

## **Conversione di un segnale a tensione compresa fra 1V e 5V in un'uscita a corrente compresa fra 4mA e 20mA**

**di Thomas Mosteller, Field Applications Engineer  
Linear Technology Corp**

Nonostante la scomparsa, prevista da lungo tempo, dell'anello di corrente a 4mA – 20mA, questa interfaccia analogica costituisce ancora il metodo più frequente di collegamento di generatori ad anello di corrente a un circuito di rilevazione. A tal fine, occorre convertire un segnale di tensione – in genere compresa fra 1V e 5V – in un'uscita a corrente compresa fra 4mA a 20mA. Rigorosi requisiti di precisione impongono l'uso di costosi resistori di precisione o di un potenziometro di regolazione per la calibrazione allo scopo di eliminare l'errore iniziale di dispositivi meno precisi per conseguire gli obiettivi del progetto. Ma né l'una né l'altra tecnica sono ottimali nell'attuale ambiente di produzione basato su apparecchiature di test automatiche che impiegano dispositivi a montaggio superficiale: è difficile installare resistori di precisioni in contenitori a montaggio superficie, mentre i potenziometri di regolazione richiedono l'intervento dell'operatore, un requisito incompatibile con gli obiettivi di produzione.

La rete resistiva quadrupla adattata Linear Technology LT5400 aiuta a risolvere questi problemi in un circuito semplice che non richiede alcuna regolazione con potenziometro ma ciò nonostante assicura un errore totale minore dello 0,2% (Figura 1). Il circuito utilizza due stadi amplificatori per sfruttare le caratteristiche di adattamento uniche della rete LT5400. Il primo stadio applica un'uscita compresa fra 1V a 5V, in genere ottenuta da un convertitore D/A, all'ingresso non invertente dell'amplificatore operazionale IC<sub>1A</sub>. Questa tensione fa sì che la corrente attraverso R<sub>1</sub> sia pari esattamente a V<sub>IN</sub>/R<sub>1</sub> attraverso il FET Q<sub>2</sub>. La stessa corrente viene fatta circolare attraverso R<sub>2</sub>, per cui la tensione al terminale inferiore di R<sub>2</sub> è quella di 24V dell'alimentazione di anello meno la tensione d'ingresso.

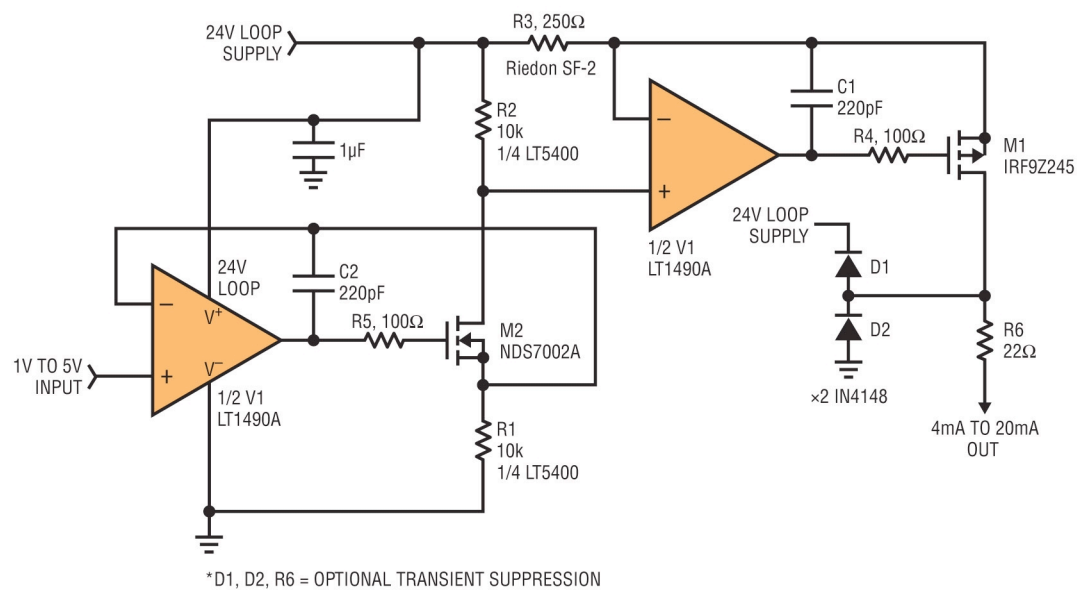
Questa parte del circuito ha tre fonti principali di errore: l'adattamento di R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub>, la tensione di offset di IC<sub>1A</sub> e la corrente di dispersione di Q<sub>2</sub>. I valori esatti di R<sub>1</sub> e R<sub>2</sub> non sono critici, ma devono adattarsi fra di loro con esattezza. La rete LT5400A consegue questo obiettivo con un errore di ±0,01%. L'LT1490A presenta una tensione di offset minore di 700μV da 0 a 70°C e che contribuisce con un errore dello 0,07% a una tensione d'ingresso di 1V. L'NDS7002A presenta una corrente di dispersione di 10nA – sebbene in genere sia molto inferiore – che corrisponde a un errore di 0,001%.

