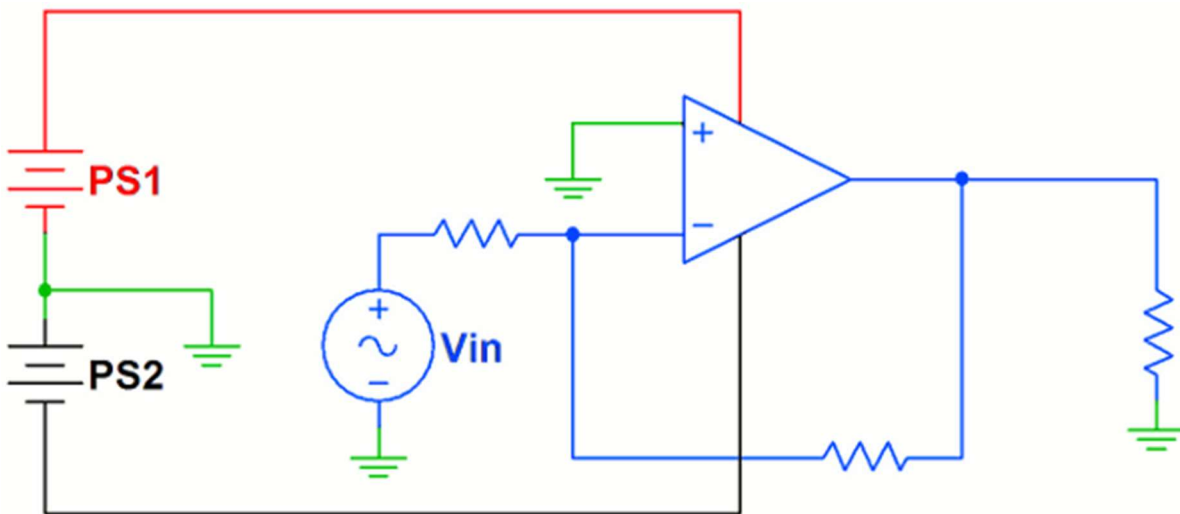


L'alimentazione dell'amplificatore operazionale

Abbiamo visto nelle lezioni precedenti come un amplificatore a BJT per funzionare ha bisogno di un'alimentazione, in quanto essa deve fornire l'energia necessaria ai componenti del circuito, nonché la corrente che verrà erogata attraverso l'uscita. L'amplificatore operazionale non è altro che un circuito composto da numerosi componenti racchiusi in un unico involucro chiamato circuito integrato. Nei circuiti reali esiste un vincolo principale, esso deriva dal fatto che la tensione di uscita deve necessariamente essere compresa tra i potenziali forniti dall'alimentazione. Spesso anche gli ingressi devono rispettare tale vincolo, ma questo secondo aspetto dipende dalla struttura interna dell'operazionale.

L'alimentazione duale

La tensione di alimentazione di un operazionale si dice *duale* (*Dual Power Supply*) o anche *doppia* se è fornita attraverso una coppia di alimentatori in continua, in genere uguali tra di loro. Nella Figura 1 è rappresentato lo schema di un amplificatore operazionale nella configurazione invertente.

