

VOLTMETRO A 3 DISPLAY CON MICROCONTROLLER

Interessante questa applicazione dei microcontrollori utilizzati nell'elettronica di consumo: qui un semplice Pic viene impiegato per gestire un voltmetro. Senza dubbio da provare!

Paolo Sbrana

Uno degli strumenti che vengono maggiormente sfruttati dagli elettronici è senza dubbio il voltmetro, sia questo con visualizzazione ad ago oppure a display, cui vengono abbinati circuiti d'ingresso che ne aumentano gli usi.

Qualcuno si potrebbe chiedere perché presentiamo oggi un circuito che è stato già ampiamente proposto da diversi anni attraverso varie soluzioni circuitali: semplicemente, fino a oggi non era mai stato impiegato un microcontroller che svolgesse tale funzione.

Se ben ricordiamo, infatti, quasi tutti i voltmetri proposti fino a oggi si basavano sulla coppia di circuiti integrati CA3160 e CA3161.

L'idea di progettare un nuovo circuito con altri integrati è stata dettata dal costo della coppia di chip e dalla loro reperibilità. In un negozio, per entrambi i CA316x ci siamo sentiti chiedere la somma di 26.000 lire.

Chiaramente, avendo la necessità di realizzare un solo strumento, il costo potrebbe anche essere ritenuto sostenuto, ma ancora abbordabile; se invece la quantità di strumenti richiesti dovesse essere più elevata, allora risulterà utile seguire questo articolo, in quanto esiste la possibilità di acquistare il programma sorgente per la programmazione del controller, in modo tale da poter poi programmare infiniti chip.

Inoltre, partendo dal sorgente ed avendo un minimo di conoscenza di assembler Microchip, sarà possibile modificare il programma per ottenere un diverso funzionamento, come per esempio decidere se spegnere gli zeri a sinistra oppure visualizzare numeri da 0 a 510 oppure da 0 a 998 con passi da 2 o da 4.

Per questo motivo, coloro che volessero soltanto un chip già programmato, lo potranno richiedere, ma il costo sarà superiore alla coppia di chip CA316x. Chi, invece, avesse la necessità di costruirne diversi, potrà acquistare il programma sorgente e risparmiare poi sull'acquisto dei componenti.

La nostra proposta

In Figura 1 troviamo lo schema elettrico del voltmetro gestito da microcontroller. L'hardware è ridotto al minimo essenziale: un microcontroller, tre transistor e tre display più pochissimi altri componenti passivi.

Tutto questo fa sì che, volendo implementare lo strumento in miniatura, sarà possibile acquistare dei componenti in SMD e realizzare uno stampato doppia faccia dove i componenti stiano dalla parte opposta dei tre display.

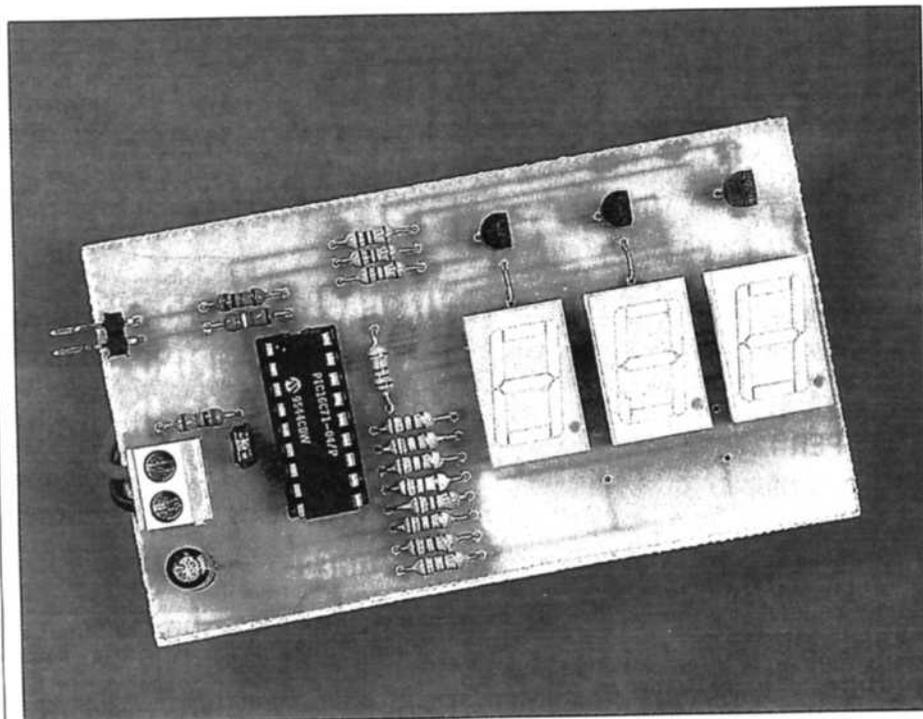
Ma veniamo alla descrizione del funzionamento del circuito.

