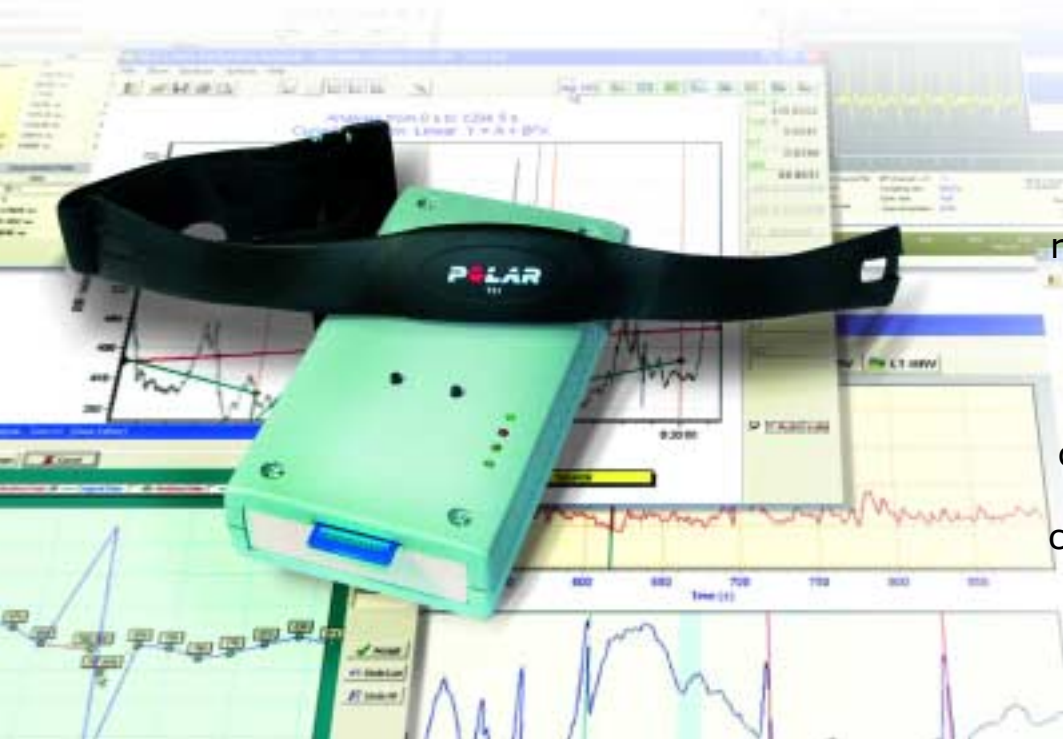


HRV Data Logger con SD-Card

di *Franco Missoli & Carlo Tauraso*

Dopo la teoria dell'HRV, questo mese presentiamo il progetto da noi messo a punto per registrare su SD-Card i dati rilevati mediante il particolare sensore impiegato. La grande capacità del supporto di memoria utilizzato consente di effettuare misurazioni di lunga durata, anche di 24 ore e oltre.



Questo progetto descrive la realizzazione di un circuito in grado di monitorare il battito cardiaco per effettuare la rilevazione del cosiddetto HRV (Heart Rate Variability). Come ampiamente descritto sul fascicolo di aprile, l'HRV è una tecnica di misurazione ed analisi della variabilità della frequenza cardiaca con implicazioni in cardiologia, psicofisiologia, psicologia, psicoterapia, medicina olistica e medicina dello sport. In quest'ultimo campo, ad esempio, esistono numerosi studi, soprattutto nell'ambito della preparazione atletica tant'è che sul mercato si trovano diversi prodotti volti

soprattutto al controllo della frequenza cardiaca. Durante un allenamento è importante avere la possibilità di verificare l'intensità della frequenza cardiaca, soprattutto quando ci si prefigge degli obiettivi particolari o quando si parte da una condizione fisica non ottimale. La misurazione dell'HRV consente di ottenere delle informazioni supplementari che, nel nostro caso, vengono registrate su SD-Card per poter poi essere opportunamente elaborate. Il file testo creato sul dispositivo di memorizzazione è leggibile da qualsiasi PC e presenta un formato standard utilizzato anche da altre ➤

apparecchiature medicali. Il circuito prevede inoltre la possibilità di evidenziare all'interno del tracciato l'inizio ed il termine di uno specifico evento. In questo modo è possibile verificare il differente comportamento del muscolo cardiaco in funzione dell'attività svolta. Ad esempio, durante una corsa, sarà possibile evidenziare il momento in cui l'atleta deve superare un percorso in salita che richiede un maggior sforzo. La segnalazione avviene in maniera da non influenzare la misura degli intervalli di tempo tra un battito e l'altro. Sul tracciato viene inserito un apposito "marker" affinché il software di analisi sia in grado di evidenziare le diverse attività intercorse durante l'allenamento. Per rilevare il battito cardiaco abbiamo utilizzato una cintura trasmettitore ed un piccolo ricevitore prodotti dalla Polar (www.polar.fi), la più nota azienda operante in questo campo. La cintura (identica a quella dei tradizionali cardiofrequenzimetri) va indossata prima di avviare il monitoraggio: i battiti cardiaci rilevati vengono trasmessi via radio ad un piccolo ricevitore presente nel nostro circuito che li trasforma in impulsi elettrici. Questi ultimi vengono elaborati da

un microcontrollore che calcola il tempo intercorrente tra l'uno e l'altro sulla base di un segnale di clock generato attraverso un apposito quarzo.

