

Orologio/Sveglia a lancette luminose

con microcontrollore PIC

di Fabrizio Fazio

Ventiquattro LED verdi formano le lancette di questo orologio, che visualizzano l'ora avanzando a passi di 5 minuti. Si può impostare la sveglia, che suonerà all'ora desiderata, con una delle 12 suonerie disponibili, di cui una personalizzabile dall'utente agendo sui pulsanti esterni.

Sono stati previsti innanzitutto 13 LED circolari sempre accesi: il LED centrale più grande e i 12 piccoli LED a formare i riferimenti delle 12 ore. Ci sono poi 24 LED, posti in 12 serie da 2 tratti, indispensabili per visualizzare le ore ed i minuti, simulando le lancette. Per le ore si accende un solo tratto (lancetta corta), mentre per i minuti si accendono entrambi i tratti (lancetta lunga). C'è poi il LED posto sopra al pulsante "S" che, quando acceso, indica che la sveglia è inserita.

Il funzionamento è molto semplice:

- Dando alimentazione, l'orologio si accende visualizzando le ore 24:00
- Per impostare l'ora esatta, è sufficiente premere il tasto "O" (= ORA) e, contemporaneamente, premere il tasto "+" o "-" per spostare avanti o indietro le lancette.
- L'ora impostata per la sveglia compare sul "display a lancette" premendo il pulsante "S" (=

SVEGLIA). Rilasciando il pulsante, l'ora esatta torna ad essere visualizzata. Per modificare l'ora della sveglia, basta semplicemente premere il tasto "S" e, contemporaneamente, agire sul tasto "+" o "-" per spostarla avanti o indietro.

- Come avviene nelle normali sveglie meccaniche o elettroniche, non è sufficiente impostare l'ora della sveglia affinché questa suoni all'ora stabilita, ma bisogna anche "abilitarla". Per fare questo, basta premere il pulsante "S" e il relativo LED si accenderà ad indicare che la sveglia suonerà all'ora impostata. Per disabilitarla, basta premere nuovamente il tasto "S".
- Quando la sveglia suona, perché è giunta l'ora impostata, per spegnere il suono è sufficiente premere un tasto qualsiasi.

Abbiamo poi aggiunto altre utili funzioni:

- Premendo il solo tasto "+", la luminosità del display aumenta.
- Premendo il solo tasto "-", la luminosità del display diminuisce.
- Premendo il tasto "S", e successivamente il tasto "O" (continuando a tenerli premuti entrambi), si può udire la suoneria attualmente impostata, e se ne può scegliere un'altra delle 12

disponibili scorrendo con i tasti "+" e "-". Durante questa operazione, la lancetta dei minuti scompare, e resta accesa la sola lancetta delle ore che scorre sulle 12 posizioni disponibili in corrispondenza delle altrettante suonerie.

Una delle suonerie (quella evidenziata sul display dalla posizione "ore 11") è personalizzabile, nel senso che l'utente può stabilire, in una sequenza di 8 tempi, quali dovranno contenere una nota e quali una pausa.

Ci spieghiamo meglio: mettiamo che le suonerie sono tutte monotoni (emettono un solo tono tramite un buzzer). Ebbene, nella riproduzione della suoneria, il buzzer emetterà un ciclo, composto da 8 tempi, che sarà costantemente ripetuto. Anche le 11 suonerie non personalizzabili adottano lo stesso sistema, con la differenza che gli 8 tempi sono già impostati nel programma del microcontrollore e non è possibile variarli dall'utente (a meno di non modificare il programma, e più in là diremo come fare). Tornando alla suoneria personalizzabile, è possibile impostare, per ciascuno degli 8 tempi, un "valore +" che corrisponde alla presenza di una nota, oppure un "valore -" che corrisponde alla presenza di una

pausa. Se ad esempio ponessimo la seguente sequenza, otterremmo un suono a intermittenza rapida e regolare:

1 2 3 4 5 6 7 8
+ - + - + - + -

Se invece ponessimo la seguente sequenza, otterremmo un suono a intermittenza altrettanto regolare, ma più lenta:

1 2 3 4 5 6 7 8
+ + + + - - - -

Ponendo invece una sequenza più "irregolare", otterremmo un suono meno regolare con possibilità di creare suonerie più interessanti, nonostante la limitazione di avere a disposizione solo 8 tempi e solo una nota, come ad esempio nel seguente caso:

1 2 3 4 5 6 7 8
+ + - - - + -

Per comporre la suoneria personalizzata è necessario premere e mantenere premuti tutti e quattro i pulsanti, secondo il seguente ordine: "S", poi "O" (e a questo punto viene riprodotta la suoneria attualmente impostata come già visto poco fa), quindi premere anche i due tasti "+" e "-".

