

REGOLATORI SWITCHING

Amplificatore di corrente

In questo articolo si propone un circuito in grado, con pochissimi componenti aggiuntivi, di aumentare la corrente in uscita di un fattore 12. Si passa così da una corrente d'uscita di soli 0.5A a circa 6A

Il circuito proposto utilizza un regolatore della National Semiconductor, l'LM2594HVN. Questo circuito integrato può essere utilizzato per regolatori di tipo buck (step-down) per eseguire una regolazione della tensione d'uscita, partendo da una tensione in ingresso più elevata. La corrente di uscita tipicamente si aggira intorno ai 0,5A in situazioni ottimali di adattamento di impedenza sul carico. Lo schema tipico proposto sul datasheet del componente è riportato in **figura 1**. Il dispositivo esiste in tre versioni a tensione fissa: 12V, 5V e 3.3V e in una versione a tensione regolabile che per la versione HV considerata può andare da

1,2 a 57V. La tensione in ingresso arriva fino a 60V. La frequenza di switching a cui opera il regolatore è di 150KHz, questo consente di avere componentistica di dimensioni ridotte per i componenti di filtraggio rispetto ad altri regolatori che operano a frequenze inferiori. Grazie all'altissima efficienza che l' LM2594 garantisce, le piste di rame della scheda sono sufficienti a dissipare tutto il calore prodotto. Il dispositivo è dotato anche di una serie di autoprotezioni, come la riduzione della corrente massima in base alla frequenza di switching e uno shut-down che interviene per alte temperature e in condizioni di errore.

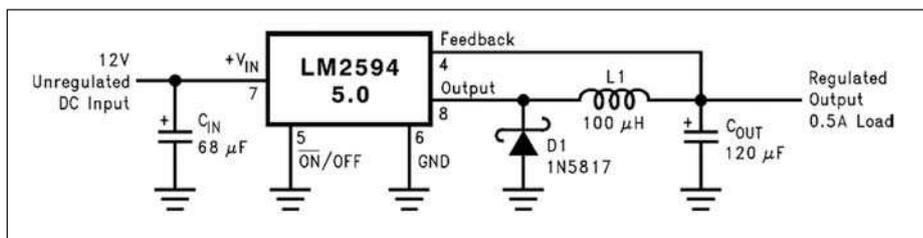


Figura 1: tipica applicazione per l' LM2594 (da datasheet di prodotto).

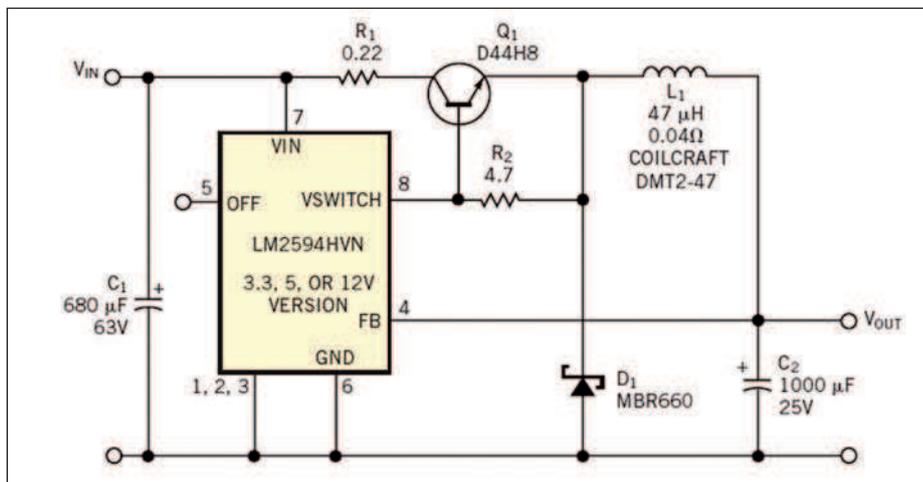


Figura 2: regolatore buck in grado di garantire correnti fino a 6A in uscita.

