

FT218

VOLTMETRO A CRISTALLI LIQUIDI

Può funzionare anche a pile e dispone di tre fondo scala in continua da 200 mV a 200V; visualizza la lettura con grande precisione tramite un display LCD a 3 1/2 digit. L'ideale per ogni applicazione di laboratorio, nonché per alimentatori stabilizzati ed altri apparati elettrici ed elettronici.

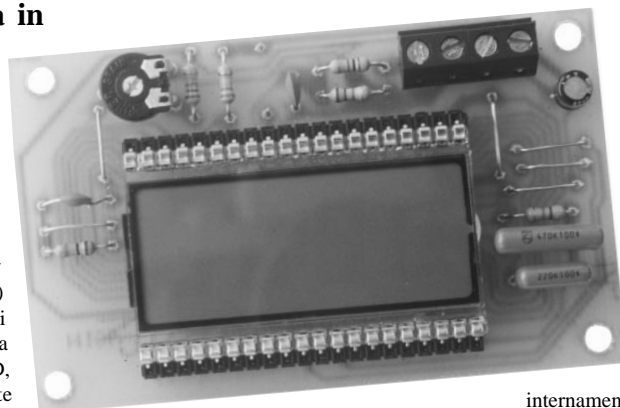
Proporre il progetto di un voltmetro può quasi sembrare un controsenso, vista l'enorme quantità e varietà di tester digitali che si trova in commercio un po' ovunque: nei negozi di componentistica e strumentazione, ma anche nei supermercati del "fai-da-te", nei centri commerciali, nelle ferramenta, ecc. Il basso costo di tali strumenti invoglierebbe infatti ad usarli anche quando serve una sola delle funzioni implementate (ad es. la misura delle tensioni, o delle correnti) tuttavia in molti casi è necessario, per ragioni pratiche di montaggio, disporre di un modulo "nudo" da adattare alle proprie esigenze; è il caso della strumentazione destinata al montaggio in pannelli e rack. Va poi considerato che spesso, i multimetri Taiwanesi ultraeconomici, hanno ben poca precisione, quindi sconsigliabili per alcune applicazioni; escludendo l'utilizzo di strumenti più precisi, quelli di marca (es. Philips, Fluke, Beckman Industrial, Unaohm, sono alcune) perché costano parecchio, la soluzione migliore è solitamente usare moduli universali. Quello proposto in questo articolo è di base un millivoltmetro elettronico con visualizzazione su display LCD; per sua natura si presta a realizzare una lunga serie di strumenti su diverse portate, nonché ottimi ampèrometri. Si tratta di un modulo estremamente compatto che presenta il display sporgente rispetto agli altri componenti, quindi idoneo al montaggio in una finestrella di un pannello di controllo o all'interno di cassette da rack o di altri apparati; lo spessore, decisamente contenuto, agevola il posizionamento praticamente ovunque, tanto da trovare posto anche in apparati tascabili. Per capire meglio cos'è e come si può trasformare il nostro millivoltmetro dobbiamo fare riferimento al suo schema elettrico: notate innanzitutto che il circuito è abbastanza semplice, se escludiamo la notevole quantità di collegamenti tra i 40 piedini dell'integrato (l'unico) e gli altrettanti del display LCD; tutto viene svolto dall'U1, che è un ICL7106 di produzione Intersil, Maxim, ecc. Questo chip è di per sé un ottimo millivoltmetro elettronico con driver per controllare display LCD fino a 3 cifre e mezza di qualunque dimensione: incorpora un preciso convertitore analogico/digitale, quindi un'unità di controllo ed un decoder per ripartire i dati in uscita dall'A/D in altrettanti gruppi di bit ciascuno per una cifra; un oscillatore facente capo ai piedini 38, 39 e 40 (OSC3, OSC2, OSC1) fornisce il segnale di clock per il convertitore, nonché per la