Quando i 4 tasti sono contemporaneamente premuti, si possono rilasciare e si entra così nell'ambiente di creazione della suoneria: la lancetta dei minuti scompare e appare la sola lancetta delle ore in corrispondenza di "ore 12", a indicare che l'apparecchio è in attesa dell'impostazione del primo degli 8 tempi: se premiamo "+" viene associata una nota al primo tempo, se premiamo "-" viene associata una pausa. In ogni caso, dopo aver premuto "+" o "-" la lancetta delle ore avanza automaticamente su "ore 01" in attesa dell'impostazione del secondo degli 8 tempi, e così via si procede fino all'ottavo tempo. In altre parole, dopo aver premuto contemporaneamente i 4 pulsanti (rispettando l'ordine suddetto), non bisogna fare altro che immettere la

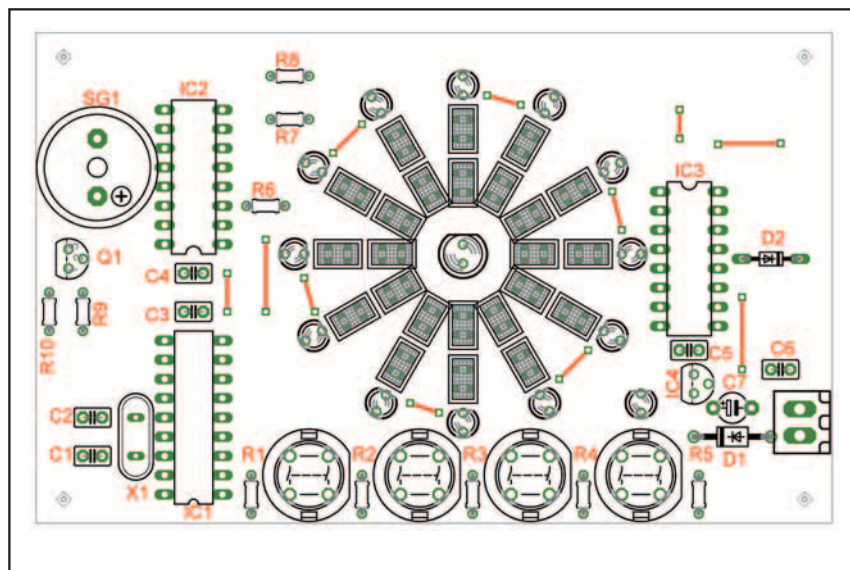


Fig. 1

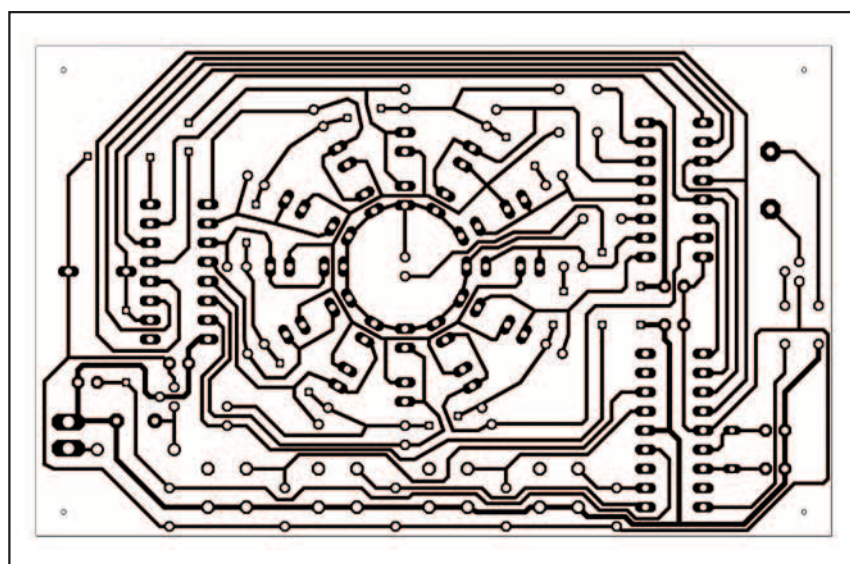


Fig. 2

sequenza di "+" o "-" della suoneria che si vuole ottenere. Dopo aver impostato l'ottavo tempo, il display torna automaticamente a visualizzare l'ora esatta, uscendo così dall'ambiente di programmazione della suoneria personalizzata.

Infine, nel progettare questo orologio, abbiamo pensato anche ad un dettaglio apparentemente poco significativo, su cui potrebbero esserci differenti punti di vista da parte dell'utente finale: questo orologio, contrariamente ai suoi "colleggi" a lancette meccaniche ha soltan-

to 12 posizioni fisse di visualizzazione delle lancette: le ore si incrementano ogni ora e i minuti ogni 5 minuti. Ebbene, se ad esempio sono le ore 3:50, mentre un comune orologio meccanico ha la lancetta delle ore "quasi" sul 4, ma comunque fra 3 e 4, noi dobbiamo scegliere se farlo stare su 3 (fino alle 3:55) oppure se farlo stare su 4 (a partire dalle 3:30? o dalle 3:35?...). Insomma, secondo diversi punti di vista potrebbero essere valide diverse soluzioni, ma allora come fare? Abbiamo scelto di lasciarlo decidere all'utente finale, visto che

