

Wattmetro e voltmetro a vero valore rms

Cautele da adottare

Si raccomanda particolare attenzione nei riguardi del **LT 1088** (Fig. 1), componente costoso, di difficile reperibilità e “permaloso”. In particolare, i punti delicati sono:

1. Le resistenze hanno dissipazione max. 375 mW.
Quindi la tensione max. è 4 V su 50 Ω , 9 V su 250 Ω .
2. I diodi di misura sono delicati.
Corrente max. 15 mA. Tensione inversa max. 3.5 V.
3. Nell’ambito di ciascuna sezione, sia la resistenza sia il diodo sono ricavati *sul silicio*.
Pertanto vi sono dei *diodi parassiti* verso il *substrato* (bulk). Vedi fig. 1.

Ragionate sugli schemi e tenete un margine di sicurezza!

Copyright 2000 di Enrico Rubiola. Tutti i diritti riservati.

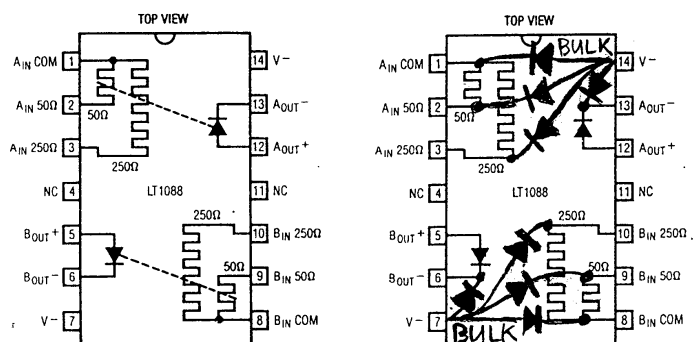


Figure 1: Schema del LT 1088 e relativi diodi parassiti.

Data
aprile 2000File
4wattm

2/7

1 Voltmetro a valore efficace

1.1 Montaggio e verifiche preliminari

Il circuito da realizzare (figura 2) consente di verificare l'equivalenza energetica del valore efficace di una tensione alternata con una continua di uguale valore.

Montate inizialmente la parte centrale del circuito, con i due diodi e la relativa alimentazione; per il momento non collegate il generatore e l'alimentatore di riferimento.

Calibrate il circuito regolando R1 in modo da equilibrare la tensione sui due diodi: la tensione tra i punti **A** e **B** deve essere la più bassa possibile.

Connettete i due ingressi (punti **C** e **D**) in parallelo ad un unico alimentatore di riferimento in continua, come evidenziato in fig. 3. Regolandone la tensione tra 0 e 5 V (*non superate questo valore*) osservate che il circuito si sbilancia, e compare una tensione tra i punti **A** e **B**. Perché?

Regolate ora l'alimentatore di riferimento per una tensione di 2.5 V sui punti **C** e **D** (a metà della dinamica del vostro circuito). Ripetete la calibrazione agendo su R1 fino a equilibrare la tensione sui due diodi.

1.2 Verifica del funzionamento

Collegate il generatore di funzioni e l'alimentatore di riferimento come in figura 2. Ora il voltmetro a sostituzione è pronto per l'uso.