logica di controllo del display (frequenza di clock: 200KHz) ovvero per il refresh del piano di fondo. Questo refresh è in sostanza la polarizzazione del display LCD, che per funzionare correttamente richiede l'applicazione di una tensione alternata o comunque variabile all'elettrodo posto sul fondo (BackPlane) in modo da creare poi il necessario campo elettrico tra esso ed i relativi segmenti dei singoli digit, posti sulla faccia anteriore ed invisibili perché fatti di resina trasparente. Quanto all'ingresso, l'ICL7106 preleva la tensione con un circuito differenziale, quindi sollevato dalla massa di alimentazione, poi lo amplifica ed utilizzando un circuito impiegante un comparatore (rete di Auto-Zero, della quale fanno parte i piedini 27, 28, 29) ed un integratore, annulla e comunque minimizza l'offset della misura; in questo modo non si superano mai i 10 microvolt. Internamente è presente un generatore di tensione di riferimento che fornisce 2,8V in meno rispetto al potenziale applicato al piedino di alimentazione positiva (VCC pin 1). La tensione di riferimento è disponibile al piedino COMMON, ovvero al 32, che è poi il nodo di riferimento per le tensioni applicate agli ingressi. La misura si svolge in tre fasi, che vengono ripetute ciclicamente:

1) **Auto-Zero**; in essa inizialmente l'ingresso differenziale viene internamente sconnesso dai punti IN (30 e 31) e collegato al comune (pin 32) quindi il condensatore C2 viene caricato con la tensione di riferimento e poi, sempre internamente, viene inserito il condensatore collegato al piedino 29 in modo che si trovi in retroazione al circuito comprendente il differenziale di ingresso, il comparatore, e l'integratore.

2) **Integrazione del segnale**; viene ripristinato il collegamento interno ed eliminato il loop di retroazione dell'auto-zero, quindi l'ingresso differenziale è collegato ai pin di input dell'ICL7106 (i soliti 30 e 31) e l'uscita dello stadio differenziale fornisce una tensione che viene integrata dall'integratore interno ottenendo un impulso a dente di sega, interrotto dopo un breve periodo di tempo prefissato.

3) **Deintegrazione**; in quest'ultima fase la rampa prodotta dall'integratore viene confrontata nel comparatore dopo che "INlow" (piedino 30) viene

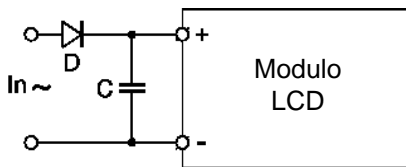


internamente connesso al COMMON (pin 32) e "INhigh" al condensatore di riferimento C2: il collegamento è tale da forzare la scarica del condensatore dell'integratore (C4 nel circuito) quindi, per determinare il valore della tensione di ingresso, il chip verifica il tempo impiegato dall'uscita dello stesso integratore a tornare a zero. Va notato che per il buon funzionamento del tutto l'ICL7106 deve avere il piedino 32 (COMMON) collegato all'INlow, ovvero al 30; se il modulo deve lavorare a tensione singola (5÷9 volt c.c.) significa che le due linee di ingresso sono sollevate dalla massa, e quindi le tensioni da misurare non devono essere riferite a questa. Torniamo adesso allo schema elettrico vero e proprio per vedere gli altri particolari dell'integrato: partiamo dal trimmer R3, che serve per registrare lo stadio differenziale di ingresso e quindi per tarare alla perfezione lo strumento; esso agisce sul piedino +REF (36) applicando una tensione variabile entro certi limiti (tra 2,8V e 2,68V in meno della tensione di batteria) secondo quanto consigliato nella documentazione del costruttore. Il potenziale fornito al piedino 36 permette di aggiustare finemente la tensione differenziale ottenuta con lo stadio di ingresso dell'ICL7106 in modo da correggere l'eventuale offset interno. La rete C3/R5 serve per la temporizzazione dell'oscillatore di clock, mentre la C4/R6/C5 è quella necessaria alla sezione di ingresso, per realizzare l'Auto-Zero e l'integrazione/deintegrazione della tensione differenziale. Particolare rilievo assume il partitore resistivo posto in serie ai punti "IN-HI e IN-LO" perché è quello che ci consente di adattare il voltmetro a varie misure, ovvero di selezionare la portata: in pratica se si toglie la R2 il circuito ha la sensibilità propria dell'ICL7106, pari a 200 mV di fondo-scala; inserendo la resistenza la differenza di potenziale applicata ai punti IN viene ridotta, e si può quindi far misurare valori ben più alti di quello intrinseco. Per poter selezionare diversi campi di misura e diverse risoluzioni (ovvero cifre decimali) abbiamo anche previsto il montaggio di due resistenze, R7 ed R8, una in alternativa all'altra: queste permettono di collegare a massa i contatti dei due punti decimali corrispondenti alle cifre di destra del display, in modo da mettere la "virgola" dopo uno o due digit, ottenendo letture con precisione al decimo o al centesimo, cioè alla prima o alla seconda cifra decimale. Collegando la resistenza relativa al piedino 16 si attiva il primo punto (quello più a destra) mentre con quella del pin 12 si "accende" il secondo decimal point, che è poi quello tra la seconda e la terza cifra. L'altro punto decimale (quello tra il terzo digit ed il mezzo) si

