Altri modelli già visti in versione ibrida sono la Chrysler Aspen Hybrid, la Wrangler Unlimited EV, e la Dodge Durango. All'interno del suo quartier generale, Chrysler ha addirittura creato una divisione specializzata denominata ENVI con lo scopo di seguire lo sviluppo delle vetture elettriche e ibride. (www.chrysler.com)



di prossima produzione vuole avere la certezza che questa tecnologia fornisca perlomeno le medesime prestazioni in termini di affidabilità e durata delle Ni-MH. *"Insieme al Gruppo Matsushita - spiegano infatti alla Toyota - stiamo esaminando la capacità delle batterie agli ioni di litio prodotte in serie nell'impianto di Omori in Giappone di proprietà della società in joint-venture Panasonic EV Energy Co. L'annuncio - continuano alla Toyota - rappresenta il nuovo passo verso la diffusione dei veicoli hybrid plug-in i cui test vengono effettuati in collaborazione con le Università di Berkeley e Irvine, nell'ambito del Programma di Incentivazione dei Carburanti Alternativi dello Stato della California."*

Nel giro di pochi anni, dunque, dovremo abituarci a vedere in circolazione sia auto completamente elettriche che *hybrid plug-in*. Vediamo dunque cosa bolle in pentola e quali modelli troveremo prossimamente negli autosaloni.

BYD

BYD (*Build Your Dreams, Costruisci i tuoi sogni*), produttore cinese, è attual-

mente l'unica Casa automobilistica al mondo ad avere disponibile per la vendita una vettura *hybrid plug-in* anche se, per il momento, solo per il mercato interno. La F3DM è una berlina 4 porte dal design semplice che utilizza un motore elettrico da 75 kW di potenza e 400 Nm di coppia alimentato da batterie litio-ferro-fosfato (prodotte dalla stessa BYD); la vettura raggiunge una velocità massima di 150 km/h e presenta un'autonomia di 100 chilometri in modalità solo elettrica. Un motore a benzina da 1,3 litri provvede ad aumentare l'autonomia ricaricando le batterie. Gli accumulatori LiFePO4 possono essere ricaricati in 9 ore utilizzando una normale presa elettrica di casa o in 3 ore median-



Byd F3DM

apposite colonnine di ricarica veloce (in quest'ultimo caso bastano 10 minuti per raggiungere metà carica). La vita degli accumulatori è stimata in 4.000 cicli di ricarica, con prestazioni in calo a partire dai 2.000 cicli. Secondo il produttore la vettura consuma 16 kWh per 100 km, il che significa un costo di 2,5 euro circa ogni 100 km. Il prezzo di vendita è sicuramente molto vantaggioso (almeno per noi): 16.000 Euro circa. Attualmente sono in corso negli USA ed in Europa i test per l'omologazione di questo modello anche per questi mercati. (www.byd.com)

FISKER

La Fisker Karma è la prima sportiva di lusso con tecnologia *hybrid plug-in*. Al contrario della Tesla Roadstar, che è una vettura completamente elettrica, la Karma impiega due motori elettrici per complessivi 403 CV e 1300 Nm di coppia e un motore 2 litri turbo ad iniezione diretta da 265 CV. Con tutti i motori in funzione, la Karma raggiunge i 200 km/h e accelera da 0 a 100 km/h in 6 secondi. In modalità puramente elettrica l'autonomia è di circa 80 chilometri con una velocità massima di 153 km/h. Il consumo dichiarato è di 100 miglia per gallone. Così come nel caso della Tesla, anche dietro la Fisker c'è qualcuno con le spalle grosse: in questo caso si tratta della Quantum, multinazionale del settore militare. Le prime consegne di questa super-car (costa 87.900 dollari) sono previste per l'estate 2009. La vettura

viene prodotta in Europa negli stabilimenti della Valmet, la stessa azienda finlandese che costruisce



Ford SUV Escape Hybrid



Honda Insight Hybrid



Lexus HS 250h

Porsche Boxster e Cayman.
(www.fiskerautomotive.com)

FORD

Come tutti gli altri colossi americani, Ford si appresta a realizzare versioni ibride e ibride plug-in della maggior parte dei veicoli prodotti. Attualmente a listino (per meno di 30.000 dollari) è disponibile un SUV Escape *hybrid plug-in* che utilizza batterie al Ni-MH e che è in grado di percorrere in modalità puramente elettrica fino a 40 miglia.

La produzione su scala industriale è prevista per il 2011 ed al momento sono in corso i test su 20 esemplari. Anche la Fusion sarà tra breve disponibile in versione ibrida: il primo prototipo ha fatto la sua apparizione su strada in occasione dell'ultima corsa della Nascar 2008 vicino a Miami.

Si tratta in ogni caso di modelli destinati esclusivamente al mercato americano mentre per quanto riguarda il nostro continente sono sempre più insistenti le voci relative ad una Ka Mild Hybrid in grado di consumare 3,9 litri di carburante per 100 chilometri e contenere le emissioni di anidride carbonica ben al di sotto della soglia dei 100g/km.

(www.fordvehicles.com)

HONDA

Non sarà una *hybrid plug-in* l'Honda Insight che vedremo circolare sulle strade di tutto il mondo a partire dalla primavera di quest'anno anche se non è escluso che nel giro di qualche anno la capacità delle batterie e i cavalli del motore elettrico vengano potenziati aggiungendo così

la funzione "plug-in" a questa ibrida che, allo stato delle cose, sembra essere una concorrente molto temibile per l'attuale Prius in ragione soprattutto del prezzo di vendita che sarà sicuramente inferiore ai 20.000 euro. Stupisce un po' la scarsa potenza del motore (appena 16 kW) e la limitata capacità delle batterie per la trazione (0,6 kWh). Il propulsore a benzina da 1,3 litri in combinazione col motore elettrico garantisce, secondo la Casa nipponica, un consumo medio di appena 4,4 litri per 100 km ed emissioni di CO₂ di soli 101 g/km. L'Honda punta a vendere a regime fino a 500.000 Insight ibride.

(www.automobiles.honda.com)

LEXUS

Il marchio *luxury* della Toyota è stato il primo a proporre dei SUV a trazione ibrida. Attualmente, anche nel nostro paese sono disponibili vari modelli che implementano questa tecnologia. Recentemente Lexus ha presentato una nuova versione della RX, la 450h, con batterie maggiorate (sempre al Ni-MH, nella tradizione Toyota) e tasto Ev per viaggiare (anche se per pochi chilometri) solo elettricamente.

Di versioni plug-in, al momento, non c'è alcuna notizia. Al recente salone di Detroit è stata presentata un'altra novità Lexus: la HS 250h, una berlina del segmento D, la prima ibrida in questo settore



General Motors

L'industria di Detroit punta moltissimo sulla Chevrolet Volt che do-

vrebbe essere commercializzata a partire dal 2010. La Volt è una berlina *hybrid plug-in* con sistema ibrido serie lunga 4,4 metri, larga 1,7, con un passo di 2,6 e una capacità di carico di 315 litri. Per i primi 60-80 km, funziona in modalità elettrica, alimentata dalla batteria agli ioni di litio della capacità di 16 kWh e che occupa uno spazio di 100 litri; il motore elettrico ha una potenza di 120 kW (160CV) in grado di garantire una velocità massima di 160 km/h. La ricarica delle batterie avviene di norma a casa durante la notte in circa 6,5 ore. Per comodità la Volt dispone di due prese di corrente sui due lati. Quando la batteria raggiunge il 30% della carica massima entra automaticamente in funzione un motore a benzina da 1.000 cc collegato ad un generatore da 53 kW che ricarica la batteria e fornisce corrente al motore elettrico. Con un serbatoio di benzina da 45 litri, l'autonomia della vettura raggiunge così i 1.000 chilometri circa. Secondo General Motors - che intende costruire 60.000 Volt già il primo anno - il costo di esercizio in modalità elettrica non dovrebbe superare i 2 centesimi di euro al chilometro. La versione per il mercato europeo verrà prodotta dalla Opel (vedi più avanti) ed avrà caratteristiche simili. (www.chevrolet.com/electriccar).



Land Rover Freelander Hybrid

e quarto modello della casa con questa tipologia di propulsione. La HS 250h è dotata di un quattro cilindri benzina da 2,4 litri con 187 CV che lavora in abbinamento al sistema elettrico. Ciò ha consentito di ridurre i consumi del 30% rispetto a modelli della stessa categoria. (www.lexus.it)

LAND ROVER

I programmi del famoso costruttore britannico (attualmente di proprietà dell'indiana Tata) prevedono la commercializzazione di una Freelander ibrida nel breve periodo. Prototipi di questa versione circolano già sulle strade britanniche per verificarne prestazioni e affidabilità. Queste vetture, oltre al propulsore termico, dispongono di due motori elettrici: il primo, anteriore, è montato direttamente sull'albero motore del turbodiesel 4 cilindri della Freelander con un sistema a doppia frizione che consente di collegarlo o meno al motore a scoppio. Denominato Cisg (*Crank Integrated Starter Generator*) è di aiuto in accelerazione e funge anche da sistema Start-Stop. Il secondo motore elettrico, denominato Erad, da 25 kW e 200 Nm di coppia massima, è montato posteriormente e può rendere la Freelander una pura auto elettrica a trazione posteriore per impieghi in città e a bassa velocità. Inutile

sottolineare come entrambi i motori elettrici possano recuperare energia in decelerazione, in frenata o in discesa. La Land Rover ha annunciato anche la messa in produzione di versioni plug-in non appena le prestazioni degli accumulatori lo consentiranno. (www.landrover.com)

MERCEDES

Anche la casa tedesca non farà mancare tra i suoi modelli le versioni ibride, per ora con l'intento di abbattere le emissioni nocive e ridurre il consumo di carburante. Prima dell'estate sarà disponibile la versione *mild-hybrid* dell'ammiraglia Classe S: la 400 BlueHYBRID. Il motore a benzina da 3,5 litri eroga una potenza di 205 kW mentre il motore elettrico dispone di una potenza di 15 kW con una coppia di 160 Nm. La potenza combinata è di 299 CV (220 kW) e la coppia massima combinata di 385 Nm. La combinazione tra motore a benzina, motore elettrico e accumulatori al litio fa della S 400 BlueHYBRID la berlina di lusso a benzina con i minori consumi al mondo: appena 7,9 litri ogni 100 Km. Anche le emissioni di CO₂, per questa categoria di vettura, sono le più contenute al mondo: solo 190 grammi per Km. In autunno sarà disponibile una versione ibrida anche per la Classe M anche se solamente per il mercato americano. (www.mercedes-benz.com)



Mercedes 400 BlueHYBRID



Mitsubishi MiEV

MITSUBISHI

Tra tutti i costruttori di automobili, la casa nipponica è senza dubbio quella che ha la maggior esperienza nel settore delle pure vetture elettriche avendo intrapreso da molti anni studi di fattibilità e ricerche in questo settore. La concept car che presto diventerà una vettura di serie è la MiEV (*Mitsubishi innovative Electric Vehicle*). L'attuale configurazione prevede un motore in ciascuna ruota anteriore mentre un singolo motore elettrico spinge le ruote posteriori.

Un sistema elettronico E-4WD ottimizza l'uscita di tutti i motori. Inoltre un nuovo sistema E-AYC (*Electric Active Yaw Control*) viene impiegato per regolare direttamente la coppia trasmessa dal motore elettrico sulle ruote posteriori di destra e di sinistra. Oltre ad E-4WD e E-AYC, il sistema S-AWC integra i sistemi ABS e ASC (*Active Stability Control*), gestendo così in modo indipendente potenza, trazione e frenata su tutte le quattro ruote. Con un pacco di accumulatori al litio da 16 kWh l'autonomia è di 130 km che sale a 160 km con batterie da 20 kWh.

La velocità massima è in ogni caso di 130 km/h. La commercializzazione è prevista nel 2010 in Giappone e l'anno seguente nel resto del mondo. (www.mitsubishicars.com)



Opel Flextrema

Nissan-Renault

A parte la concept car elettrica Nuvu presentata l'anno scorso, Nissan sta preparando un'auto elettrica che sarà commercializzata entro il 2010 in California e Giappone, e in Europa l'anno successivo. Al momento si sa che sarà una berlina da 4-5 posti con motore da 90 kW, un'autonomia di 150 km ed una velocità massima di 125 km/h. La vettura utilizzerà batterie laminari agli ioni di litio con una densità di 140 Wh/kg prodotte dalla NEC. Nissan conta di vendere, a regime, circa 20.000 esemplari di questo modello all'anno. In Europa la vettura verrà commercializzata con il marchio Renault. (www.nissanusa.com)



OPEL

In Europa si chiamerà Flextre-me la cugina della Chevrolet Volt che verrà commercializzata a partire dal 2011. Basata sulla stessa meccanica della Volt, avrà una carrozzeria più sofisticata ed utilizzerà per la ricarica degli accumulatori un motore diesel 1300 cc anziché il benzina. Le altre caratteristiche saranno simili con un tempo di ricarica minore (3 ore) se l'impianto domestico lo permetterà. (www.opel.com)

PEUGEOT-CITROEN

Il gruppo d'Oltralpe ha in programma numerose versioni ibride ma, al momento, nessuna di tipo *plug-in*. In altre parole la batteria non potrà essere ricaricata utilizzando la rete elettrica di casa e l'autonomia in modalità puramente elettrica sarà molto limitata. Le prime a fare la loro comparsa sul mercato saranno la Citroen C4 Hybrid2 e la Peugeot 308 Hybrid2, entrambe con un motore die-



C4 Hybrid2

sel da 1,6 litri 90 CV accoppiato ad un motore elettrico con una potenza costante di 20 CV con coppia di 80 Nm (30 CV di picco con 130 Nm). Questa soluzione permette di ridurre i consumi ad appena 3,4 litri ogni cento chilometri, pur con prestazioni di tutto rilievo (181 km/h). Tra le novità introdotte, il tasto "ZEV": Zero Emission Vehicle che consente di utilizzare esclusivamente la propulsione elettrica in particolari condizioni (tipicamente l'attraversamento di una cittadina) e solamente per una percorrenza massima di 5 km. La commercializzazione di questi due modelli ibridi è prevista entro il 2011. (www.citroen.com)

PININFARINA

Nonostante i problemi finanziari di questa storica azienda italiana (attualmente la società è controllata completamente dalle banche creditrici), prosegue il progetto della B⁰, vettura completamente elettrica progettata in collaborazione con la francese Bolloré. La vettura ha un aspetto decisamente gradevole, con ampi spazi interni e cura dei dettagli. Ma

quello che più colpisce sono le prestazioni, frutto della tecnologia Bolloré che fornisce le batterie LMP (*Lithium Metal Polymere*) alloggiato sotto al pianale, fra i due assali, in modo da mantenere basso il baricentro della vettura. Le batterie, che pesano 300 chilogrammi e occupano uno spazio di 300 litri, hanno una capacità di 30 kWh (lavorano a 410 volt ed erogano una corrente di 75Ah) con una densità di massa, quindi, di 100Wh/kg, tra le migliori nel settore delle vetture elettriche. Le batterie non necessitano di alcuna manutenzione ed hanno una vita di 200.000 chilometri. L'energia fornita consente alla vettura di viaggiare a 130 km/h (velocità limitata elettronicamente) con un'accelerazione pari a 6,3 secondi da 0 a 60 km/h. La massima autonomia dichiarata è



Pininfarina B⁰

di ben 250 km in condizioni normali mentre il tempo di ricarica (con la normale presa di casa) è di 5 ore; è prevista anche la possibilità di una ricarica rapida di emergenza di appena 5 minuti che consente alla vettura di percorrere 25 km. Sul tetto e sul cofano della vettura sono presenti dei pannelli fotovoltaici che in estate consentono di aumentare l'autonomia anche del 30% riducendo così i costi di esercizio. L'avvio della produzione su scala industriale è previsto per il 2011. (www.pininfarina.it)

Smart

La Electric Drive è la soluzione a propulsione elettrica della Smart. E' equipaggiata con un motore da 30 kW, utilizza una batteria al cloruro di sodio-nickel situata nel sottoscocca che garantisce un'autonomia di 115 km, una velocità massima di 112 km/h ed un'accelerazione da 0 a 60 km/h in 5,7 secondi. La vettura consuma solamente 12 kW ogni 100 km mentre la ricarica con la normale presa di casa richiede un tempo variabile tra 4 ed 8 ore. In Italia alcuni mesi fa è stato raggiunto un accordo tra la Smart e l'ENEL che prevede la sperimentazione di questa vettura a partire dall'ottobre di quest'anno. La Smart fornirà 100 vetture alimentate esclusivamente da corrente elettrica che verranno messe a disposizione dei cittadini che vorranno partecipare al progetto a Roma, Pisa e Milano, mentre Enel si occuperà dell'infrastruttura necessaria per un nuovo concetto di mobilità: 400 punti di ricarica dedicati nonché un sistema di controllo centrale. Sempre a proposito della Smart, c'è da segnalare che da tempo numerosi piccoli assemblatori hanno realizzato una versione elettrica di questa vettura un po' ovunque nel mondo. Tra questi c'è da segnalare la Hybrid Technologies (www.hybridtechnologies.com) la cui Smart elettrica verrà pubblicizzata da George Clooney anche in Italia a partire dalla prossima estate. A differenza della Smart Drive, la versione statunitense risulta più performante raggiungendo i 130 km/h con un'autonomia di 190 km. Il costo dovrebbe aggirarsi sui 26.000 Euro circa. (www.smart.com)



SUBARU

Si chiama Stella Plug In Concept Car ed è l'erede della R1e la nuova vettura elettrica realizzata da Subaru. In grado di trasportare 4 passeggeri, si ricarica con la presa elettrica di casa in poche ore. Grazie al propulsore sincrono a magnete permanente da 40 kW e 150 Nm di coppia, raggiunge una velocità massima di 100 km/h. La vettura utilizza una batteria agli ioni di litio a 346 volt con una capacità di 9,2 kWh che garantisce un'autonomia di 80 chilometri, adatta ad un impiego cittadino. Attualmente sono in circolazione 50 prototipi di questa vettura che dovrebbe essere commercializzata entro un paio d'anni. (www.subaru.com)



Subaru Stella Plug In

TATA

Dopo aver acquistato Land Rover e Jaguar, la Casa automobilistica indiana ha acquistato il pacchetto di controllo della norvegese Miljø Grenland/Innovasjon, società specializzata nello sviluppo di tecnologie per la propulsione elettrica e nella produzione di innovative batterie ai polimeri di litio. Questa acquisizione ha consentito alla Tata di entrare nel novero dei produttori di auto elettriche e ibride: sfruttando il know-out della società norvegese, infatti, è stata recentemente presentata la Indica Ev, concept car elettrica che, stando alle intenzioni di mister Ratan - patron della Tata - dovrebbe essere commer-



Tata Indica Ev



Th!nk

cializzata entro un paio d'anni. Le prestazioni dichiarate sono di tutto rispetto: velocità massima di 120 km/h, accelerazione da 0 a 100 km/h in meno di 10 secondi e, soprattutto, autonomia di circa 200 chilometri. Mr. Tatan ha già stupito il mondo con il prezzo dell'utilitaria Nano (appena 1.700 euro): riuscirà a stupirci anche con una elettrica low-cost? (www.tata.com)

TESLA

Vedi riquadro relativo. (www.teslamotors.com)

TH!NK

La TH!NK City è attualmente l'unica vettura elettrica disponibile sul mercato. A dispetto delle apparenze, si tratta di una vera vettura pur se con due soli posti. Costruita da una piccola Casa automobilistica norvegese negli stabilimenti di Aurskog, presso Oslo, in Norvegia, la TH!NK City - di cui sono già stati venduti 1000 esemplari - ha prestazioni di tutto rispetto per una citycar raggiungendo i 105 km/h ed una accelerazione da 0 a 80 km/h in 16 secondi. La vettura utilizza batterie al litio o al sodio che garantiscono un'autonomia di 200 km e si ricaricano in 6-8 ore tramite una presa domestica. Il costo di esercizio è inferiore ad 1 centesimo di euro al chilometro. La vettura utilizza un motore con una potenza di 30 kW mentre le batterie al sodio della Zebra hanno una capacità di 28,2 kWh. Nonostante la crisi che ha colpito il mercato dell'auto, la TH!NK ha in programma la realizzazione di una berlina a 5 posti denomi-



Volkswagen Golf ibrida



Volvo ReCharge Concept



Phylla

nata Ox con prestazioni di tutto rispetto per una pura elettrica (motore da 60 kW con velocità di punta di 135 km/h, autonomia di 200 km ed accelerazione da 0 a 100 km/h in 8,5 secondi. (www.think.no)

VOLKSWAGEN

Anche il primo costruttore tedesco è pronto per la tecnologia ibrida, anche se non ancora di tipo *plug-in*. E' stato infatti presentato di recente il prototipo della Golf TDI Hybrid, una vettura che consuma appena 3,4 litri di gasolio ogni cento chilometri con emissioni di CO2 inferiori a 90 g/m. La vettura utilizza un pacco batterie al NiMH da 1,3 kWh del peso di 45 kg che alimenta il motore elettrico da 20 CV accoppiato al diesel da 75 CV. Non è stata ancora annunciata la data di commercializzazione ma è presumibile che questa ibrida sarà disponibile a partire dal 2011. (www.volkswagen.com)