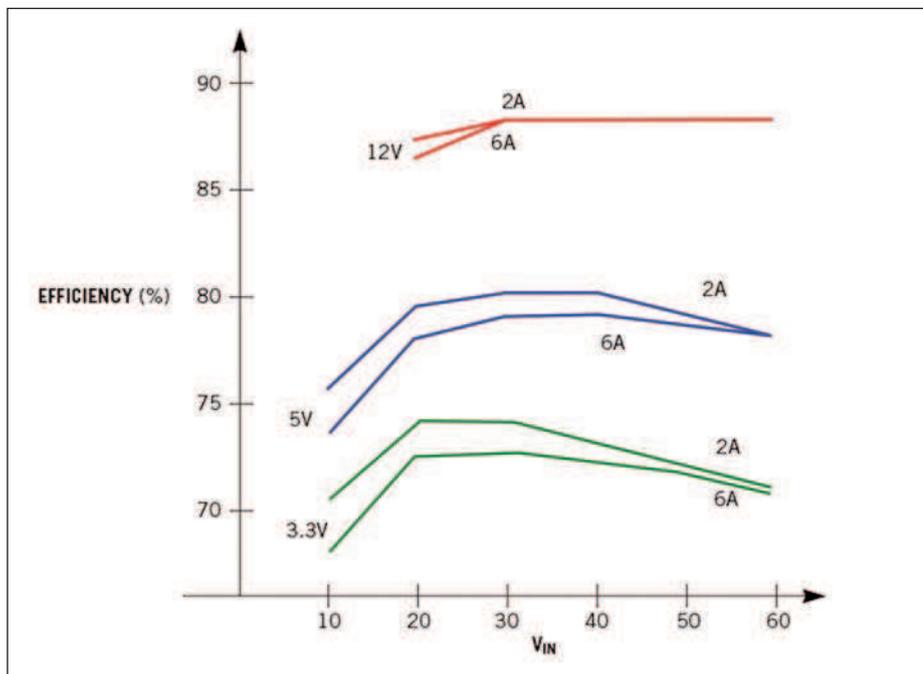


Figura 3: efficienza del circuito per tensioni in ingresso da 15 a 60V.

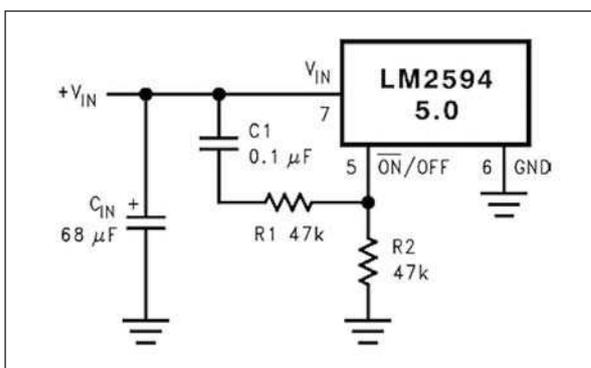
Figura 5: avviamento ritardato per LM2594.

AMPLIFICARE LA CORRENTE

Lo schema del circuito proposto in **figura 2** utilizza un numero limitato di componenti ed è in grado di portare la corrente d'uscita del regolatore buck da 0.5A a più di 6A. Il circuito accetta in ingresso tensioni da 15 a 60V e in base al componente montato è in grado di fornire in uscita 3.3, 5 o 12 V. In **figura 3** è riportata l'efficienza di conversione per le tre tensioni d'uscita, graficate per tensioni in ingresso fino a 60V. Questo circuito è utilizzabile per applicazioni che richiedono alte tensioni in ingresso, alte correnti, o entrambe.

Il principio di funzionamento del circuito è abbastanza semplice, come detto l'LM2594HVN fornisce in uscita 0.5A a 150kHz di frequenza di switching.

Questa corrente arriva sulla base di Q1 e sulla resistenza di polarizzazione R2. La funzione di R2 è quella di spegnere velocemente Q1 che è di tipo NPN (**figura 4**) e lavora come interruttore con un gua-



dagno di corrente maggiore di 10 a 6A. La funzione di R1 non è immediata senza avere nozioni del funzionamento dell'LM2594. Il suo valore deve essere tale da produrre una caduta di tensione sufficiente alla corrente di picco, in tal modo Q1 inizia a saturare.

La saturazione di Q1 determina una diminuzione del guadagno di corrente, non appena la corrente di base del transistor sale a più di 0.5A il circuito integrato entra in modalità pulse-by-pulse limited-protection e se il sovraccarico è consistente, la frequenza di clock si riduce.