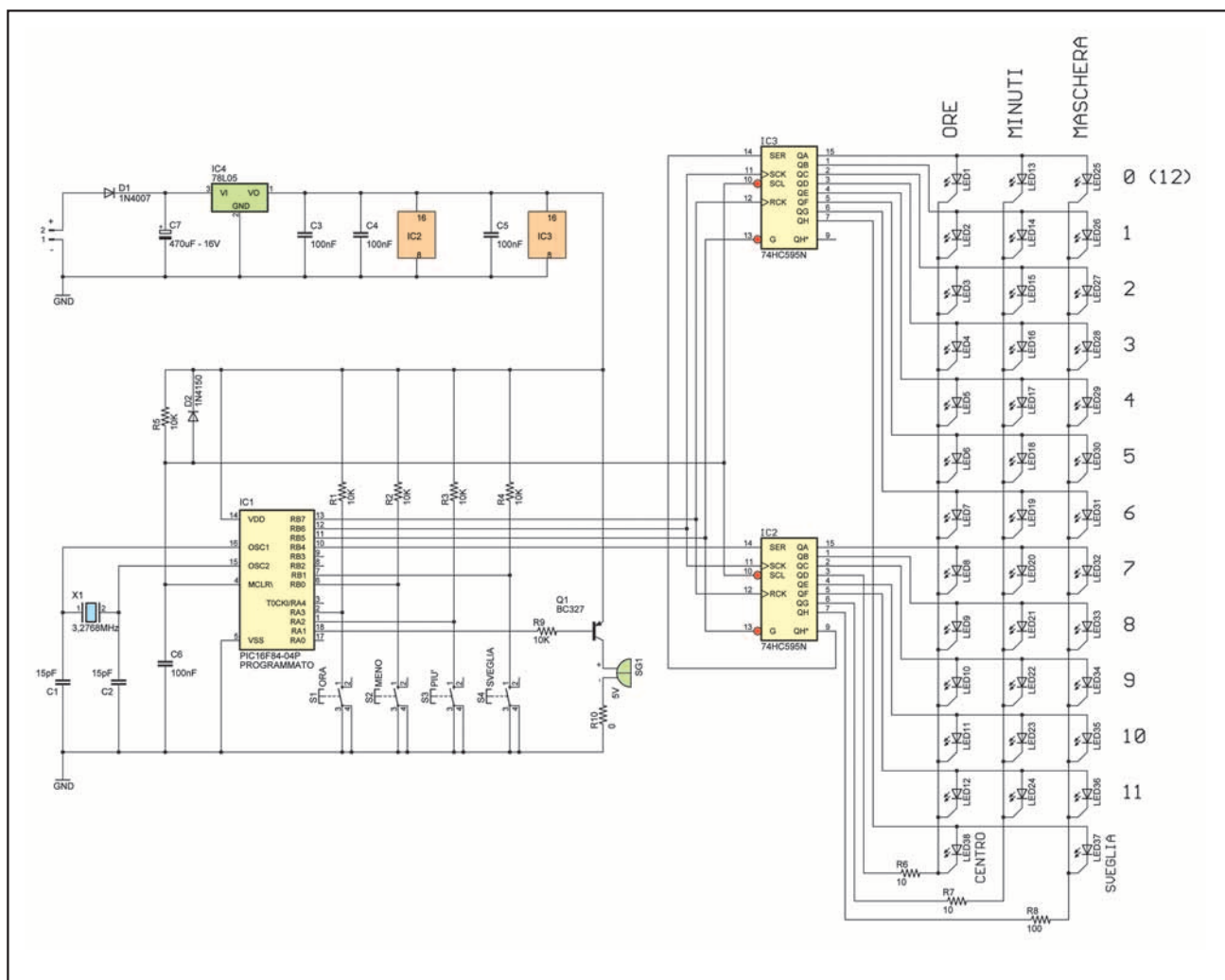


Fig. 3 - Schema elettrico

Elenco componenti

R1 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R2 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R3 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R4 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R5 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R6 = Resistenza 10 Ω 1/8W
R7 = Resistenza 10 Ω 1/8W
R8 = Resistenza 100 Ω 1/8W
R9 = Resistenza 10 k Ω 1/8W
R10 = Ponticello
C1 = Cond. ceramico 15pF
C2 = Cond. ceramico 15pF
C3 = Cond. ceramico 100nF
C4 = Cond. ceramico 100nF
C5 = Cond. ceramico 100nF
C6 = Cond. ceramico 100nF

C7 = Cond. elettrolitico 470 μ F 16V
SG1 = Buzzer 5V
Q1 = Quarzo 3,2768MHz
D1 = Diodo 1N4007
D2 = Diodo 1N4150
T1 = Transistor BC327
IC1 = PIC16F84-04P programmato
IC2 = Integrato 74HC595
IC3 = Integrato 74HC595
IC4 = Integrato 78L05
S1 = Pulsante circolare 9mm.
S2 = Pulsante circolare 9mm.
S3 = Pulsante circolare 9mm.
S4 = Pulsante circolare 9mm.