VOLVO

Si chiama ReCharge Concept la proposta della Volvo per l'auto ecologica degli anni a venire. Anche se si tratta solamente di una concept car realizzata sulla scocca della C30, questa vettura si differenzia dalle altre *hybrid plug-in* per l'utilizzo di quattro motori elettrici (uno per ruota); si tratta pertanto di una versione serie della tecnologia ibrida. Un motore a benzina da 1,6 litri provvede a ricaricare la batteria ai polimeri di litio quando l'energia residua scende sotto il 30%. L'autonomia in modalità elettrica è di 100 km. (www.volvocars.com)

GRUPPO FIAT

L'unica Casa automobilistica nazionale al momento brilla per l'assoluta mancanza di iniziative in questo settore. Certo, bisogna dare atto a Marchionne di avere in brevissimo tempo resuscitato un cadavere, ma al momento, sul fronte delle iniziative ecologiche, la Fiat non va oltre il metano e il GPL. E sì che l'area di Arese in cui sorgeva l'Alfa doveva essere destinata alla produzione di veicoli elettrici! L'unica iniziativa in questo campo è la Phylla, una concept car elettrica nata dalla collaborazione tra il Centro ricerche Fiat, il Politecnico di Torino e un team di imprese piemontesi. Probabilmente una

mera operazione di facciata la cui valenza industriale, nel momento in cui tutti i principali produttori mondiali si muovono verso l'ibrido e soprattutto l'ibrido *plug-in*, è ancora tutta da dimostrare. Qualcosa sembra muoversi, invece, in casa Ferrari. Se infatti come è probabile, le regole comunitarie relative all'emissione di CO2 si faranno sempre più stringenti, i problemi per chi come la Ferrari ha una gamma di vetture molto inquinanti si faranno seri. Da qui l'anticipazione che entro il 2012 anche i bolidi di Maranello ridurranno le emissioni nocive del 40% utilizzando materiali e tecnologie differenti tra cui anche la propulsione ibrida. ■



Toyota

È stata la prima a credere nell'ibrido, portando avanti la scelta con tenacia; una strategia premiata dal

mercato dal momento che, ad oggi, la casa nipponica ha venduto oltre un milione di Prius. Inizialmente sviluppata per ridurre i consumi e l'inquinamento, con l'evoluzione dei sistemi di accumulo dell'energia elettrica, l'ibrida della Toyota può ora aggiungere la funzionalità "plug-in" e diventare, a tutti gli effetti, una vettura elettrica per il 90% del suo impiego. La versione *hybrid plug-in* della Prius verrà commercializzata a partire dal 2010 insieme a varie altre versioni; grazie alla differenziazione dell'offerta (che riguarderà anche la carrozzeria), Toyota conta di vendere oltre un milione di ibride ed elettriche all'anno. E' molto probabile che tutte le nuove versioni ibride vengano equipaggiate con accumulatori agli ioni di litio prodotti nel nuovo stabilimento di Omori i cui impianti dovrebbero funzionare a pieno regime proprio a partire dal 2010. Per il resto la Toyota è piuttosto parco di informazioni: presumibilmente la versione *hybrid plug-in* utilizzerà la stessa filosofia dell'attuale Prius (sistema parallelo) con una batteria da 16 kWh in grado di garantire un'autonomia in modalità elettrica di 80-100 km ed un motore elettrico con potenza di 50 kW. (www.toyota.it)

Modulo S.I.L.
altamente
miniaturizzato,
subito utilizzabile
in tutte le
applicazioni
gestite da
microcontrollore in
cui serva verificare
il movimento di
un veicolo, di un
oggetto o di una
persona.

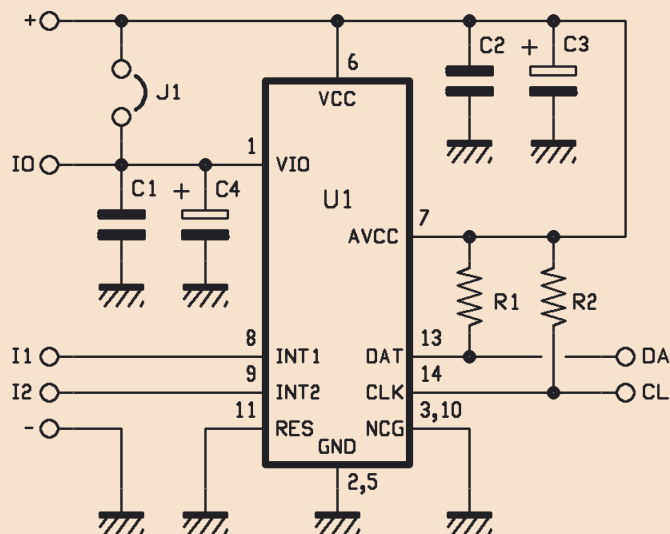


ACCELEROMETRO SINGLE-CHIP

..... a cura della REDAZIONE

Da qualche tempo si trova in commercio un efficiente e prestante circuito integrato che realizza un accelerometro di grande precisione e versatilità: si tratta dell'MM7455L prodotto dalla Freescale, che avete già visto impiegato nel localizzatore GPS con cellulare GSM/GPRS pubblicato nel fascicolo n° 132. Alle ottime qualità (buona sensibilità, direzionalità di rilevamento e interfacciabilità con qualsiasi microcontrollore o microprocessore) contrappone purtroppo una certa difficoltà nell'utilizzo, soprattutto da parte del pubblico degli sperimentatori e

comunque di chi ha, per realizzare i propri montaggi, un'attrezzatura limitata al comune saldatore; infatti, purtroppo il produttore rende il chip disponibile in un case plastico delle dimensioni di pochi mm per lato (le dimensioni, veramente microscopiche, sono esattamente $3 \times 5 \times 1$ mm) i cui terminali sono sì accessibili lateralmente, ma poco distanziati e pensati per un montaggio superficiale mediante apposite macchine automatiche. Dato che a più di un lettore interesserebbe usare il componente, ci siamo posti il problema di come renderlo più facil-



mente impiegabile in un comune circuito stampato; abbiamo quindi trovato la soluzione in un modulo SIL prodotto dalla Futura Elettronica (www.futurashop.it) che altro non è se non l'MM7455L montato su una basetta delle dimensioni di circa 20x10 mm e provvisto dei pochi componenti passivi (condensatori di filtro e resistenze di pull-up per il bus di comunicazione) che gli occorrono. Mediante il piccolo circuito stampato, le connessioni dell'accelerometro vengono trasportate all'esterno su uno strip maschio a passo 2,54 mm, da sette contatti, che permette l'inserzione in qualsiasi zoccolo dip, strip femmina o direttamente nelle piazzole dello stampato del circuito nel quale si deve usare il modulo.

L'INTEGRATO ACCELEROMETRO

La particolarità del nostro modulo o, meglio, dell'integrato che lo compone, è che si tratta di un dispositivo MEMS; la tecnologia MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) consente di integrare, in un unico componente, elementi meccanici e circuiti elettronici per il controllo e l'elaborazione del segnale ricavato dalle parti elettromeccaniche.

Attualmente, grazie alle eccellenti proprietà fisiche del silicio (più robusto, con caratteristiche termiche migliori e un peso specifico pari ad un terzo di quello dell'acciaio) vengono prodotte svariate tipologie di trasduttori, che spaziano dall'ambito meccanico ai sensori di radiazioni e agli attuatori ottici, dai trasduttori termici a quelli magnetici, fino ai trasduttori per sostanze chimiche e biologiche. In generale questi elementi sono costituiti da microstrutture meccaniche, microsensori, microattuatori e microelettronica, tutti integrati nel medesimo chip di silicio. Proprio perché il tutto è realizzato su un chip di semiconduttore, è possibile integrare l'elettronica che realizza le funzioni che trasformano le grandezze ricavate dai sensori in dati analogici o digitali, facilmente interpretabili da un sistema elettronico basato su microcontrollore o microprocessore. Il tutto in un solo dispositivo alloggiato in un minuscolo package. Il nostro accelerometro,

utilizzato nel modulo qui proposto, è un dispositivo realizzato dalla Freescale (ex Motorola Semiconductor) proprio in questo modo; integra un sensore elettromeccanico in silicio, in grado di rilevare lo spostamento su tre assi (due direzioni in orizzontale e una in verticale) e quindi in ogni direzione, interfacciato con un'elettronica che interpreta il segnale e lo converte in una serie di dati. Questo genere di dispositivi ha consentito di implementare funzioni impensabili fino a pochi anni fa, soprattutto nei telefoni cellulari e nelle console per videogiochi (qui permette di rilevare i movimenti del giocatore e trasferirli all'animazione sullo schermo nei giochi di combattimento, corsa e volo virtuale) e, più in generale, in tutti quei sistemi che richiedono il rilevamento del movimento, dell'accelerazione e dell'inclinazione, quali ad esempio impianti antifurto, sistemi per il controllo del rollio dei veicoli con sospensioni a gestione elettronica, strumenti di analisi per laboratorio, elettromedicali, macchinari di test, robot.

L'accelerometro MMA7455L rende disponibili i dati corrispondenti al rilevamento operato dal sensore su un bus SPI e I²C-Bus; l'uscita digitale è stata pensata per agevolare la lettura dei dati da parte di un microcontrollore.

Anzi, migliora la circuitazione perché risparmia al micro di dover utilizzare un convertitore analogico/digitale dedicato alla conversione del segnale analogico.

La possibilità di selezionare tre differenti

sensibilità (corrispondenti ad altrettanti livelli di accele-



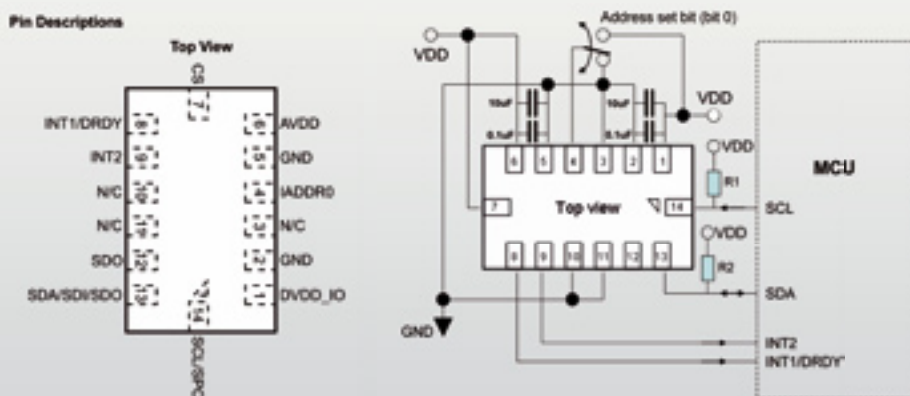
razione, che sono $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$) rende ancora più flessibile il chip. Inoltre, va detto che l'MMA7455L dispone di due linee di interrupt programmabili in modo da comunicare al microcontrollore o microprocessore con cui dialoga un certo evento, ovvero di svolgere una o più azioni quando viene rilevata una certa accelerazione o quando il modulo si ferma. L'integrato è predisposto per funzionare a bassissima tensione, dato che si accontenta di un range tra 2,4V e 3,6 V. Chi desiderasse conoscere qualcosa di più sul componente, potrà scaricare il datasheet dal sito Internet www.freescale.com.

IL NOSTRO MODULO

Come già detto, il modulo non è altro se non l'accelerometro cor-

redato di quei pochi componenti che gli occorrono e delle linee di alimentazione e comunicazione; come notate dallo schema elettrico, a bordo del minuscolo stampato si trovano i due

resistori (R1 ed R2) per il pull-up delle linee SCL ed SDA (chiamate rispettivamente CL e DA e corrispondenti a CLK e DAT del-



Connessioni (a sinistra) e schema applicativo (a destra) dell'integrato Freescale contenente l'accelerometro vero e proprio; notate che tutti i contatti sono sotto il componente, cosa che ne rende difficile la saldatura con il comune saldatore.

AAA accelerometro cercasi... ...offresi inquadramento in Nintendo Wii

Fonti di informazione non ufficiali parlano della realizzazione di un nuovo controller per Nintendo Wii. Il grande successo della console Nintendo è dovuto soprattutto alle grandi innovazioni portate nel settore videoludico, una delle quali è stata il sistema di rilevamento dei movimenti del giocatore che permette di trasferire al gioco direttamente il movimento voluto. L'attuale sistema di motion-detection si basa sull'uso di una tecnologia prodotta originariamente dalla italiana ST Microelectronics (e successivamente da Analog Devices) che ha

consentito di arrivare al riconoscimento del movimento in tre direzioni. Il metodo, sviluppato dal fisico italiano Benedetto Vigna per ST, consentiva la distinzione semplice fra movimenti di pochi millimetri nello spazio. E per fortuna di ST e Nintendo, la tecnologia era anche così economica da avere un costo inferiore ai 3 dollari (circa 2 euro) per unità e quindi tale da poter essere integrata in ogni Wiimote. Notizie ufficiose dicono che Nintendo sta valutando l'uso di accelerometri dell'americana Kionix, già nota per la produzione di

sensori per hard-disk (i Sudden Motion Sensors usati nei laptop G4 e nei MacBook). L'elemento interessante è l'innovativo uso della tecnologia Micro-Electro-Mechanical Systems (MEMS); un sensore basato sui MEMS consentirebbe una sensibilità del controller decisamente superiore a quella attuale, che darebbe quindi maggiore precisione nel riconoscimento movimenti ed un controllo sempre più naturale dei



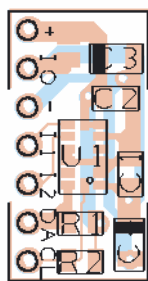
giochi. Anche se Nintendo nega l'esistenza di un nuovo controller Wiimote, è quasi certo che non tarderà ad arrivare quantomeno una versione con MEMS del controller per la Wii.

Elenco Componenti:

R1: 4,7 kohm (0805)
 R2: 4,7 kohm (0805)
 C1: 100 nF multistrato (0805)
 C2: 100 nF multistrato (0805)
 C3: 100 μ F 6,3 VL tantalio (CASE-A)
 C4: 100 μ F 6,3 VL tantalio (CASE-A)
 U1: MMA7450LT/MMA7455LT

Varie:

- Strip maschio 7 poli
- circuito stampato



Basetta e piano di montaggio
 in scala 2:1 (al 200 %).

L'MMA7455L) che costituiscono il bus di comunicazione con l'esterno (l'PC-Bus, per l'esattezza...) oltre ai condensatori di filtro dell'alimentazione. Nel circuito, l'integrato ha già sulla linea del negativo di alimentazione i piedini che devono essere collegati a massa; all'esterno vengono portati anche i due contatti relativi all'interrupt programmabile. Notate che il contatto 4 è stato lasciato non collegato; si tratta dell'input che permette di scegliere tra due possibili indirizzi PC-Bus, giocando sul bit 0. Nel nostro caso tale bit si trova ad 1 logico, perché il resistore di pull-up interno tiene il pin allo stato alto. Il ponticello J1 serve per decidere quale deve essere la tensione applicata al piedino VIO del chip; comprendete ciò sapendo che i livelli della sezione di I/O del componente possono essere adattati in modo da risultare, entro certi limiti, compatibili con quelli del dispositivo (micro) di interfaccia. In

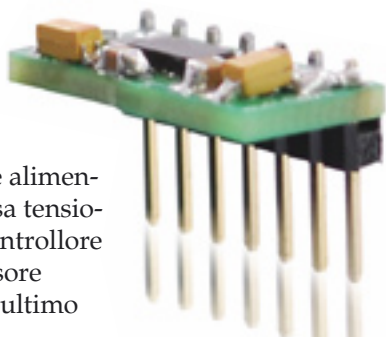
altre parole, interrupt e bus di comunicazione dati possono essere alimentati con la stessa tensione del microcontrollore o microprocessore laddove quest'ultimo

funzionasse a tensione diversa da quella dell'integrato. Dunque, se la tensione applicata tra i pin + e - del modulo è la stessa del dispositivo di interfaccia chiudete J1, mentre se risulta diversa (ad esempio perché il micro funziona a 5 V) non inserite il jumper e date alla linea IO la stessa tensione di alimentazione del microcontrollore con cui il modulo va interfacciato. Questo è quanto, almeno per la parte teorica.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il modulo può essere acquistato già pronto presso la ditta Futura Elettronica di Gallarate (VA), via Adige 11, www.futurashop.it; ciò interesserà certamente coloro che non trovano fattibile il realizzare da sé il dispositivo a causa delle inevitabili difficoltà connesse con la disposizione dei pin dell'integrato Freescale. Comunque, chi desiderasse fare da sé troverà nel nostro sito Web (www.elettronica.it) le tracce lato rame della

basetta a doppia faccia prevista per realizzare il modulo; una volta incisa e forata la basetta, bisogna interconnettere le due tracce ramate mediante un corto spezzone di filo in rame



stagnato dalle due facce, quindi collocare il chip. La saldatura richiede un saldatore dotato di una punta finissima, che permetta di colare piccole gocce di stagno sulle piazzole, da fondere poi, lateralmente, per realizzare il contatto elettrico con i pad dell'integrato.

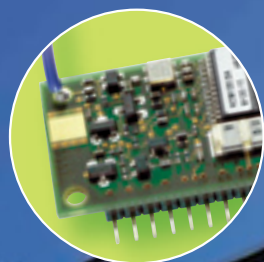
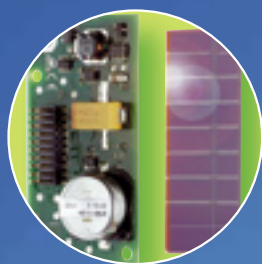
Il modulo va completato inserendo e saldando uno strip maschio da sette contatti a passo 2,54 mm, nelle piazzole poste sul lato lungo dello stampato; lo strip permetterà l'inserzione nel circuito dove servirà utilizzare l'accelerometro, usando un semplice strip femmina o una fila di uno zoccolo 7+7 pin opportunamente tagliata e saldata nel circuito stesso. Per tutte le applicazioni, rammentate che l'apparato in cui usate il modulo deve poter dare un'alimentazione stabilizzata consistente in una tensione continua di 2,5÷3,5 V; se l'accelerometro va interfacciato con dispositivi a logica TTL tradizionale, aprite il jumper del modulo e alimentate separatamente il piedino VIO con la stessa tensione che alimenta tale logica e date al pin + i soliti 2,5÷3,5 V. ■



per il MATERIALE

L'autocostruzione di questo modulo richiede una grande perizia e abilità. Quanti volessero cimentarsi in questa impresa potranno acquistare il nudo chip MMA7455LT al prezzo di 8,00 Euro. Quanti, invece, desiderano avere il modulo accelerometro già assemblato e testato dovranno fare riferimento al codice M-ACC: il costo in questo caso è di 13,50 Euro, IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
 Futura Elettronica, Via Adige 11,
 21013 Gallarate (VA)
 Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



IL PULSANTE? VIA RADIO E AUTOALIMENTATO!

di MATTEO DESTRO

Poter mettere un interruttore per la luce o un sensore di temperatura dove vogliamo, semplicemente applicandolo al muro e senza bisogno di fili? Con i prodotti Enocean è una realtà. I trasmettitori si autoalimentano mentre i ricevitori prendono corrente dalla linea che devono commutare o dal dispositivo cui vanno interfacciati.



Nelle applicazioni di uso domestico (gestione impianto elettrico) quanto industriale (sensoristica e controlli remoti) si sente sempre più la necessità di utilizzare sistemi di comunicazione wireless. Attualmente il mercato offre un'ampia gamma di prodotti che consentono svariate applicazioni, ma purtroppo richiedono un sistema di alimentazione (solitamente batterie) per il loro funzionamento. Recentemente una casa tedesca (Enocean) ha iniziato a commercializzare alcuni dispositivi che non necessitano di alcuna alimentazione. Funzionano, infatti, ricavando autonomamente l'energia di cui necessitano per trasmettere i dati nell'etere, i quali saranno ricevuti e decodificati da un opportuno modulo ricevente. I moduli sfruttano energie non convenzionali, intendendo con ciò la possibilità di generare energia elettrica sfruttando fenomeni elettromeccanici, fotovoltaici o termoelettrici (celle di Peltier). Si può quindi affermare che i moduli Enocean riescono a produrre energia sfruttando l'ambiente circostante. Di recente abbiamo avuto modo di occuparci di tali prodotti e abbiamo lavorato con alcuni di essi; vogliamo dunque parlarvi di questa esperienza iniziando col dire che in queste pagine e nelle prossime puntate la nostra attenzione sarà focalizzata sui seguenti prodotti Enocean:

- PTM200; trasmettitore radio 4 pulsanti;
- STM110; trasmettitore radio per sensoristica (Quattro ingressi digitali e 3 ingressi analogici);
- STM250; trasmettitore radio per contatto magnetico;
- RCM110; modulo ricevitore RF tipo 1;
- RCM120; modulo ricevitore RF tipo 2.

