

OROLOGIO DIGITALE

con MICROCONTROLLORE PIC16F628A

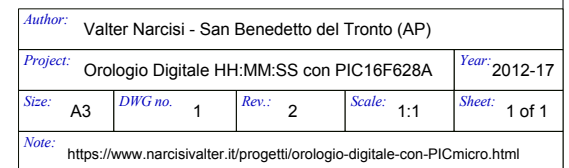


*Realizzazione di un preciso orologio digitale (formato HH:MM:SS)
utilizzando un microcontrollore della Microchip, il PIC 16F628A*

MANUALE TECNICO e ISTRUZIONI

(for firmware 4.0 or higher)

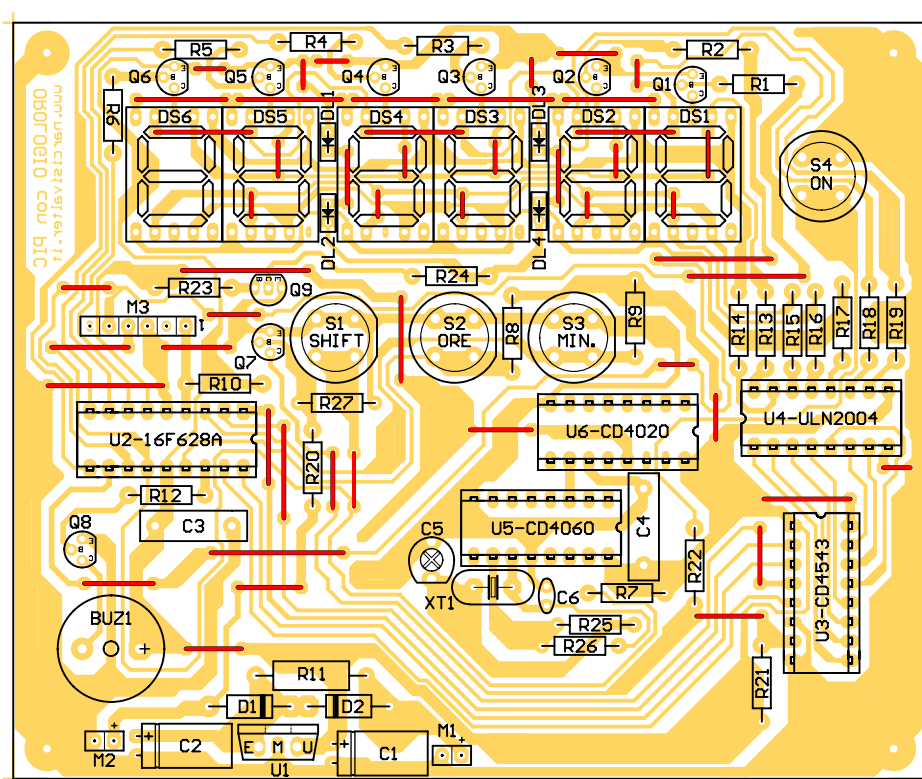




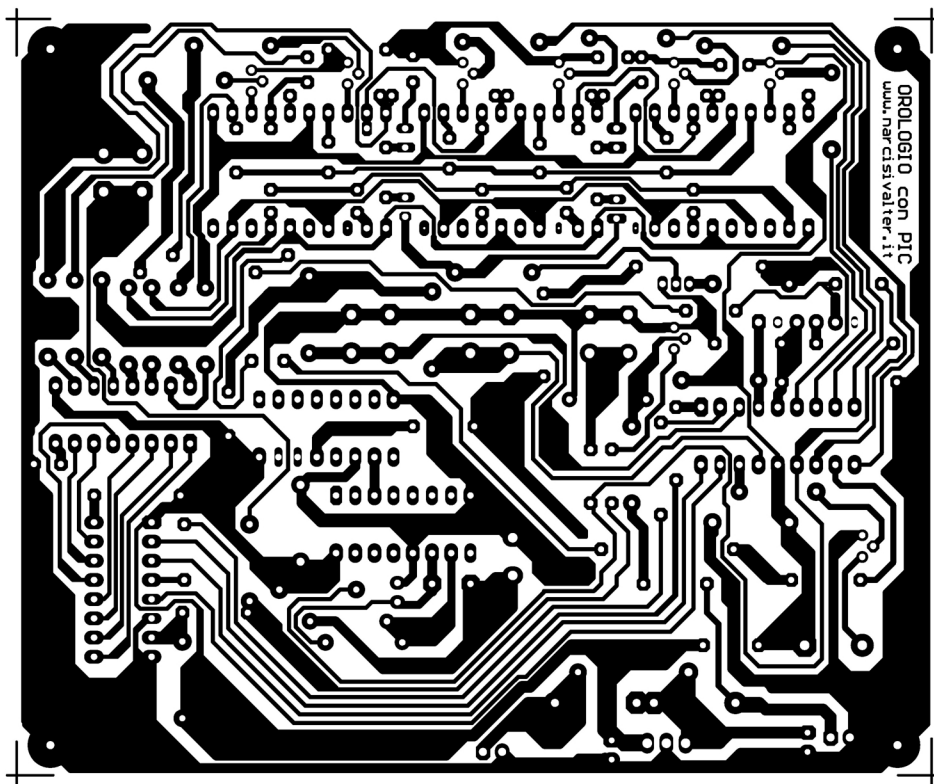
ELENCO COMPONENTI / COMPONENT LIST

Designator	Component
R1 ... R10	10k
R11	3k3
R12	10k
R13 ... R19	100 ohm
R20	47k
R21	470k
R22	4k7
R23	6k8
R24	330 ohm
R25	2k7
R26	3M3
R27	10k
C1	47u - 16V
C2	100u - 25V
C3 - C4	0.1 u
C5	6.5-30 pF variable (verde, Murata)
C6	20 pF
Q1 ... Q6	BC327 (PNP - 500mA)
Q7 - Q8	BC237 (NPN - 100mA)
Q9	FXT690B (NPN - 2A)
U1	LM7805 (Positive 5V - 1A)
U2	PIC 16F628A microcontroller
U3	CD4543
U4	ULN2004
U5	4060 (M74HC4060B1 oppure CD74HC4060)
U6	CD4020
D1 - D2	1N4001
DL1 ... DL4	LED (RED rectangular)
DS1 ... DS4	Display Vishay TDS05150 (Common Anode)
XT1	Xtal ITT 4.194304 MHz (4194304 Hz)
BUZ1	Buzzer sound active (auto-oscillante)
M1 - M2	Strip 2 way - 2.54
M3	Strip 6 way - 2.54 (ICSP)
S1	Switch