Naturalmente messa così la cosa sembra piuttosto semplice, in realtà il firmware deve essere in grado di gestire la SD-card con un file system compatibile Windows, registrare gli eventi sul supporto di memorizzazione attivando e disattivando un timer interno ed effettuare i controlli sul circuito nella maniera più rapida possibile. Il sistema prevede, inoltre, l'alimentazione a batteria ed il monitoraggio della carica della stessa oltre ad un'accensione e spegnimento controllati direttamente dal micro. Iniziamo descrivendo il funzionamento della cintura trasmettitore e del modulo di ricezione. Ci riferiamo in particolare alla documentazione resa disponibile dalla Polar.

Modulo TX/RX

La rilevazione del battito cardiaco viene effettuata tramite una cintura elastica che deve essere indossata in maniera tale da far aderire al torace due piccoli elettrodi posti sul retro della stessa. Per rendere il monitoraggio ottimale la cintura deve esse-

re posta al di sotto dei muscoli pettorali ed il trasmettitore deve trovarsi al centro in corrispondenza dello sterno. La parte di pelle a contatto con gli elettrodi deve essere leggermente inumidita e la banda elastica deve essere regolata in maniera da

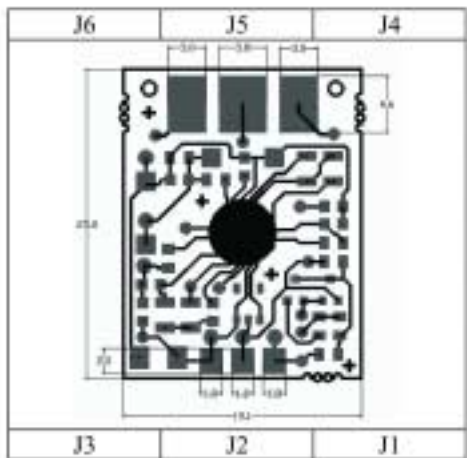
essere sufficientemente stretta senza che questo comporti però un fastidio per la persona che deve indossarla. Il trasmettitore lavora su una frequenza di 5,5 kHz ed invia i dati al ricevitore in maniera non codificata. Non è quindi esente da possibili interferenze da parte di altri trasmettitori posti nelle vicinanze. In particolare il raggio di utilizzo del sistema TX/RX si aggira attorno al metro, pertanto bisogna fare attenzione a posizionare il ricevitore non troppo lontano (la distanza dal trasmettitore non deve superare gli 80 cm). Secondo quanto descritto nei datasheet, la migliore ricezione avviene nel momento in cui l'asse della bobina presente sul modulo ricevente è parallela al flusso magnetico generato dalla cintura. Dai test effettuati questo fatto non è molto critico a patto che la distanza dal trasmettitore non si avvicini troppo al limite estremo (vedi Fig. 1). Il modulo ricevente è composto da una piccola basetta in SMD con 6 pad divise in due gruppi da 3 in maniera da poter essere montata con l'asse della bobina di ricezione parallelo al lato più lungo. Per facilitare il fissaggio al nostro circuito abbiamo utilizzato le pad più grandi con una maggiore spaziatura (J4, J5, J6). Nel box riportato nella pagina seguente viene riassunta la piedinatura del ricevitore.

La tensione di alimentazione va da 3V a un massimo di 12V per un assorbimento decisamente basso considerando che al massimo arriva a 55 μ A. Il modulo ricevente dispone di un'uscita digitale di tipo 0-3V. Ad ogni impulso proveniente dal trasmettitore corrisponde un livello logico alto (3V) che viene mantenuto per circa 10ms. Pertanto, in uscita si genera un segnale facilmente interpretabile dal microcontrollore il quale dovrà utilizzare un apposito segnale di timing per calcolare l'intervallo di tempo tra due impulsi successivi. Non è necessa-

Fig. 1



Il modulo ricevente



PAD	Descrizione
J1	Output
J2	Vcc
J3	GND
J4	Output
J5	GND
J6	Vcc

Il debolissimo segnale radio a 5,5 kHz generato dalla fascia trasmittente viene captato da un apposito modulo ricevente della Polar

di cui riportiamo la pin-out. Il modulo dispone di tre terminali per lato collegati tra loro a cui corrispondono il positivo ed il negativo di alimentazione nonché l'uscita del segnale. Il sistema da noi utilizzato (fascia + modulo ricevente) può essere utilizzato per rilevare il battito cardiaco in numerose altre applicazioni, specialmente dove la presenza di un cavo di connessione tra il sensore e l'apparecchiatura può risultare poco funzionale o pericoloso.



rio effettuare nessuna conversione dei livelli in ingresso visto che anche il PIC utilizzato è alimentato con una tensione di 3,3 volt. Considerando che il segnale da monitorare è relativamente "lento" (intervalli di 10ms), abbiamo utilizzato lato firmware dei cicli di polling anziché assegnare ciascun impulso ad un gestore di interrupt. Nella costruzione della basetta si faccia attenzione che i tre pin del ricevitore siano ben connessi. In particolare la pista che corrisponde all'uscita digitale deve essere pulita da eventuali sbavature in maniera che non sia influenzata da altri segnali utilizzati nel circuito.