I moduli trasmettitori della Enocean lavorano con una frequenza portante di 868,3 MHz, con modulazione di tipo ASK e data rate di 120 kbps; il massimo raggio di azione in campo libero arriva a 300 metri, che diventano circa 30 all'interno delle abitazioni. Ogni trasmissione dati da parte di un modulo trasmettitore è caratterizzata dall'invio di tre pacchetti di dati (chiamati "telegrammi") identici, ognuno della lunghezza massima di 700 μ s e spediti tutti entro e non oltre 30 ms.

Quando nello stesso ambiente operano più trasmet-

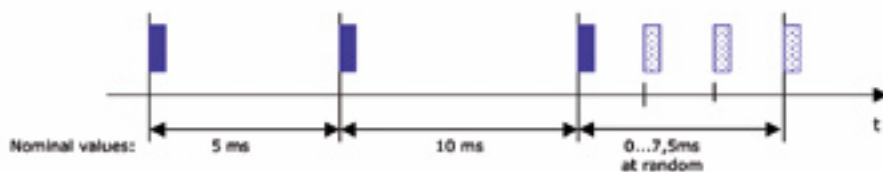


Fig. 1 – Temporizzazione dei tre invii di dati effettuati in sequenza da un trasmettitore Enocean.

titore Enocean, c'è il rischio che due telegrammi possano essere trasmessi simultaneamente, con la conseguenza che si possa verificare una "collisione" con conseguente perdita di qualche dato. La possibilità di collisione durante la trasmissione dati è comunque molto remota, in quanto la velocità di trasmissione è molto elevata e inoltre i telegrammi vengono spediti più volte, fino a un massimo di tre, e tutti in pochi millisecondi (ogni invio dati prende il nome di Sub-Telegramma). La Fig. 1 mette in evidenza la distanza temporale tra i tre Sub-Telegrammi spediti: si può osservare come il secondo e terzo Sub-Telegramma vengono spediti entro circa 20 ms dal primo; per migliorare la robustezza del sistema di trasmissione, il terzo Sub-Telegramma viene spedito dopo un tempo casuale rispetto al secondo, rispettando comunque la regola che i due Sub-Telegrammi successivi

al primo devono essere spediti entro un tempo di circa 20 ms. Questo approccio permette di utilizzare più trasmettitori senza che entrino tra loro in conflitto durante le trasmissioni dati, tanto che l'affidabilità della trasmissione, nel caso in cui siano installati 100 trasmettitori che trasmettono ogni secondo i propri dati, si attesta a circa il 99,99%. Il grafico riportato nella Fig. 2 mette in evidenza la differenza di efficienza della tecnologia Enocean rapportata a un sistema tradizionale di trasmissione dati. Altri fattori importanti che influenzano la trasmissione dati e quindi la portata del segnale radio sono:

- tipo e posizione dell'antenna sia del trasmettitore che del ricevitore;
- eventuali ostacoli tra il trasmettitore e il ricevitore;
- sorgenti di interferenza elettromagnetica (ad esempio altri sistemi di radio trasmissione);

- punti morti dovuti a oggetti elettricamente conduttivi posti nelle vicinanze;

I muri e la loro consistenza possono interferire con la trasmissione dati. Ovviamente più la consistenza del muro aumenta e più il segnale verrà attenuato; ad esempio muri in gesso oppure in legno permettono

un range di trasmissione di 30 metri (il segnale radio è in grado di attraversare un massimo di 5 muri). Pareti in mattoni consentono un range di trasmissione di 20 metri (il segnale radio è in grado di attraversare un massimo di 3 muri). Muri in cemento armato e soffitti (solette) permettono un range di trasmissione di 10 metri. Il segnale radio è in grado di attraversare al massimo un muro in cemento armato oppure un soffitto. Per quanto riguarda le pareti taglia-fuoco, trombe delle scale ecc., sono considerati elementi schermanti e quindi difficilmente attraversabili dalle onde radio trasmesse.

Nel valutare la portata del sistema è importante anche considerare l'angolo con cui il segnale radio impatta con il muro: la trasmissione deve avvenire in modo più direttivo possibile; inoltre bisogna evitare di montare le antenne nelle nicchie e dietro o sopra (o sotto) piani metallici, i quali riducono del 30% la portata del segnale radio. Controsoffitti con pannelli di metallo o fibre di ferro, vetri piombati o con rivestimenti metallici, sono alla stessa stregua.

Concludiamo questa introduzione parlando di come i moduli trasmettitori ricavano l'energia necessaria per il loro funzionamento: la fonte principale di energia è l'ambiente che li circonda. Ad esempio è possibile generare una tensione elettrica sfruttando un sistema di conversione dell'energia di tipo elettrodinamico. Tale sistema di generazione di energia è attivabile semplicemente con la pressione di un dito, come su un telecomando TV, ed è utilizzato nei moduli PTM200 dei quali parleremo in dettaglio più avanti. Nel caso specifico, quando si preme il tasto di trasmissione si muove il

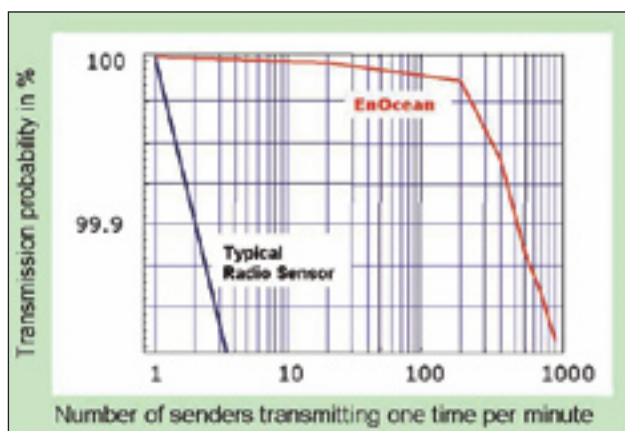
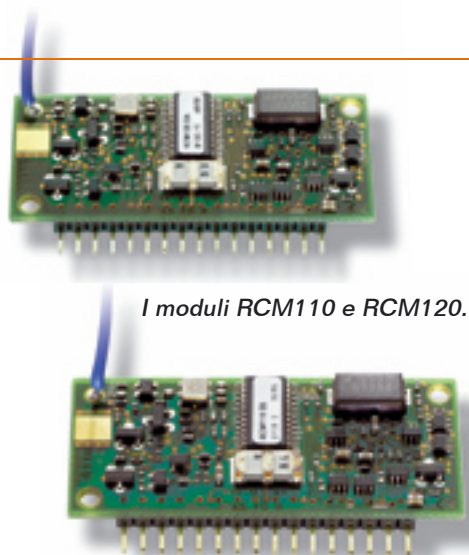


Fig. 2 - Possibilità di successo di una trasmissione quando operano insieme più TX: moduli Enocean a confronto con un sistema convenzionale.



I moduli RCM110 e RCM120.

perno di una bobina, che genera una tensione impulsiva dalla quale si ottiene una componente continua con cui si alimenta il trasmettitore, il quale, grazie ad un condensatore, resta attivo per il tempo che occorre. Un altro modo per produrre energia consiste nello sfruttamento delle vibrazioni che, attraverso un cristallo piezoelettrico, possono essere convertite in energia elettrica, oppure della luce ambiente mediante piccole celle solari abbinate a dei gold-cap i quali, se carichi, permettono al modulo di rimanere attivo anche durante la notte in assenza di luce solare o luce artificiale (lampade). I gold-cap necessitano di un paio d'ore per arrivare alla loro massima carica. Ultima, ma non meno importante, è la possibilità di produrre energia sfruttando le differenze di temperatura tra due elementi, ricorrendo alle celle di Peltier.

I MODULI RICEVENTI RCM110 ED RCM120

Si tratta di due ricevitori caratterizzati dallo stesso hardware ma da due firmware differenti. Per realizzare applicazioni flessibili, si consiglia l'utilizzo dei moduli ricevitori RCM120, perché hanno un'uscita di tipo seriale RS232, tuttavia tratteremo entrambi confrontando le potenzialità dell'uno e dell'altro.

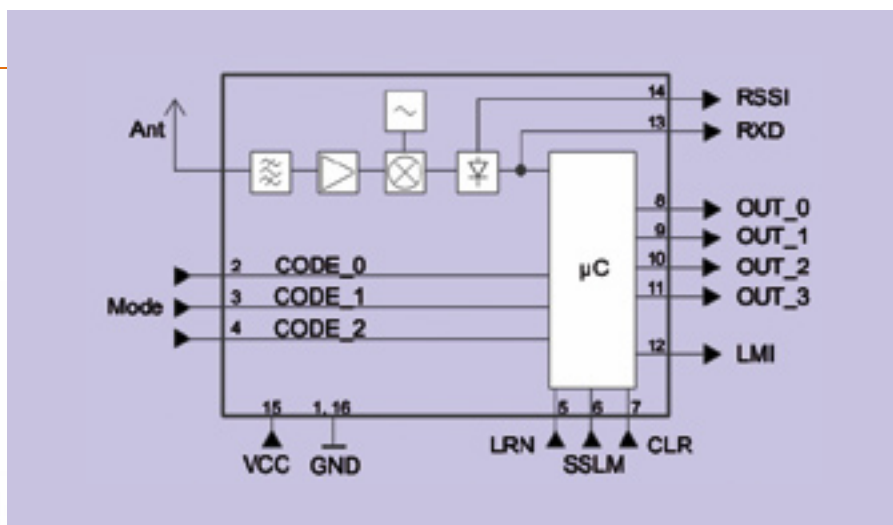


Fig. 3 – Schema a blocchi dei ricevitori RCM110 ed RCM120.

L'hardware dei due moduli ricevitori RCM110 e RCM120 è descritto dallo schema a blocchi visibile nella Fig. 3. Lo schema a blocchi è divisibile in due parti distinte, la prima delle quali riguarda la sezione di ricezione del segnale radio, che viene demodulato e inviato al blocco di elaborazione contrassegnato dalla dicitura µC. Il blocco di ricezione prevede due pin di uscita, RSSI e RXD, il primo dei quali indica

la potenza del segnale ricevuto, mentre il secondo riporta il flusso dati inviato dai moduli trasmettitori. La seconda parte dello schema riguarda il "cervello" del modulo ricevitore (il µC...) che si occupa di decodificare il segnale radio ricevuto e di gestire le due sezioni di ingresso e uscita. La sezione di uscita è formata da quattro linee, "OUT_0 ... OUT_3", le cui funzioni sono impostate dalla codifica delle tre linee di

Tabella 1 - Modalità di funzionamento del modulo RCM110.

Mod	Funzione	Descrizione	N° Canali	CD_2	CD_1	CD_0
0	Nessuna	-	-	NC	NC	NC
1	Nessuna	-	-	NC	NC	GND
2	1 Canale - Rocker	Lo stato dell'uscita varia alla pressione del pulsante (Rocker). Il pulsante comanda un'unica uscita; il modulo ricevitore ha memorizzato l'ID di un solo modulo PTM200.	1 (OUT_0)	NC	GND	NC
3	2 Canali - Rocker	Lo stato delle due uscite varia alla pressione dei due pulsanti (Rocker). Ogni pulsante del Rocker comanda un'uscita; il modulo ricevitore ha memorizzato l'ID di un solo modulo PTM200.	2 (OUT_0..1)	NC	GND	GND
4	4 Canali - Rocker	Lo stato delle quattro uscite varia alla pressione dei quattro pulsanti (2 Rocker). Ogni pulsante dei due Rocker comanda un'uscita; il modulo ricevitore ha memorizzato l'ID di due moduli PTM200.	4 (OUT_0..3)	GND	NC	NC
5	Dimmer	L'uscita OUT_0 è un segnale PWM a 50 kHz e viene gestita dal pulsante del Rocker memorizzato nel modulo ricevitore. L'uscita OUT_1 resterà attiva finché il segnale PWM non scenderà a 0% di duty-cycle.	2 (OUT_0..1)	GND	NC	GND
6	Nessuna	-	-	-	-	-
7		Riservato		GND	GND	GND

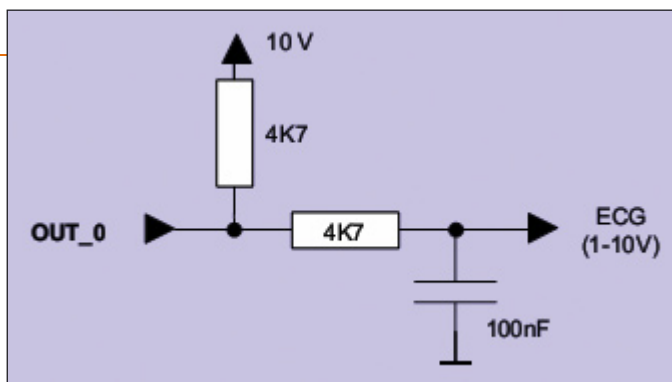


Fig. 4 - Come ricavare una tensione continua dall'onda PWM uscente dal ricevitore.

ingresso siglate "CODE_0 ... CODE_2". Oltre a questi ingressi, il microcontrollore deve gestire le tre linee "LRN", "SSLM" e "CLR". La prima (LRN) manda il modulo ricevitore in "acquisizione", modalità nella quale il modulo acquisisce l'ID del modulo trasmettitore che si vuole associare a tale ricevitore. L'ID di ogni modulo trasmettitore è univoco e consiste in un codice esadecimale a 32Bit. A seconda della codifica delle linee "CODE_0 ... CODE_2" verrà acquisito uno o più moduli trasmettitori.

La seconda linea (SSLM) manda il modulo ricevitore in "acquisizione" per la gestione delle scenografie. In questa modalità vengono acquisiti i moduli della serie PTM (PTM200) i quali, una volta acquisiti, andranno a richiamare le scenografie memorizzate nel modulo ricevitore. Questa modalità è disponibile solo sui moduli ricevitori RCM110. Per programmare le scenografie è necessario utilizzare il modulo per il controllo remoto CTM.

La terza linea (CLR) serve per cancellare tutti gli ID e le scene memorizzate dal modulo ricevitore RCM110 o RCM120. Conclusa la cancellazione degli ID, il modulo andrà automaticamente in "acquisizione". I due moduli RCM110 e RCM120 gestiscono funzioni differenti e, come detto prima, a seconda dell'applicazione sarà più oppor-

tuno scegliere uno rispetto all'altro. Cominciamo con analizzare le possibili modalità di funzionamento del modulo RCM110, le quali vengono determinate dalla codifica delle tre linee di ingresso CODE_0 ... CODE_2 e sono riassunte nella Tabella 1. Come si vede, in essa sono possibili solo funzioni di ge-

stione dei carichi; per i modi 2, 3 e 4 sono necessari dei relé. Invece il modo 5 prevede una rete RC necessaria a ricavare, dall'onda PWM, una tensione continua di valore compreso tra 1 e 10 volt, con la quale comandare dei dimmer standard a controllo DC. Per l'uscita in PWM vale lo schema visibile nella Fig. 4. Tale tipo di alimentatore varia l'intensità luminosa del carico collegato a seconda della tensione in ingresso; alla minima tensione corrisponde la minima intensità luminosa, mentre,

Tabella 2 - Modalità di funzionamento del modulo RCM120

Mod	Funzione	Descrizione	N° Canali	CD_2	CD_1	CD_0
0	Interfaccia seriale	L'uscita OUT_0 viene configurata come interfaccia seriale asincrona la quale restituisce un pacchetto dati contenente le informazioni inerenti i telegrammi inviati da qualsiasi modulo trasmettitore EnOcean. L'interfaccia seriale è configurata per funzionare a 9600 Bps, 8 bit per i dati, nessun bit di parità, un bit di start e un bit di stop. L'uscita OUT_1 viene utilizzata per indicare che il modulo è entrato in modalità "learning mode"	2 (OUT_0..1)	NC	NC	NC
1	Push-Button	Riporta sull'uscita lo stato del pulsante premuto. Sull'uscita OUT_0 viene riportato lo stato del pulsante "0" mentre sull'uscita OUT_1 lo stato del pulsante "1"	2 (OUT_0..1)	NC	NC	GND
2	Controllo per motori tubolari a due vie	Come la modalità, 6 ma operante su due motori tubolari	4 (OUT_0..1) e (OUT_2..3)	NC	GND	NC
3	None	-	-	NC	GND	NC
4	None	-	-	GND	GND	GND
5	None	-	-	GND	NC	GND
6	Controllo per motori tubolari	L'uscita OUT_0 Apre/Alza la persiana, mentre l'uscita OUT_1 Chiude/Abbassa la persiana. Il pulsante del rocker non deve essere premuto per un tempo superiore a 750 ms. Se il pulsante sarà premuto per un tempo superiore a 2 s. la tapparella salirà/scenderà in modo continuo fino al rilascio del pulsante. Se la tapparella sta salendo o scendendo e si preme il pulsante per un tempo inferiore a 750 ms. si invertirà la direzione del movimento	2 (OUT_0..1)	-	-	-
7	Test	Riservato		GND	GND	GND

viceversa, la massima luminosità coincide con la massima ampiezza. L'uscita OUT_1 serve per staccare il carico quando si rende necessario spegnere completamente la lampada; ovviamente è necessario prevedere un relé da collegare all'uscita OUT_1.

Il modulo ricevitore RCM120 viene programmato con un diverso firmware e quindi prevede delle modalità di funzionamento diverse dal modulo RCM110. Le tre linee di ingresso, CODE_0 ... CODE_2, permettono le modalità di funzionamento descritte nella Tabella 2.

In questo caso la modalità di funzionamento più flessibile è quella inerente all'interfaccia seriale, la quale, associata a un microcontrollore, permette di realizzare dei sistemi in grado di gestire qualsiasi modulo trasmettitore Enocean. Sicuramente utili anche le funzioni 2 e 6, pensate per la gestione dei motori tubolari per la movimentazione delle tapparelle (funzione pienamente realizzabile sfruttando la modalità 0 con relativo microcontrollore associato).

Quando si utilizza l'interfaccia seriale, qualsiasi telegramma ricevuto dal modulo RCM120 viene spedito sulla seriale usando un apposito protocollo di comunicazione.

Inoltre, se il telegramma ricevuto appartiene a un modulo memorizzato nel ricevitore RCM120, verrà impostato un apposito bit all'interno del pacchetto dati inviato sulla seriale per indicare tale evento.