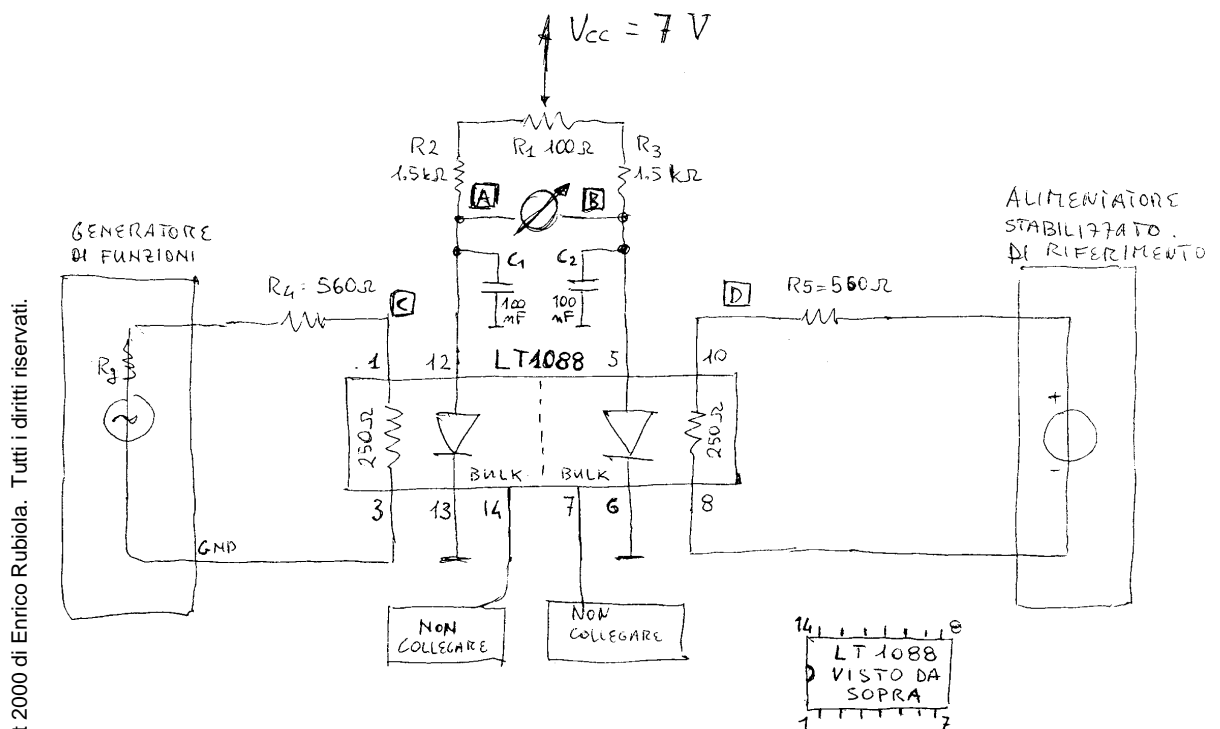


Figure 2: Schema del Voltmetro a valore efficace ad equilibrio manuale.

Collegate l'oscilloscopio al punto [C]. Regolate il generatore di funzioni per un'uscita sinusoidale di 6 V picco-picco. Regolate ora l'alimentatore di riferimento fino ad annullare la tensione differenziale tra i diodi (punti [A] e [B]). Che relazione c'è tra la tensione alternata nel punto [C] e la tensione continua nel punto [D]? Perché?

Ripetete l'esperimento precedente impostando sul generatore di funzioni le forme d'onda triangolare e quadra, sempre di ampiezza 6 V picco-picco.

2 Voltmetro rms

2.1 Montaggio e verifiche preliminari

Montate il circuito di figura 4, che consente il bilanciamento automatico della tensione differenziale sui diodi.

La regolazione del circuito deve essere fatta in due fasi. Per il momento, il generatore di funzioni non deve essere collegato.

1. *Regolazione dell'offset*, che consiste nell'equilibrare la tensione sui diodi. Per questo mettete R10 a metà corsa e regolate R1 in modo da ottenere una piccola tensione positiva, 10–40 mV, all'uscita [D]. (Nota: la presenza di tale offset è necessaria perché l'amplificatore operazionale è ad alimentazione singola, non per ragioni legate al funzionamento del circuito.)
2. *Regolazione del guadagno*. Inserite all'ingresso un alimentatore stabilizzato regolato in modo da avere una tensione di 5 V nel punto [C]. Regolate R10 in modo da avere all'uscita [D] lo stesso valore di tensione di [C].