Altro materiale necessario

N.1 Circuito stampato
N.1 Zoccolo DIP 18 pin
N.2 Zoccoli DIP 16 pin

sarà lui (dal suo punto di vista) a dover correttamente interpretare ciò che il display visualizza. Per questo, l'utente può impo-

stare, alla prima accensione dell'orologio, la modalità di visualizzazione a lui più congeniale, scegliendo proprio a che

punto deve trovarsi la lancetta dei minuti per far scattare in avanti quella delle ore. Per far questo è necessario premere il tasto "O" e, continuando a tenerlo premuto, premere anche "S": l'ora esatta scomparirà e resterà accesa soltanto una lancetta nella posizione attualmente impostata corrispondente ai minuti successivi ai quali dovrà scattare la lancetta delle ore. Continuando a tenere premuti i tasti "O" e "S" si può modificare l'impostazione agendo sul tasto "+" o "-". Ad esempio, impostando la lancetta in corrispondenza del "minuto 55", la lancetta delle ore andrà avanti nel momento del passaggio tra 55 e 00. Rilasciando i pulsanti torna ad essere visualizzata l'ora esatta.

Lo schema elettrico è reso molto semplice dalla presenza di un

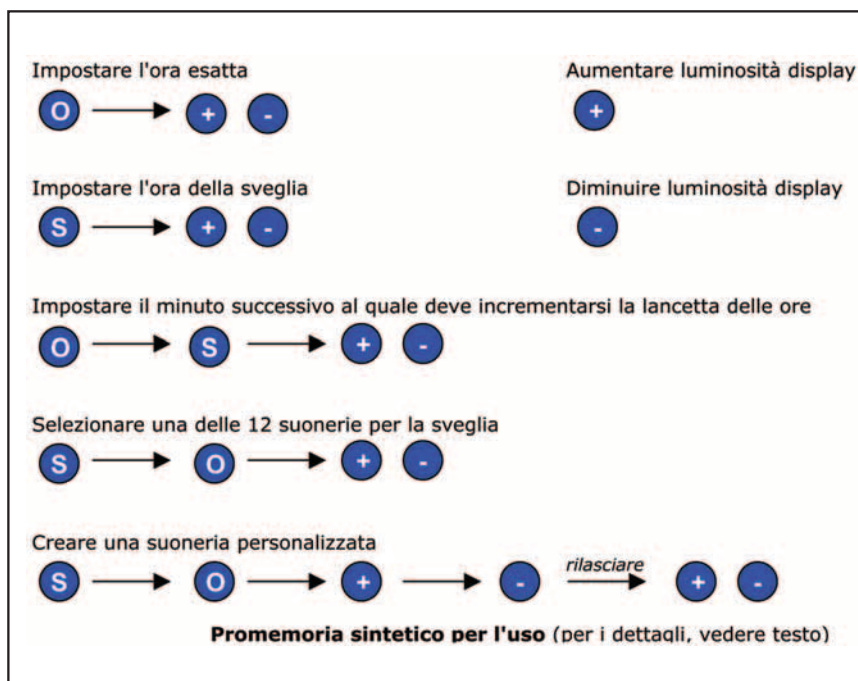


Fig. 4 - Promemoria sintetico per l'uso (per i dettagli, vedere testo).

microcontrollore, che possiede nella sua memoria il programma che consente di gestire tutte le operazioni fin qui descritte.

Il quarzo stabilisce la base dei tempi affinché il microcontrollore esegua le operazioni stabilite dal programma, ed anche per ottenere l'esatto tempo di 5 minuti ogni quanto deve incrementarsi la lancetta dei minuti. Quale microcontrollore abbiamo scelto un PIC16F84 (con memoria flash) come miglior compromesso tra costo e possibilità di variare agevolmente il programma, per i più esperti.

I due registri a scorrimento consentono di "espandere" il numero di uscite del PIC, insufficienti a pilotare tutti i LED.

Precisiamo che i LED che vediamo accesi di volta in volta, non sono in realtà accesi tutti contemporaneamente, ma a gruppi in rapida sequenza, dandoci la realistica illusione che siano accesi insieme. Questo, oltre a semplificare la parte hardware (perché sono sufficienti meno collegamenti), riduce anche l'assorbimento totale dell'orologio. Naturalmente, questo va a spese del programma del PIC che dovrà essere più complesso

per gestire l'accensione a scorrimento, ma ciò non è uno svantaggio e inoltre il programma, che potrà apparire molto complesso ai principianti, è in realtà molto semplice.