Ovviamente per sfruttare appieno le potenzialità dell'interfaccia seriale è necessario acquisire gli ID dei moduli del ricevitore RCM120. La Fig. 5 mostra la relazione tra la ricezione di un telegramma (composto da tre Sub-Telegrammi) e la sua

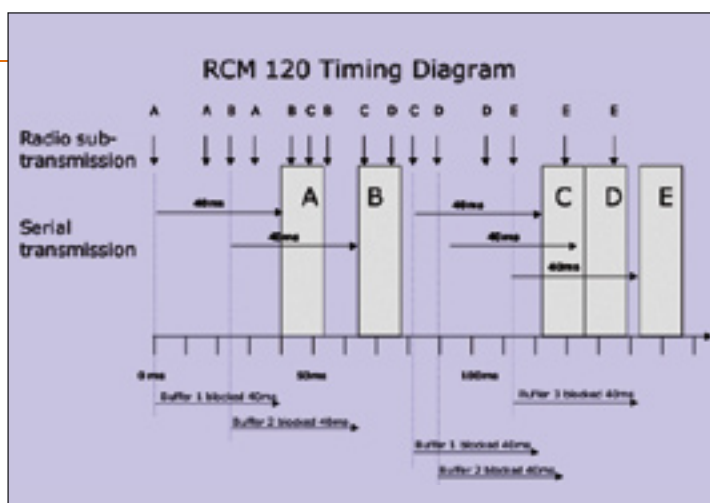


Fig. 5
Correlazione tra i telegrammi ricevuti e l'invio dei dati corrispondenti sulla seriale.

trasmissione sulla seriale. La trasmissione seriale ha inizio a 40 ms dalla ricezione del primo sub-telegramma, ognuno dei quali è, nella figura, evidenziato

completo quando tutti i tre Sub-Telegrammi sono stati ricevuti). Osservando attentamente la figura si nota che dopo la ricezione dei primi due Sub-Telegrammi

Tabella 3 - Protocollo invio dati modulo RCM120

Byte	Tipo	Descrizione
1	Sync Byte 1	Byte di sincronismo. Valore esadecimale 0xA5
2	Sync Byte 0	Byte di sincronismo. Valore esadecimale 0x5A
3	H_Seq + Length	Questo byte è formato da due parti distinte. La prima H_Seq, 3 Bit, indica se l'ID del modulo che ha trasmesso il telegramma è memorizzato nel modulo RCM120 oppure no. Quindi se H_Seq = 0 modulo non riconosciuto in quanto non memorizzato, se H_Seq = 1 modulo riconosciuto. Se invece H_Seq = 2 indica nuovo trasmettitore acquisito. La seconda parte, Length, indica quanti byte seguono ai primi 3 ricevuti. Solitamente seguono sempre 11 byte per un totale di 14 byte
4	Org	Identifica il tipo di telegramma ricevuto. Ogni modulo trasmettitore ha il proprio codice di ORG. Ad esempio il codice ORG del modulo PTM200 è 5
5	Data_Byte_3	Data byte. Dipende dal modulo trasmettitore, Byte più significativo
6	Data_Byte_2	...
7	Data_Byte_1	...
8	Data_Byte_0	Data byte. Dipende dal modulo trasmettitore, Byte meno significativo
9	ID_Byte_3	ID byte. ID univoco modulo trasmettitore. Byte più significativo
10	ID_Byte_2	...
11	ID_Byte_1	...
12	ID_Byte_0	ID byte. ID univoco modulo trasmettitore. Byte meno significativo
13	Status	Byte di stato. Dipende dal modulo trasmettitore
14	Checksum	Byte di checksum. Necessario per verificare la validità del pacchetto dati ricevuto. Il checksum viene calcolato come: $Checksum = \sum_{i=1}^{13} Byte_Ricevuta_i$ La sommatoria dei byte ricevuti non comprende in byte di checksum stesso

da un rettangolo grigio (le lettere all'interno di tali rettangoli sottolineano quale telegramma si sta inviando). I Sub-Telegrammi ricevuti vengono salvati in un buffer di memoria e, per garantire una certa flessibilità durante i momenti di congestione, il buffer permette di memorizzare in cascata fino a 4 telegrammi completi (un telegramma si considera

del messaggio "A" viene ricevuto un Sub-Telegramma "B" e successivamente ancora il Sub-Telegramma "A". Questa successione di eventi non ha fatto perdere le informazioni sul telegramma "A", il quale viene inviato regolarmente sulla seriale. La figura mostra anche la ricezione di altri tre telegrammi "C", "D" ed "E" inviati in successione sull'usc-

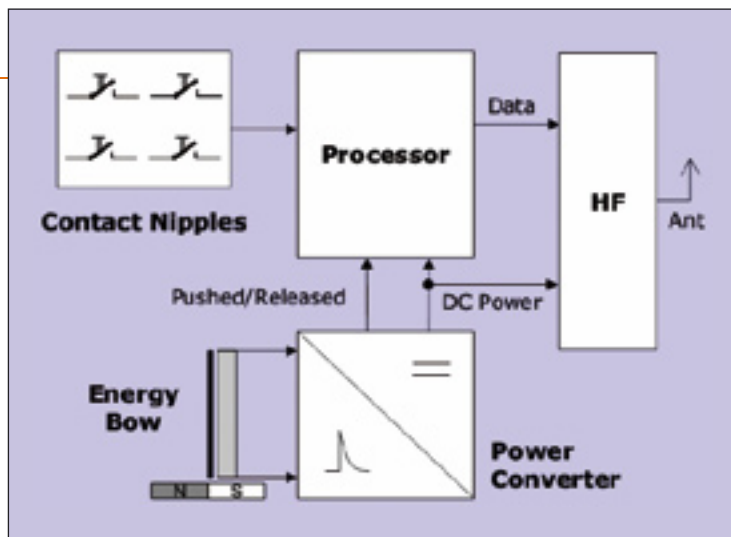


Fig. 6
Schema
a blocchi del
trasmettitore
PTM200.



ta seriale. Il modulo RCM120 quando invia i dati sulla seriale li raggruppa in pacchetti secondo un ben determinato protocollo di comunicazione; nella Tabella 3 ne riportiamo una breve descrizione. Come si può notare, il pacchetto dati è formato da 14 byte e sulla seriale ne viene inviato uno ad ogni telegramma ricevuto.

MODULO TRASMETTITORE PTM200

Il modulo TX PTM200 si occupa di inviare, solo alla pressione o al rilascio del tasto di cui dispone, lo stato di uno o al massimo due pulsanti dei quattro disponibili. Il modulo non necessita di batterie in quanto l'energia elettrica necessaria a trasmettere il telegramma viene generata con un trasduttore di energia elettrodinamico. Lo schema a blocchi del modulo trasmettitore è illustrato nella Fig. 6.

La parte di alimentazione è evidenziata dal trasduttore elettrodinamico, cui segue il blocco di conversione dell'impulso di energia nella tensione continua che andrà ad alimentare un microcontrollore e l'elettronica di trasmissione radio. Tutte le volte che si preme uno dei quattro pulsanti a disposizione, il magnete viene spinto all'interno della bobina generando così un impulso il quale verrà convertito in energia elettrica; al rilascio del pulsante verrà generato un se-

condo impulso. È quindi possibile intercettare sia la pressione che il rilascio del pulsante. I pulsanti, oltre a generare l'energia necessaria al funzionamento, sono usati per dare il segnale di attivazione della trasmissione agli ingressi del microcontrollore che governa l'unità.

I pulsanti sono distribuiti su due file, ossia canale "A" e canale "B". La pressione dei pulsanti sulla parte alta viene identificata con la dicitura "O", mentre la pressione degli stessi sulla parte bassa viene identificata con la lettera "I", come mostrato nella Fig. 7. Lo stato dei pulsanti viene trasmesso utilizzando solo il byte più significativo dei quattro disponibili (DATA_BYTE_3) mentre i rimanenti byte sono impostati a zero.

Analizziamo come lo stato dei pulsanti viene codificato e salvato nel DATA_BYTE_3, riferendoci alla Tabella 4.

Se si preme solo il pulsante sul canale "A" vengono utilizzati i soli 4 bit più significativi (il nibble basso è zero) mentre se vengono premuti contemporaneamente tutti e due i canali verranno utilizzati tutti gli 8 bit a disposizione. Analizziamo in dettaglio le varie possibilità.

Tabella 4

2 Bit	1 Bit	1 Bit	2 Bit	1 Bit	1 Bit
RID	UD	PR	SRID	SUD	SA

I due bit più significativi (RID) identificano il numero del canale premuto o rilasciato; i valori ammessi sono 0 (Canale A) e 1 (Canale B). Il bit UD identifica il pulsante del canale che è stato premuto, se UD=1 è stato premuto il pulsante "O" se UD=0 è stato premuto il pulsante "I" (vedere figura precedente).

Il bit PR identifica se il pulsante è premuto o rilasciato (attenzione che l'informazione contenuta in questo bit non è identica a quella contenuta nel bit UD); PR = 1 significa pulsante premuto e PR = 0, pulsante rilasciato.

Se vengono premuti contemporaneamente i pulsanti sia del canale "A" che del canale "B", si vedono variare anche i due bit SRID; i valori ammessi sono 0 (Canale A) e 1 (Canale B).

Il bit SUD identifica se è stato premuto il pulsante "O" oppure il pulsante "I" quando entrambi i canali sono premuti; la logica è la stessa del bit UD.

Il bit SA identifica se il pulsante è premuto o rilasciato; se pulsante premuto SA = 1 se pulsante rilasciato SA = 0.

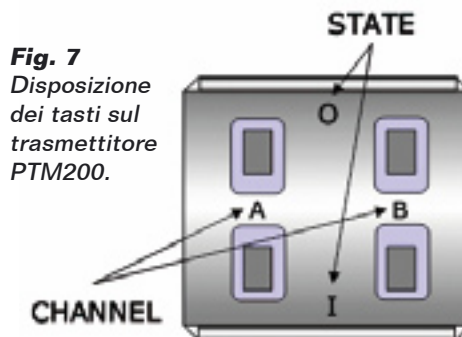


Fig. 7
Disposizione
dei tasti sul
trasmettitore
PTM200.

Prospetto 1 - Pacchetti dati inviati dal PTM200

Pressione su Pulsante "I" - Canale "A":

[A5] [5A] [0B] [05] [10] [00] [00] [00] [00] [10] [73] [14] [30] [E7]

[A5] [5A] Byte di sincronismo;
[0B] Byte H_SEQ e LENGHT; modulo non riconosciuto (0) lunghezza dati 11 byte (B);
[05] Byte ORG. Modulo trasmettitore PTM200;
[10] ... [00] Byte Data. Viene preso in considerazione solo il Byte Data 3 (MSB);
 Canale "A", Pulsante "I", Pulsante premuto
[00] ... [14] Identificativo modulo PTM200;
[30] Status byte. Identifica modulo PTM200 tipo 2, N-Message. Nessuna ripetizione;
[E7] Checksum.

Pressione su Pulsante "I" - Canale "B":

[A5] [5A] [0B] [05] [50] [00] [00] [00] [00] [10] [73] [14] [30] [27]

[A5] [5A] Byte di sincronismo;
[0B] Byte H_SEQ e LENGHT; modulo non riconosciuto (0) lunghezza dati 11 byte (B);
[05] Byte ORG; modulo trasmettitore PTM200;
[50] ... [00] Byte Data; viene preso in considerazione solo il Byte Data 3 (MSB).
 Canale "B", Pulsante "I", Pulsante premuto
[00] ... [14] Identificativo modulo PTM200;
[30] Status byte (identifica modulo PTM200 tipo 2, N-Message); nessuna ripetizione;
[27] Checksum.

Pressione sui pulsanti "I" di entrambi i canali "A" e "B":

[A5] [5A] [0B] [05] [15] [00] [00] [00] [00] [10] [73] [14] [30] [EC]

[A5] [5A] Byte di sincronismo;
[0B] Byte H_SEQ e LENGHT; modulo non riconosciuto (0) lunghezza dati 11 byte (B);
[05] Byte ORG; modulo trasmettitore PTM200;
[15] ... [00] Byte Data. Viene preso in considerazione solo il Byte Data 3 (MSB).
 Canale "A" e "B", Pulsante "I", Pulsanti premuti
[00] ... [14] Identificativo modulo PTM200;
[30] Status byte (identifica modulo PTM200 tipo 2, N-Message); nessuna ripetizione;
[EC] Checksum.

Pressione su Pulsante "I" - Canale "A" e pressione su Pulsante "O" - Canale "B":

[A5] [5A] [0B] [05] [17] [00] [00] [00] [00] [10] [73] [14] [30] [EE]

[A5] [5A] Byte di sincronismo;
[0B] Byte H_SEQ e LENGHT; Modulo non riconosciuto (0) lunghezza dati 11 byte (B);
[05] Byte ORG; modulo trasmettitore PTM200;
[17] ... [00] Byte Data; viene preso in considerazione solo il Byte Data 3 (MSB).
 Entrambi i rocker premuti. Rocker 0: premuto tasto "I", rocker 1: premuto tasto "O", rocker premuti
[00] ... [14] Identificativo modulo PTM200;
[30] Status byte (identifica modulo PTM200 tipo 2, N-Message); nessuna ripetizione;
[EE] Checksum.

Pulsanti rilasciati:

[A5] [5A] [0B] [05] [00] [00] [00] [00] [00] [10] [73] [14] [20] [C7]

[A5] [5A] Byte di sincronismo;
[0B] Byte H_SEQ e LENGHT; modulo non riconosciuto (0) lunghezza dati 11 byte (B);
[05] Byte ORG; modulo trasmettitore PTM200;
[00] ... [00] Byte Data; viene preso in considerazione solo il Byte Data 3 (MSB);
[00] ... [14] Identificativo modulo PTM200;
[20] Status byte (identifica modulo PTM200 tipo 2, U-Message); nessuna ripetizione;
[C7] Checksum.

Mettiamo in evidenza quanto detto con qualche esempio pratico; la sequenza di byte in formato esadecimale ricalca il pacchetto dati che un modulo ricevente RCM120 invierebbe sulla propria

seriale ed è del tipo illustrato nel Prospetto 1.

MODULO STM110

Il modulo trasmettitore STM110 mette a disposizione del progettista

una serie di ingressi analogici e digitali utili per la realizzazione di sistemi di controllo della temperatura, dell'illuminazione, dello stato di porte e finestre (aperte o chiuse) ecc. In pratica è



EnOcean ridisegna la domotica

Fondata nel 2001 a Monaco di Baviera, EnOcean realizza una varietà di dispositivi elettronici che sfruttano per l'alimentazione fonti marginali di energia presenti nell'ambiente, come differenze di temperatura, movimento di organi meccanici, luce solare, rumore. Una parte fondamentale delle competenze di EnOcean consiste quindi

nella progettazione di circuiti elettronici che svolgano le proprie funzioni consumando pochissima energia, prodotti destinati a sostituire i tradizionali sistemi di automazione della casa e dei luoghi di lavoro. Le tecnologie utilizzate da EnOcean sono state inizialmente sviluppate da Siemens e hanno già trovato applicazione in edifici modello eco-sostenibili realizzati in diverse parti del mondo, dove partner EnOcean si sono occupati della fornitura di comandi e sensori; alcuni esempi sono il palazzo uffici Premino II e l'Hotel Platz a Monaco di Baviera, la sede SAP a Walldorf (sempre in Germania) e la Torre Espacio a Madrid, in Spagna.

un modulo generico per la gestione di sensori. L'STM110 dispone di tre ingressi analogici e quattro digitali; i tre ingressi analogici fanno capo a un convertitore Analogico/Digitale a 8 Bit.

L'alimentazione del modulo viene fornita da una cella solare la quale, oltre ad alimentare tutta l'elettronica, gestisce anche la carica di un gold-cap il quale assicura il funzionamento del modulo per diversi giorni anche in totale assenza di luce. Nel caso in cui non sia possibile utilizzare una cella solare, il modulo si può anche alimentare a batteria. Internamente il modulo STM110 può essere rappresentato con lo schema a blocchi illustrato nella Fig. 8. Osservando lo schema si notano gli ingressi analogici

(AD_0 .. AD_2) e quelli digitali (DI_0 .. DI_3), la sezione di trasmissione radio, con relativo led di trasmissione avvenuta, e la parte di elettronica necessaria alla gestione dell'alimentazione e relativo Wake.

Cominciamo a descrivere la sezione di alimentazione, la quale prevede due ingressi, VSC1 e VSC2, da collegare alla cella solare fornita con il modulo stesso.

La cella solare è stata appositamente

progettata per funzionare con il modulo trasmettitore STM110 e ottenere quindi le migliori performance.

La cella solare è formata da due parti distinte di cui una più sottile dell'altra; l'area attiva (la più sottile) va collegata all'ingresso VSC1 e provvede all'alimentazione del modulo, mentre l'area più grande deve essere collegata all'ingresso VSC2, cui è collegato il gold-cap da caricare e mantenere in carica. Si ricorda che il gold-cap permette al modulo di funzionare per diversi giorni in totale assenza di luce. La cella solare deve essere collegata secondo le indicazioni visibili nella Fig. 9. I due pin di uscita, V_OUT e V_REF, vengono attivati solo durante la fase di Wake-Up. Il pin di uscita V_OUT può essere utilizzato per alimentare circuiti esterni al modulo stesso; rimane attivo per un periodo di circa 2,6 ms, dando una tensione di 3 Vcc ($\pm 3\%$) e una corrente massima di 1 mA. Il pin di uscita V_REF si comporta come il pin V_OUT, con l'unica differenza che la tensione di uscita si attesta al valore di 2,05 Vcc ($\pm 3\%$). Bene, spiegato ciò non rimane che parlare della sezione di Wake-Up, alla quale fanno capo quattro ingressi: due

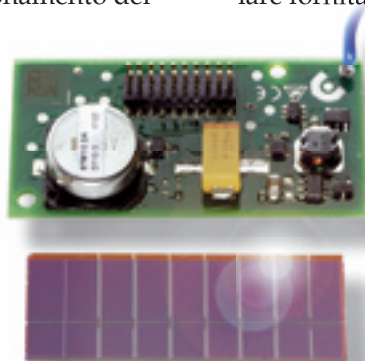
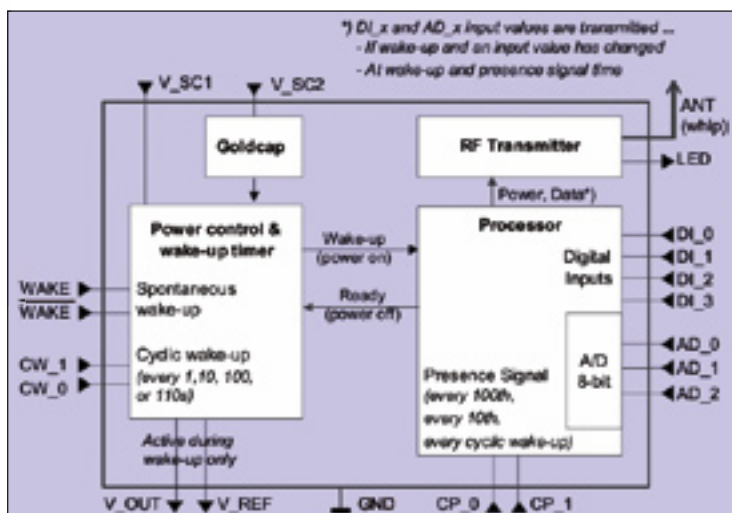


Fig. 8
Modulo trasmettitore STM110 e suo schema a blocchi.



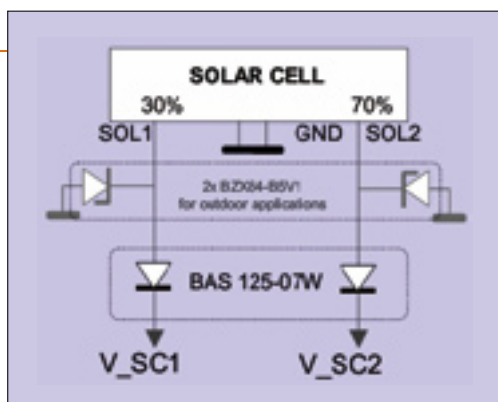
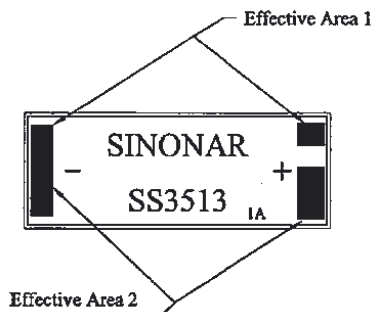


Fig. 9 - Connessioni della cella solare al circuito dell'STM110.



MODULO STM250

Il modulo trasmettitore STM250 è sostanzialmente un contatto magnetico wireless alimentato da una cella solare abbinata a un gold-cap, il quale, come già specificato per gli altri moduli, assicura il funzionamento per diversi giorni anche in assenza totale di luce. Le ridotte dimensioni del modulo consentono la sua installazione sui telai di porte e finestre per verificare se l'anta è aperta o chiusa. Il prodotto è quindi indicato per funzionare con sistemi di gestione della casa o sistemi antifurto, anche se non è adatto per funzionare all'esterno. Il modulo STM250 è illustrato nelle figure 10 (vista dall'esterno) e 11 (circuito interno e antenna). Il modulo esegue una trasmissione dati tutte le volte che cambia lo stato del sensore di contatto reed oppure quando viene premuto il pulsante di apprendimento (Teach-in PushButton). Le informazioni inviate con il telegramma riguardano lo stato del contatto e del pulsante, più ovviamente i 32 bit dell'ID del modulo.

L'elettronica del modulo può essere riassunta con lo schema a blocchi mostrato nella Fig. 12; anche in questo caso la struttura



Fig. 10

servono per svegliare il modulo dalla modalità di sleep (vedere i pin Wake) mentre i rimanenti due servono per configurare il time-out per la generazione automatica della condizione di Wake-Up (vedere i pin CW_0 e CW_1).

Le quattro combinazioni possibili, codificabili con i pin CW_0 e CW_1, permettono di generare una condizione di Wake-Up ogni secondo, ogni 10 secondi, ogni 100 secondi oppure ogni 110 secondi. Il modulo permette anche di generare una trasmissione di presenza, atta ad indicare che è funzionante; insomma, una sorta di segnale di controllo di integrità. Il segnale viene trasmesso dopo l'intercettazione di "n" condizioni di Wake-Up, il cui numero viene configurato attraverso i segnali di ingresso CP_0 e CP_1. Quindi il segnale di presenza può essere trasmesso ad ogni Wake-Up, ogni 10 Wake-Up, ogni 100 Wake-Up oppure mai (cioè nessun segnale di presenza). La Tabella 5 riassume le impostazioni descritte. Il segnale radio trasmesso dall'STM110 viene ricevuto dal modulo RCM110 o RCM120. Nel caso in cui si utilizzi il modulo ricevitore, RCM120 il pacchetto seriale che viene tra-

smesso sull'uscita OUT_0 rispetta lo standard descritto precedentemente durante la descrizione del modulo ricevitore. Il modulo STM110 viene riconosciuto dal byte di ORG, che è diverso da quello degli altri moduli trasmettitori perché in questo caso ha il valore 0x07. I quattro byte di dati contengono, rispettivamente, i tre valori analogici letti dal modulo e lo stato dei quattro ingressi digitali; in particolare, DATA_BYTE_3 contiene il valore letto per il canale analogico 2, DATA_BYTE_2 contiene il valore letto per il canale analogico 1, mentre DATA_BYTE_1 ha al suo interno il valore letto per il canale analogico 0. Il nibble meno significativo di DATA_BYTE_0 contiene lo stato degli ingressi digitali.