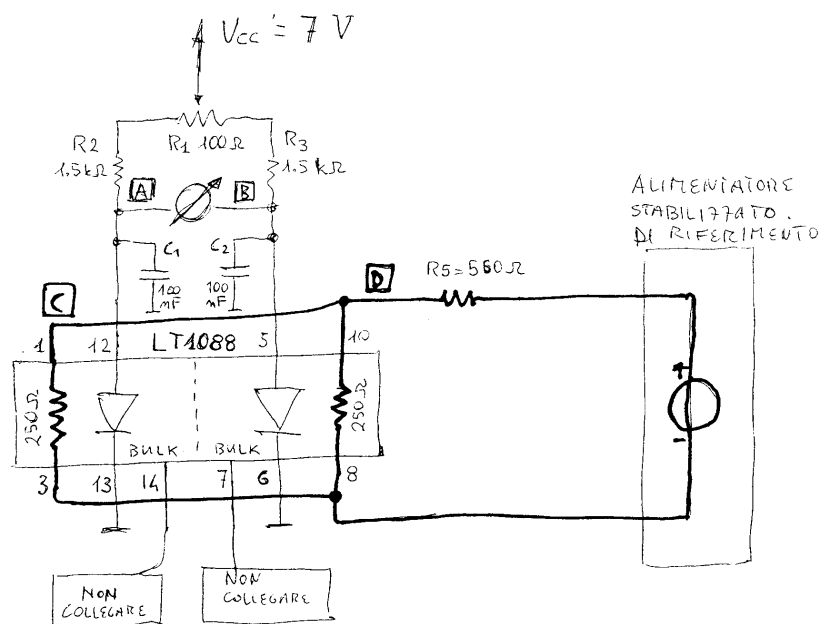


Figure 3: Collegamenti provvisori.

Al termine, togliete l'alimentatore dall'ingresso e verificate che la tensione sull'uscita **D** ritorni vicino a zero, come al punto 1 (regolazione dell'offset).

2.2 Verifica del funzionamento

Collegate il generatore di funzioni come in figura 4 e verificate che la tensione continua all'uscita **D** sia uguale al valore efficace del segnale presente sul punto **C**.

Ripetete la verifica per le tre forme d'onda disponibili — sinusoidale, triangolare e quadra — con valori di tensione *all'uscita del generatore di funzioni* tra 1 e 5 V (ad es. 1, 3 e 5).

2.3 Frequenza

Per come è costruito il LT 1088, quale pensate che sia la frequenza massima di funzionamento? E da quali fenomeni pensate che sia limitata?

Nel montaggio su basetta, che cosa cambia?

Con un segnale sinusoidale di ampiezza costante di 3 V picco-picco (misurata all'uscita del generatore di funzioni), verificate cosa succede al variare della frequenza.