COME REPERIRE IL MATERIALE

Il millivoltmetro è disponibile in scatola di montaggio (cod. FT218) al prezzo di 19,00 euro. Il kit comprende tutti i componenti, il display LCD e l'integrato ICL7106. Questi ultimi sono disponibili anche separatamente a euro 6,20 (cod. LCD31-2) e a euro 5,60 (cod. 7106). Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, Via Adige, 11 -21013 Gallarate (VA), tel. 0331-792287, fax 0331-778112.

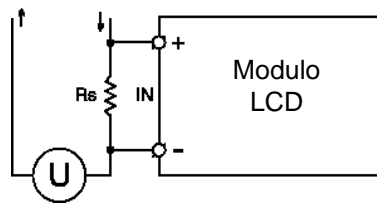
Lo strumento proposto in questo articolo non è solo un millivoltmetro perché, dimensionando opportunamente i suoi componenti, si possono effettuare misure di tensioni oltre i 200 millivolt. Per alzare la portata basta, mantenendo la R1 ad 1 Mohm, scegliere per R2 il valore di 120 Kohm: così lo strumento legge fino a 1,999V; in tal caso per una giusta visualizzazione si possono eliminare sia i punti decimali (staccare R7 ed R8) che attivare quello più a sinistra collegando a massa con una resistenza da 22÷47 Kohm il pin 8 del display. Usando una R2 da 11 Kohm si può invece misurare fino a 20 volt fondo-scala, ovvero 19,99 volt: in questo caso conviene usare il punto decimale di mezzo, scollegando R8 e lasciando inserita la R7; la misura è approssimata alle decine di millivolt. Per salire a 199,9 V occorre abbassare la resistenza R2 fino ad 1 Kohm, e l'indicazione dello strumento dovrà necessariamente prevedere l'uso del solo decimal-point di destra: in questo caso eliminate R7 e lasciate la R8. La lettura (max. 199,9 V) ha un'approssimazione al decimo di volt. Oltre non conviene andare, perché le piste non sono in grado di reggere tensioni maggiori di 250÷300 volt. Quanto alle misure in alternata, è possibile utilizzare il modulo avendo l'accortezza di collegare il seguente circuito:



visualizzerebbe mettendo una resistenza tra il piedino 8 del display LCD e massa, tuttavia nel nostro caso abbiamo preferito non utilizzarlo. Sempre a proposito dei decimali va notato che usando il primo punto quando l'integrato riceve all'ingresso differenziale 199,9 millivolt il display visualizza 199,9; usando il secondo punto appare invece 19,99. Notate ancora che oltre 199,9 millivolt, ovvero da 200 mV in poi, l'ICL7106 va in overflow e comanda il pin 2 del display (usando il proprio piedino 20) soltanto facendo apparire tutto a sinistra il segno "-" e nient'altro; tale indicazione dice che è stato superato il valore limite, ovvero che la misura è fuori scala. Il piedino 20 dell'integrato è quello che nel normale utilizzo fa visualizzare il segno, cioè la polarità della tensione applicata ai punti + e - IN: già, perché il nostro strumento può rilevare anche grandezze negative, indicando il segno "-" (meno) alla sinistra dell'LCD, ovvero non mettendo alcun segno se invece la misura è positiva. La polarità è riferita evidentemente a quella dei punti di ingresso. Vediamo allora come si possono effettuare misure di tensioni oltre i 200 millivolt, ovviamente restando in continua, perché per poter leggere l'alternata occorre prima raddrizzarla: questo comunque lo vedremo più avanti. Mantenendo la R1 al suo valore attuale, ovvero 1 Mohm, e scegliendo R2=120 Kohm, lo strumento legge fino a 2 volt, cioè 1,999V: in questo caso per una giusta visualizzazione si può sia eliminare i punti decimali (basta staccare R7 ed R8) che attivare quello più a sinistra collegando a massa con una resistenza da 22÷47 Kohm il pin 8 del display; nella prima evenienza la lettura è in millivolt (1999 mV = 1,999 V) e nella seconda direttamente in volt. Usando una R2 da 11 Kohm si può invece misurare fino a 20 volt fondo-scala, ovvero 19,99 volt: in questo caso conviene usare il punto decimale di mezzo, scollegando R8 e lasciando inserita la R7; la misura è arrotondata alle decine di millivolt. Per

non solo millivoltmetro!

il diodo è un 1N4007, mentre il condensatore C è da 100÷220 nF, 400 V; il partitore di ingresso andrà quindi dimensionato considerando che una tensione alternata raddrizzata, dà una tensione continua il cui valore è pari a quello massimo, diminuito della caduta sul diodo. Ad esempio per avere un fondo-scala di 2 volt c.a. bisogna usare una R2 da 100 Kohm, mentre per 20 Veff. questa resistenza deve avere valore di 7,5 Kohm e per 200 Veff. di 750 ohm. Naturalmente R1 deve restare da 1 Mohm; per l'impostazione del punto decimale valgono le stesse considerazioni fatte per le misure in continua. Con lo strumento è anche possibile fare misure di corrente, disponendo tra i punti IN una resistenza che faccia da shunt, opportunamente calcolata, come illustrato in figura:



il valore si determina secondo la legge di ohm, e considerando ancora una volta che il display visualizza la tensione applicata agli ingressi dell'ICL7106 in millivolt. In ogni caso la resistenza si dimensiona imponendo una differenza di potenziale tra i punti IN, nota la massima corrente: " $R = V/I$ ". Per basse correnti, allo scopo di avere valori di R reperibili, conviene eliminare R2 in

salire a 200 V di fondo scala, occorre abbassare la resistenza R2 fino a circa 1 Kohm, e l'indicazione dello strumento dovrà necessariamente prevedere l'uso del solo decimal-point di destra: in questo caso eliminate R7 e lasciate la R8. La lettura (max. 199,9 V) ha un'approssimazione al decimo di volt. Oltre non conviene praticamente salire. Quanto alle misure in alternata, è possibile usare il modulo anche per esse avendo l'accortezza di farlo precedere da un raddrizzatore a singola semionda e da un piccolo condensatore di livellamento, del valore di 100÷220 nF: il partitore di ingresso andrà quindi dimensionato considerando il principio noto dallo studio dell'elettrotecnica secondo il quale una tensione alternata raddrizzata ne dà una continua il cui valore è pari a quello massimo, diminuito della caduta sul diodo. In pratica per una tensione sinusoidale quale quella della rete ENEL il valor massimo è pari a 1,4142 volte quello efficace, il che significa che per poter visualizzare quest'ultimo è necessario ridurre in proporzione la differenza di potenziale prelevata dall'ingresso del voltmetro ai capi del condensatore di livellamento. Nella pratica per avere un fondo-scala di 2 volt c.a. bisogna usare una R2 da 100 Kohm, mentre per 20 Veff. questa resistenza deve avere valore di 7,5 Kohm e per 200 Veff. di 750 ohm. Naturalmente R1 deve restare da 1 Mohm; per l'impostazione del punto decimale valgono le stesse considerazioni fatte per le misure in continua. Con lo strumento è anche possibile fare misure di corrente, disponendo tra i punti IN una resistenza che faccia da shunt, opportunamente calcolata: il valore si determina secondo la legge di ohm, e considerando ancora una volta che il display visualizza la tensione applicata agli ingressi dell'ICL7106 in millivolt. In ogni caso la resistenza si dimensiona imponendo una differenza di potenziale tra i punti IN, nota la massima corrente: " $R = V/I$ ". Per piccole correnti, allo scopo di avere