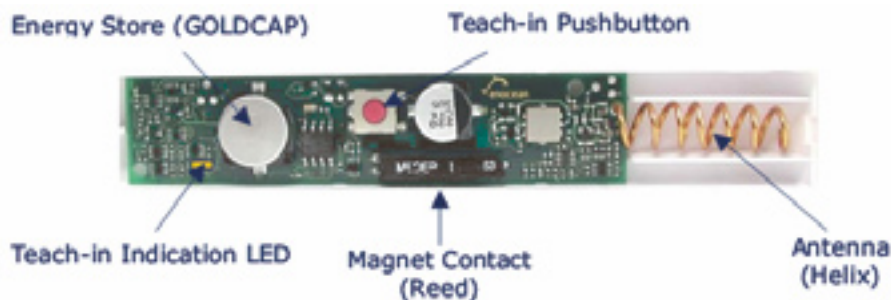


Fig. 11 - Vista interna del trasmettitore STM250.

la seconda luna
premio nazionale alle passioni

15000 EURO PER LA TUA PASSIONE

La seconda luna è il concorso
che premia la tua passione,
qualunque essa sia.

Il bando completo su:
www.lasecondaluna.it

Comune di Lavers
Stadtgemeinde Leifers

Fondazione
Cassa di Risparmio
& Bolzano

è abbastanza semplice. Lo schema a blocchi mette in evidenza la sezione di trasmissione del segnale radio, il microprocessore per la gestione di tutte le funzioni del modulo e una sezione di alimentazione e wake-up. Quanto al funzionamento, quando cambia lo stato del sensore Reed o viene premuto il pulsante di apprendimento, viene generata una condizione di Wake-Up la quale attiva una trasmissione dati verso il modulo ricevitore. Se non registra variazioni di stato degli ingressi, il modulo effettua una trasmissione di presenza, tipicamente ogni 15 minuti. Il segnale radio trasmesso dal modulo STM250 può essere ricevuto solo dall'RCM120. Il pacchetto seriale che

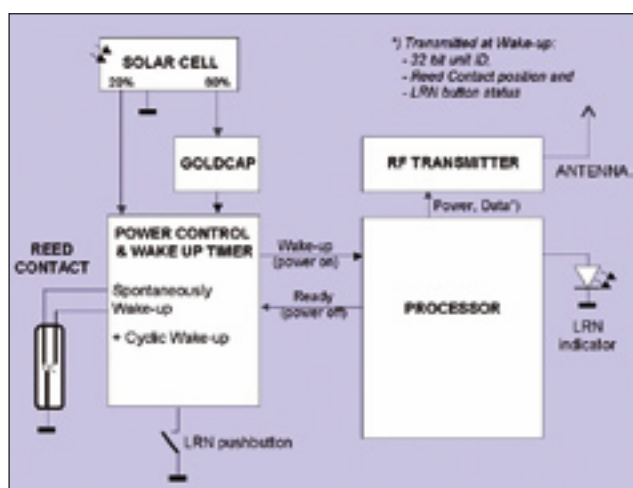


Fig. 12 - Schema a blocchi del modulo STM250.

viene trasmesso sull'uscita OUT_0 rispetta lo standard descritto precedentemente durante la descrizione del modulo ricevitore. Il modulo STM250 viene riconosciuto per il fatto che il byte di ORG è diverso da quello degli altri moduli trasmettitori: in questo caso il valore per tale byte è 0x06. Dei quattro byte di dati, soltanto il DATA_BYTE_3 contiene le informazioni dello stato dei due ingressi del modulo STM250. I rimanenti byte (DATA_BYTE_2, DATA_BYTE_1, DATA_BYTE_0) sono a zero. In particolare, il Bit 0 del DATA_BYTE_3 contiene lo stato del sensore Reed; se questo è "0", significa magnete non presente e quindi finestra aperta, mentre se invece il valore è "1", significa che il magnete è presente e quindi la finestra è chiusa. Quanto al Bit 3, contiene l'informazione dello stato del pulsante di apprendimento; se vale 0 significa che il pulsante è premuto, viceversa il pulsante non risulta premuto. Oltre a queste informazioni, il modulo invia anche l'ID univoco a 32 bit che lo identifica e distingue da altri eventualmente attivi al momento nello stesso campo di copertura. ■

CONTROLLER RGB RADIOCOMANDATO

di ARSENIO SPADONI

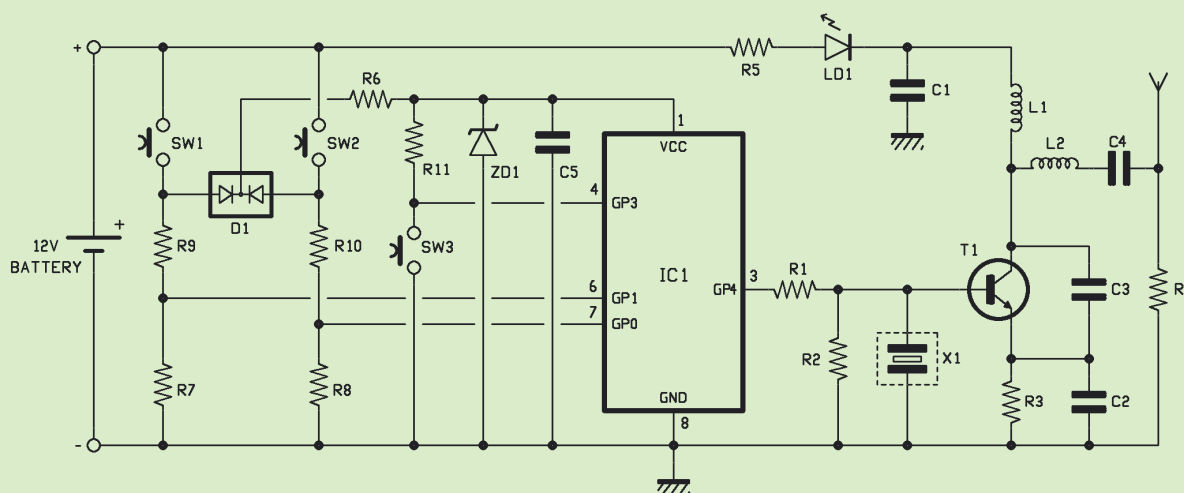
Pensato per pilotare tre gruppi di led rossi, verdi e blu o lampadine a incandescenza a 12 volt, genera numerosi effetti visivi combinando l'accensione dei tre colori per ottenere 256 possibili tonalità di luce. Il comando avviene a distanza mediante un TX radio a due soli pulsanti.



Opportunamente combinate, le tre luci verde, rossa e blu realizzano tutte le possibili colorazioni cromatiche; non è certo una novità e ce l'hanno già dimostrato sia la Fisica che la televisione a colori, perché ogni pixel dello schermo (o della

matrice LCD di un computer portatile) è formato da tre punti colorati (uno rosso, uno verde e uno blu). Tuttavia la cosa è diventata assai evidente con l'avvento dei led blu e con la comparsa dei primi diodi luminosi RGB, composti, cioè, da tre giunzioni emittenti luce, rispettivamente, rossa, verde e blu: accendendo e modulando la luminosità di diodi con i tre colori fondamentali, si ottiene una luce che spazia entro tutto lo spettro visibile e che diventa bianca quando l'emissione dei tre colori è pressappoco di pari intensità (l'illuminazione dovuta alle tre componenti determina la temperatura di colore). La disponibilità di diodi luminosi ad alta efficienza e le prospettive di sviluppo

[schema **TRASMETTITORE**]



dell'illuminazione a led hanno spinto i progettisti di circuiti elettronici a ideare dispositivi per la gestione di singoli diodi o file di diodi, in modo da realizzare composizioni o giochi di luci. Un esempio è il controller RGB qui descritto, che è stato pensato appositamente per pilotare led rossi, verdi e blu, allo scopo sia di generare effetti luminosi, sia di ottenere luce di vario colore; in tutto prevede l'esecuzione di 18 fra combinazioni e giochi di luce. Alle combinazioni si accede sequenzialmente, nel senso che si passa dall'una all'altra premendo più volte il tasto di sinistra del trasmettitore.

Seppure sia pensato per i led, nulla vieta di impiegare il controller per alimentare una o più lampadine colorate a

12 volt, di quelle usate nelle tradizionali decorazioni luminose. La particolarità del controller è che è stato ideato per essere comandato a distanza mediante radiocomando, con il quale è possibile sia scegliere quale animazione o combinazione ottenere, sia variare la velocità dei giochi di luce; dunque, il sistema è formato da due unità, che sono il controller vero e proprio (nel quale si trova un radiorecettore per i dati) e il TX radio, dal quale inviare i comandi.

IL TRASMETTITORE

L'unità trasmittente è il tipico circuito utilizzato nei radiocomandi a due canali, però codificato da un microcontrollore che implementa un codice proprietario e rende, perciò, esclusivo il comando; ad evitare che utilizzando due unità controller nello stesso ambiente e quindi entro il campo di copertura, un trasmettitore possa attivare inavvertitamente il controller abbinato all'altro, è stata prevista la possibilità di scegliere più di un codice base della trasmissione. Il controllore e il trasmettitore si abbinano mediante una semplice procedura che

descriveremo più avanti.

Diamo, adesso, uno sguardo allo schema elettrico che descrive la trasmittente: il micro funziona da generatore del codice o, meglio, di due codici pseudo-casuali, ognuno dei quali viene emesso quando è attivata la rispettiva linea; i comandi vengono inviati portando a livello logico alto, tramite i pulsanti, le linee GP0 e GP1. Per limitare i consumi il più possibile, il micro viene alimentato solamente quando uno dei tasti risulta premuto; ciò è ottenuto con l'ausilio dei diodi contenuti nel D1 (doppio diodo con catodo comune) che realizzano una porta logica OR: ogni volta che si preme un pulsante, oltre a portare il livello alto sull'ingresso corrispondente tra GP0 e GP1, si applica la tensione della pila alla rete R6/DZ1/C5, che fornisce il potenziale stabilizzato al pin 1 del microcontrollore. L'intero circuito a riposo non assorbe corrente, perché anche l'oscillatore del trasmettitore radio, lavorando in classe C, è privo di polarizzazione a riposo e, pur restando sotto tensione, fin quando non riceve la polarizzazione di base dal micro è interdetto.

Quando il microcontrollore viene alimentato, inizia a produrre



impulsi a livello logico alto, a una frequenza impostata dalla codifica, che polarizzano a tratti l'oscillatore facente capo a T1; il circuito è quarzato e lavora sulle armoniche. Per l'esattezza, ogni volta che T1 viene forzato in conduzione da un impulso, l'oscillatore si accende e, tra le infinite frequenze che (la *serie di Fourier* insegna che un gradino di tensione è composto dalla somma di tante onde sinusoidali) teoricamente sono contenute in esso, amplifica solo quella che corrisponde sia alla frequenza di risonanza del quarzo, sia al valore di accordo del circuito L/C posto sul collettore. Se preferite, ogni impulso accende l'oscillatore, che si innesca per effetto della retroazione operata da C3 e dalla bobina L2, producendo un segnale la cui frequenza è stabilizzata al valore di risonanza del quarzo. In ogni caso, in corrispondenza di ogni impulso costituente il codice generato dal micro, l'oscillatore irradia nell'etere, mediante la sua antenna, una porzione di onda sinusoidale a 433 MHz; l'attività dell'oscillatore causa assorbimento di corrente dalla pila, corrente che fluisce nel led, il quale si illumina e indica che la trasmissione è in corso. Dell'oscillatore, notate il filtro passa-basso LC formato da L1 e C1: serve ad attenuare le ondulazioni della tensione di alimentazione prodotte dall'oscillatore e che, se non fermate, disturberebbero l'attività del microcontrollore. Come accennato, il PIC che governa il trasmettitore può generare diversi codici; è quindi possibile modificare il codice base, per fare in modo che un TX, una volta acquistato, possa essere reso diverso da uno simile. Insomma, se avete intenzione di usare più di un controller RGB nello stesso spazio, sappiate



L'evoluzione del led

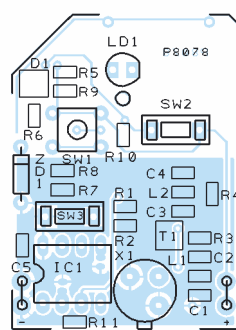
Il LED (acronimo di Light Emitting Diode) è un diodo emittente luce sviluppato nel 1962; sfrutta le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni a partire dalla ricombinazione di coppie elettrone-lacuna durante la conduzione diretta. I led sono formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosfuro di gallio), GaAsP (fosfuro arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio). L'esatta scelta dei semiconduttori determina la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita. I primi erano disponibili solo nel colore rosso, poi vennero sviluppati diodi a luce gialla e verde; intorno al 1980 furono realizzati led bicolore (uno rosso e uno verde) in grado di produrre luce dalla rossa alla verde, passando dal giallo e dall'arancio. Dopo il 1990 comparvero i led a luce blu e poi i tricolore, composti da un diodo rosso (uno verde e uno blu) importanti perché capaci di produrre qualsiasi colore. Una decina di anni fa fecero la loro comparsa i led bianchi. I colori dei led dipendono dai materiali usati nella costruzione delle giunzioni; l'arseniuro di gallio e alluminio (GaAlAs) dà il rosso, il fosfuro di gallio e alluminio (GaAlP) il verde, il fosfuro/arseniuro di gallio (GaAsP) l'arancio e il giallo, il nitruro di gallio (GaN) verde e blu, il fosfuro di gallio (GaP) giallo, arancio e verde, il seleniuro di zinco (ZnSe) il blu, il nitruro di gallio e indio (InGaN) il blu e il bianco, il carburo di silicio (SiC) il blu e il bianco.

che potete cambiare il codice in modo che un trasmettitore non comandi il controller dell'altro. Per cambiare codifica bisogna, dopo aver spento i controller estranei nei paraggi (deve restare acceso il solo da abbinare),

premere e mantenere premuto il pulsante SW1 (quello a sinistra) e quindi il tasto di modifica SW3, per tre volte; ciò dice al micro che deve passare a un altro dei possibili codici base di 32 bit. L'avvenuta modifica è confer-

Elenco Componenti

R1: 15 kohm (0805)
 R2: 6,8 kohm (0805)
 R3: 100 ohm (0805)
 R4: 220 ohm (0805)
 R5: 47 ohm (0805)
 R6: 1 kohm (0805)
 R7: 100 kohm (0805)
 R8: 100 kohm (0805)
 R9: 10 kohm (0805)
 R10: 10 kohm (0805)
 R11: 10 kohm (0805)
 C1: 100 pF ceramico (0805)
 C2: 4,7 pF ceramico (0805)
 C3: 1 pF ceramico (0805)
 C4: 4,7 pF ceramico (0805)
 C5: 100 pF ceramico (0805)
 T1: MPSH10 (SOT-23)
 D1: BAV74 (SOT-23)
 ZD1: zener 5,1 VL 500 mW
 LD1: led 3 mm rosso



SW1: microswitch
 SW2: microswitch
 SW3: microswitch
 IC1: PIC12F629
 X1: SAW433
 L1: 1 μ H
 L2: 1 μ H

Varie:

- contatti da cs per pila 12 V
 - circuito stampato

mata da tre lampeggi (ossia tre trasmissioni) da parte del led. In ogni momento è possibile ripristinare il codice predefinito: basta premere e mantenere premuto il solito SW1 e, insieme,

SW3; trascorsi circa dieci secondi, il ripristino delle condizioni iniziali è confermato da una serie di cinque lampeggi. I tasti usati nel comando del controller sono SW1 ed SW2: il primo serve per

passare da una combinazione di luci all'altra, mentre il secondo varia la velocità di esecuzione per le sequenze luminose, ossia per le animazioni che prevedono la variazione di luminosità, l'alternanza e le sequenze di accensione delle uscite; per queste combinazioni, la velocità di esecuzione del ciclo può essere impostata scegliendo tra otto possibili valori.

In altre parole, ogni volta che si preme il tasto di destra (SW2) del trasmettitore si rallenta di un passo l'esecuzione; arrivati all'ottavo passo, un'ulteriore pressione riporta la velocità al massimo e si può ricominciare da capo. Premendo insieme entrambi i tasti, a un certo punto il controller va in standby; ciò viene segnalato da un lampo di luce emessa dai led (o dal led) accesi al momento in cui il comando viene eseguito. Una volta posto in standby, il controller può essere riaccessato semplicemente premendo un tasto qualsiasi finché almeno uno dei led non si accende.

Le strisce di LED

Ciascuna delle uscite del controller RGB può alimentare qualsiasi gruppo di led o lampadine a 12 volt, per una potenza di 36 watt a canale. Volendo sfruttare a pieno la possibilità di realizzare effetti luminosi e giochi di luce, al circuito è possibile abbinare delle strisce di led come le LDB1-HS3027AC, commercializzate dalla ditta Futura Elettronica (www.futurashop.it) che sono l'ideale per realizzare gadget, richiami luminosi, segnalazioni luminose di emergenza o retroilluminatori per insegne pubblicitarie. Ciascuna striscia è composta da 27 led ad alta luminosità,

disposti a gruppi di tre e intercalati in modo che si trovino in sequenza led rossi, verdi e blu. Ognuna delle strisce è, in realtà, l'insieme di tre gruppi di 9 led ciascuno, 9 rossi, 9 verdi e altrettanti blu, opportunamente collegati; considerando la tensione richiesta dai diodi a luce blu, questi sono collegati in serie con tre elementi, a loro volta in parallelo, mentre i diodi rossi e verdi sono connessi a serie di quattro o cinque. L'alimentazione di ogni linea di led è a 12 volt, perché le LDB1-HS3027AC hanno già le proprie resistenze di limitazione della corrente.



Con le strisce è possibile rappresentare giochi composti da luci in movimento o accese in combinazione, ma anche, sfruttando la vicinanza tra i led rosso, verde e blu di ciascun blocco, e guardando da una certa distanza, costruire sfumature di colore combinando le luci rossa,

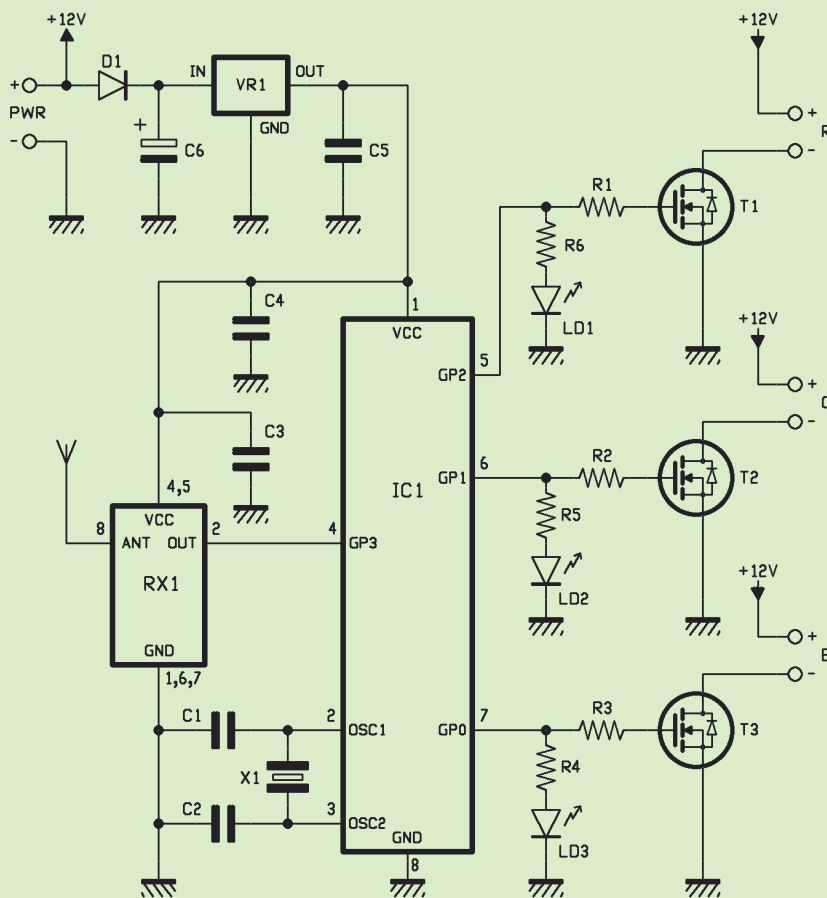
verde e blu, ovvero arrivare ad ottenere il colore bianco. Strisce a parte, ognuno può comunque collegare alle uscite gruppi di led disposti a proprio piacimento, con l'accortezza di interporre resistenze di limitazione della corrente di valore opportuno in funzione dei led impiegati.

