

## SOTTO IL MINIMO

Trucchi circuitali (o imbrogli) per scendere sotto la minima tensione d'uscita dei regolatori di tensione.

Elio Pedranti \*

\* Elio Pedranti – consulente e progettista elettronico per conto terzi e titolare dell'omonima società.

Per un progettista non è raro trovare un integrato che fa esattamente al proprio caso, quasi l'avessero fatto apposta per noi, tranne che.... c'è quel 'tranne' che rovina la festa. Parlando di regolatori di tensione certe volte si tratta della massima corrente erogabile, o della massima tensione applicabile all'ingresso, o alla minima ricavabile in uscita. In quest'ultimo caso una soluzione, un trucco circuitale (un imbroglio, dal punto di vista dell'integrato) esiste ed formalmente abbastanza elegante e versatile da essere adottato su vari regolatori. Per brevità si vedranno solamente due integrati, ma tanto basta a dare il concetto, l'essenza dell'idea.

### Esempio 1

Per caricare le batterie vi sono ormai moltissimi integrati, ma una soluzione classica rimane pur sempre quella di utilizzare l'integrato L200, che è in grado di erogare sino a 2A di corrente e dissipare sino ad una decina di watt senza problemi. Quando la batteria da porre in carica è di 2V nominali sorge il problema: la minima tensione garantita è di 2,77V. Decisamente superiore alla tensione di circa  $2,35 \div 2,40V$  cui va caricata la batteria senza che si danneggi.

La soluzione consiste nell'iniettare, in corrispondenza del nodo ove si connette l'ingresso di feedback dell'L200, una corrente di adeguato valore che, unitamente alla rete resistiva collegata, forza l'uscita dell'integrato a scendere sino al valore di tensione desiderato. Per comprenderne meglio il funzionamento consideriamo lo schema di partenza in Fig. 1 con il quale è possibile generare una tensione variabile fra 2,77V e 3,61V con una limitazione di corrente a 450mA. In Fig. 2 l'aggiunta della resistenza R6 e del generatore di corrente (composto da IC2 e R5) non altera, se l'anello di regolazione della tensione è chiuso, il potenziale di 2,77V nominali sull'ingresso di feedback. Ne discende che il generatore di corrente determina una caduta di tensione, su R6, che porta il potenziale del punto A, e quindi anche di Vout, ad un valore inferiore a quello presente in assenza di R5, R6 e IC2.

Con i valori indicati in Fig. 2 e tenendo conto anche della corrente di polarizzazione assorbita dall'ingresso di feedback di circa 3microA, la minima tensione nominale d'uscita scende, con  $R1 = 0$ , a 2,13V: infatti  $V_{out} = V_A = V_{FB} - R6 * I = 2,77 - 39000 * (19,4 - 3)E-6 = 2,77 - 0,64 = 2,13$  Il generatore di corrente è infatti progettato per fornire una corrente di 19,4 microA.

La tensione massima è di 2,61V. Se nel punto A la tensione rimane, come deve essere, costante a 2,13V e in R4 scorre una corrente di 64,5microA, di cui 16,4microA forniti dal generatore e dall'ingresso, i rimanenti 48,1microA determinano una caduta massima di 0,48V ai capi di R3, il che porta a  $2,13 + 0,48 = 2,61V$  la tensione d'uscita

Una prima considerazione porta ad osservare che i valori di resistenza in gioco sono abbastanza alti con conseguente maggiore deriva della tensione d'uscita causata dalla deriva della corrente d'ingresso di feedback con la temperatura. Tale componente è però sicuramente trascurabile essendo al massimo dell'ordine della decina di millivolt.

Inoltre va considerato che in assenza della tensione di rete le resistenze R3 e R4 sono poste in parallelo alla batteria, scaricandola con una corrente che ovviamente è tanto minore quanto maggiore risultano le resistenze medesime. Ciò è una prima e non certo trascurabile spiegazione del loro 'alto' valore.