I diodi LED sono collegati a matrice (13 righe per 3 colonne), e sono pilotati dai due registri a scorrimento IC2 ed IC3 (gestiti, a loro volta, dal PIC). Per accendere, ad esempio, il LED15 dovrà essere posto a livello logico alto il pin 2 di IC3 (uscita QC del registro a scorrimento) e a livello logico 0 il pin 6 di IC2 (uscita QG). Le due resistenze R6 ed R7 sono molto più basse di R8 per il semplice motivo che i LED rettangolari e il LED centrale richiedono maggiore corrente per apparire ben illuminati (ricordiamo comunque che sono accesi ad impulsi).

I quattro pulsanti fanno capo ad altrettanti ingressi del PIC mentre il buzzer, pilotato dal transistor Q1, suonerà quando sarà presente un livello logico basso sull'uscita RA1 del PIC (pin 18). La resistenza R10, il cui valore è segnato come "0 ohm", deve in realtà essere costituita da un ponticello sul circuito stampato: è stato previsto uno spazio

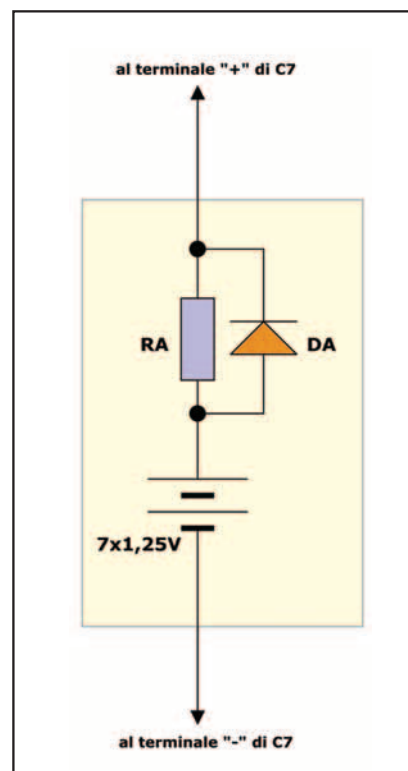


Fig. 5 - Schema per la batteria tampone.

per questa resistenza, nel caso in cui il buzzer impiegato richieda una tensione inferiore ai 5V.

I componenti C6, R5 e D2 fanno sì che i PIC, così come i registri a scorrimento, si resettino automaticamente all'accensione.

La necessaria tensione di alimentazione di 5V stabilizzata è garantita dall'integrato IC4.

Ricordiamo che, in caso di black-out, l'orologio riparte dall'ora "zero" (ore 12:00) e si perdono anche le altre impostazioni esterne come l'orario della sveglia. Per questo, sarebbe utile inserire, oltre ad un trasformatore di alimentazione con uscita 9V, un piccolo circuito come quello che vediamo nello schema di figura 5, composto da una batteria tampone e un semplice circuito di mantenimento della carica. Come funziona questo circuito? Semplice: in presenza di alimentazione di rete, ai capi di C7 abbiamo una tensione superiore ai 10V e di conseguenza il diodo DA è interdetto, e la resistenza RA limita la corrente che ricarica la batteria. In assenza di alimentazione, ai capi di C7 non

avremo la tensione proveniente dall'esterno, e il diodo DA questa volta conduce e alimenta il circuito dalla batteria tampone.

SOFTWARE

Di seguito commentiamo il funzionamento generale del programma registrato nel PIC, di cui vediamo il diagramma di flusso in figura 6.

Routine iniziale

Soltanto alla prima accensione, il PIC esegue la routine "INIZIO" in cui vengono fatte tutte le impostazioni iniziali: il timer per la base dei tempi ed i registri.

Routine principale

Quando l'orologio è in stand-by, ossia mentre visualizza l'ora esatta e nessun tasto è premuto, il microcontrollore esegue la routine principale chiamata "CICLO". Durante questa routine, avviene quanto segue:

1. Si chiama la subroutine LEDMAS che provvede ad accendere quelli che abbiamo definito i LED della maschera, ossia i 12 LED circolari, il LED centrale e il LED della sveglia (in somma, tutti i LED circolari).
2. Si chiama la subroutine LEDORA che provvede a visualizzare la lancetta delle ore, naturalmente con l'orario aggiornato.
3. Si chiama la subroutine LEDMIN per visualizzare la lancetta dei minuti, anche qui con l'orario aggiornato.
4. Verifica se la sveglia è abilitata: se sì, chiama la subroutine SVEGL che provvede a far suonare la sveglia se l'ora esatta coincide con quella impostata per la sveglia.
5. Verifica se è premuto il tasto "O" (ORA): se è premuto, chiama la subroutine IMPORA (imposta ora).
6. Verifica se è premuto il tasto "S" (SVEGLIA): se è premuto, chiama la subroutine IMPSVE (imposta sveglia).

7. Verifica se è premuto il tasto "+": se è premuto, chiama la subroutine PIULUM (aumenta luminosità display).
8. Verifica se è premuto il tasto "-": se è premuto, chiama la subroutine MENLUM (diminuisce luminosità display).

Dunque, in stand-by il nostro microcontrollore non fa altro che tenere aggiornato il display e, in caso di pressione di un pulsante, va ad eseguire le altre operazioni previste.