SCHEMA DEL CONTROLLER

Bene, visto il trasmettitore, analizziamo l'unità controller vera e propria; lo schema elettrico evidenzia subito la parte radioricevente, tutta contenuta nel modulo ibrido SMD siglato RX. Questo componente riceve il segnale radio ed è sintonizzato a 433 MHz in modo da risultare sensibile alla componente trasmessa dal TX; contiene un sintonizzatore superrigenerativo e un demodulatore d'ampiezza dal quale esce il segnale modulante, ossia lo stesso treno di impulsi che nel trasmettitore modula l'oscillatore. A squadrare gli impulsi e renderli ben leggibili dal microcontrollore provvede un comparatore interno basato sull'integrato LM358.

Il micro del controller, oltre a gestire i segnali in arrivo dal comando a distanza, contiene delle "tabelle" che riepilogano l'esecuzione delle 18 funzioni disponibili; è un PIC12F629, basato su una CPU ad architettura RISC ad 8 bit, provvisto di RAM e di una flash-EPROM (per il programma di gestione) organizzata in word da 14 bit, così da poter accettare istruzioni in PicBasic. All'inizializzazione, la linea GP3 è impostata come input, mentre GP0, GP1 e GP2 sono settate come uscite per comandare, rispettivamente, i canali del blu, del verde e del rosso; ognuna di esse produce una tensione rettangolare PWM dell'ampiezza di 5 volt, con cui pilota la base di un mosfet a canale N, scopo del quale è amplificare in potenza il segnale modulante e alimentare un led o un gruppo di led, ovvero una lampadina a incandescenza funzionante a 12 Volt. Ogni uscita può erogare fino a 3 ampere, quindi circa 36 watt; in totale, il circuito può gestire 9 ampere.

[schema **CONTROLLER**]



Ciascuna delle uscite R, G e B si può collegare direttamente a una lampadina a incandescenza (o a più lampade in parallelo) da 12 volt o a strisce di led previste per funzionare a 12 V e quindi provviste di propria polarizzazione; connettendo singoli led o led in parallelo, occorre sistemare, in serie, opportuni resistori di limitazione della corrente. Dallo schema notate che per ogni uscita è previsto un led "monitor" del colore corrispondente, alimentato dalla stessa linea che polarizza il gate del relativo mosfet e quindi con una forma d'onda PWM; il led serve a farci vedere come si comporterà l'uscita quando le verranno collegati i led o le lampadine corrispondenti, quindi i tre diodi mostrano

la combinazione luminosa al momento eseguita dal circuito. L'intero circuito funziona a tensione continua, del valore di 12 V, applicata ai morsetti + e - PWR; da qui, la corrente raggiunge la linea comune di alimentazione positiva delle tre uscite e, tramite il diodo di protezione (D1) dall'inversione di polarità, il regolatore VR1 che provvede a ricavare i 5 volt stabilizzati con i quali viene alimentato il microcontrollore. Una volta alimentato il circuito, il main-program del micro gira in loop testando la linea GP3, in attesa di dati dal ricevitore; nel frattempo è attiva la prima delle 18 combinazioni, ossia risulta acceso il solo canale del rosso. Siccome i led possono essere accesi sia a piena luce che gradual-

I giochi di luce

Il controller RGB qui descritto combina l'accensione a piena luminosità o a luminosità ridotta delle luci collegate alle proprie uscite, realizzando fino a 18 effetti; tolti i primi sette, che sono statici, gli altri sono dei cicli di cui si può variare a piacimento la velocità di svolgimento. Per quanto riguarda il comando, il tasto sinistro premuto fin quando i led si spengono cambia la combinazione (effetto); invece, il tasto sinistro premuto brevemente abbassa velocità di esecuzione (sono previsti otto passi di regolazione). La tabella qui riportata riassume le funzioni ottenibili.

Effetto	Descrizione
1	led rosso acceso e uscita R attiva
2	led verde acceso e uscita G attiva
3	led blu acceso e uscita B attiva
4	led rosso e verde accesi e uscite corrispondenti attive; si compone la luce gialla
5	led verde e blu accesi e uscite corrispondenti attive; si compone la luce azzurra
6	led rosso e blu accesi e uscite corrispondenti attive; si compone la luce violetta
7	i tre led rosso, verde e blu sono accesi alla massima intensità; usando un led RGB o tre led montati vicinissimi, si ottiene la luce bianca
8	ciclo di accensione del rosso, poi di rosso e verde, poi del solo verde, quindi di verde e blu, poi del solo blu, poi di rosso e blu, poi si riparte dal rosso; velocità regolabile
9	passaggio graduale R G B in dissolvenza (parte con rosso, accende verde gradualmente e rosso si spegne gradualmente, poi si spegne rosso e accende blu, gradualmente, sfumando verde, quindi spegne verde e accende rosso, ma sfuma blu e poi il ciclo ricomincia); velocità regolabile
10	sequenza di accensione una alla volta delle tre uscite: rosso, verde, blu; velocità regolabile
11	tutte e tre le uscite R, G, B, accese insieme ma tremolanti (effetto fiamma); velocità tremolo regolabile
12	sequenza di un lampeggio rosso, quattro verdi, quattro blu, quattro rosso più blu, quattro rosso più verde, poi da capo; a velocità variabile
13	sequenza verde, blu, rosso, verde; usando un led giallo al posto del blu, si ottiene un semaforo
14	le tre uscite variano la propria luminosità tra 0 e 100 % in modo da realizzare una certa combinazione di colori;
15	le tre uscite variano la propria luminosità tra 0 e 100 % in modo da realizzare una certa combinazione di colori; diversa dalla precedente
16	le tre uscite variano la propria luminosità tra 0 e 100 % in modo da realizzare una certa combinazione di colori; diversa dalla precedente
17	le tre uscite variano la propria luminosità tra 0 e 100 % in modo da realizzare una certa combinazione di colori; diversa dalla precedente
18	dissolvenza casuale tra le luci rossa, verde e blu

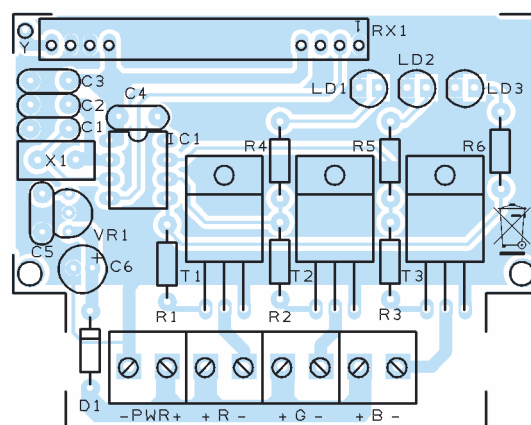
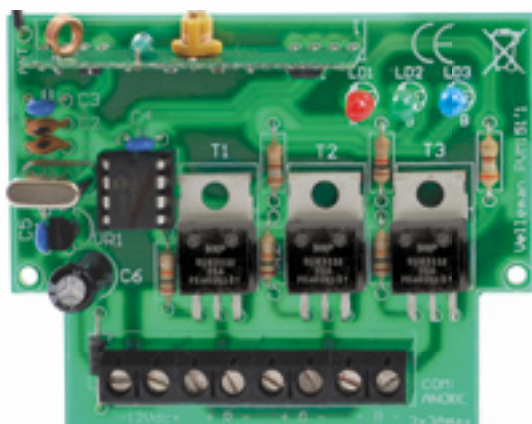
mente o parzialmente, è stato previsto che l'attivazione dei tre canali avvenga sempre mediante segnali PWM, ossia onde rettangolari delle quali sia modulabile la larghezza degli impulsi; in tal modo, la massima luminosità si ottiene con il massimo duty-cycle e lo spegnimento con nessun impulso. Il comando in PWM serve anche perché per ottenere diverse tinte cromatiche occorre modulare e dosare opportunamente la luminosità delle singole luci; viene ottenuto utilizzando l'apposita funzione del PIC12F629, mediante l'istruzione PWM del

PicBasic. La frequenza delle onde PWM che comandano ciascuna uscita ammonta a 300 Hz. Ogni volta che il ricevitore radio manda una sequenza di dati corrispondenti al codice del sistema, vuol dire che il trasmettitore ha impartito un comando; se il codice ricevuto è quello del tasto SW1, cambia la combinazione delle uscite e si passa alla successiva nell'ordine previsto: ad esempio, se è acceso il solo led rosso, si spegne e si accende il verde. Se, invece, il codice ricevuto corrisponde a quello dell'SW2, il firmware verifica

qual è la condizione di lavoro: se è in esecuzione un comando che prevede un'impostazione statica dei canali, il comando viene ignorato; invece, se è in corso una sequenza di accensione, viene modificata la velocità di esecuzione del ciclo, di un passo alla volta ad ogni pressione dell'SW2. Naturalmente il micro della scheda controller riconosce il proprio telecomando e certamente non considera i segnali trasmessi da dispositivi analoghi; alla prima accensione tutti i dispositivi sono uguali, quindi un TX può comandare qualsiasi controller. Se si modifica il codice con l'apposita procedura, il microcontrollore memorizza un certo codice base e da quel momento riconosce solo i comandi che lo contengono. L'abbinamento TX/controller si effettua trasmettendo con entrambi i tasti premuti, finché tutti i led si spengono.

REALIZZAZIONE PRATICA

Bene, visti gli aspetti tecnici del circuito diamo uno sguardo alle note costruttive; essendo molto semplice, il controller si può realizzare su un piccolo circuito stampato a singola ramatura, seguendo la traccia lato rame che trovate pubblicata nel nostro sito Web (www.elettronica.in.it). Inciso e forato lo stampato, vi si possono disporre i pochi componenti occorrenti, a partire dalle resistenze, dal diodo al silicio e dallo zoccolo 4+4 pin (da disporre con la tacca di riferimento rivolta al condensatore C4) per poi passare ai condensatori (prima i non polarizzati e poi l'elettrolitico, rispettando la polarità di quest'ultimo) e ai led su stampato. È poi la volta del quarzo, del regolatore di tensione integrato e dei mosfet. Durante il montaggio, per essere certi di posizionare correttamente gli elementi po-



Elenco Componenti

R1 ÷ R3: 10 kohm
R4: 180 ohm
R5: 1 kohm
R6: 390 ohm
C1, C2: 22 pF ceramico
C3 ÷ C5: 100 nF

multistrato
C6: 100 μ F 25 VLelettrolitico
D1: 1N4007
LD1: led 3 mm rosso
LD2: led 3 mm verde

LD2: led 3 mm blu
IC1: PIC12F629
VR1: 78L05
X1: Quarzo 20 MHz
RX1: Modulo RF RX433
T1 ÷ T3: BUK9535

Varie:
- Morsettiera 2 poli (4 pz.)
- Zoccolo 4+4
- Spezzone di filo da 25cm per antenna
- circuito stampato

larizzati, guardate il disegno di disposizione componenti pubblicato in queste pagine.

Completate il circuito inserendo nello zoccolo da 4+4 pin il microcontrollore già programmato e le morsettiere a passo 5 mm per le connessioni di alimentazione e d'uscita.

Per quanto riguarda il trasmettitore, si compera già pronto: si tratta del VM130T Velleman, acquistabile presso la ditta Futura Elettronica (www.futurashop.it) dove è possibile trovare l'intera scatola di montaggio comprendente il controller.

Per l'uso, il trasmettitore si alimenta con una micropila da 12 V mentre il ricevitore necessita di un'alimentazione in continua, anche non stabilizzata, che consta di una tensione di 12 V; l'assorbimento è dell'ordine dei 30 mA, più, evidentemente, la corrente richiesta dalle uscite.

Utilizzando delle lampadine o strip di led già predisposte per essere alimentate a 12 volt, basta

semplicemente collegarle alle uscite, avendo cura, per le strip, di rispettare la polarità indicata (positivo sul +12 V e negativo sul drain del mosfet corrispondente). Usando gruppi di led, conviene mettere i diodi in serie allo scopo di limitare al minimo possibile la caduta sulle resistenze di caduta e quindi le perdite di potenza; allo scopo, quando i led sono tanti bisogna collegarli in serie, almeno fino a raggiungere all'incirca la tensione erogata da ogni uscita.

Poi, se una serie non basta, allora si possono mettere in parallelo più serie (si realizza così un collegamento serie-parallelo).

A riguardo bisogna, però, osservare che il massimo numero di led collegabili in ciascuna serie non è uguale per tutte le uscite, in quanto i diodi luminosi non hanno tutti la stessa caduta di tensione; anzi, presentano differenze consistenti. Un led rosso si accende con circa 1,8 volt, mentre uno verde richiede circa 2,2 V; un

diodo blu, infine, necessita anche di 3,5 volt. Ciò significa che all'uscita R si possono connettere in serie fino a sei led rossi, mentre alla G si collega un massimo di cinque diodi verdi; quanto all'uscita B, permette la connessione in serie di tre led blu.



per il MATERIALE

Il progetto descritto in queste pagine è un prodotto Velleman distribuito in Italia da Futura Elettronica. Il set completo (controller RGB più un trasmettitore radio a due canali) è disponibile al prezzo di 48,00 Euro (cod. VM151). Eventuali trasmettitori aggiuntivi (cod. VM130T) sono disponibili al prezzo di Euro 19,50 IVA compresa.

Il materiale va richiesto a:
Futura Elettronica, Via Adige 11,
21013 Gallarate (VA)
Tel: 0331-799775 • Fax: 0331-792287
<http://www.futurashop.it>



IL FURGONE TECNOLOGICO

a cura della REDAZIONE

Dedicato agli investigatori che non perdono l'ultima novità del settore, questo Fiat Scudo non è uscito dal set di un film di spionaggio, ma è stato allestito da una ditta italiana per effettuare operazioni di sorveglianza e pedinamento. Entriamoci insieme e scopriamo l'incredibile dotazione che farebbe invidia alla mitica Aston Martin di James Bond...



ambientali avvalendosi delle più sofisticate apparecchiature dedicate al settore. Bianco come la "Balena" del popolare sceneggiato trasmesso dalle reti Mediaset e allo stesso modo anonimo e insospettabile, da fuori si presenta come un qualsiasi Fiat Scudo, ad esempio di un fornaio o di un idraulico o, visto che sul tetto ha lo scambiatore di calore del climatizzatore, un furgone frigorifero; quindi, lasciato posteggiato sotto un'abitazione o in un parcheggio, non dà nell'occhio e certo nessuno dei passanti potrebbe immaginare che al suo interno si trovi una completa stazione di spionaggio elettronico dove un investigatore, davanti a una console, raccoglie e registra suoni, voci, rumori e immagini all'esterno, magari anche a decine di metri di distanza in un caseggiato adiacente. Come nella pancia della balena dove, secondo il racconto "Pinocchio" di Collodi, viveva (dopo aver fatto naufragio ed essere stato ingoiato con la sua barca) "Mastro Geppetto", nel nostro furgone non manca proprio nulla, solo che

Gli amanti dei film e dei serial di spionaggio certo non potrebbero immaginare che quei veicoli, monovolume o furgoni usati dagli investigatori "di celluloidi" ora dell'FBI, ora della CIA o di qualche associazione segreta, non esistono solo al cinema o in televisione. Nato dal Dipartimento Sigma e battezzato con quello stesso nome che nello sceneggiato "Ultimo" (ispirato alla cattura del "boss" Totò Riina) è stato dato ad un vecchio Renault Master bianco usato per le indagini, il Furgone Balena è un eccellente mezzo realizzato appositamente per investigazioni e spionaggio in loco, che può andare quasi ovunque e compiere intercettazioni





Telecamera nel paraurti anteriore.

e spionaggio mobile camuffato da tranquillo veicolo da lavoro, viene dato a noleggio dal Dipartimento Sigma con tanto di operatore abilmente edotto a risolvere problematiche investigative, il quale ha conoscenza sufficiente dell'attrezzatura necessaria per svolgere l'attività ed è abilitato a usare tutti gli strumenti necessari allo scopo, nel rispetto delle leggi vigenti in materia.

Il Dipartimento Sigma, costruttore dell'automezzo per spionaggio, svolge tutte le opere necessarie alla progettazione e messa in opera per singola attrezzatura o struttura collocata all'interno del mezzo e al collaudo per singolo furgone allestito.

DISCRETO FUORI... ESPLICITO DENTRO

...per la serie: "a noi *Mission Impossible* ci fa un baffo"... il furgone conta numerose apparecchiature in grado sia di acquisire informazioni audio e video, direttamente o via radio, sia di localizzare un veicolo in movimento e seguirlo, ma anche di difendere l'operatore da eventuali agguati o impedire che lo stesso venga smascherato. Alcuni apparati sono fissi ed altri, come le telecamere esterne supplementari, aggiungibili all'occorrenza per effettuare specifiche riprese. All'esterno dispone di un controllo perimetrale realizzato con un impianto di TV a circuito chiuso che adotta telecamere nascoste negli specchietti retrovisori e nei paraurti (quella nel paraurti ha l'illuminatore a infrarossi e può riprendere anche al buio) collegate a un commutatore che consen-

te di scegliere, tra tutte le riprese, quella che più serve; l'impianto permette all'operatore di vedere cosa accade intorno al mezzo senza dover uscire, cosa che, altrimenti, lo smascherebbe.

Oltre alle telecamere di sorveglianza esterna, il mezzo ha una speciale videocamera servoassistita dotata di obiettivo con zoom 27x pensato per inquadrare zone a grande distanza e guardare quindi, senza avvicinarsi troppo, all'interno di edifici o in mezzo a piazze e giardini. Della dotazione fa parte anche una telecamera portatile con zoom 12x ad alta sensibilità (0,005 lux). Le telecamere sono in tutto dodici, ossia le due ad alte prestazioni appena descritte e dieci per il controllo perimetrale.

L'impianto video si avvale anche di trasmettitori e ricevitori previsti per funzionare su varie frequenze (in modo da poter scegliere quelle libere ed evitare interferenze con impianti wireless esistenti che darebbero im-



Microcamera incastonata nello stop centrale.

In ognuno dei retrovisori esterni è integrata una minuscola telecamera.



in questo caso non ci sono relitti ma scanner radio, telecamere con potenti zoom, schermi LCD, videoregistratori digitali, connessione GSM/GPRS, banco di regia e quant'altro. C'è persino un posto confortevole ed ergonomico per l'operatore e tanto di aria condizionata per l'estate e riscaldamento per l'inverno. L'automezzo è stato realizzato ed aggiornato sull'esperienza maturata sul campo e sullo studio delle esigenze di investigatori professionisti, tenendo presenti quelle che sono le problematiche e i benefici di una postazione di spionaggio mobile e collocabile senza insospettire, da usare nell'attività investigativa in ambito sia civile che penale; è stato sottoposto a continui sviluppi e collaudi maturati nell'arco di un anno, nel corso del quale tutti i mandati svolti con il suo ausilio sono stati portati a termine con successo. Questa sorta di avveniristico studio di registrazione



Microcamera interna a lato del parabrezza.



Telecamera esterna ausiliaria con illuminatore IR, nascosta in una barra tipo portapacchi.

magini disturbate o intercettabili da persone che hanno il sospetto di essere spiate) quali 1.200, 2400, 5.000, o 22.000 MHz; servono tipicamente per la telecamera esterna o per l'intercettazione mediante radiomicrofoni. Le riprese confluiscono in una regia video a 16 ingressi dalla quale possono essere registrate in formato digitale su DVR dotato di due hard-disk estraibili da 250 GB ciascuno o su videocassetta VHS o DVD.

Per quanto riguarda l'attrezzatura per l'intercettazione di segnali wireless, a bordo del veicolo si trova un analizzatore di spettro per verificare se ci sono portanti radio e su quale frequenza, uno scanner e un apparato computerizzato in grado di decifrare i segnali, siano essi di apparati audio o video. L'impianto siffatto serve altresì per compiere bonifiche, ossia per verificare se in una certa zona stanno

operando microspie e localizzarle, grazie anche ad antenne direttive in grado di tracciare

la provenienza delle onde radio.

Quando serve inviare filmati o registrazioni audio all'esterno ma sia impossibile far uscire l'operatore o spostare il mezzo, l'impianto di bordo può trasmettere a distanza mediante cellulare (via

MMS) o rete dati GPRS (connessione Internet) le informazioni del caso. Lo stesso sistema GPRS permette di ricevere i dati di localizzatori GPS installati su veicoli da rintracciare e pedinare, oltre che di mostrare i tracciati corrispondenti sullo schermo LCD di un computer. Oltre al rack con la strumentazione, la cabina dell'operatore, che sta nel vano di carico del furgone, ha un banco e uno scaffale, oltre a una confortevole poltrona girevole; la cabina è climatizzata mediante una pompa di calore che provvede al refrigerio d'estate e al riscaldamento d'inverno, cosa importante sia per preservare le apparecchiature che per evitare malori dell'operatore, il quale potrebbe dover restare all'interno del veicolo per ore. Oltre alla climatizzazione è prevista una ventilazione per il ricambio dell'aria. Non mancano un caricabatterie e un gruppo elettrogeno di piccola

potenza, da usare a veicolo fermo e all'esterno. All'equipaggiamento standard di bordo possono essere aggiunti apparati da installare di volta in volta all'esterno o all'interno in base al tipo di servizio che occorre fare e, chiaramente, a seconda di dove il mezzo può essere piazzato e di quanto le persone spiate possano conoscere o distinguere una telecamera o un trasmettitore, anche se un po' camuffati. La dotazione supplementare esterna consta di una telecamera a cupola applicabile al tetto e di due telecamere con illuminazione a infrarossi,

inserite in due tubi scuri, anche queste collocabili sul tetto come fossero le guide di un portapacchi.