Lo schema elettrico

Il progetto utilizza un microcontrollore PIC16F876A alimentato a 3,3V per non dover effettuare delle conversioni di livelli logici nella comunicazione con il modulo ricevitore e la SD-Card. La tensione

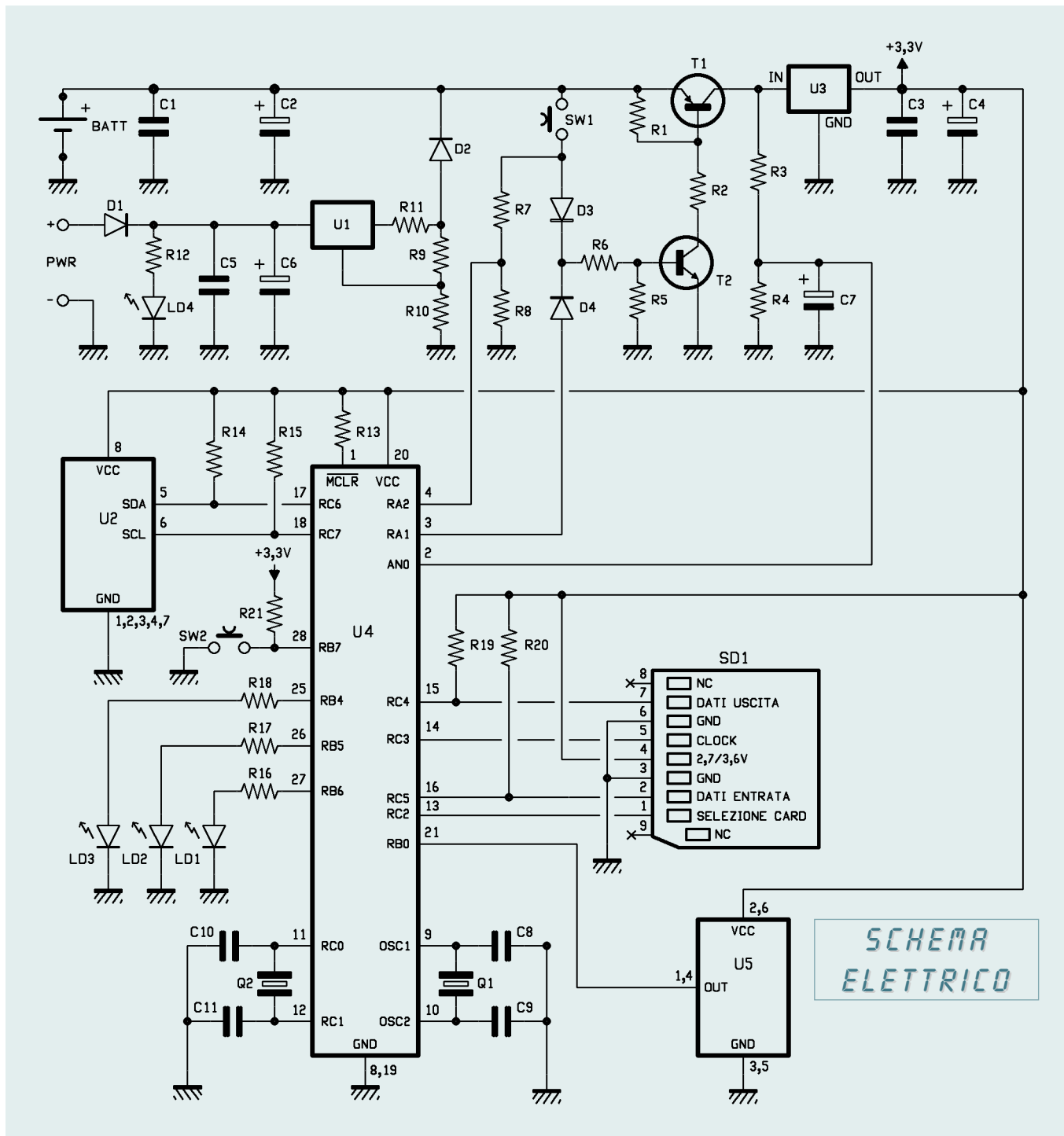
principale viene regolata attraverso un LM1086-3,3 il cui ingresso è controllato attraverso la coppia di transistor T1 e T2. Il funzionamento della sezione di alimentazione è molto semplice. In pratica nel momento in cui si preme il pulsante SW1, la tensione della batteria (4 stilo ricaricabili per una tensione complessiva di 4,8 volt) viene applicata alla base di T2 attraverso il diodo D3. T2 a questo punto va in saturazione portando la base di T1 a livello basso. T1 va in conduzione e la tensione fluisce al regolatore che alimenta l'intero circuito.

Nel momento in cui il microcontrollore viene alimentato il suo primo compito è quello di mettere a livello logico alto RA1. In questo modo, anche dopo aver rilasciato il pulsante SW1, la condizione di T2 non cambia visto che la tensione di base viene applicata attraverso il diodo D4. Lo spegnimento del circuito avviene dopo aver premuto a

lungo il pulsante SW1. Tale condizione viene rilevata dal PIC attraverso la linea RA2 che riceve la tensione derivante dal partitore R7, R8. Un livello logico alto su RA2 informa il micro che l'utente vuole spegnere il dispositivo e pertanto esso effettua le relative operazioni di chiusura del file su SD-Card prima di disattivare l'alimentazione portando a livello logico basso la linea RA1. In questo caso T2 e T1 non conducono più e la tensione di batteria non fluisce al regolatore spegnendo il circuito. La carica della batteria viene monitorata campionando la sua tensione attraverso il partitore costituito dalla coppia R3, R4. La linea corrispondente è attestata sul pin RA0 del PIC e quindi al modulo A/D a 10bit del microcontrollore. Il firmware esegue un ciclo di campionamento in maniera da verificare se la tensione di batteria scende sotto un certo limite al raggiungimento del quale segnala l'evento attraverso l'entrata in funzione del led rosso che inizia a lampeggiare. L'utente in questo caso può effettuare lo spegnimento del circuito senza paura di perdere i dati registrati oppure collegare un alimentatore esterno. L'integrato LM317 permette di applicare la corrente necessaria alla ricarica del pacco batterie continuando a mantenere in funzione il circuito.