valori di R realistici, conviene eliminare la R2 in modo da far cadere sullo strumento una differenza di potenziale contenuta, ovvero i 200 millivolt; così ad esempio per leggere fino a 200 milliampère basta inserire tra + e - IN un resistore da 1 ohm ($R=200\text{mV}/200\text{mA}=1\text{ ohm}$). Per andare a 2 ampère la R deve essere da 0,1 ohm, mentre per ottenere un fondo-scala di 20 A conviene lasciare la stessa resistenza e montare una R2 da 120 Kohm: in tal caso si avrà una tensione Vin del modulo di circa 2 volt a fondo-scala, e di questo bisognerà tenere conto nel fare le misure. In alternativa si riduce R a 0,05 ohm (valore difficilmente reperibile, da autocostruire usando filo di nichel-cromo) e si usa una R2 da 250 Kohm (ottenibile con due resistori da 120 e 150 Kohm posti in serie) perdendo solamente 1 volt. L'accuratezza della misura dipende dalla precisione della resistenza di shunt (R) usata di volta in volta, ed ovviamente dalla tolleranza delle R1 ed R2; il medesimo ragionamento, riguarda ovviamente anche il partitore usato nel modulo funzionante come voltmetro. Per questo motivo è consigliabile utilizzare resistori con tolleranza dell'1% o del 2%, limitando così al massimo errori dovuti alla loro tolleranza.

valori di R realistici, conviene eliminare la R2 in modo da eccitare lo strumento con una differenza di potenziale contenuta, ovvero con i 200 millivolt nominali; così ad esempio per leggere fino a 200 milliampère basta inserire tra "+ e - IN" un resistore da 1 ohm ($R=200\text{mV}/200\text{mA}=1\text{ ohm}$). Per andare a 2 ampère la R deve essere da 0,1 ohm, mentre per ottenere un fondo-scala di 20 A conviene lasciare la stessa resistenza e montare una R2 da 120 Kohm: in tal caso si avrà una tensione Vin del modulo di circa 2 volt a fondo-scala, e di questo bisognerà tenere conto nel fare le misure. In alternativa si riduce R a 0,05 ohm (valore difficilmente reperibile, da autocostruire usando filo di nichel-cromo) e si usa una R2 da 250 Kohm (ottenibile con due resistori da 120 e 150 Kohm posti in serie) perdendo solamente 1 volt. Nel fare le misure di corrente rammentate che il polo positivo dell'ampèrometro (cioè quello da dove deve entrare la corrente) è il +IN, mentre il negativo (da mandare al carico, ovvero verso il negativo) è -IN; l'accuratezza della misura dipende dalla precisione della resistenza di shunt (R) usata di volta in volta, ed ovviamente dalla tolleranza delle R1 ed R2, cosa quest'ultima che riguarda ovviamente anche il partitore nell'uso del modulo come voltmetro....

**L'articolo completo stato
pubblicato su Elettronica In
N. 28 aprile '98**