Per poter pilotare i tre display avendo a disposizione solo 11 linee di I/O, si è stati costretti a impiegare la tecnica del multiplexing, ovvero i tre display non vengono pilotati insieme ma uno alla volta, per un determinato periodo.

Nella Figura 2, vediamo il diagramma temporale relativo all'accensione dei tre display.

Innanzitutto, vediamo che i display hanno tutti i sette segmenti in comune: ciò significa che se li alimentiamo contemporaneamente, su ciascun display apparirà la stessa cifra. Allora, si deve far in modo di alimentarne uno alla volta, facendo però attenzione che sui suoi segmenti sia presente il numero corretto da visualizzare.

Per esempio, supponiamo di voler visualizzare il numero 249. Allora si



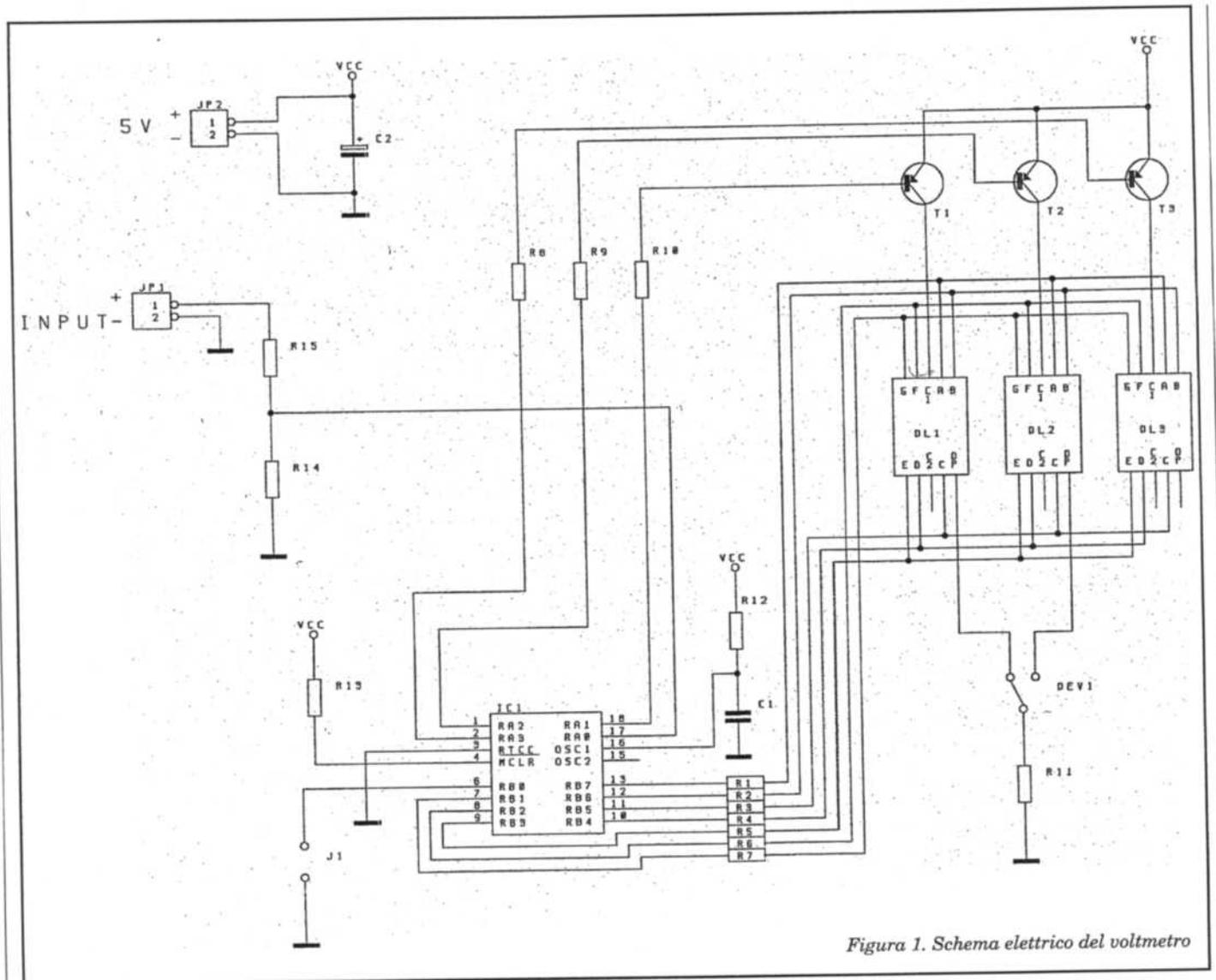


Figura 1. Schema elettrico del voltmetro

dovranno settare i sette segmenti per la cifra "2" (primo display per le centinaia) poi dare alimentazione al primo display tramite il transistor T1. La fase successiva consiste nell'attendere un certo tempo per poi togliere nuovamente alimentazione a T1 e, conseguentemente, spegnere il display DL1.

Fatto ciò, si passa al secondo display, impostando i sette segmenti per la cifra "4" e attivando il transistor T2. Si procede poi come prima fino a quando tutti e tre i display non siano stati accesi e poi spenti, ognuno con il proprio numero da visualizzare.

Al termine del ciclo, si ricomincia dal primo display e così via.

Poiché l'occhio umano ha un certo tempo in cui un'immagine persiste sulla retina, mantenendo abbastanza basso il tempo di visualizzazione per ogni display, non si vedono lampeggi dei diodi led.