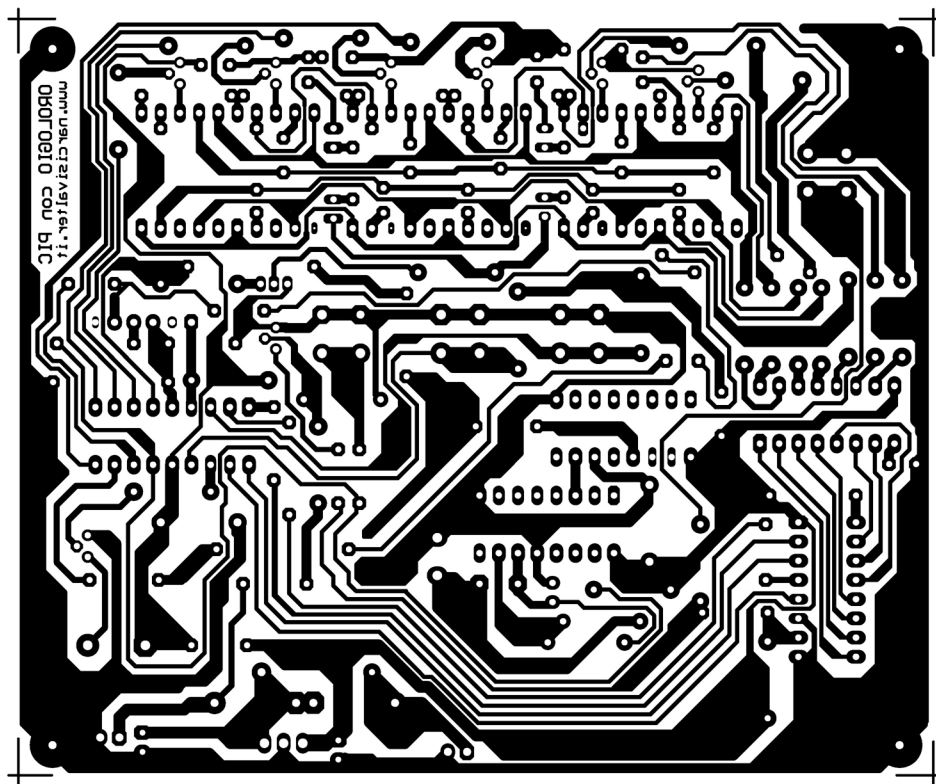
OROLOGIO DIGITALE a Microcontrollore: PCB Layout (Disposizione Componenti)



OROLOGIO DIGITALE a Microcontrollore:
MASTER (Copper side - Lato rame)



OROLOGIO DIGITALE a Microcontrollore: **MASTER** (Mirror side - Specchio)



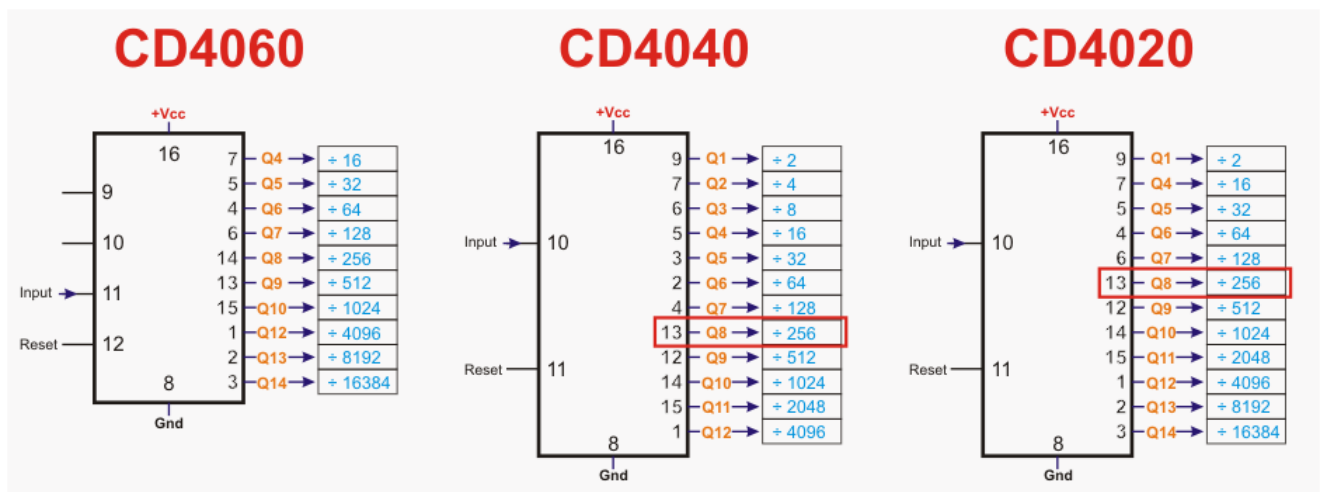
INTRODUZIONE

L'orologio è un oggetto che deve funzionare 24 ore al giorno, 365 giorni l'anno: per questo i componenti elettronici dovrebbero essere scelti senza tendere troppo al risparmio. Questo è anche il motivo per cui ho inserito l'integrato **ULN2004** che consente al chip **CD4543** di lavorare in condizioni ottimali.