Sempre sul tetto, si installa l'antenna trasmittente per il modulo GSM e quella ricevente per ricevere i segnali di microspie audio/video e intercettare comunicazioni.



Console video operatore.



Spionaggio dall'interno



Microcamera nel paraurti posteriore.



La cabina dell'operatore.

portellone laterale del vano di carico ed ecco che, come un uovo di Pasqua, il Fiat Scudo ci mostra la sorpresa che contiene: la sua natura di



Telecamera "dome" sul tetto.

instancabile compagno d'avventura. Nel vano di carico, niente pacchi o merci, ma una confortevole cabina con tutti i comfort e le attrezzature che occorrono a riprendere, ascoltare, registrare, seguire veicoli e persone o sbirciare discretamente nella vita del "sospettato". Due schermi LCD ci mostrano le riprese e quello che l'operatore sta sorvegliando. Il banco davanti alla poltrona è grande abbastanza da poterci appoggiare il cellulare (con la suoneria rigorosamente disattivata, altrimenti se giunge una chiamata i passanti ci scoprono...) e qualche videocassetta di ricambio, carte e, perché no, un sandwich, una bibita e un thermos col caffè, perché anche il lavoro dello spione richiede energia... Sul tetto, l'anonimo tubo bianco che sembra un portautensili o porta-attrezzi di un classico furgone per artigiani, nasconde in realtà le antenne riceventi e trasmettenti: aprire per credere...



Gruppo elettrogeno ausiliario.

Sempre sul tetto, lo scambiatore di calore della climatizzazione nasconde anch'esso una telecamera laterale. Di fronte a cotanta abbondanza di apparati così ben nascosti, ci viene la tentazione di infilarci nella cabina con l'operatore, farci portare in una piazza e chiedere al conducente di scendere e lasciarci lì qualche ora, a provare dal vivo quel che si può fare con l'attrezzatura di bordo. E non solo: vorremmo andare sotto qualche Palazzo importante e vedere se possiamo carpire quei segreti che tutti vorremmo sapere... Ma, ahinoi, qualcuno ci ricorda che se registrare quel che si dicono due innamorati seduti in un bar è perfettamente lecito (lo ha detto una recente sentenza della Corte di Cassazione) cercare di ascoltare le conversazioni o filmare quello che avviene in un edificio, in special modo se è chiuso perché le persone che vi si trovano non vogliono farsi ascoltare o filmare, non è permesso dalla legge... Quindi ci tocca scendere (sotto tutti gli aspetti...) coi piedi per terra e tornare a vedere il furgone come un oggetto tecnologico invece che per quella "scatola magica" che è in realtà...



Il climatizzatore, con i comandi sul tetto, dà comfort in ogni stagione.

Questo furgone è stato realizzato da un appassionato di elettronica che, col tempo, ha trasformato la sua passione in lavoro. Maggiori dettagli sono disponibili sul sito del costruttore all'indirizzo www.furgonebalena.com mentre eventuali richieste su disponibilità, prezzi e possibilità di noleggio vanno inviate all'indirizzo sigma@furgonebalena.com.



CORSO ZigBee[®]

in collaborazione con
AUREL
di FRANCESCO FICILI

Delineate le principali peculiarità dello standard e viste le specifiche tecniche, approfondiamo l'argomento studiando, tra i dispositivi proposti dalle Case del settore, quelli Aurel. Seconda puntata.

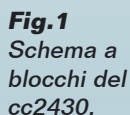
Nella prima puntata abbiamo iniziato a descrivere il protocollo ZigBee, definendone origine e struttura, spiegando come è nato e ad opera di chi e in che ambito trova applicazione; abbiamo dedicato qualche paragrafo anche a una panoramica sui prodotti e i relativi sistemi di sviluppo resi disponibili dai produttori che sono impegnati in prima linea nel settore. Tra tutti, abbiamo scelto quelli dell'Aurel, che analizzeremo in dettaglio, insieme ai componenti dello starter kit che fungerà da base prototipale durante il corso. Verrà

inoltre analizzato il software client fornito a corredo del kit ed il componente OCX, che permette la creazione di applicazioni software personalizzate impieganti i moduli ZigBee Aurel. Prima di descrivere le caratteristiche e i componenti dello starter kit, facciamo un breve riepilogo delle principali caratteristiche della soluzione Aurel.

ZIGBEE AUREL

La soluzione ZigBee proposta da Aurel consiste in una serie di moduli wireless basati sul system-





Basandosi sul system-on-chip cc2430, Aurel ha costruito la serie di moduli ZigBee XTR-ZB1, che esistono nelle versioni (a seconda del firmware caricato nella flash del chip) Coordinator, Router ed End Device, e si differenziano per potenza del trasmettitore e tipologia di antenna (esterna o interna), come mostra la Tabella 1. I moduli utilizzati durante questo corso sono quelli a bassa potenza trasmissiva e antenna integrata, quindi CLI, RLI ed ELI. Vediamo adesso quali sono le caratteristiche dell'implementazione di

Tipo di dispositivo	Antenna integrata
	Bassa potenza
Coordinatore	XTR-ZB1-CLI
Router	XTR-ZB1-RLI
End Device	XTR-ZB1-ELI

- **Router:** Il Router è un dispositivo considerato sempre alimentato; in fase di creazione della rete gestisce l'associazione ad essa dei dispositivi che non sono direttamente raggiungibili dal Coordinatore, attribuendo indirizzi short (16 bit) a tutte le connessioni che configura. Nelle reti ZigBee. Ad ogni Router (o Coordinatore) si può associare un numero massimo di dispositivi, che, nella rete ZigBee Aurel, è stato fissato in 20 (i dispositivi possono essere altri Router).
- **End Device:** Gli End Device sono i dispositivi terminali. Per far parte di una determinata rete, devono essere associati ad un dispositivo "padre" (un Router o un Coordinatore), tramite il quale comunicano con il resto della rete. Caratteristica peculiare

Tipo di dispositivo	Antenna integrata	Antenna esterna	Antenna integrata	Antenna esterna
	Bassa Potenza Trasmissiva		Alta Potenza Trasmissiva	
Coordinatore	XTR-ZB1-CLI	XTR-ZB1-CLE	XTR-ZB1-CHI	XTR-ZB1-CHE
Router	XTR-ZB1-RLI	XTR-ZB1-RLE	XTR-ZB1-RHI	XTR-ZB1-RHE
End Device	XTR-ZB1-ELI	XTR-ZB1-ELE	XTR-ZB1-EHI	XTR-ZB1-EHE

di questi dispositivi è quella di poter essere posti in "sleep", il che limita il consumo di energia a quello necessario al real-time clock. Questa caratteristica delle reti ZigBee permette di remotizzare facilmente dei sensori che si connettono alla rete con cicli dell'ordine dei secondi, restando in stato attivo per intervalli di tempo dell'ordine dei millisecondi; il tutto permette di alimentare questi dispositivi a batteria anche per lunghi periodi di tempo.

PRESENTAZIONE DELLO STARTER KIT AUREL

Lo starter kit proposto da Aurel è lo strumento ideale per un primo approccio alla connettività wireless ZigBee. Il kit dispone di tutti gli elementi hardware e software necessari alla realizzazione di una piccola WPAN, composta da un Coordinatore e quattro nodi, che possono essere sia Router che End device. Il contenuto dello starter kit commercializzato dall'Aurel è il seguente:

- 1 Demo Board XTR-ZB1 coordinator USB;
- 1 Modulo XTR-ZB1-CLI coordinator;
- 4 Demo Board XTR-ZB1 router;
- 4 Moduli XTR-ZB1-RLI router;
- CD contenente software, driver, e documentazione;
- Manuale d'uso e cavo USB per la connessione;

Vediamo adesso di dare una descrizione più dettagliata dei vari componenti del kit.

La Demoboard USB

La demoboard XTR-ZB1 Coordinator (Figura 2) è stata realizzata per permettere di utilizzare i moduli Radio XTR-ZB1 nella versione coordinatore. La scheda è equipaggiata con un convertitore USB/Seriale prodotto dalla FTDI e tutta la circuiteria necessaria al suo funzionamento. Nella scheda trova posto anche una strip adatta alla connessione di un modulo XTR-ZB1, la quale, come detto nella prima puntata, non è standard.

La demoboard permette di interfacciare il modulo XTR-ZB1 Coordinator ad un qualsiasi PC dotato di una porta USB. Per l'interfacciamento, la Aurel ha deciso di utilizzare un convertitore USB seriale prodotto dalla FTDI: l'FT232R; questo chip sfrutta l'emulazione della seriale su bus USB e in sostanza trasforma l'USB in una porta seriale emulata.

Per il suo funzionamento è necessario installare i driver di emulazione seriale scaricabili dal sito di Aurel o direttamente dal sito del costruttore del chip (FTDI). Dopo l'installazione dei driver la periferica verrà riconosciuta come porta seriale virtuale (VCP - Virtual COM Port) e sarà possibile gestirla come una normale porta seriale.

La Demoboard Router/End Device

La demoboard XTR-ZB1, una cui foto è visibile nella Fig. 3, è stata realizzata per permettere l'interfacciamento con i moduli Aurel in versione Router o End Device. La scheda è dotata di un pacco batterie formato da due pile stilo per fornire l'alimentazione, di un connettore per il modulo wireless, connettori di espansione ed una serie di periferiche che permettono operazioni di testing e debugging; ci sarà molto utile nel resto del corso per valutare le potenzialità dei moduli prodotti dall'Aurel. Vediamo quindi più in dettaglio come è composta la demoboard Router/End Device, facendo riferimento alla Fig. 4, che rappresenta il layout della scheda vista dal lato componenti. Come si può notare, presenta una serie di componenti di segnalazione e impostazione, oltre ad alcuni connettori di

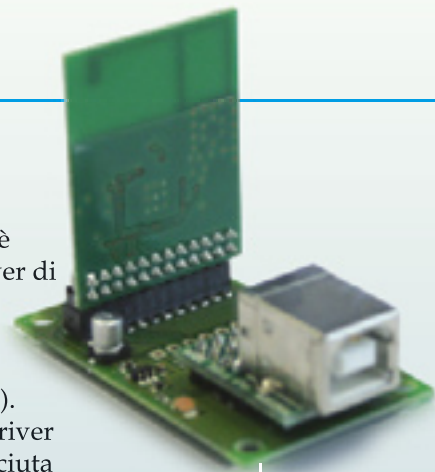


Fig. 2
Demoboard
USB
Coordinator.



Fig. 3
Demoboard
Router/End
Device.

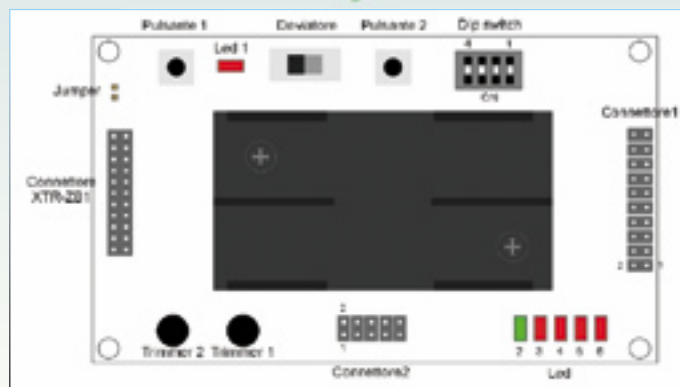


Fig. 4 - Schema della Demoboard Router/End Device.

Tabella 2 - Pinout Connettore 1 della demoboard Router/End Device.

PIN	NOME	DESCRIZIONE
1	Vcc	Connesso al polo positivo del pacco batterie
2	Vcc	Connesso al polo positivo del pacco batterie
3	ADC1	Ingresso 1 del convertitore Analogico/Digitale
4	Input R.	Reset HW del modulo radio (attivo a zero logico). La linea è normalmente a livello alto e quando la si forza a zero avviene un reset simile a quello dopo una perdita di alimentazione.
5	ADC 2	Ingresso 2 del convertitore Analogico/Digitale
6	ADC 3	Ingresso 3 del convertitore Analogico/Digitale
7	OUT 1	Uscita digitale 1
8	ADC 4	Ingresso 4 del convertitore Analogico/Digitale
9	OUT 2	Uscita digitale 2
10	OUT R.	Uscita digitale del modulo radio usata per segnare quando esso è operativo (la linea è a livello alto quando il modulo è operativo e fa parte di una rete, mentre è a zero in fase di start-up e quando il modulo sta cercando di associarsi ad una rete).
11	OUT 4	Uscita digitale 4
12	OUT 3	Uscita digitale 5
13	IN 2	Ingresso digitale 2 (pull-up)
14	IN 1	Ingresso digitale 1 (pull-up)
15	PWD	Pin di disattivazione del power-saving per gli end device.
16	IN 3	Ingresso digitale 3 (pull-up)
17	RESET	Reset Half e Full del modulo radio. La linea è normalmente a livello alto e quando è forzata a zero viene effettuato il reset.
18	INTERRUPT	Interrupt esterno del modulo radio. La linea è normalmente a livello alto e quando viene forzata a livello basso scatta l'interrupt a seguito del quale il modulo radio invia un messaggio al coordinatore.
19	GND	Connesso a massa
20	GND	Connesso a massa

espansione. Il Connettore 1, la cui pinout è riportata nella Tabella 2, è un'espansione composta da due file da 10 pin a passo 2,54 mm, al quale risultano collegate, oltre all'alimentazione della scheda, anche diverse linee del chip cc2430, come i pin del convertitore ADC, gli I/O digitali e le linee di reset ed interrupt. Al connettore 2 sono collegate le linee della seriale (TX, RX, CTS ed RTS), la linea di disattivazione del power-saving per gli end device

Tabella 3 - Pinout Connettore 2 della demoboard Router/End Device.

PIN	NOME	DESCRIZIONE
1	GND	Connesso a massa
2	GND	Connesso a massa
3	PWD	Pin di disattivazione del power saving per gli end device
4	TX	Uscita dati seriali
5	NC	Non Connesso
6	RX	Ingresso dati seriali
7	RTS	Request to send
8	CTS	Clear to send
9	Vcc	Connesso al polo positivo del pacco batterie
10	Vcc	Connesso al polo positivo del pacco batterie

e quelle di alimentazione e massa della demo (vedere pinout in Tabella 3).

Per impostazione predefinita, la porta seriale opera a 38.400 baud, con 8 bit di dati, nessuna parità ed un bit di stop; naturalmente queste impostazioni possono essere modificate con opportuni comandi software, come vedremo più approfonditamente nel seguito del corso. La demoboard dispone di sei led in SMD, utilizzati per fornire indicazioni visive immediate sullo stato di funzionamento e molto utili in fase di debug del sistema. In particolare, abbiamo il LED 1 collegato al positivo dell'alimentazione e utilizzato per segnalare quando la scheda è alimentata. Il led numero 2 è collegato alla linea OUT R e viene utilizzato per segnalare quando il modulo è operativo; risulta acceso quando il modulo è operativo ed è entrato a far parte di una PAN, spento negli altri casi. In fase di startup della rete, questo led potrebbe essere inizialmente spento, perché il dispositivo sta ancora cercando di associarsi alla rete stessa. I led dal 3 al 6 sono collegati alle uscite 1÷4 del modulo, che sono del tipo a logica invertita: quindi quando una di esse è a livello basso il led corrispondente è acceso.

Per testare il convertitore Analogico/Digitale del modulo, sono stati aggiunti due trimmer collegati agli ingressi 1 e 2 dell'ADC, che servono a definire le ampiezze.

La demoboard dispone anche di un dip-switch connesso a tre ingressi digitali del modulo (IN1 ÷ IN3), che può essere utilizzato, ad esempio, per impostare un indirizzo hardware della scheda, nel caso in cui si utilizzi una comunicazione di tipo broadcast e si voglia identificare un particolare dispositivo senza ricorrere al MAC address a 64-bit.

Completano la dotazione della demo, due pulsanti (pulsante 1 e pulsante 2) collegati rispettivamente all'ingresso di reset hardware e alla linea di interrupt esterno.

Procedura di messa in funzione

Per utilizzare la demoboard ZigBee Aurel, dopo aver inserito le due pile AA nell'apposito vano batterie, chiudere il jumper di alimentazione del modulo; oltre che per alimentare o spegnere la scheda, il jumper può essere utile anche per effettuare misure sull'assorbimento del modulo: allo scopo basta collegare un'op-

portuna resistenza di “sense” e misurare la tensione ai suoi capi. Chiuso il jumper, bisogna inserire il modulo XTR-ZB1 nell'apposito zoccolo, con il lato componenti rivolto verso l'esterno della scheda. A questo punto è possibile dare tensione alla demoboard agendo sul deviatore, allorché il LED 1 si accende.

Utilizzo del software demo Aurel

Nel caso di un approccio iniziale alle reti ZigBee (ma spesso anche nelle applicazioni finali) risulta indispensabile utilizzare il coordinatore collegato ad un PC con un'opportuna interfaccia software che permetta la gestione, il monitoraggio e il debug della rete stessa. A corredo del suo kit di sviluppo, Aurel fornisce un applicativo demo, che può essere utilizzato sia come applicativo per il monitoraggio delle reti ZigBee, che come base di partenza per lo sviluppo di applicativi di gestione più complessi.

Vediamo quindi come installare ed utilizzare questo software attraverso un esempio pratico di creazione di una rete ZigBee Aurel.

ZIGBEE IN PRATICA

Per utilizzare un modulo ZigBee, come prima cosa è necessario installare il software ed il componente OCX Aurel che viene utilizzato per la comunicazione. Per l'installazione, lanciare i due programmi di setup e seguire le istruzioni fino al completamento delle due procedure. In caso di difficoltà in fase di installazione, è possibile consultare il manuale dell'applicativo fornito a corredo del kit o scaricato dal sito della Aurel nella sezione relativa alla documentazione ZigBee. L'operazione successiva è l'installazione del driver USB della demoboard coordinator. Collegare la scheda del coordinator al PC con un cavetto USB ed installare la versione del driver appropriata al sistema operativo in uso (esiste la versione per Windows Vista\XP\2000 e quella per i più datati Windows 98\ME). Può essere utilizzata anche la versione autoinstallante del driver (CMD 2.02.04); se utilizzate quest'ultima opzione, si aprirà una finestra di installazione sul prompt dei comandi. Ad installazione ultimata, se tutto sarà andato a buon fine dovrete vedere la finestra di Figura 5. Premete invio per uscire. Per verificare che il driver sia stato correttamente installato, esaminate

Terminologia delle reti ZigBee Aurel

PAN: una Personal Area Network è una rete informatica utilizzata per permettere la comunicazione tra diversi dispositivi vicini a un singolo utente. La PAN può essere utilizzata per collegare i vari dispositivi tra di loro in modo da consentire scambio di informazioni o per consentire la connessione a reti a più alto livello. Una PAN può essere sia cablata che wireless, nel qual caso prende il nome di WPAN (Wireless Personal Area Network).

PAN ID: il PAN ID è un numero su 16 bit che costituisce l'identificativo di una WPAN ZigBee. È quindi possibile discriminare tra loro due WPAN che si trovano nella stessa area.

MAC Address: il MAC Address è un indirizzo a 64 bit che identifica in maniera univoca ogni nodo all'interno di una rete ZigBee. Secondo le specifiche dello standard deve essere memorizzato in una ROM interna e non può mai essere cambiato. Alcuni costruttori lo indicano anche come Serial Number.

Indirizzo Short: gli indirizzi short sono indirizzi a 16 bit che vengono assegnati dinamicamente al momento della formazione di una PAN ZigBee dal Coordinatore o dai Router.

Canale RF: è il canale a radiofrequenza che viene impiegato per la comunicazione. Come è stato detto in precedenza, una rete ZigBee dispone di diverse bande di frequenza utilizzabili, e, all'interno di queste bande di più canali, in modo tale che possa essere cambiato il canale in uso in presenza di disturbi. Le bande disponibili per lo standard ZigBee sono divise per area geografica e, specificatamente, in Europa si può lavorare a 868 MHz negli Stati Uniti a 915 MHz; i 2,4 GHz valgono praticamente in tutto il mondo. La banda più utilizzata è chiaramente quella a 2,4 GHz, ed è in questa che operano i moduli Aurel. All'interno di tale banda sono disponibili 16 canali da 3 MHz ciascuno.

LQI (Link Quality Indicator): è un parametro che nelle reti ZigBee Aurel indica la qualità del collegamento di un determinato nodo con il coordinatore della PAN. Un valore del parametro LQI compreso tra 100 e 200 è indice di un buon collegamento radio.