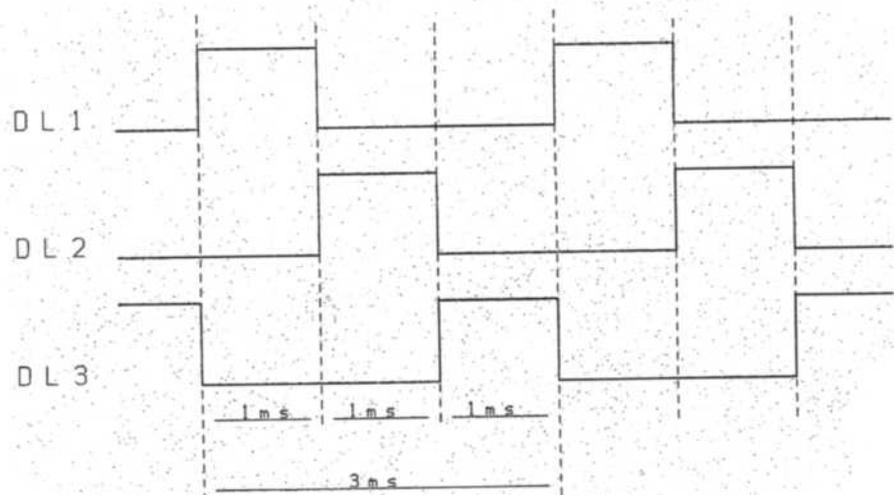


Figura 2. Diagramma temporale del multiplexing

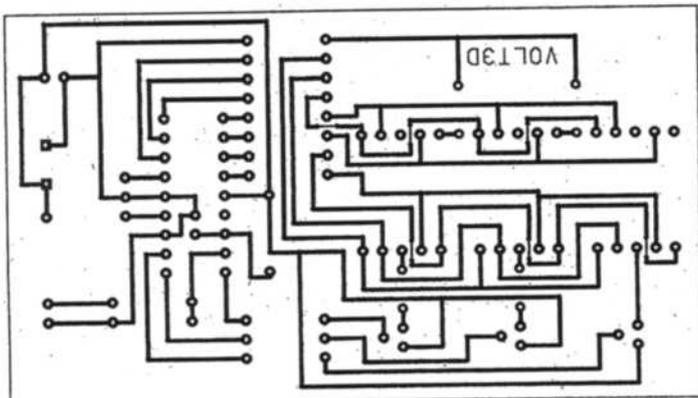


Figura 3. Circuito stampato, scala 1:1

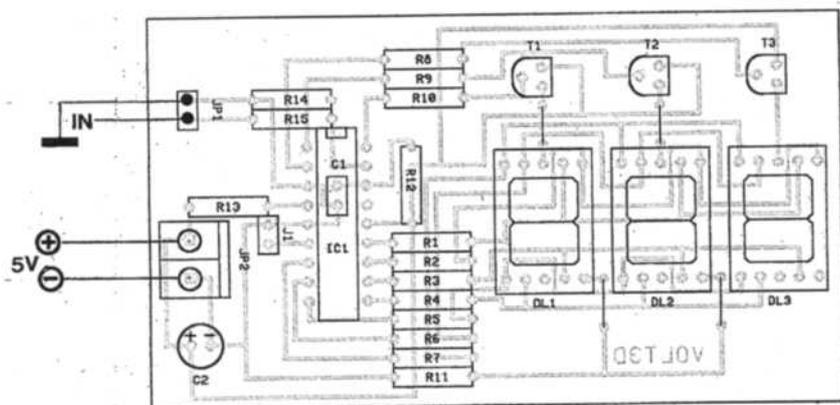


Figura 4. Disposizione dei componenti

Da prove effettuate, abbiamo riscontrato che, per non avere questi effetti, è consigliabile che il tempo di permanenza di una cifra su di un display non superi i 5ms.

I più esperti di microcontrollori, però, avranno già notato che in questo circuito non è stato impiegato alcun quarzo per il controllo della frequenza di clock del microcontroller: il clock viene generato internamente dal controller stesso sfruttando due componenti esterni, ovvero la resistenza R12 e il condensatore C1. Variando questi due componenti, è possibile verificare quanto detto.

Per quanto riguarda la conversione da segnale analogico a digitale, invece, il PIC16C71 ha una periferica interna che se ne occupa, riuscendo a completare il compito in circa 30 microsecondi (dipende da vari fattori).