Per i display ho utilizzato i Vishay **TDSR5150** a segmenti rosso/arancio: questo tipo è in grado di sopportare fino a **25 mA** (continui) di corrente per segmento (e oltre 100 mA di picco !) e visto che vengono pilotati da multiplexer rimanendo accesi solo per qualche millisecondo, è garantita loro una lunga vita.

LA BASE DEI TEMPI

La base dei tempi da 1 Hz è stata ottenuta con un quarzo ITT da **4.194304 MHz** (4194304 Hz) e da due chip C/MOS, i divisori/contatori **CD4060** e **CD4020** (quest'ultimo sostituibile, nello schema, con il modello **CD4040**).



Evitando di collegare il quarzo direttamente sugli appositi piedini del PC Micro, ho potuto "risparmiare" una porta I/O sfruttandola per la funzione **SHIFT** (e, di conseguenza, facilitandomi il compito in fase di progettazione software evitando i conteggi dei cicli macchina e le impostazioni del prescaler).

L'uscita da **1 Hz** prelevata dal piedino 13 del **CD4020** va al piedino **RB0/INT** del microcontrollore (nel firmware, il piedino RB0/INT è stato programmato per ricevere gli impulsi da tale porta e generare un INTERRUPT per ognuno di essi: questo significa che ad ogni INTERRUPT, cioè ogni secondo, l'orario sarà aggiornato). Lo stesso impulso che esce dal piedino 13 del **CD4020** pilota anche, tramite il transistor **Q9**, i 4 LED separatori.

ATTENZIONE - Il CD4060 in questo progetto lavora "al limite" della frequenza sopportabile per cui è consigliabile utilizzare il modello C/MOS High Speed siglato **M74HC4060B1** (della ST) Oppure **CD74HC4060** (della Texas).

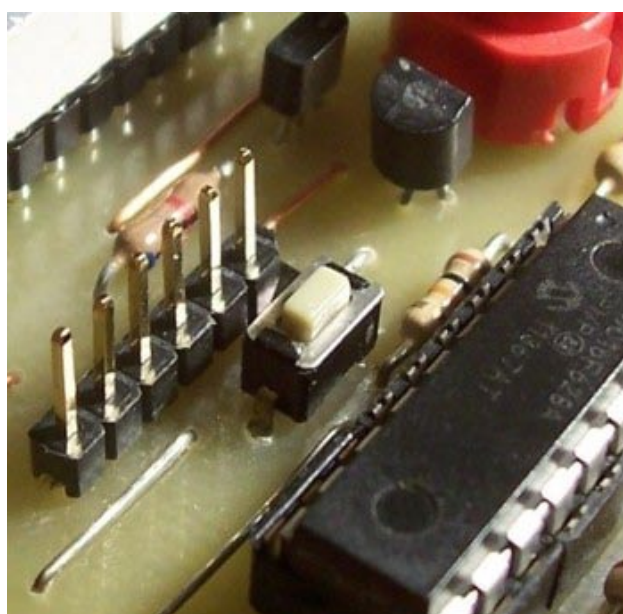
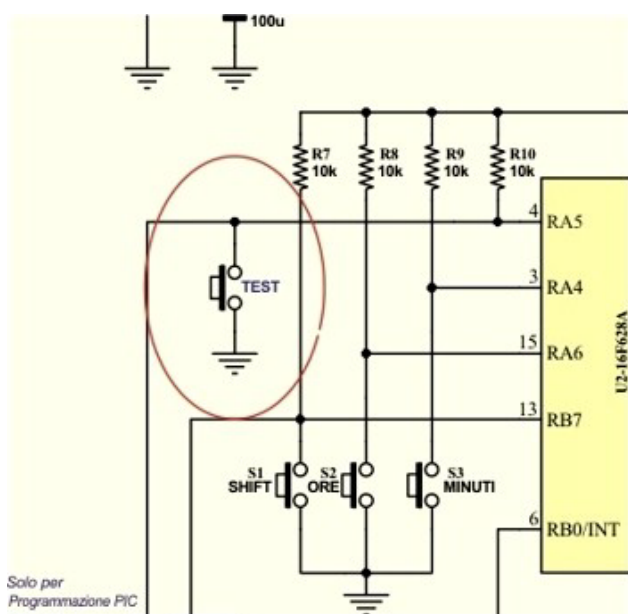
A proposito dei 4 LED, il PCB ne prevede l'utilizzo del tipo rettangolare (per tenere vicini i display il più possibile): poi, volendo, se ne può coprire una parte con del nastro nero per ridurre la "grandezza del segmento" e farlo diventare una sorta di piccolo punto quadrato.