KA (Keep Alive): il parametro keep alive è utilizzato nelle reti Aurel sui Router e sugli End Device, per ottenere il cambio automatico di canale sulla rete. Quando su un router è attiva la funzione keep alive, esso trasmette un pacchetto ogni 20 secondi al coordinatore, aspettandosi una risposta. Quando non riceve una risposta dopo sei tentativi, esegue un half reset e tenta una nuova associazione, effettuando uno scan su tutti i canali disponibili. Sugli End Device l'operazione è simile, con la differenza che l'End Device non interroga direttamente il coordinatore ma il suo dispositivo “padre” (che potrebbe essere anche il coordinatore stesso), eseguendo la stessa procedura descritta nel caso del Router. L'opzione keep alive consente all'utente di una rete ZigBee Aurel di cambiare canale RF in uso senza perdere il collegamento con i dispositivi associati alla rete, che “seguono” la migrazione del coordinatore verso il nuovo canale.

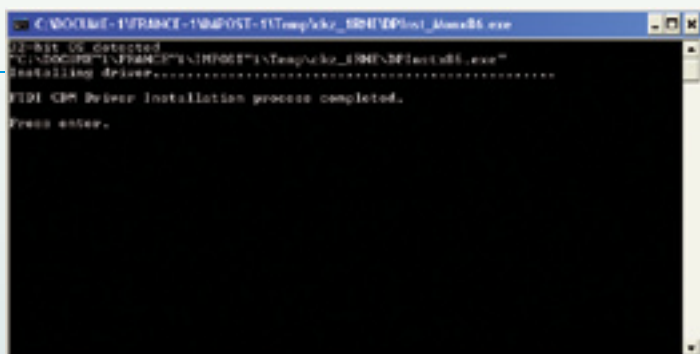


Fig. 5 - Installazione del driver della scheda USB coordinator.

le risorse hardware del sistema (pannello di controllo\ sistema\ hardware\ gestione periferiche): sotto l'insieme porte COM e LPT dovreste trovare una voce nominata USB Serial Port, come mostrato nella Fig. 6. Quella è la scheda USB Coordinator. Una volta completata l'installazione del driver, bisogna predisporre le quattro demoboard per l'accensione (seguendo le istruzioni del paragrafo precedente) e collocarle a piacimento all'interno di una stanza facendo attenzione a non appoggiarle su superfici conduttive, onde evitare che si determinino cortocircuiti tutt'altro che salutari.

Vi ricordiamo che i moduli dello starter kit sono router, quindi con essi è possibile creare diverse topologie di rete. Inoltre, siccome ogni router è in grado di instradare pacchetti dati verso altre destinazioni, è possibile creare delle catene nelle quali la distanza tra il coordinatore e l'ultimo router della catena è pari alla massima distanza che può esistere tra due dispositivi moltiplicata per il numero di dispositivi intermedi. Ora è possibile fornire l'alimentazione alle schede agendo sul deviatore e lanciare, dal menu Programmi del computer, l'applicativo Aurel ZigBee-Programma_Client. Inizialmente comparirà la schermata della Fig. 7, che richiede l'inserimento del numero della porta COM virtuale assegnata al coordinatore.

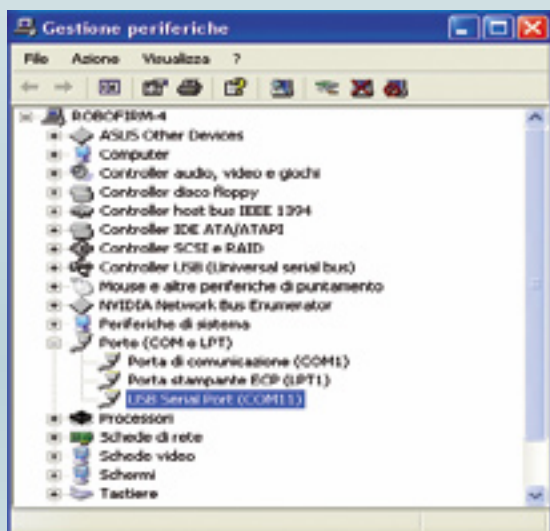


Fig. 6 - Elenco risorse di sistema. Notate la presenza della scheda USB coordinator.

Inserite il numero della porta COM virtuale assegnata dal sistema (è visibile nella schermata delle risorse hardware) e fate clic sul pulsante OK. Eseguita questa operazione, comparirà lo splash screen e successivamente la schermata principale del programma. Non appena il programma viene caricato, il coordinatore inizia la procedura per la creazione di una nuova rete e si mette in attesa di richieste di associazione da parte di altri dispositivi Aurel; in fase di creazione della rete, ad eventuali dispositivi non Aurel non viene concesso di associarsi.

Per associare i dispositivi alla rete, bisogna premere il pulsante UnLock Net (se la rete risultava bloccata) ed attendere che i dispositivi si associno; questa operazione può richiedere alcuni secondi, in funzione della distanza tra i dispositivi e della complessità della rete. Man mano che i dispositivi cominciano ad associarsi, sulle demoboard si accende il LED verde (LED 2) e sulla tabella nella parte centrale della finestra iniziano a comparire i dati relativi ai

singoli dispositivi. Quando tutti i dispositivi sono stati correttamente associati, la schermata del programma client dovrebbe apparire come quella visibile nella Fig. 8.

Oltre alla finestra principale, all'apertura del programma viene anche attivata una finestra di log, visibile nella Fig. 9, che contiene lo storico di tutti i messaggi scambiati dall'applicativo.

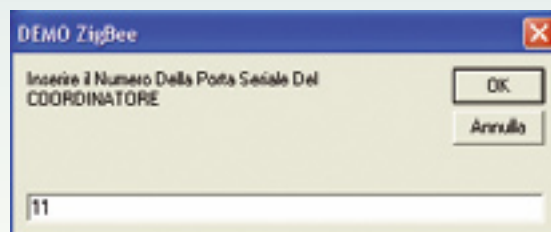


Fig. 7 - Inserimento della porta COM virtuale del coordinatore.

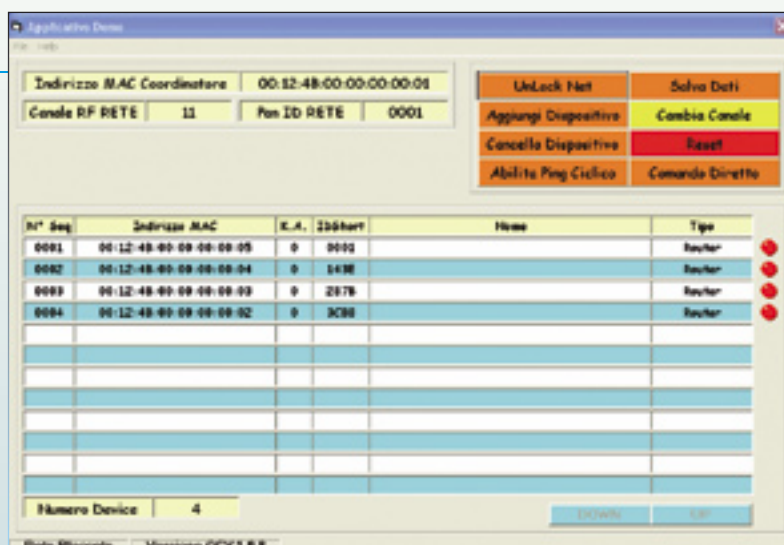


Fig. 8 - Schermata del programma client con quattro dispositivi associati ma non ancora attivi.

cattivo e dal PAN Coordinator.

Come si vede, la schermata principale del programma client fornisce una serie di utili informazioni sulla rete appena creata. Nella parte in alto a sinistra viene fornito il MAC address del Coordinatore, il canale RF attualmente in uso e il PAN ID della rete (all'avvio viene eseguito in automatico dal coordinatore uno scan di tutti i canali disponibili e viene scelto quello meno affetto da disturbi). In alto a destra è presente un menu contenente il gruppo pulsanti di comando, tramite i quali possono essere eseguite alcune operazioni base che descriveremo in seguito. La tabella che occupa la parte centrale della finestra contiene invece alcune informazioni relative ai dispositivi associati alle rete. Nel caso di reti con più di 12 dispositivi associati, è possibile utilizzare i pulsanti UP e DOWN, per scorrere l'elenco. Per ogni dispositivo sono riportate le seguenti informazioni:

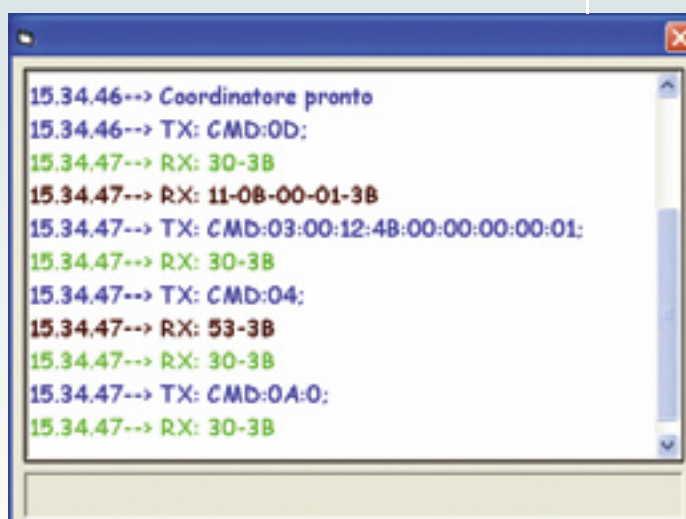
- numero del dispositivo;
- MAC Address a 64-bit;
- stato del parametro Keep Alive: 0 indica keep alive disattivato, 1 keep alive attivato;
- indirizzo Short a 16-bit;
- nome del dispositivo;
- tipo di dispositivo: può essere Router o End Device;
- stato del dispositivo: il led verde indica dispositivo in stato ON (attivo), mentre il led rosso indica dispositivo in stato OFF (non attivo).

All'avvio del programma, lo stato di tutti i dispositivi è OFF. Diventa ON in caso di risposta al comando ping ciclico o se giunge una risposta dal device quando si entra nella

finestra di gestione dello stesso. Cliccando due volte nel campo nome della tabella, si entra nella finestra gestione dispositivo, rappresentata in Fig. 10. In questa schermata sono riassunte tutte le informazioni relative al singolo dispositivo contenute nella tabella della schermata principale ed

inoltre si possono cambiare alcuni parametri del dispositivo e controllare ingressi ed uscite della scheda demo. Potete fare alcune prove cambiando lo stato dei quattro led collegati alle linee di uscita, oppure leggendo lo stato degli ingressi digitali (collegati al dip switch) ed analogici (collegati ai trimmer). Se variate lo stato dei trimmer o degli ingressi digitali, per leggere la variazione dovete aggiornare la finestra premendo sul pulsante *Applica* nella parte bassa della finestra stessa. Altre informazioni che vengono visualizzate sono il parametro LQI (vedi riquadro di approfondimento sulla terminologia delle reti Aurel), il valore della tensione presente ai capi della batteria ed il livello della temperatura del sensore interno del system-on-chip cc2430. Quest'ultimo corrisponde al valore della temperatura di esercizio del chip e può variare da modulo a modulo; non è quindi utilizzabile per risalire alla temperatura esterna. Dopo aver fatto alcuni test e verificato che il dispositivo sia collegato e risponda correttamente ai

Fig. 9
Finestra di log.



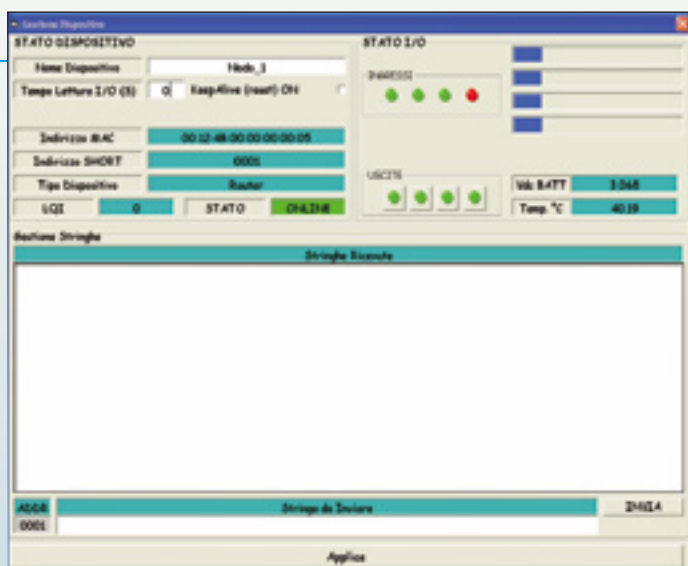


Fig. 10 - Schermata di gestione dispositivo.

Fig. 13, che richiede la conferma del MAC address del dispositivo da eliminare. Se il MAC address corrisponde, si può fare clic sul pulsante OK per continuare; il dispositivo verrà cancellato dalla rete senza ulteriori richieste di conferma.

Riassociazione di un dispositivo precedentemente cancellato

Nel caso invece si voglia riassociare alla rete un dispositivo precedentemente cancellato, è possibile utilizzare il pulsante aggiungi dispositivo.

comandi, potete assegnargli un nome simbolico (nell'esempio *Nodo_1*), premere sul pulsante applica e chiudere la finestra. Ripetete questa operazione per tutti e quattro i nodi. Il risultato finale dovrebbe essere la finestra illustrata nella Fig. 11.

Come si vede, adesso il campo nome contiene il nome simbolico associato al dispositivo e il led a fianco è diventato verde, ad indicare che il dispositivo è associato alla rete ed è attivo. Vediamo adesso alcune operazioni che è possibile eseguire sulla rete ZigBee Aurel attraverso il software client.

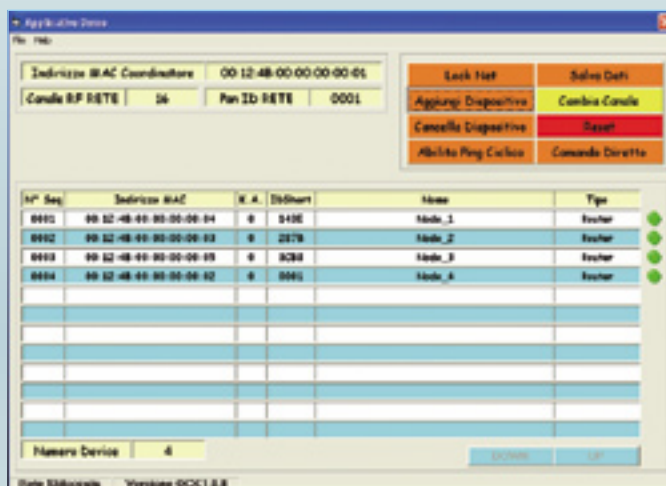


Fig. 11 - Schermata del programma client con quattro dispositivi associati ed attivi.

Nel caso si esegua questa operazione, comparirà la finestra di dialogo illustrata nella Fig. 14, che richiede il MAC address del dispositivo da associare alla rete. In tal caso dovete inserire l'indirizzo MAC e fare clic sul pulsante OK. Se il dispositivo non si riassocia autonomamente, può essere necessario eseguire un half reset.

Cancellazione di un dispositivo dalla rete

È possibile eliminare uno specifico dispositivo dalla rete formata (nel caso, ad esempio, non si desidera che il dispositivo ne faccia parte, o nel caso di associazione fortuita), facendo uso del comando cancella dispositivo presente nel gruppo pulsanti di comando. Se viene premuto questo pulsante, comparirà la finestra di dialogo illustrata nella Fig. 12. In essa il computer richiede il numero sequenziale del dispositivo da cancellare.

Dopo aver selezionato il numero e fatto clic sul pulsante OK, comparirà la schermata di



Fig. 12 - Selezione dispositivo da cancellare.

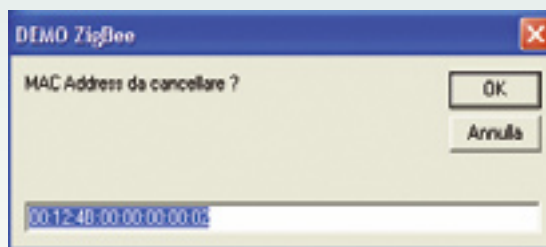
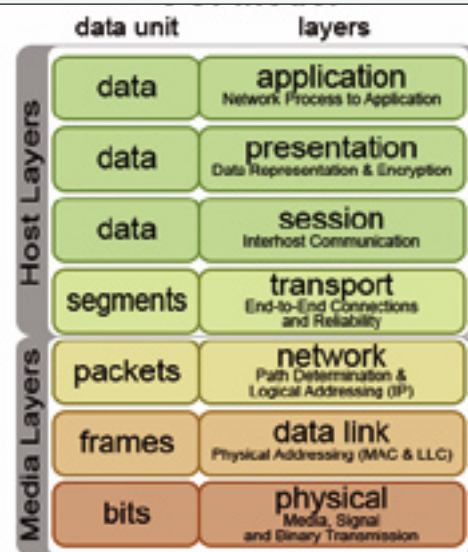


Fig. 13 - Conferma del MAC address da cancellare dalla rete.

Modello ISO-OSI

**Cambio del canale attivo e parametro keep alive**

Un'altra possibilità offerta dal software demo della Aurel è il cambio manuale del canale RF in uso. Come è stato spiegato in precedenza, all'avvio della rete il Coordinator esegue uno scan su tutti i canali messi a disposizione dallo standard (per trasmissioni a 2,4 GHz i canali disponibili sono quelli che vanno dall'11 al 26) e connette la rete nel canale che ritiene meno affetto da disturbi. Tuttavia se le prestazioni della rete si degradano dopo un

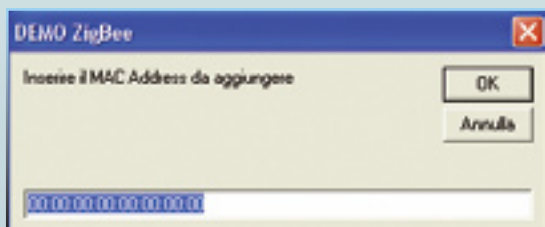


Fig. 14 - Finestra di dialogo Aggiungi Dispositivo.

certo periodo di utilizzo, è possibile che la situazione dei canali attivi nella zona sia mutata e che il canale selezionato sia ora disturbato da interferenze provenienti da reti limitrofe. In questo caso è possibile cambiare il canale attivo via software senza essere costretti ad eseguire un reset dell'intera rete. Per cambiare il canale RF in uso premere il pulsante

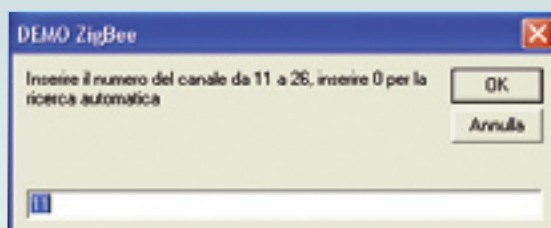


Fig. 15 - Finestra di dialogo Cambio Canale.

Cambia Canale presente nel gruppo pulsanti di comando. Apparirà la finestra di dialogo di Fig. 15, la quale richiede di inserire il canale RF che si desidera utilizzare. L'input ammesso è un numero da 11 a 26; se viene inserito lo 0, il Coordinator provvederà ad eseguire un nuovo scan dei canali disponibili e selezionerà il canale più libero da interferenze. Nel caso venga eseguito il cambio del canale RF via software, tutti i nodi della rete dovranno

seguire la migrazione del Coordinator verso il nuovo canale, altrimenti non saranno possibili ulteriori comunicazioni. Se i nodi non riusciranno a ristabilire la comunicazione sul nuovo canale, bisognerà eseguire un reset locale su ogni nodo, per permettere a ciascun dispositivo di ricollegarsi. Nel caso non si riesca a firmare la rete sul nuovo canale, è possibile eseguire un reset del Coordinator via software (pulsante Reset). In questo caso, se è stato precedentemente attivato il parametro keep alive (KA) sui singoli nodi, questi ultimi riusciranno a ricollegarsi al Coordinator sul canale predefinito (11).

Salvataggio dei dati della rete

Tra le varie funzionalità, il software offre anche la possibilità di salvare i MAC address dei dispositivi associati alla rete. Per farlo, bisogna premere il pulsante Salva Dati nel gruppo pulsanti di comando. Nella directory dell'applicativo (di default: Programma/Demo ZigBee), verrà salvato un file di testo contenente i MAC dei dispositivi associati. Il formato del file è visibile nella Figura 16.

Il primo MAC address della lista è quello del Coordinator. Concludiamo così questa seconda puntata sulle reti ZigBee Aurel. Nella prossima puntata del corso descriveremo in dettaglio il componente OXC di Aurel (ed il relativo set di comandi di gestione della rete) e inizieremo la scrittura di un nostro software di gestione della rete personalizzato, sfruttando le proprietà, le funzioni e gli eventi forniti da tale componente.

Fig. 16
Formato di salvataggio degli indirizzi MAC.