Meno trascurabile è però la deriva positiva della corrente del generatore dichiarata di  $0,33\%/^{\circ}C$ , che porta ad una deriva di  $V_A$  di  $-2,76mV/^{\circ}C$  e di Vout di  $-3,16mV/^{\circ}C$ , riferito ad una tensione di taratura di  $V_{out} = 2,35V$ , ossia con  $R3 = 4570$  ohm. Con l'aggiunta di un diodo e di una resistenza è possibile una facile compensazione di questa deriva, ma ciò non è stato volutamente fatto perché una deriva di  $-3,16mV/^{\circ}C$  serve proprio per compensare la deriva che una batteria al piombo da 2V presenta con l'incremento di temperatura. E' infatti noto che la tensione delle batterie subisce una variazione con la temperatura, e tale variazione risulta di circa  $-3mV/^{\circ}C$  per ogni elemento di 2V: proprio quanto fornito dal circuito di Fig. 2. I valori delle resistenze non sono quindi così a scelta libera, ma rispondono al doppio vincolo di impostare una tensione e una deriva richiesti dalla batteria.

Non poco con così poco!

### Problema 2

In modo molto simile è stato risolto un secondo caso ove era richiesta una tensione variabile fra 0,5V e 6,5V con 1A massimo, utilizzando, per ragioni di ingombro e dissipazione, un regolatore switching. La scelta è caduta sull'integrato LM2575ADJ che offriva tutte le caratteristiche richieste a meno della minima tensione d'uscita fornibile, che si ferma a 1,23V, chiaramente superiore alle specifiche di progetto. ...Ma perché fermarsi per così poco!

Nel caso specifico era disponibile una tensione di +15V che ha consentito di sostituire il generatore di corrente dell'esempio precedente con una semplice resistenza. Osservando lo schema di Fig. 3 si può notare che la resistenza R1 è collegata fra +15V e l'ingresso di feedback del regolatore, nominalmente a 1,23V: la costanza della differenza di tensione di 13,77V determina di conseguenza la costanza della corrente di 138 microA che la attraversa.

Tale corrente causa un d.d.p. di 0,77V ai capi di R2 che consente proprio di scendere sino ai 0,5V minimi richiesti:  $1,23 - 5600 * 138E-6 = 1,23 - 0,77 = 0,46V$ .

A parte la sostituzione del generatore di corrente con R1 si può facilmente notare che lo schema di principio rimane il medesimo, tanto è vero che la soluzione adottata rimane valida, oltre che per i due integrati proposti, anche per molti altri, purché sia accessibile l'ingresso di feedback.

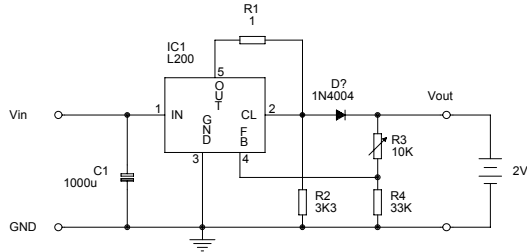


Fig. 1 Schema base di un caricabatterie con una corrente massima di 0,45A e una tensione regolabile fra 2,8V e 3,6V.

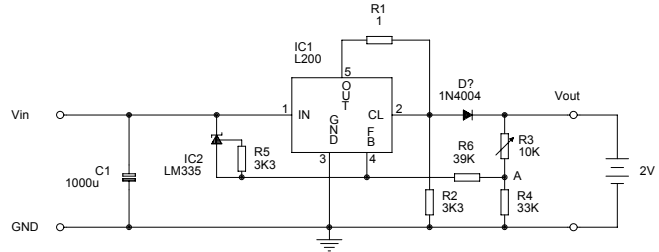


Fig. 2 L'aggiunta di un generatore di corrente e di una resistenza consente di abbassare la tensione minima a 2,13V.

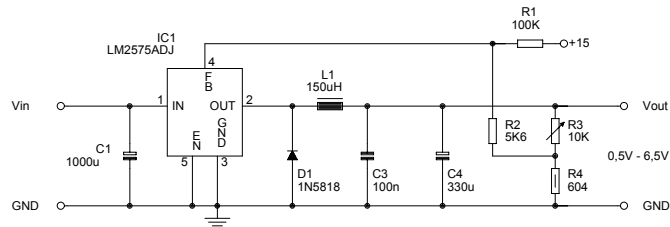


Fig. 3 Il medesimo principio per ridurre la minima tensione d'uscita puo' essere ovviamente usato su altri regolatori, anche switching.