Avrete già osservato che il PIC utilizza due oscillatori (Q1, Q2) anziché uno solo come avviene nella configurazione standard. Il primo lavora a 20MHz e serve per generare il segnale di clock del sistema. Il secondo invece utilizza un quarzo a 32,768 kHz per generare un segnale di temporizzazione necessario a rilevare correttamente l'intervallo di tempo intercorrente tra due impulsi successivi.

La frequenza di oscillazione viene divisa per 8 attraverso un pre-scaler interno al PIC. Per il dettaglio del- ➤



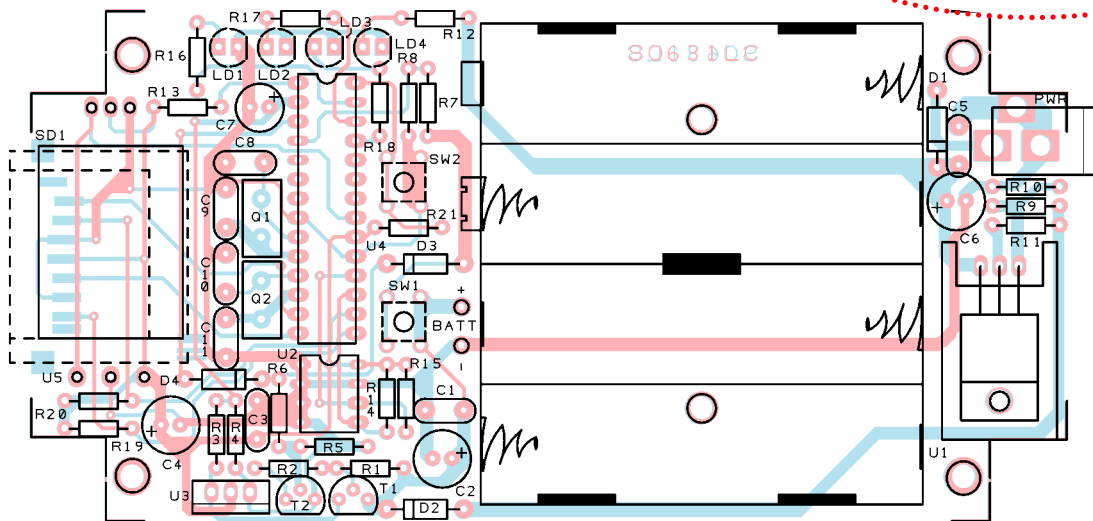
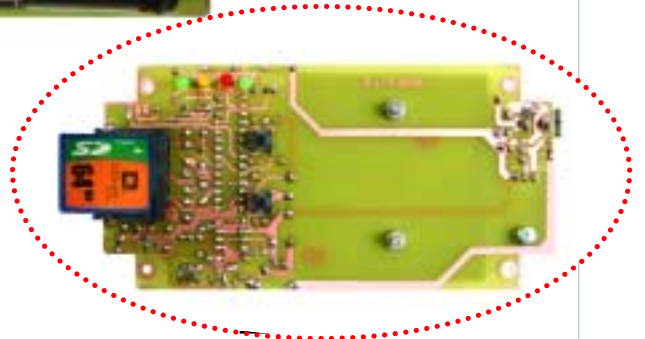
l'operazione vi rimandiamo al paragrafo sul firmware. Nel circuito è presente anche una EEPROM 24LC256 che viene collegata al micro attraverso le solite linee SCL, SDA che fanno capo ai pin RC6, RC7. Al suo interno viene inserito il file eepcar.bin scaricabile gratuitamente dal sito della rivista. In pratica essa contiene i settori fondamentali (Boot, FAT1, Root) per la

gestione del file system FAT della SD. Si tratta di una struttura che abbiamo usato anche in altri progetti. L'abbiamo soltanto aggiornata per utilizzare le SD con uno spazio di memorizzazione più elevato (da 128MB in su). La memoria in questione viene utilizzata soltanto in lettura e non ha alcuna criticità a livello di velocità di lettura/scrittura perché ha perso totalmente la fun-

zione di buffer temporaneo che le avevamo affidato in altri progetti con le SD-Card. Analogamente lo slot per SD-Card vede attestare le linee dell'interfaccia SPI direttamente sui pin della PORTC (RC2, RC3, RC4, RC5). L'alimentazione a 3,3V permette di evitare il 74HCT125 necessario per rendere compatibili i livelli logici di PIC e SD. Ricordiamo che quest'ultima è ➤



Dettagli costruttivi dell'HRV Data Logger. Le dimensioni della basetta (a doppia faccia) sono state calcolate per poter inserire il dispositivo all'interno di un contenitore plastico tipo G413.