Il compensatore **C5** è utile per "correggere" eventuali piccole tolleranze del quarzo: per la taratura, collegate il puntale di un frequenzimetro sul pin 9 di U5 (CD4060) e regolate il compensatore fino a leggere una frequenza di **4194304 Hz**.

AGGIUNTA DEL PULSANTE DI TEST

Il progetto ha subito **una sola modifica hardware** dopo la sua realizzazione: l'inserimento di un pulsante di **TEST** tra il piedino **4** del micro e la massa, premendo il quale si avvia una procedura che visualizza in sequenza i sei display per verificare il corretto funzionamento di ogni segmento (durante il test, un TOC segnala il cambio di cifra ma solo se la scansione audio dei secondi non è stata abilitata). Una volta terminato il **TEST**, l'orologio ritorna al suo funzionamento originale (durante il test, il conteggio dell'orologio non si ferma, ma continua anche se le cifre non vengono visualizzate).

I dettagli della modifica sono visibili nelle immagini successive (nel mio prototipo ho inserito un piccolo microswitch tra il microcontrollore e il connettore ICSP).



IL BUZZER

Il Buzzer **BUZ1** (del tipo auto-oscillante) è stato inserito principalmente per un motivo: l'emissione di un breve beep al raggiungimento della nuova ora (così come avviene su alcuni orologi digitali da polso o alcune radiosvegli). Inoltre esso emette un brevissimo beep ad ogni pressione dei tasti MINUTI e ORE ed un beep lungo all'accensione oppure dopo il Reset dell'orologio.

LA BATTERIA IN TAMPONE DA 9V

L'orologio è predisposto per il collegamento di una batteria ricaricabile da 9V al Ni-Cd che entra in funzione **solo durante un eventuale Black-Out**: al contrario, durante il funzionamento normale dell'orologio, la batteria si ricarica attraverso la resistenza R11 e mantiene la sua carica fino al prossimo eventuale black out. Potete utilizzare anche una normale batteria alcalina da 9V, non ricaricabile, ma in questo caso **è tassativo eliminare la resistenza R11 da 3300 ohm**.

In presenza di Black-Out, le cifre del display si spengono (per risparmiare corrente ed evitare che la batteria si scarichi precocemente): i quattro puntini luminosi continueranno a svolgere la loro funzione indicando che l'orologio è comunque in funzione (e la batteria non è ancora scarica !). Per visualizzare l'ora, in caso di black out, è necessario agire sul pulsante **S4 (ON)**. Il beep che scandisce le ore funziona anche durante un black out.

ISTRUZIONI

L'orologio digitale prevede 4 pulsanti: **MINUTES**, **HOURS**, **SHIFT** e **SHOW**.

MINUTES - Ad ogni pressione di questo pulsante, le cifre dei minuti aumentano di un'unità: arrivati a "59", la successiva pressione visualizzerà "00" e così via. **Ad ogni pressione del pulsante MINUTI, i secondi sono sempre azzerati.**

HOURS - Ad ogni pressione di questo pulsante, le cifre delle ore aumentano di un'unità: arrivati a "23", la successiva pressione visualizzerà "0" e così via. **La prima cifra a sinistra (decine di ORE) se uguale a zero, è automaticamente spenta.**

SHIFT - Quando il pulsante dei **MINUTI** o delle **ORE** sono premuti insieme al pulsante **SHIFT**, le cifre vengono decrementate (conteggio all'indietro).