Interrupt per incremento orologio

Ogni 40ms viene generato un interrupt da TMR0 (vediamo la relativa routine all'inizio del programma, subito dopo le definizioni dei vari registri). Per ottenere la base dei tempi di 5 minuti esatti (per l'incremento della lancetta dei minuti), questo tempo viene moltiplicato per 125 (ottenendo 5 secondi) e poi per 60 (ottenendo così 5 minuti). Infatti:

$$40\text{ms} \times 125 \times 60 = 300.000\text{ms} = 300\text{s} = 5'$$

Dunque, ogni 5 minuti, dovrebbe essere incrementato di una unità il valore del registro MINH (minuti), ma prima di fare ciò verifichiamo se questo si trova a 11 (ossia 55 minuti) nel qual caso anziché incrementarsi si dovrà azzerare MINH. Notiamo che, l'incremento della lancetta delle ore avviene quando la lancetta dei minuti giunge al valore impostato nel registro INCORA (che si imposta manualmente agendo sui tasti, come spiegato in precedenza). Naturalmente, quando la lancetta delle ore si trova a 11, al prossimo passo, il registro ORAH (ore) anziché incrementarsi di una unità, viene azzerato.

1. Routine LEDMAS per visualizzare la maschera

Questa routine provvede ad accendere i LED della maschera, procedendo a scansione secondo i seguenti passi (notare

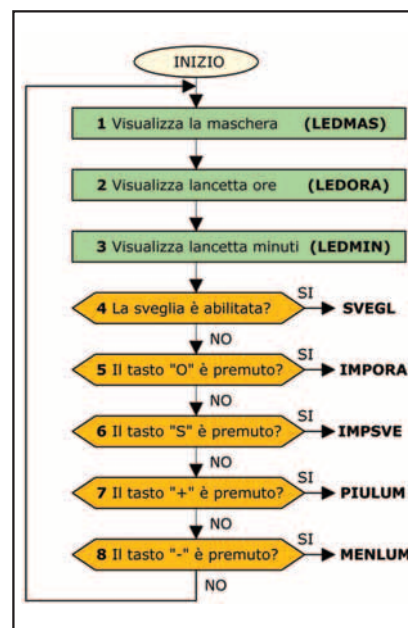


Fig. 6 - Semplicissimo diagramma di flusso della routine principale con gli 8 passaggi che seguono la numerazione del testo.

che nel programma i 12 LED del cerchio esterno, per comodità, sono chiamati "secondi"):

- A. Accende solo i LED "secondi 12, 1 e 2"
- B. Accende solo i LED "secondi 3, 4 e 5"
- C. Accende solo i LED "secondi 6, 7 e 8"
- D. Accende solo i LED "secondi 9, 10 e 11"
- E. Accende solo il LED centrale
- F. Accende solo il LED di "sveglia abilitata"

Per tutti i suddetti LED, escluso quello della sveglia (punto "F"), il programma non fa altro che caricare nei registri interni del PIC che abbiamo chiamato SRA e SRB gli stati che devono assumere le uscite dei due registri a scorrimento per accendere i LED interessati, dopodiché chiama la subroutine "USCITA" che provvede a pilotare i due registri a scorrimento, caricandovi appunto i valori appena impostati per SRA ed SRB.

Per il LED della sveglia (punto "F"), il programma chiama la subroutine "LEDSVE", ma come vediamo dal programma, il procedimento è esattamente identico a quanto appena esposto per gli altri LED.

2. Routine LEDORA **per visualizzare la lancetta** **delle ore**

Anche in questo caso, la procedura consiste nell'impostare i registri SRA ed SRB e chiamare la subroutine "USCITA" per trasferirne il contenuto nei registri a scorrimento. In questo caso però, prima di fare questo, il programma s'interroga su quale sia l'ora attuale per sapere quale lancetta deve accendersi. Ricordiamo che il registro che contiene il valore delle ore è "ORAH" e questo valore viene tenuto aggiornato dalla routine relativa all'interrupt generato da TMR0, di cui abbiamo già parlato. Dunque, "ORAH" viene caricato nel registro di lavoro "W" già nella routine principale subito prima di chiamare la routine "LEDOORA", e in quest'ultima routine viene testato proprio questo valore (che nel frattempo viene posto provvisoriamente nel registro "LTMP"), per stabilire quale delle 12 lancette deve accendersi. Fatto questo, si impostano i registri SRA e SRB e si chiama la subroutine "USCITA", come prima.

3. Routine LEDMIN **per visualizzare la lancetta** **dei minuti**

Il funzionamento di questa routine è identico alla precedente, con la sola differenza che in questo caso il registro che viene interrogato è quello dei minuti (MINH).

4. Routine SVEGL **per far suonare la sveglia**

La routine "SVEGL" viene chiamata dalla principale esclusivamente se il bit "SVEAB" è posto a livello alto, e questo accade soltanto quando la sveglia è abilitata (LED della sveglia acceso).