ELENCO COMPONENTI:

R1: 10 kohm
 R2: 4,7 kohm
 R3, R4: 10 kohm 1%
 R5, R8: 10 kohm
 R6: 4,7 kohm
 R7, R9: 1 kohm
 R10: 3,3 kohm
 R11: 15 ohm
 R12÷R15: 4,7 kohm
 R16÷R18: 330 ohm
 R19÷R21: 4,7 kohm
 C1, C3, C5: 100 nF multistrato

C2, C4: 470 µF 16 VL elettrolitico
 C6: 470 µF 25 VL elettrolitico
 C7: 100 µF 25 VL elettrolitico
 C8, C9: 22 pF ceramico
 C10, C11: 33 pF ceramico
 Q1: quarzo 10 MHz
 Q2: quarzo 32,768 KHz
 U1: LM317
 U2: 24LC256
 U3: LM1086-3.3
 U4: PIC16F876A (MF631)
 U5: Modulo Polar RECFTC

D1÷D4: 1N4007
 T1: BC557
 T2: BC547
 LD1, LD4: led 3 mm verde
 LD2: led 3 mm giallo
 LD3: led 3 mm rosso
 SW1, SW2: Microswitch
 Varie:
 - Plug alimentazione
 - Zoccolo 14+14
 - Zoccolo 4+4

- Connettore SD-CARD
 - Porta batterie per 4 stilo (PIL68)
 - Clip per batteria 9V
 - Contenitore plastico G413
 - Dissipatore (ML26)
 - Vite 10 mm 3 MA
 - Vite 6 mm 3 MA (2 pz.)
 - Dado 3 MA (3 pz.)
 - Circuito stampato codice S631

particolarmente sensibile per quanto riguarda la stabilità delle tensioni. La tensione operativa, infatti, viene accordata dal controller interno durante l'inizializzazione e può variare di pochissimo. Infine, sulla PORT B, sono collegati tre led di segnalazione, ad ognuno dei quali viene assegnata un'opportuna funzione (si veda paragrafo relativo alla messa in funzione) oltre allo switch 2 che permette di inserire il "marker".

Il firmware

Il firmware è stato sviluppato parte in PICBasic e parte in assembler per velocizzare al massimo le operazioni di scrittura su SD e di campionamento dei segnali in ingresso. Il cuore del sistema risiede all'interno di un unico ciclo di polling distribuito su più linee. In pratica il sistema deve rilevare e riconoscere tre eventi fondamentali:

- 1) Impulso su RB0 = **Battito Cardiaco**
- 2) Impulso su RB7 = **Inserimento Marker**
- 3) Campionamento su RA0 inferiore ad un certo valore = **Batteria Scarica**

Ciascun evento deve essere gestito opportunamente e genera esso stesso ulteriori elaborazioni che dipendono dallo stato del sistema. Per esempio l'impulso su RB0 comporta in primo luogo la disattivazione del timer, il salvataggio del conteggio degli impulsi di temporizzazione, la riattivazione del timer, la conversione in millisecondi, la conversione in formato ASCII, la scrittura su SD del valore convertito, l'aggiornamento dei contatori per la FAT, la segnalazione tramite led. In secondo luogo, l'elaborazione varia a seconda che la scrittura su SD avvenga all'interno di un settore o a cavallo di due settori successivi. Ricordiamo, infatti, che la scrittura su questo tipo di dispositivi può avvenire soltanto per blocchi di 512byte. Nel momento in cui si deve saltare da un settore all'altro è

necessario effettuare una finalizzazione dell'operazione con aggiornamento del puntatore relativo. Vediamo di analizzare ciascun evento per capire quali sono gli sviluppi collegati.

Battito Cardiaco

Per misurare correttamente il tempo intercorrente tra due picchi successivi abbiamo utilizzato il TIMER1 del PIC. Si tratta di un contatore a 16bit la cui frequenza di incremento può essere associata ad un segnale di clock esterno (il circuito oscillatore viene collegato ai pin RC0, RC1). Noi abbiamo utilizzato il quarzo Q2 a 32,768KHz in maniera da poter apprezzare un intervallo massimo di 2 secondi che è più che sufficiente. Lo si calcola facilmente considerando che il contatore a 16bit raggiunge al massimo il valore di 65.535 ed esso viene

