Wikipedia
L'enciclopedia libera

Pagina principale
Ultime modifiche
Una voce a caso
Nelle vicinanze
Vetrina
Aiuto
Sportello informazioni

Comunità
Portale Comunità
Bar
Il Wikipediano
Fai una donazione
Contatti

Strumenti
Puntano qui
Modifiche correlate
Carica su Commons
Pagine speciali
Link permanente
Informazioni pagina
Cita questa voce
Elemento Wikidata

Stampa/esporta
Crea un libro
Scarica come PDF
Versione stampabile

In altri progetti
Wikimedia Commons

In altre lingue
Deutsch
English
Español
فارسی
Français
हिन्दी
日本語
Português
Русский
Altre 4

Modifica collegamenti

# Specchio di corrente

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

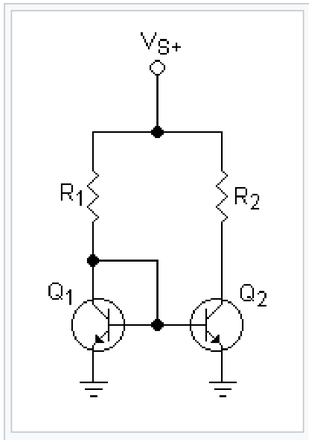
Uno **specchio di corrente** (in inglese *current mirror*) è una particolare configurazione di dispositivi elettronici realizzata per riprodurre fedelmente in un ramo di un circuito elettronico la corrente circolante in un altro ramo dello stesso circuito. La corrente da riprodurre può essere costante o variabile a seconda dell'utilizzo. Teoricamente, uno specchio di corrente non è altro che un amplificatore di corrente a guadagno unitario. In pratica, diversi fattori impediscono di ottenere nei due rami del circuito correnti perfettamente identiche.

**Indice** [nascondi]

1 Specchio di corrente a transistor bipolare
1.1 Funzionamento
1.2 Analisi del circuito
2 Specchio di corrente a MOSFET
2.1 Funzionamento
3 Bibliografia
4 Voci correlate
5 Altri progetti

## Specchio di corrente a transistor bipolare [ modifica | modifica wikitesto ]

### Funzionamento [ modifica | modifica wikitesto ]



Uno specchio di corrente realizzato con transistor bipolari

Il transistor $Q_1$ è collegato in modo da funzionare come un diodo polarizzato direttamente. La corrente attraverso di esso (dipendente da R1 e Vs) è determinata essenzialmente dal valore di R1 finché Vs è sufficientemente maggiore di 0.7V, la tipica tensione $V_{BE}$ di conduzione per un transistor a giunzione bipolare al silicio. È importante che $Q_1$ sia un transistor e non un diodo, perché, se i dispositivi sono pressoché identici, la corrente di base dei due transistor sarà uguale, dato che la tensione $V_{BE}$ è la stessa. Con uguale corrente di base, la coppia di transistori identici avrà anche corrente di collettore uguale finché sarà $V_{CE2}$ non troppo maggiore di $V_{BE}$. Se $V_{CE2}$ è molto maggiore di $V_{BE}$, la corrente di collettore in $Q_2$ sarà in qualche modo maggiore di quella in $Q_1$ a causa dell'effetto Early; inoltre, la temperatura di $Q_2$ può essere sostanzialmente diversa rispetto a quella di $Q_1$ per via della differente potenza dissipata. Per questo i due transistori non si potranno più considerare identici. Nei circuiti integrati l'uguaglianza della temperatura dei due transistor è abbastanza facile da ottenere, mentre in un circuito con componenti discreti bisognerà avere cura di mantenere i due transistor alla stessa temperatura per un funzionamento ottimale.

È possibile collegare altri transistor uguali allo stesso modo di Q2 per riprodurre la stessa corrente in altri lati del circuito, anche con diversi valori della resistenza R2. Tuttavia ogni transistor supplementare aggiungerà la sua corrente di base a quella di R1, sottraendola alla corrente di collettore di Q1; se il beta è sufficientemente grande questo non è un problema con pochi transistori pilotati, ma lo diventa se questo sono abbastanza da rendere la IB totale richiesta non trascurabile rispetto alla IC di Q1. Se ciò si verifica è possibile ripristinare una situazione accettabile sostituendo il collegamento collettore base di Q1 con un altro transistore collegato all'alimentazione (specchio di corrente con cancellazione della corrente di base).

### Analisi del circuito [ modifica | modifica wikitesto ]

La corrente circolante in R1 è data da:

$$I_{R1} = I_{C1} + I_{B1} + I_{B2}$$

Dove $I_{C1}$ è la corrente di collettore di Q1, $I_{B1}$ è la corrente di base di Q1, $I_{B2}$ è la corrente di base di Q2.