I componenti utilizzati per il circuito sono di tipo throughhole, ma nulla vieta di utilizzare componenti SMD sia per le induttanze che per i condensatori low-ESR, oggi reperibili molto più facilmente di una vol-

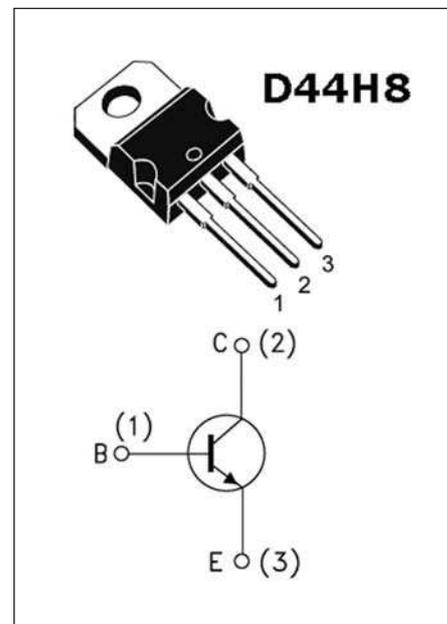


Figura 4: transistor D44H8 e relativa piedinatura.

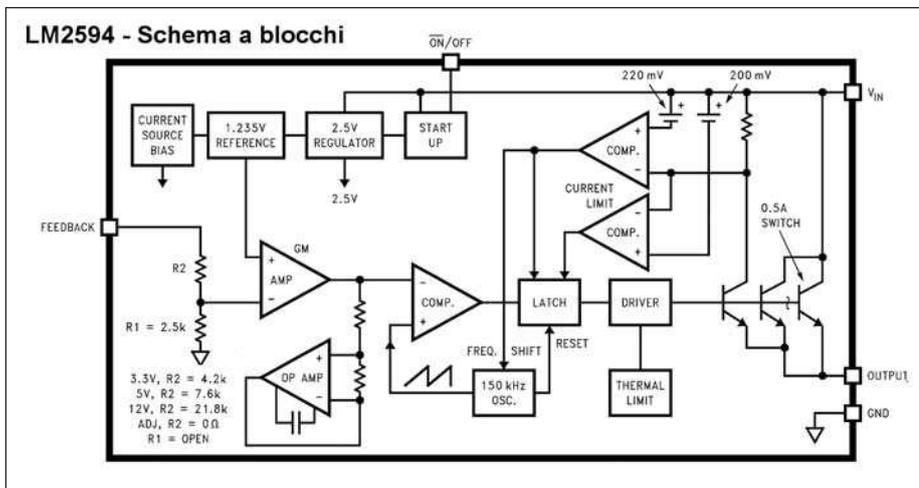
ta. Le condizioni peggiori di utilizzo del circuito e di carico, provocano una dissipazione di circa 3W su Q1 e D1, in questo caso è indispensabile scegliere un dissipatore che mantenga la temperatura dei componenti accettabile. Un dissipatore da 6 a 7°C/W può essere utilizzato efficacemente per entrambi i dispositivi per lavorare dalla temperatura ambiente fino a 85°C.

Come detto in precedenza le capacità sono a basso ESR e sono state scelte dal catalogo Nichicon's, serie PL (www.nichicon-us.com).

R2 dissipa meno di 0.25W ma R1 invece, a piena corrente al carico può dissipare 1W per tensioni in ingresso elevate e più di 5W per basse tensioni in ingresso.

Per questo motivo R1 deve essere collocata lontano dal regolatore in modo da non surriscaldarlo.

Alcune ulteriori indicazioni per lo smaltimento del calore, l'LM2594 in package DIP dissipa circa 0,5W ad alte tensioni d'ingresso, saldando i pin 1,2,3 e 6 ad un'area di massa di circa 5cm² si evita che il componente vada in shutdown per il troppo calore. Il pin 5 serve per gestire l'on/off del componente, se non serve collegare anch'esso al piano di massa.