Poiché però l'aggiornamento del display non può essere eseguito prima di almeno 100-200 millisecondi per ovvie ragioni di visualizzazione, è stato inserito un ritardo tra un aggiornamento e l'altro che si aggira proprio su questi tempi. Per variare tali tempi si può sempre agire su R12 o su C1, anche se

noi sconsigliamo di farlo dopo tutta una serie di prove effettuate.

Coloro che acquisteranno il software

sorgente, potranno impostare tale tempo a piacere, aggiungendo chiaramente poche righe di programma. Anche se il microcontroller impiegato dispone di interrupt, per questo progetto non ne abbiamo impiegati, data la semplicità implementativa.

Montaggio ed applicazioni

Per realizzare il voltmetro, è quasi obbligatorio costruirsi il circuito stampato monofaccia la cui traccia è visibile in Figura 3. Poi, prima di montare i vari componenti, si devono inserire i due ponticelli sotto T1 e T2 ed eventualmente quello tra DL1 e DL2 o quello tra DL2 e DL3 (vedremo dopo a che cosa servono).

Dopo aver saldato lo zoccolo per il circuito integrato IC1, si deve inserire il condensatore C1 all'interno di questo, facendo attenzione a posizionarlo in modo che non sia d'impaccio per il posizionamento di IC1 nello zoccolo.