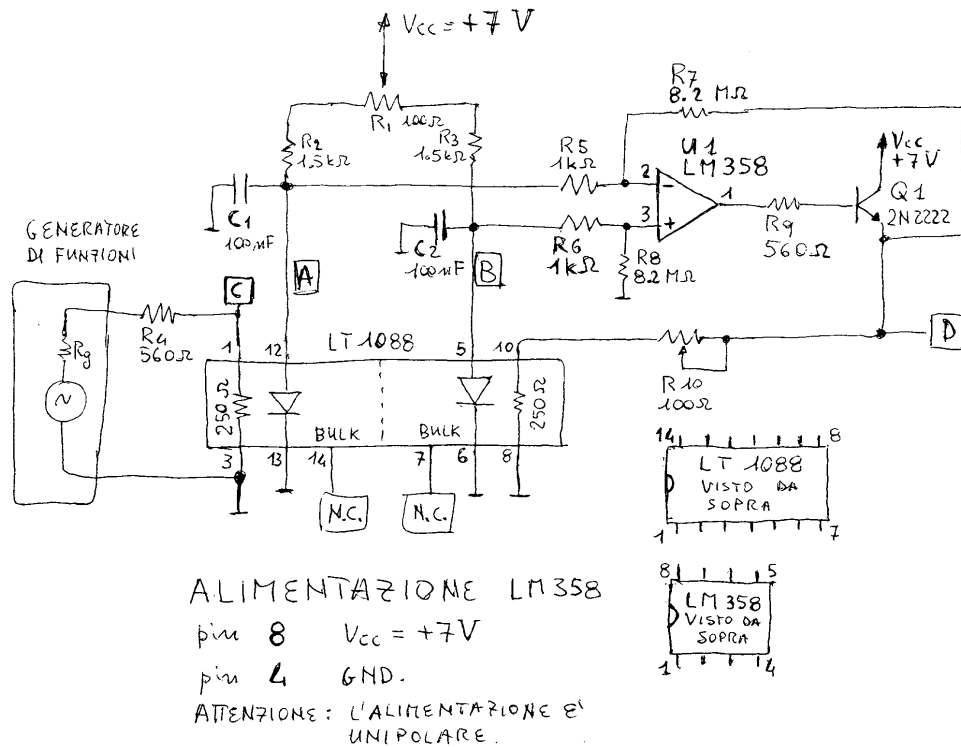


Figure 4: Schema del Voltmetro rms.

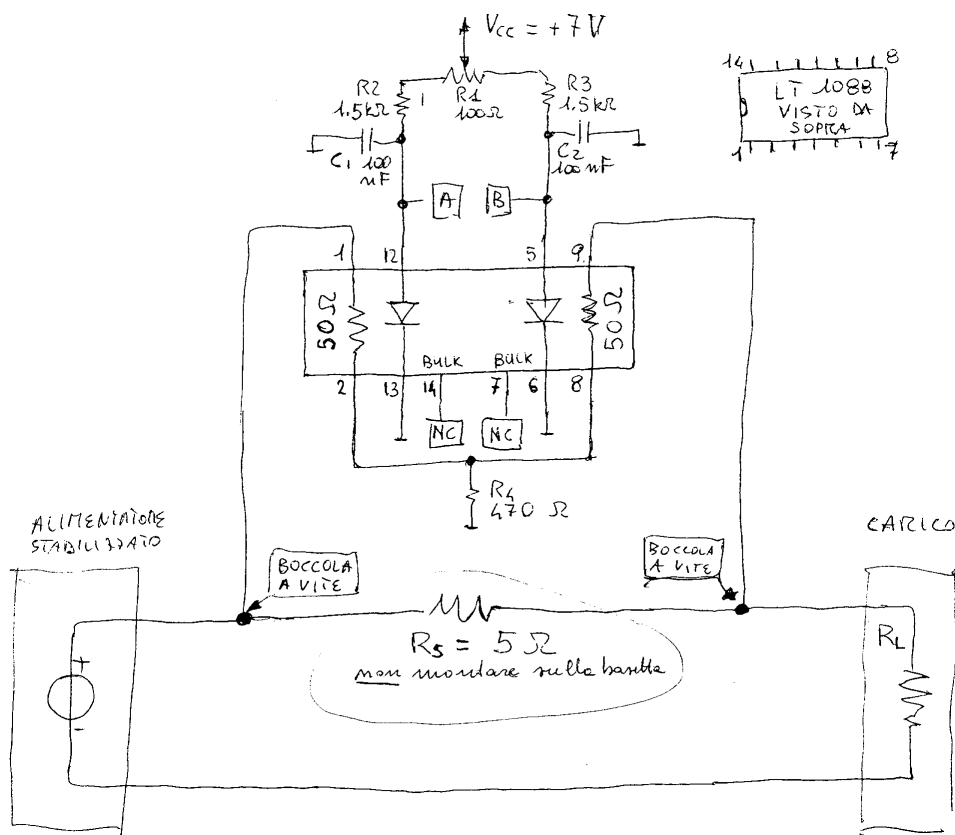


Figure 5: Schema del wattmetro termoelettrico.