ULTERIORI MIGLIORAMENTI

Con alcune piccole modifiche allo schema è possibile implementare alcune funzionalità per il regolatore che possono risultare estremamente comode. Con il circuito di **figura 5** è possibile realizzare un avvio ritardato, sfruttando il pin di on/off. Dal momento in cui viene applicata la tensione in ingresso, al momento in cui il regolatore entra in funzione passa un intervallo di tempo in cui il condensatore C1 si carica fino a portare la tensione ai suoi capi ad un valore tale da determinare l'entrata in funzione del dispositivo. La resistenza R1 serve a limitare la tensione sul pin di on/off, che non può superare 25V, migliora la sensibilità al rumore e limita la corrente di scarica del condensatore. Questo schema risulta molto utile quando la potenza di alimentazione limita la corrente disponibile, si consente alla tensione di salire di valore prima di iniziare la regolazione, più la tensione in ingresso è alta più la corrente in ingresso è ridotta. Se invece si vuole mantenere il regolatore spento finché la tensione in ingresso non raggiunge un certo valore (undervoltage lockout), il circuito giusto è quello di **figura 6**. Un diodo zener viene utilizzato per generare una soglia di tensione per l'accensione del regolatore. La tensione di accensione è quella dello zener più circa un volt. Se viene utilizzato uno zener con tensione superiore ai 25V una resistenza supplementare da 47Kohm limita la tensione sul pin di on/off. In **figura 7** viene invece mostrata la configurazione necessaria per invertire il segno della tensione d'ingresso con una massa comune. Il circuito lavora innalzando la tensione sul pin di massa al valore della tensione negativa in uscita e ponendo a massa il pin di feedback. Il regolatore percepisce la tensione inversa e tenta di regolarla. In **figura 7** si è utilizzato un LM2594-5 per generare una -5V, altre tensioni sono possibili utilizzando le altre versioni del dispositivo, inclusa la versione a tensione d'uscita non fissa. Per poter funzionare il circuito necessita di una tensione in ingresso di almeno 13V vista la presenza dello zener. La corrente disponibile in uscita dipende molto dalla tensione in ingresso e dalla tensione in uscita che si vuole ottenere. □

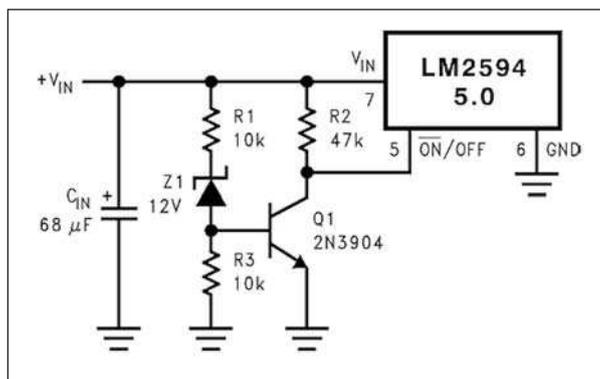


Figura 6: undervoltage Lockout per LM2594.

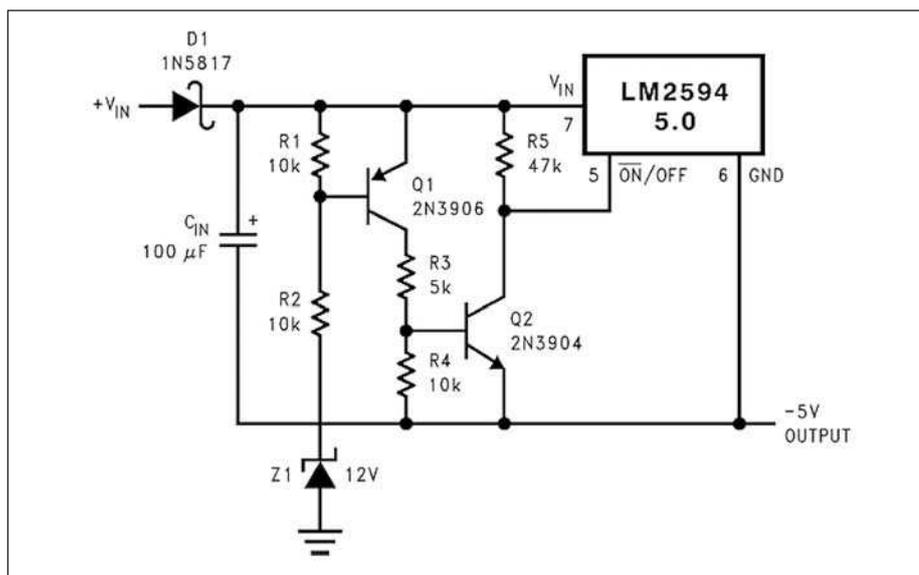


Figura 7: regolazione della tensione inversa e undervoltage lockout per LM2594.

PER approfondire...

National Semiconductor website: <http://www.national.com>

LM2594 datasheet : <http://www.national.com/ds/LM/LM2594.pdf>