Per l'alimentazione, è necessario non dare mai più di 5 volt, pena la distruzione del chip. Per il calcolo della resistenza R15, invece, si deve fare un minimo di conto per adeguarla alle proprie esigenze: se il segnale d'ingresso non supera i 5 volt, tale resistenza dovrà essere sostituita da un filo di rame (resistenza 0

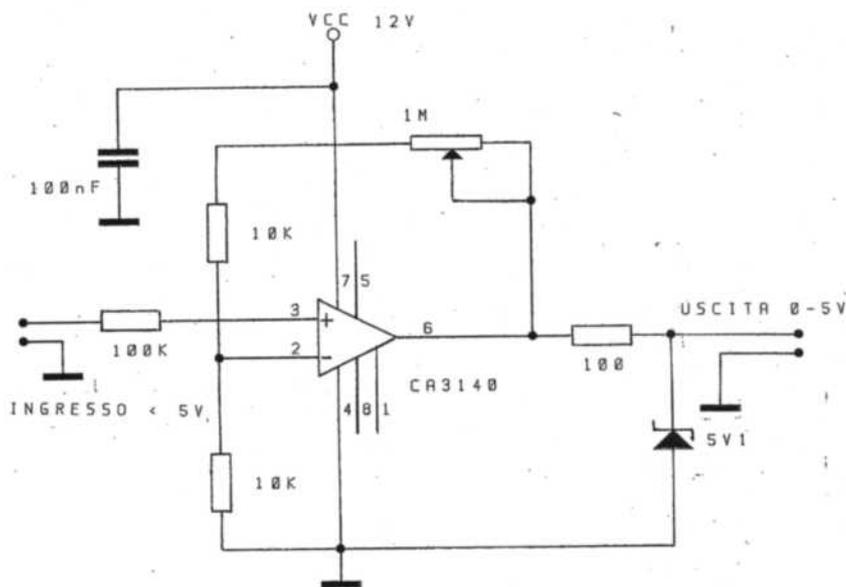


Figura 5. Amplificatore per tensioni sotto i 5 volt

Ohm). Se invece si volesse inserire una tensione superiore ai 5 volt, si dovrà eseguire il seguente conto:

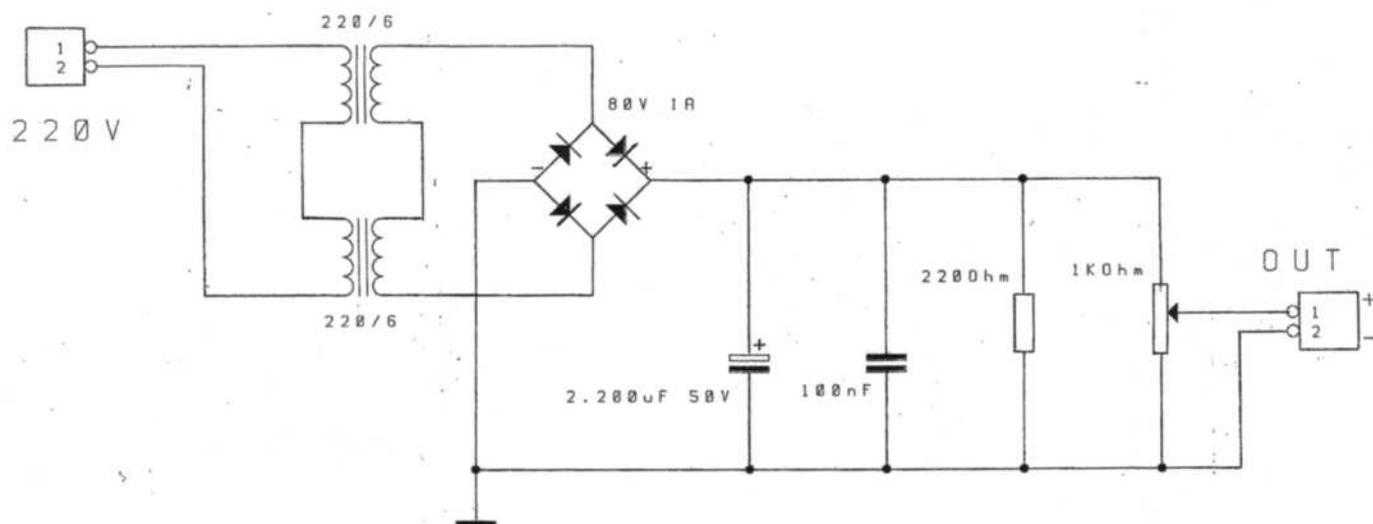


Figura 6. Interfaccia per la tensione di rete fino a 440 volt

$$R = ((V_{in} * 200) - 1000)$$

In questo modo, sull'ingresso del chip arriverà sempre una tensione compresa tra 0 e 5 volt.