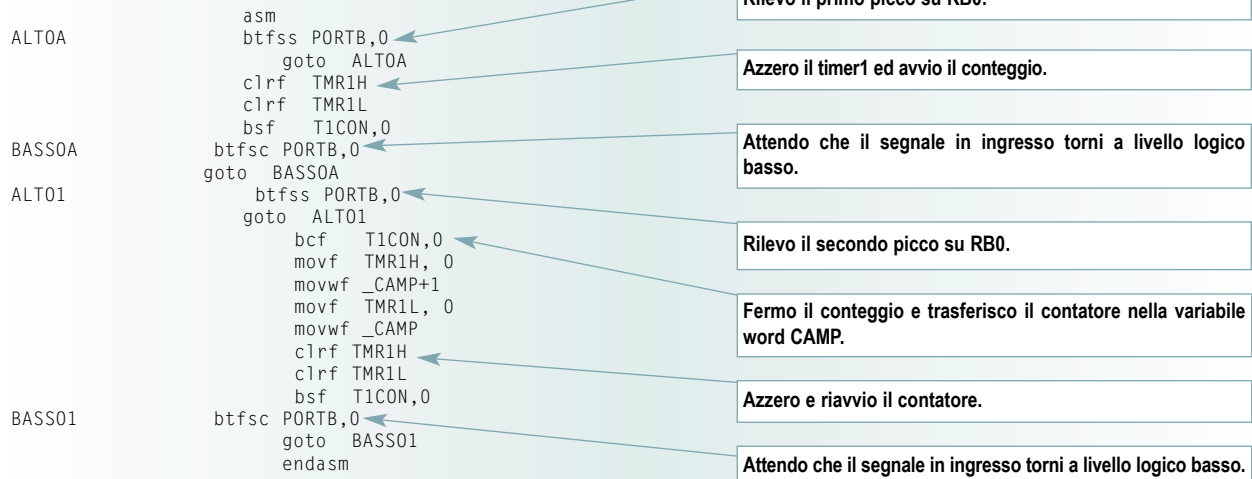
incrementato ogni 1/32.768 secondi. Utilizzando direttamente il contatore sarebbe possibile effettuare una misura decisamente precisa apprezzando come unità di tempo minima 3 centesimi di millesimo di secondo. In realtà per venire incontro al formato standard utilizzato da buona parte dei software di analisi dell'HRV, abbiamo diminuito la precisione. In particolare, per rendere più semplice la conversione in millisecondi abbiamo diviso per 8 la frequenza d'ingresso con il prescaler interno affinché l'incremento del contatore avvenga ogni 1/4096 secondi.

Avrete capito che in questo modo per ricavare il numero di millisecondi è sufficiente moltiplicare il valore del contatore per 10 e dividere per 41 senza commettere un errore troppo pesante. Se consideriamo che l'intervallo di tempo tipico varia da 250ms a 1500ms, vediamo qual è



Fig. 3

LISTATO 1



l'errore commesso nel caso peggiore e migliore.

Caso peggiore: 250ms

Il contatore a 16 bit ha un valore di 1024. La conversione comporta il calcolo $(1024 \cdot 10) / 41 = 249$. Quindi l'errore commesso è pari a 1 ms (0,4% del valore).

Caso migliore: 1500ms

Il contatore a 16 bit ha un valore di 6144. La conversione comporta il calcolo $(6144 \cdot 10) / 41 = 1498$. Quindi l'errore commesso è pari a 2 ms (0,13% del valore).

Considerando che mediamente il battito cardiaco varia tra 850 - 1100ms possiamo tranquillamente dire che la precisione del dispositivo è in linea con quelli in commercio (i cardiofrequenzimetri F1, F2, F3 della Polar hanno sulla frequenza cardiaca una precisione del +/- 1%). La configurazione del TIMER1 avviene attraverso il registro T1CON. La struttura è visibile in Fig. 3.

La prima cosa che viene fatta dal firmware prima del ciclo di polling vero e proprio è la configurazione del TIMER1 valorizzando il T1CON con il valore binario %00111010. In pratica vengono messi a 1 i bit TMR1CS, T1OSCEN, T1CKPS1:T1CKPS0.

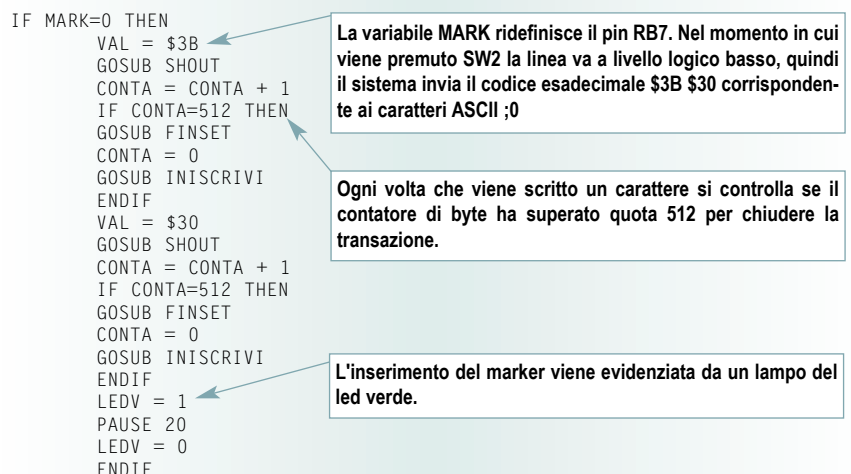
Si attiva, quindi, una sorgente di clock sincronizzata, esterna, con un prescaler 1:8. Il contatore inizialmente è disattivato. Il suo avvio e stop viene controllato direttamente attraverso il bit0 del T1CON detto TMR1ON. Il firmware lo utilizza proprio come faremo noi con un ipotetico cronometro: lo avvia al primo picco e lo ferma al picco successivo annotando il valore raggiunto. Il timer viene azzerato e riattivato subito dopo aver salvato in due variabili temporanee il valore del contatore a 16bit in maniera da continuare a misurare il tempo per il successivo battito. La sequen-

za di istruzioni relativa è descritta nel Listato 1. La riattivazione del TIMER1 avviene dopo aver eseguito 6 istruzioni che pesano ciascuna un ciclo di clock, pertanto il ritardo è decisamente piccolo rispetto ai valori da misurare (si consideri che il PIC a 20MHz esegue 5 milioni di cicli al secondo).