In questo caso, il programma non fa altro che confrontare il valore dei registri "MINH" e "ORAH" (minuto e ora attuale) con i registri "MINS" e "ORAS" (minuto e ora impostati per la sveglia).

Solo se MINH=MINS e ORAH=ORAS, ossia se l'ora

esatta corrisponde con l'ora impostata per la sveglia, allora si va avanti a far suonare la sveglia, altrimenti si ritorna alla routine principale. Inoltre, vengono testati anche i registri "MIN5" e "SEC5" (che nella routine di interrupt da TMR0 servono a moltiplicare la base dei tempi di 40ms per ottenere i 5 minuti necessari per l'incremento). Perché questo? Semplice: affinché la sveglia suoni non solo è necessario che coincidano le ore e i minuti esatti con quelli della sveglia, ma si va anche a verificare se ci troviamo nei primi 40ms. dall'incremento che ha posto l'ora esatta coincidente con quella della sveglia. Se così non fosse, la sveglia suonerebbe (a meno di non disabilitarla) per tutti e 5 i minuti in cui l'ora esatta coincide con quella della sveglia, invece col nostro accorgimento l'impulso per far suonare la sveglia viene dato esattamente al giungere dell'ora voluta, e possiamo spegnere la suoneria, senza per questo disabilitare la sveglia, se ad esempio vogliamo che il giorno dopo suoni alla stessa ora.

La parte di programma che segue consente al buzzer di emettere il suono impostato e durante tutto il tempo in cui la sveglia suona si resta nella parte che inizia con l'etichetta "CISVE", che è una sorta di duplicazione della routine principale, che quindi continua a tenere aggiornato il display, ma resta in attesa della pressione di un tasto qualsiasi per spegnere la sveglia e tornare nella routine principale.

5. Routine IMPORA **per impostare l'ora**

Quando da stand-by premiamo il tasto "O" (ORA) viene chiamata questa subroutine, in cui si resta durante tutta la pressione del pulsante. Qui si continua a tenere aggiornato il display chiamando le routine LEDMAS, LEDORA e LEDMIN, ma le funzioni dei pulsanti sono cambiate: premendo i tasti "+" o "-" non si va a modificare la luminosità dei LED, ma ad incrementare (+) o diminuire (-) l'ora correntemente

visualizzata. Anche la funzione del pulsante "S" è cambiata: ricordiamo che con "O" premuto, il tasto "S" permette di entrare nell'ambiente di impostazione del minuto dopo il quale deve incrementarsi la lancetta delle ore.

Per la modifica dell'orario, i tasti "+" e "-" chiamano rispettivamente le subroutine "PIUH" e "MENH" che provvedono appunto a modificare il contenuto dei registri "ORAH" e "MINH" con gli accorgimenti già visti a proposito dell'interrupt da TMR0, relativi al fatto che prima di incrementare la lancetta dei minuti occorre verificare che non sia arrivata a 11, nel qual caso dovrà azzerarsi, o che prima di decrementarla dovrà verificare che non sia arrivata a 0 (12) nel qual caso dovrà passare a 11, oltre a tener conto di quando incrementare o decrementare la lancetta delle ore.

Per impostare il minuto successivo al quale deve incrementarsi la lancetta delle ore, il programma non fa altro che andare alla label "IMPINO" che provvede ad accendere la sola lancetta delle ore (che in questo caso indica il minuto) e resta in attesa della pressione dei tasti "+" o "-" a cui segue la modifica del minuto indicato sul display (il registro che conterrà il minuto impostato è "INCORA").

Da notare che nelle routine che seguono la pressione di uno dei tasti "+" o "-" è inserito un "ritardo per incremento" di 200ms. Questo consente un incremento/decremento costante, ad una velocità ragionevole, nel caso in cui il tasto venga premuto per molto tempo, per evitare ad esempio di doverlo premere e rilasciare 10 volte consecutive se si vuole appunto avanzare di 10 passi.

6. Routine IMPSV **per impostare la sveglia**

Quando da stand-by premiamo il tasto "S" (SVEGLIA) viene chiamata questa subroutine, in cui si resta durante tutta la pressione del pulsante. Qui si continua a tenere aggiornato il di-