Il secondo stadio mantiene la tensione su  $R_3$  uguale a quella su  $R_2$  facendo circolare la corrente attraverso  $Q_1$ . Poiché la tensione ai capi di  $R_2$  è uguale alla tensione d'ingresso, la corrente attraverso  $Q_1$  è uguale esattamente al rapporto fra la tensione d'ingresso e  $R_3$ . Utilizzando uno shunt di corrente di precisione da  $250\Omega$  per  $R_3$ , la corrente segue con precisione la tensione d'ingresso.

Le fonti di errore per il secondo stadio sono il valore di  $R_3$ , la tensione di offset di  $IC_{1R}$  e la corrente di dispersione di  $Q_1$ . Dal resistore  $R_3$  dipende direttamente la corrente di uscita, per cui il suo valore è cruciale per la precisione del circuito. Questo circuito sfrutta il resistore di shunt di completamento dell'anello di corrente da  $250\Omega$  utilizzato spesso. Il componente Riedon SF-2 nella figura ha precisione iniziale di  $0,1\%$  e bassa deriva con la temperatura. Come nel primo stadio, la tensione di offset contribuisce con un errore non superiore allo  $0,07\%$ .  $Q_1$  presenta corrente di dispersione minore di  $100nA$ , per cui l'errore massimo è pari a  $0,0025\%$ .

L'errore di uscita totale è inferiore a  $0,2\%$  senza bisogno di alcuna regolazione. La fonte principale di errore è  $R_3$ , il resistore di rilevazione della corrente. Se si usa un dispositivo di qualità più alta, come il Vishay serie PLT, si può ottenere una precisione pari a  $0,1\%$ . Le uscite degli anelli di corrente sono soggette a sollecitazioni considerevoli durante l'uso. I diodi  $D_1$  e  $D_2$  inseriti dall'uscita all'anello di alimentazione a  $24V$  e a massa aiutano a proteggere  $Q_1$ , mentre  $R_6$  assicura un certo isolamento, che può essere aumentato aumentando il valore di  $R_6$ , accettando un compromesso su parte della tensione da garantire all'uscita. Se la tensione di uscita massima specificata è minore di  $10V$ , si può aumentare il valore di  $R_6$  a  $100\Omega$ , conseguendo ulteriore isolamento contro le sollecitazioni in uscita. Se il progetto richiede una maggiore protezione, si può inserire all'uscita un soppressore di tensioni transitorie a scapito di una piccola perdita di precisione causata dalla corrente di dispersione.

Questo progetto si avvale di due soli dei quattro resistori adattati della rete LT5400; gli altri due sono utilizzabili per altre funzioni del circuito, come un inverter di precisione o un altro convertitore da  $4mA - 20mA$ . In alternativa, si possono inserire gli altri resistori in parallelo a  $R_1$  e  $R_2$ . Questo approccio riduce il contributo di errore statistico del resistore di un fattore pari alla radice quadrata di 2.



**Figura 1. Resistori adattati con precisione offrono conversione precisa da tensione a corrente**