Inserimento Marker

Questo evento viene rilevato non appena si preme il tasto SW2 che porta a livello logico basso il pin RB7. Siccome ci troviamo in un ciclo di polling è necessario stabilire una priorità nella verifica dei ➤

LISTATO 2



diversi eventi. Il battito cardiaco è essenzialmente quello a priorità più elevata, il marker è invece l'evento secondario la cui rilevazione è forzata tra un battito e l'altro per evitare che ciò interferisca con la misura dell'intervallo di tempo intercorrente tra due battiti. In pratica tra un dato e l'altro si verifica se viene premuto il pulsante relativo, in tal caso al dato viene aggiunto il simbolo di marker costituito dalla stringa ";0". Se invece il pulsante non viene pre-

LISTATO 3

```
TENSIO:
ADCON0.2 = 1
CONV:
IF ADCON0.2 = 1 THEN GOTO CONV
CAMP.BYTE1 = ADRESH
CAMP.BYTE0 = ADRESL

IF CAMP < 660 THEN
LEDR = ~LEDR
ELSE
LEDR = 0
ENDIF
```

mutato il micro chiude il dato con una sequenza CR+LF. In questo caso si vede chiaramente come la gestione dell'evento sia determinata dallo stato del sistema. Se il contatore di byte scritti ha raggiunto quota 512 viene avviata la finalizzazione dell'operazione di scrittura su SD e l'inizio di una nuova transazione. Le istruzioni relative sono visibili nel Listato 2.

Batteria Scarica

La tensione applicata al regolatore che alimenta tutto il circuito viene monitorata come evento a più bassa priorità campionando il valore relativo attraverso il pin RA0. La configurazione del modulo A/D del PIC16F876A avviene attraverso due registri chiamati ADCON0 e ADCON1. La loro valorizzazione avviene immediatamente alla partenza del firmware. In pratica si stabilisce che soltanto il pin 0 della PORT A sia considerato come analogico mantenendo tutti gli altri

come ingressi o uscite digitali. Le tensioni di riferimento sono rispettivamente Vdd, Vss mentre il clock stabilito per il controllo del campionamento è pari a FOSC/32 cioè alla frequenza massima impostabile con un quarzo a 20MHz. In effetti la tensione in ingresso viene limitata grazie al partitore composto da R3, R4. Considerando che le due resistenze hanno il medesimo valore, la tensione che arriva al regolatore di tensione viene divisa a metà. In pratica con una tensione nominale di 4,8-5 volt, all'ingresso del modulo A/D arriva un segnale di circa 2,5 volt. Campionando a 10 bit abbiamo stabilito di trovarci di fronte ad una batteria scarica quando il valore composto dai registri ADRESH e ADRESL è inferiore a 660. Se consideriamo che un valore di 1023 è pari a 3,3 volt la batteria risulta pericolosamente scarica quando sul partitore si presenta una tensione di 2,1V (4,2V a monte del partitore). Ci siamo tenuti abbastanza alti per evitare problemi di instabilità nella registrazione. Il controllo della tensione avviene richiamando una sottoprocedura denominata TENSIO. Il campionamento è realizzato attraverso il solito ciclo in cui si avvia l'operazione attraverso il bit 0 di ADCON0. Si attende che tale bit venga posto a 1, segno che la misura si è conclusa con successo e si trasferisce il valore di ADRESH e ADRESL in una variabile temporanea chiamata CAMP. Il superamento del limite critico viene verificato su tale variabile attivando in caso positivo l'accensione intermittente del led di colore rosso. Le istruzioni utilizzate

sono visibili nel Listato 3. Nel momento in cui viene collegato l'alimentatore esterno la batteria viene ricaricata, quindi se il livello di tensione sul modulo A/D torna entro i limiti il led rosso si spegne.

La messa in funzione

Per la messa in funzione del dispositivo è necessario inserire una SD con una capacità minima di 128MB. Il sistema prevede uno spazio di memorizzazione non inferiore a 128MB anche se risulta essere decisamente sovradimensionato per l'utilizzo che normalmente se ne farà. Per le applicazioni standard è sufficiente monitorare il battito per circa 5-6 minuti. Pertanto se si prende ad esempio una frequenza di 80 battiti al minuto abbiamo la registrazione di 5 byte per battito generando un file di $5 \cdot 80 \cdot 6 = 2.400$ byte. Quindi l'occupazione di una SD da 128MB è minima. Naturalmente, il dispositivo di memorizzazione viene sfruttato meglio quando è necessario effettuare delle prove durante una seduta di allenamento di alcune ore. Una dotazione di memoria così ampia permette un monitoraggio decisamente più lungo coprendo tranquillamente le 24 ore. Oltre questi limiti è necessario fare attenzione alla scarica delle batterie e al fastidio che potrebbe arrecare il fatto di indossare per troppo tempo la cintura trasmettente. La cosa che risulta più importante nell'utilizzo di



Fig. 4

Fig. 5



una SD rispetto ad altri sistemi di memorizzazione è l'estrema facilità con cui è possibile scaricare i dati. Basta estrarre la card dopo aver effettuato lo spegnimento controllato del circuito ed inserirla su un qualsiasi lettore per PC. Facendo doppio clic sulla risorsa relativa si vedrà il file cardio.txt contenente tutte le informazioni registrate direttamente interpretabili da buona parte dei software presenti sul mercato (vedi Fig. 4).