SHOW - In caso di black out, la pressione di questo pulsante permette di visualizzare l'orario (ma solo se è stata inserita la batteria in tampone da 9V).

MODALITA' 12/24H - Il sistema orario delle 12 ore presuppone sia riportata la stringa AM o PM (non gestita in questo progetto): al contrario, nel sistema delle 24 ore (notazione Standard Internazionale **ISO-8601**) non sono necessarie altre informazioni perché il sistema stesso "copre" l'intero orario della giornata. Il sistema 12H è utilizzato principalmente negli Stati Uniti, in Canada ed in Australia. In Italia, come in molti altri Stati, si utilizzano entrambi i sistemi ma si preferisce sempre di più quello delle 24H (soprattutto in campo medico), il quale non dà origine a letture ambigue.

Per programmare il sistema orario dell'orologio, premere e mantenere premuto il pulsante dei MINUTI (**MINUTES**) per 2 secondi o comunque fino a quando il display non visualizza la cifra "12" (sistema a 12 ore) oppure "24" (sistema a 24 ore), quindi rilasciare il pulsante.



Il valore programmato si alterna ogni volta che si avvia la procedura (*funzionamento toggle*). Quando si passa dalla visualizzazione "24H" a quella "12H", l'orario è aggiornato automaticamente: ad esempio, se l'orologio visualizza le 19:30:00, passando alla visualizzazione 12H, il nuovo valore sul display sarà 7:30:00. L'impostazione del sistema orario è memorizzata sulla Eeprom del PICmicro e quindi rimane in memoria anche quando viene tolta l'alimentazione (Durante la programmazione, il conteggio dell'orologio non si ferma, ma continua anche se le cifre non vengono visualizzate).

SCANSIONE AUDIO DEI SECONDI - E' possibile in qualsiasi momento impostare la scansione audio dei secondi cioè l'emissione di un breve segnale acustico ad ogni secondo (simulazione dell'orologio meccanico). Per la programmazione, premere e mantenere premuto il pulsante delle ORE (**HOURS**) per 2 secondi o comunque fino a quando sul display a destra non appare la cifra "0" (scansione audio dei secondi DISABILITATA) oppure la cifra "1" (scansione audio dei secondi ABILITATA), quindi rilasciare il pulsante.



Il valore programmato si alterna ogni volta che si avvia la procedura (*funzionamento toggle*).

Questa impostazione è memorizzata sulla Eeprom del PICmicro e rimane in memoria anche quando viene tolta l'alimentazione (Durante la programmazione, il conteggio dell'orologio non si ferma, ma continua anche se le cifre non vengono visualizzate).

SCANSIONE AUDIO DELLE ORE - Anche per le ORE è possibile impostare la scansione audio ovvero l'emissione di un breve segnale acustico al passaggio della nuova ora. Per la programmazione, premere e mantenere premuto il pulsante **SHIFT** per almeno 3 secondi o comunque fino a quando sul display di sinistra non appare la cifra "0" (scansione audio delle ore DISABILITATA) oppure la cifra "1" (scansione audio delle ore ABILITATA), quindi rilasciare il pulsante.