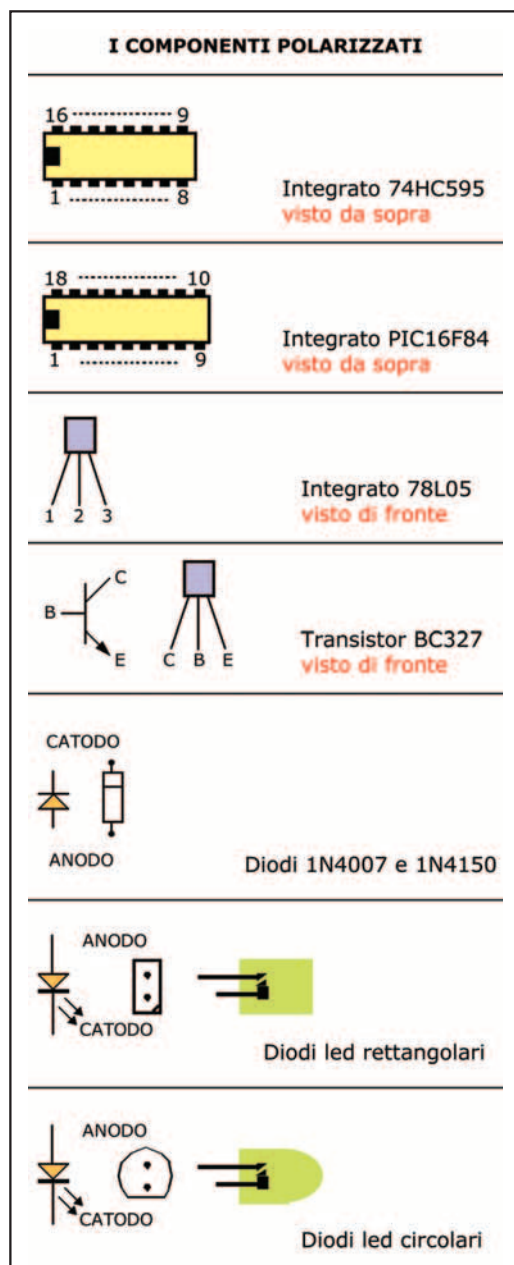


Fig. 7 - Altri componenti polarizzati. In questi componenti, la polarità è riportata chiaramente sul corpo e sugli schemi:

- condensatore elettrolitico
- buzzer

splay chiamando le routine LEDMAS, LEDORA e LEDMIN, ma le funzioni dei pulsanti sono cambiate: premendo i tasti "+" o "-" non si va a modificare la luminosità dei LED, ma ad incrementare (+) o diminuire (-) l'ora impostata per la sveglia. Anche la funzione del pulsante "O" è cambiata: ricordiamo che con "S" premuto, il tasto "O" permette di entrare nell'ambiente di impostazione della suoneria.

"CFIMPS", nei parametri delle istruzioni RETLW. Prima di programmare il PIC, questi valori possono essere modificati, come illustrato all'inizio di questo articolo. La dodicesima, quella personalizzata, è contenuta nel registro "SUONPE", e può essere impostata premendo (assieme ad "S" e "O" che sono ancora premuti per stare in questo ambiente), anche "+" e "-" contemporaneamente. Così si va nella label

Innanzitutto, notiamo che premendo e rilasciando semplicemente il tasto "S", si va a modificare l'impostazione del bit "SVEAB" (sveglia abilitata), a cui consegue anche l'accensione/spegnimento del relativo LED (vedi subroutine "LEDSVE" già commentata al punto 1 di questo capitolo).

Per la modifica dell'ora sveglia, i tasti "+" e "-" chiamano rispettivamente le subroutine "PIUS" e "MENS" che provvedono appunto a modificare il contenuto dei registri "ORAS" e "MINS" come già spiegato a proposito della modifica dell'ora esatta.

Per accedere all'ambiente di impostazione della suoneria (alla pressione del tasto "O") viene chiamata la subroutine "IMPSUO". Qui il display viene aggiornato senza la lancetta dei minuti, e con la lancetta delle ore corrispondenti al tipo di suono impostato (registro "SUOT"). Questo può essere incrementato/decrementato agendo sui tasti "+" e "-" (label "PIUSU" e "MENSU"). Il procedimento di incremento/decremento è simile a quello già visto. L'impostazione delle prime 11 suonerie si può vedere dopo la label

"SUOPER" che consente di impostare appunto il contenuto del registro "SUONPE".

7. Routine PIULUM per aumentare la luminosità del display

Questa piccolissima routine (di sole 3 righe), chiamata dalla principale premendo "+", non fa altro che impostare a "80" il registro LUMIN. Questo registro, nelle routine di accensione dei LED, determina il tempo per cui un LED resta acceso, quindi per modificare la luminosità del display non facciamo altro che modificarne il tempo di accensione (ricordiamo che i LED vengono accesi a scansione).

8. Routine MENLUM per diminuire la luminosità del display

Questa è esattamente come la precedente, tranne che per il fatto che il registro "LUMIN" viene impostato a "20", ottenendo così una luminosità più bassa.

Innanzitutto è necessario reperire il materiale riportato nell'elenco componenti, quindi programmare il microcontrollore e realizzare il circuito stampato. Infine i componenti dovranno essere saldati sul circuito stampato.

Realizzazione pratica

Per la saldatura dei componenti sulla scheda consigliamo di partire dai componenti bassi (resistenze, diodi, ecc.) e terminare con i componenti più alti (elettrolitici, pulsanti, potenziometro).

Se si pensa di alimentare l'orologio dalla tensione di rete si può collegare un trasformatore e la batteria tampone con il suo circuito, e magari inserire il tutto in un contenitore con frontalino in plexiglass fumè.

L'orologio/Sveglia a lancette luminose è così pronto per l'uso!