Prima di avviare il monitoraggio è necessario inserire 4 batterie stilo ricaricabili (ottime quelle usate per le macchine fotografiche digitali (1600mAh)) ed indossare la cintura con il trasmettitore. Sul lato posteriore della scheda sono presenti quattro led di segnalazione ad ognuno dei quali corrisponde una precisa funzione (vedi Fig. 5). L'accensione del sistema avviene spingendo il pulsante SW1. I tre led di destra si accendono per un secondo per permettere la verifica del loro funzionamento visto che sono essenziali per comunicare all'utente lo stato del sistema.

Subito dopo si accende il led rosso che segnala la formattazione della card. L'operazione dura circa 18 sec. Nel caso

che viene segnalata dal lampeggio del led giallo. Per terminare la registrazione bisogna nuovamente spingere il pulsante SW1 mantenendolo premuto finché non si accende il led verde.

Quest'ultimo segnala per 5 secondi il termine dell'operazione, poi il microcontrollore spegne automati-



Fig. 6

si rilevino degli errori nella comunicazione con il supporto di memorizzazione il firmware blocca la sequenza e segnala la classe di errore (tipo1 o tipo2) attraverso il numero di accensioni consecutive del led verde. Non appena termina la formattazione, il led rosso si spegne ed inizia immediatamente la registrazione del battito cardiaco

camente il circuito. A questo punto è possibile estrarre la SD ed inserirla nell'apposito lettore. Al suo interno si troverà il file chiamato cardio.txt contenente il tracciato.

La caduta della tensione di batteria viene segnalata durante l'utilizzo dal lampeggio del led rosso. In questo caso la tensione rilevata prima del regolatore scende attorno ai 4 V, ➤

Per il

MATERIALE

Del progetto descritto in queste pagine sono disponibili il microcontrollore già programmato (cod. MF631, Euro 18,00) ed il modulo ricevente della Polar (cod. 8100-RECFTC, Euro 27,00). I prezzi si intendono IVA compresa. Tutti gli altri componenti utilizzati sono facilmente reperibili, compresa la fascia toracica.

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

limite critico per il corretto funzionamento del sistema. Ricordate che una variazione di tensione sulla SD comporta il blocco della stessa da parte del controller. Inserendo una tensione di 9 V sul connettore si effettua la ricarica della batteria che viene segnalata dall'accensione del primo led verde a sinistra. Il superamento del limite critico viene segnalato dallo spegnimento del led rosso.

La gestione del marker avviene attraverso la pressione del pulsante SW2. La corretta registrazione del marker (identificato nel file dalla sequenza ;0) viene segnalata da un lampo del led verde, pertanto è necessario mantenere premuto il pulsante fino al lampo e rilasciarlo subito dopo. Una volta estratta la card è possibile verificare se il monitoraggio è andato a buon fine aprendo il file attraverso il Blocco Note o qualsiasi altro editor di testi (Fig. 6).



Conclusioni

Questo interessante progetto ci ha permesso di dare uno sguardo al campo dell'elettronica applicata alla medicina. Vogliamo però sottolineare il fatto che si tratta di un'apparecchiatura sperimentale il cui utilizzo e l'eventuale evoluzione - pur non essendo il circuito assolutamente sotto la supervisione ed il controllo di un medico, il quale ne può valutare le prestazioni e soprattutto può effettuare una corretta interpretazione dei dati forniti. Il nostro principale obiettivo è quello di rendervi partecipi nell'utilizzo dell'elettroni-

ca e delle logiche programmabili nei campi più disparati offrendovi degli spunti per l'apprendimento e la ricerca personale, non certamente quello di sostituirvi al vostro medico che è senz'altro più titolato a darvi informazioni sulla vostra salute. In tutto ciò tentiamo sempre di evidenziare i punti innovativi ed i meccanismi di funzionamento che stanno dietro ai dispositivi, guidandovi nella realizzazione di progetti che permettono di indagare sulle tecnologie più diffuse. Ed a proposito dei dati che il nostro data Logger è in grado di fornire, ricordiamo che nella terza ed ultima puntata ci occuperemo del software utilizzato per elaborare le informazioni fornendo una serie di grafici di facile interpretazione anche se, come dicevamo poco fa, solo uno specialista potrà valutare nel modo corretto i risultati ottenuti.

Sistemi di sviluppo per SMART CARD

SET DI SVILUPPO PER APPLICAZIONI SMART-CARD

SDK-ACR38
€ 119,00

Completissimo 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.

Contenuto della confezione:

- 1 ACR38 Smart Card Reader
- Interfaccia USB full speed.
- Legge e scrive le carte a microprocessore ISO/IEC 1, 2, 3, 4 (contatti 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 (a cella IC2 bus e le secure memory).
- Supporto per sistemi operativi Win 9x, 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 ACR38S Balance Reader
- un'installazione con display ad otto digit per la lettura dei dati da Smart-Card.
- 1 CD-ROM con software e driver di supporto.

LETTORE SMART-CARD

Minilector

€ 34,00

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

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

5 codici segreti + codice di blocco:

- Codice PIN modificabile;
- Coppia di codici per autenticazione reciproca;
- Session Key basate su numeri random.

SMART-CARD ACOS2 DA 8 K

ACOS2-8K
€ 3,90

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, viene fornita completamente bianca senza alcuna personalizzazione grafica.

FUTURA ELETTRONICA

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

Autore: www.futuraet.it
Contatti: info@futuraet.it
Supporto tecnico: supporto@futuraet.it

88

maggio 2006 - Elettronica In