2.4 Tensioni alternate e continue

Procedendo con molta cautela per non sovraccaricare il vostro voltmetro (e per non danneggiarlo!), provate a regolare l'offset del generatore di funzioni. Ovviamente, dovete trovare

$$V_{\text{rms}} = \sqrt{V_{\text{ac}}^2 + V_{\text{dc}}^2}$$

Attenzione: staccate il generatore di funzioni prima di regolare l'offset. In molti generatori, agendo sulla manopola ci si ritrova improvvisamente il valore massimo positivo o negativo.

3 Wattmetro termoelettrico

3.1 Montaggio e verifiche preliminari

Montate il wattmetro secondo lo schema di figura 5.

Attenzione: La resistenza R_5 deve essere montata sulle boccole a vite e non nei fori della bassetta come gli altri componenti. Altrimenti c'è pericolo di danneggiare la bassetta con valori eccessivi di corrente.

Inizialmente calibrate il circuito con potenza nulla al carico, quindi staccando l'alimentatore a sinistra nello schema e il carico. Regolate R_1 in modo da equilibrare la tensione sui due diodi: la tensione tra i punti **A** e **B** deve essere la più bassa possibile.

Connettete ora l'alimentatore (a sinistra nello schema), ma non ancora il carico. Verificate che, per tensioni di ingresso tra 0 e 8 V, la tensione tra i punti **A** e **B** rimanga attorno a 0 V.

3.2 Costante di calibrazione

La lettura della tensione V_{AB} tra i punti **A** e **B** è proporzionale alla potenza che dall'alimentatore va al carico ($V_{AB} = kP$). Non avendo sufficienti informazioni sul LT 1088, nel nostro caso k è una costante sperimentale. Determinate il valore di k in una situazione di riferimento nella quale usate come carico il resistore a filo da 28Ω e regolate l'alimentatore a 4 V. Essendo $P = V^2/R$, per confronto ricavate k . Non fidatevi dei valori nominali, ma misurate la resistenza e la tensione.

3.3 Verifica della linearità

Usando come carico il resistore a filo da 28Ω , misurate V_{AB} in funzione della tensione al carico, per valori tra 0 V e 8 V a passi di 2 V. Combinando tali valori con la costante k che avete determinato, ricavate la potenza letta dal vostro wattmetro. Confrontate poi tale lettura con la potenza ricavata da $P = V^2/R$.

Ripetete l'esperienza usando come carico gli altri due resistori a filo, da 16.5Ω e da 120Ω .

Tabelle utili

codice dei colori			
nero	0	10^0	
marrone	1	10^1	1%
rosso	2	10^2	2%
arancio	3	10^3	
giallo	4	10^4	
verde	5	10^5	
blu	6	10^6	
viola	7	10^7	
grigio	8	10^8	
bianco	9	10^9	
oro		10^{-1}	5%
argento			10%

Condensatori

La capacità dei condensatori è spesso indicata in picofarad con un codice a tre cifre del tipo xyz dove

x e y sono le cifre significative della capacità
z è il moltiplicatore, da intendersi come $\times 10^z$.

Esempio: 224 corrisponde a 22×10^4 pF, ovvero 220 nF.

Il suffisso k, talvolta presente, indica che condensatore è ceramico (*non* si tratta di una moltiplicazione per 1000).

Un altro modo è quello di indicare la capacità in microfarad.

Esempio, .01 indica $0.01 \mu\text{F} = 10$ nF; si noti l'assenza dello zero prima del punto decimale.

Diode

La fascetta solitamente indica il catodo (la corrente fluisce dall'anodo al catodo). Non fidarsi, ma provare il diodo con un multimetro e una tensione di polarità nota, ricavata ad esempio dall'alimentatore.