La corrente di collettore di Q1 è data anche dall'equazione:

$$I_{C1} = \beta_0 I_{B1}$$

Dove $\beta_0$ è il guadagno di corrente di Q1. Se Q1 e Q2 sono perfettamente identici, $\beta$ di Q2 sarà:

$$\beta_2 = \beta_0 \left(1 + \frac{V_{CE2}}{V_A}\right)$$

dove $V_A$ è dovuta all'effetto Early.

Dato che $V_{BE1} = V_{BE2}$ e Q1 e Q2 sono identici,

$$I_{B1} = I_{B2} = \frac{I_{R1}}{\beta_0 \left(1 + \frac{2}{\beta_0}\right)}.$$

La corrente di collettore di Q2 sarà dunque data da:

$$I_{C2} = \frac{I_{R1}}{1 + \frac{2}{\beta_0}} \left(1 + \frac{V_{CE2}}{V_A}\right)$$

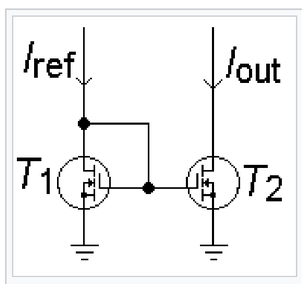
Se $\beta_0 >> 1$, si ha:

$$I_{C2} \approx I_{R1} \left(1 + \frac{V_{CE2}}{V_A}\right)$$

Valori tipici di $\beta$ permetteranno di ottenere uno scarto tra le due correnti migliore dell'1%. Una precisione superiore è ottenibile con circuiti più complessi, come quelli di Widlar, di Wilson o con configurazione Cascode.

## Specchio di corrente a MOSFET [ modifica | modifica wikitesto ]

### Funzionamento [ modifica | modifica wikitesto ]



Uno specchio di corrente realizzato con MOSFET

I transistor $T_1$ e $T_2$ operano in regione di saturazione. In queste condizioni la corrente di uscita $I_{out}$ sarà dipendente direttamente da $I_{ref}$. $I_D$ è funzione della tensione di drain del transistor secondo la relazione $I_D = f(V_{GS})$. Questa funzione dipende dalla tecnologia del MOSFET. Nel caso dello specchio di corrente, desideriamo ottenere $I_D = I_{ref}$. $I_{ref}$ è nota ed è la corrente di riferimento. Dalla stessa relazione otteniamo $I_{out}$. $I_{out} = I_D$ è anche una funzione di $V_{GS}$. I terminali source e gate dei due transistor sono in comune, per cui i due transistor hanno la stessa $V_{GS}$. Poiché possiamo derivare $V_{GS}$ da $I_{ref}$ in base alle proprietà del transistor, la relazione $f(V_{GS}) = I_{out}$ può essere applicata per determinare $I_{out} = I_{ref}$.

Questo principio regge se $T_1$ e $T_2$ sono pressoché identici, soprattutto in proprietà come lunghezza del canale e concentrazione dei dopanti. Si dice che i MOS devono essere **matched**, accoppiati. Il **matching** è una tecnica di layout per tecnologia MOS che permette di minimizzare le imprecisioni dovute a fluttuazioni statistiche nella realizzazione dei dispositivi elettronici.

L'equazione di $I_d$ che descrive questo principio è –

$$I_D = \frac{1}{2} k_n' \left(\frac{W}{L}\right) (V_{GS} - V_{Th})^2 (1 + \lambda \cdot V_{DS})$$

dove,

$$k_n' = \mu_n C$$

$\mu_n$ e $C$ sono costanti dipendenti dal transistor, W/L è il rapporto ampiezza lunghezza del canale, $V_{GS}$ è la tensione gate-source, $V_{Th}$ è la tensione di soglia, λ è la costante di modulazione di canale, e $V_{DS}$ è la tensione tra drain e source.

## Bibliografia [ modifica | modifica wikitesto ]

- Adel Sedra, K.C. Smith, *Circuiti per la microelettronica*, a cura di Aldo Ferrari, IV edizione, Roma, Edizioni Ingegneria 2000, 2004, p. 404, ISBN 88-86658-15-X.
- (EN) Paul Gray, Meyer, Hurst, Lewis, *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits*, Wiley, 2001, ISBN 0-471-32168-0.

## Voci correlate [ modifica | modifica wikitesto ]

- Generatore di corrente

## Altri progetti [ modifica | modifica wikitesto ]

- Wikimedia Commons contiene immagini o altri file su **Specchio di corrente**

Categorie: Elettronica analogica | Amplificatori elettronici | [altre]

Questa pagina è stata modificata per l'ultima volta il 7 giu 2019 alle 02:24.

Il testo è disponibile secondo la licenza Creative Commons Attribuzione-Condividi allo stesso modo; possono applicarsi condizioni ulteriori. Vedi le condizioni d'uso per i dettagli.

Informativa sulla privacy Informazioni su Wikipedia Avvertenze Versione mobile Sviluppatori Statistiche Dichiarazione sui cookie

a WIKIMEDIA project Powered by MediaWiki