Attenzione però alla visualizzazione, perché non rispetterà sempre ciò che si vorrebbe vedere: se ad esempio si pone R15 a 0 Ω, per un ingresso di 5 volt vedremo il numero 255 e non 5.00.

Per ottenere il risultato richiesto, è conveniente sempre impostare Vin come multipla o sottomultipla di 255. In questo modo, spostando il punto decimale connesso a R11, visualizzeremo sempre una cifra corrispondente al valore letto.

Per esempio supponiamo di impostare Vin a 25,5 volt.

Allora la resistenza R15 dovrà valere 4.100 Ω, e per una tensione di ingresso di 16,8 volt, vedremo le cifre 168, oppure 16.8 se collegheremo il punto decimale del display DL1 alla resistenza R11.

Nella versione finale, abbiamo inserito il jumper J1, che serve per moltiplicare per due il valore letto.

Nel caso precedente, per un ingresso di 16,8 volt, avremmo letto il numero 336.

In questo modo, possiamo arrivare a visualizzare cifre fino a 510.

Tornando all'esempio precedente, volendo visualizzare il valore 16,8, la resistenza R11 deve essere dimezzata (2.050 Ω).

Combinando opportunamente tutte queste variabili, riusciamo a leggere i valori che vogliamo nei range che desideriamo.

Alcune interfacce d'ingresso

Spesso però ci accade di voler visualizzare tensioni inferiori ai 5 volt, ed allora dobbiamo intervenire con un altro sistema, ovvero amplificando il segnale d'ingresso con una interfaccia opportuna. In Figura 5 ne vediamo lo schema elettrico applicativo.

Un amplificatore operazionale si incarica di elevare la tensione presente al suo ingresso per portarla fino a 5 volt di uscita massimi.

Il diodo zener posto sull'uscita serve proprio a non superare tale valore. Con questa configurazione d'ingresso, la

resistenza R15 deve avere un valore ohmico nullo (ponticello di rame).

Ad esempio, è possibile sfruttare tale interfaccia per amplificare il segnale proveniente da un sensore di temperatura quale l'LM35, che produce una tensione di 10 millivolt per grado centigrado. Ovviamente il trimmer da 1MΩ, che regola il guadagno dello stadio amplificatore, deve essere tarato per la gamma di valori richiesti.

Dopo aver visto come amplificare un livello, vediamo come interfacciarsi con la tensione di rete in modo professionale seguendo lo schema di Figura 6.

I due trasformatori da 220/6 volt, vengono impiegati per un disaccoppiamento dalla rete stessa e per garantire che una sovratensione non danneggi i primari (la tensione massima sopportata è di 220+220=440 volt).

Il ponte rende continua la tensione ed i due condensatori la livellano.

La resistenza da 220 Ohm viene sfruttata come carico mentre il trimmer da 1 kΩ serve per regolare il livello della tensione prelevata che, in casi normali, non dovrebbe superare i 6-7 volt. Anche in questo caso, la resistenza R15 dovrà essere sostituita da un ponticello di filo di rame. Concludiamo questa trattazione, segnalando che le interfacce presentate in queste pagine sono un'ottima base di partenza per soluzioni più complesse che vi invitiamo a provare. Il nostro obiettivo, infatti, non è solo quello di proporre soluzioni già finite, ma anche e soprattutto stimolare la vostra fantasia e la vostra creatività.

Buon lavoro quindi ma non dimenticate di inviarci i vostri articoli.

ELENCO COMPONENTI

Semiconduttori

IC1: PIC16C71 programmato
(0338/6881663)
T1, T2, T3: BC327
DL1, DL2, DL3: MAN6060

Resistori

R1 + R7: 220 Ω
R8 + R10: 1 kΩ
R11: 270 Ω
R12: 22 kΩ
R13: 10 kΩ
R14: 1 kΩ
R15: Vedi testo

Condensatori

C1: 18 pF
C2: 22 µF