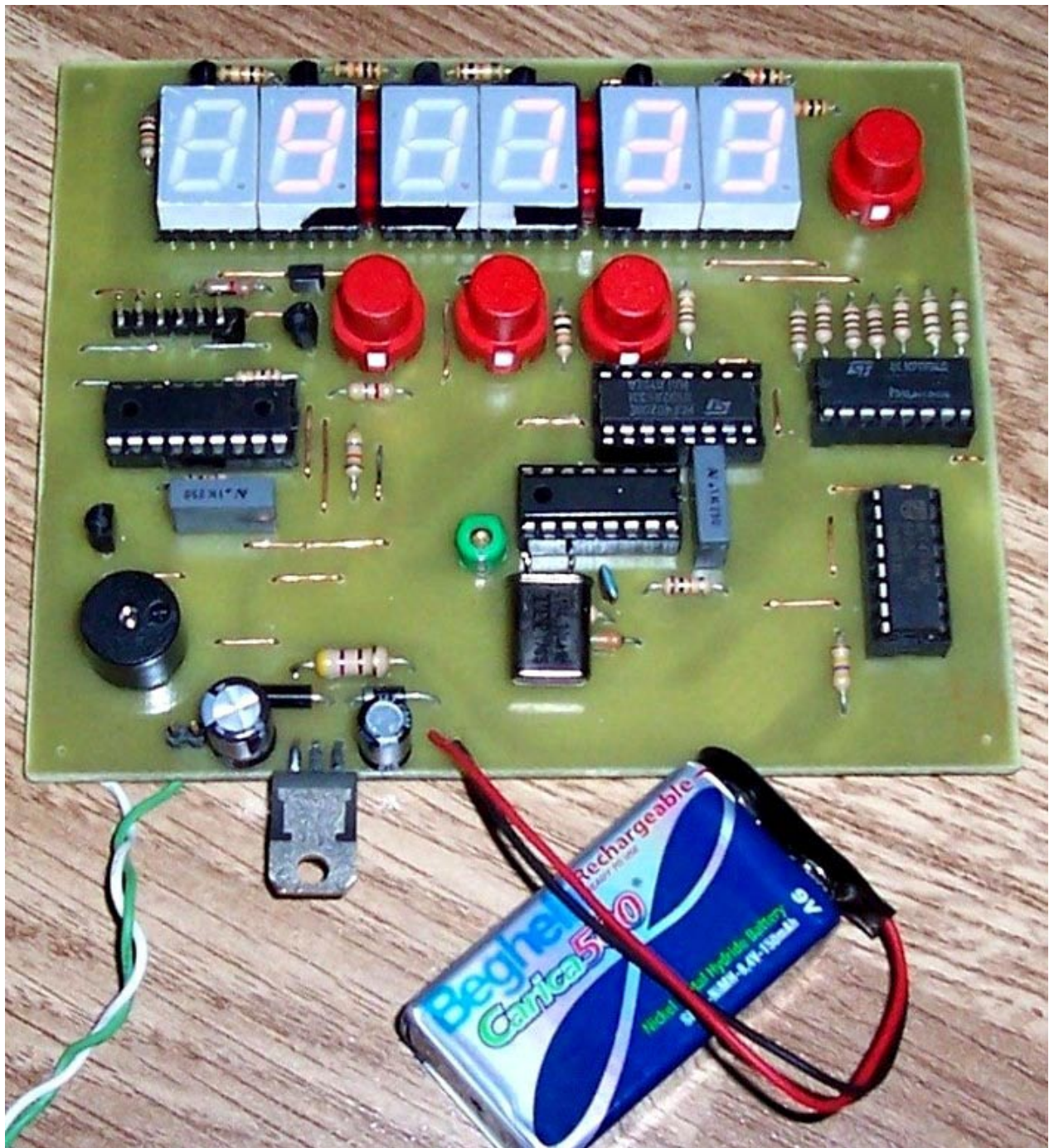
Il valore programmato si alterna ogni volta che si avvia la procedura (*funzionamento toggle*).

Anche questa impostazione, come la precedente, è memorizzata sulla Eeprom del PICmicro.

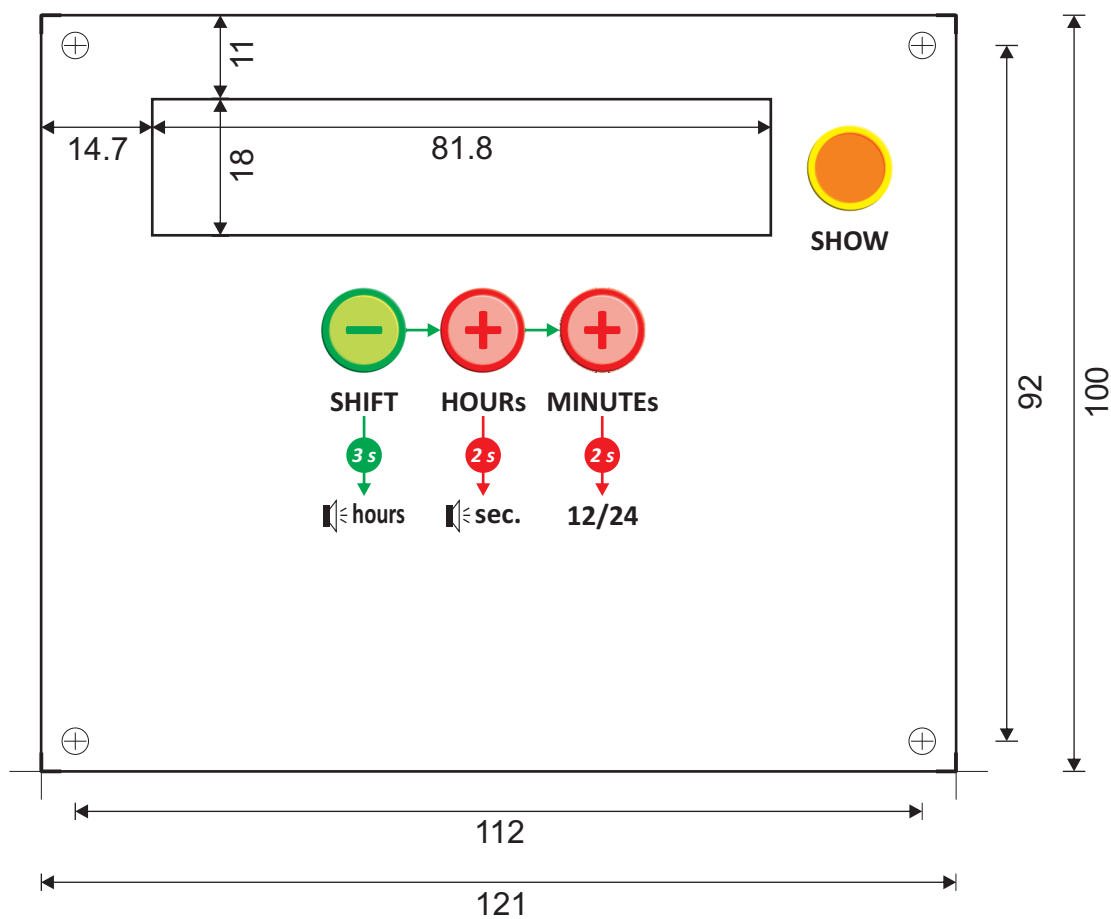
TEST DISPLAY - All'accensione, l'orologio avvia automaticamente il **TEST** dei display (i sei display sono accesi uno alla volta in modo sequenziale per verificare il corretto funzionamento di tutti i segmenti). Per avviare manualmente il TEST, è possibile inserire sul circuito un piccolo microinterruttore come spiegato nel paragrafo "**AGGIUNTA DEL PULSANTE DI TEST**".

IN CONCLUSIONE

In poco spazio sono stati inseriti 6 display, 5 circuiti integrati e altri componenti per cui i ponti da inserire sono 50 (quelli segnati in rosso), molti dei quali sono "nascosti" sotto i sei display: è il prezzo che si paga quando non si vuole utilizzare il circuito stampato a doppia faccia, sempre molto difficile da realizzare a livello hobbistico. Se lo stabilizzatore **7805** dovesse scaldare eccessivamente, si consiglia di posizionarlo sopra un'aletta di raffreddamento e saldarne i piedini sul circuito stampato attraverso tre spezzoni di filo.



LA SERIGRAFIA (dimensions)



LA SERIGRAFIA



SHOW