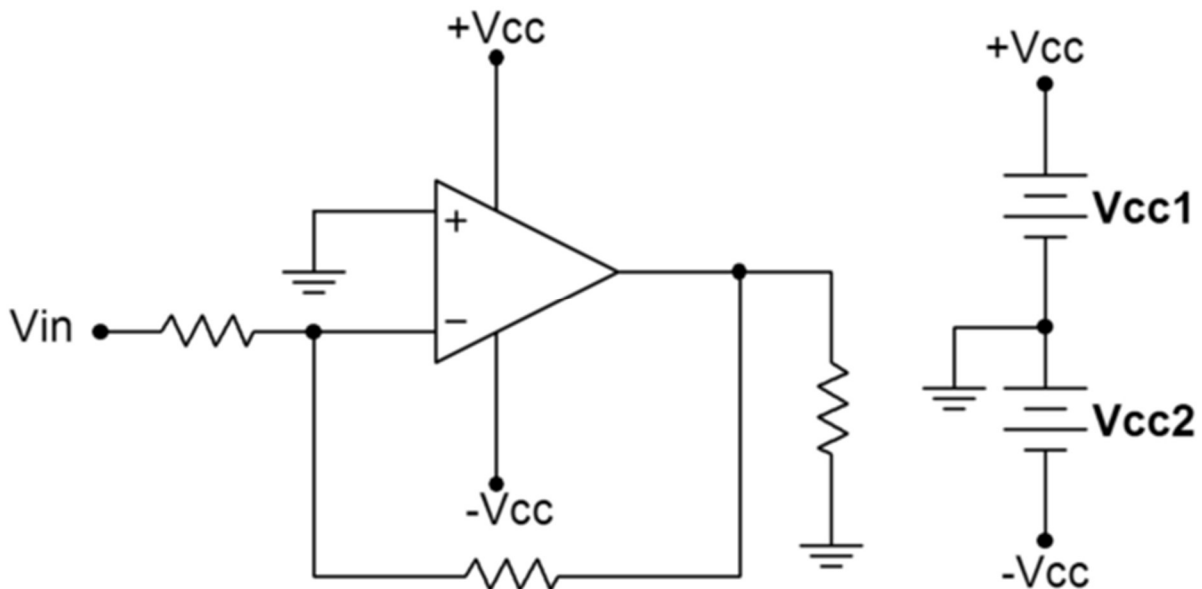


Si noti che tutte le tensioni:

- ingresso,
- uscita,
- Alimentazione.

sono riferite a massa, indicata in verde nello schema; per come è collegato PS2, la sua tensione viene indicata come negativa, cioè inferiore a massa, anche se si tratta di un "normale" generatore di tensione continua.

Si noti inoltre che non esiste alcuna relazione tra la tensione di ingresso e le due tensioni di alimentazione, se non la necessità di rispettare il vincolo sulla massima tensione di uscita. Spesso, per semplicità, lo schema viene disegnato come nella seguente figura, dallo stesso significato. Spesso i due generatori V_{cc1} e V_{cc2} sono sottointesi e neppure disegnati.



Se volessimo fare una misura per verificare le tensioni di alimentazione noteremo che applicando i terminali del voltmetro nei punti $+V_{cc}$ e $-V_{cc}$ (tenendo conto della polarità) avremo la somma delle tensioni dei due generatori, ma applicando il terminale nero del voltmetro (meno) a massa avremo $+V_{cc1}$ e $-V_{cc2}$.

Nella foto che segue possiamo vedere i collegamenti da effettuare per avere l'alimentazione duale utilizzando un alimentatore da banco, il ponticello di colore rosso è la GND, il cavetto nero è la $-V_{CC}$ e quello rosso la $+V_{CC}$.

Si ricorda che questo alimentatore dispone di alcune funzioni che rendono le uscite l'una dipendente dall'altra, pertanto in questo caso devono essere disattivate, inoltre essendo le uscite regolabili prima di effettuare i collegamenti e dare alimentazione è necessario impostare i valori di $+V_{cc}$ e $-V_{cc}$.



La scelta della tensione di alimentazione ci viene suggerita dal costruttore che fornisce i valori minimi e massimi delle tensioni di alimentazioni, nell'esempio sotto riportato esse vanno tra $\pm 5V$ e $\pm 18V$, terza colonna da sin e quinta colonna da sin, $\pm 15V$ è il valore consigliato (valore tipico, quarta colonna da sin.). Tali tensioni sono spesso indicate con il termine *rail*.

POWER SUPPLY

Rated Voltage	$T_A = +25^\circ C$	± 5	± 15	± 18	VDC
Voltage Range, Derated Performance					
Current, Quiescent	$I_O = 0mADC$		2.5	3.5	mA

La tensione di uscita può variare, ovviamente in funzione del guadagno e della tensione di ingresso, in un intervallo inferiore a quello definito dal *rail* nell'esempio viene indicato con $\pm 12V$ come valore tipico, se la tensione di alimentazione è di 15V (vedi figura 1 quarta colonna da sin.).

RATED OUTPUT					
Voltage Output	$R_L = 2k\Omega$ $V_{CC} = \pm 15VDC$ $T_A = +25^\circ C$	± 11	± 12		V
Current Output		± 5.5	± 10		mA
Output Resistance			100		Ω
Load Capacitance Stability			1000		pF
Short Circuit Current		10	40		mA

Questi valori possono essere considerati tipici per molti amplificatori, infatti pochi amplificatori funzionanti a tensioni superiori a 40V ($\pm 20V$); pochissimi i modelli che arrivano fino ad un massimo di 400V ($\pm 200V$), ma si tratta di componenti decisamente costosi.

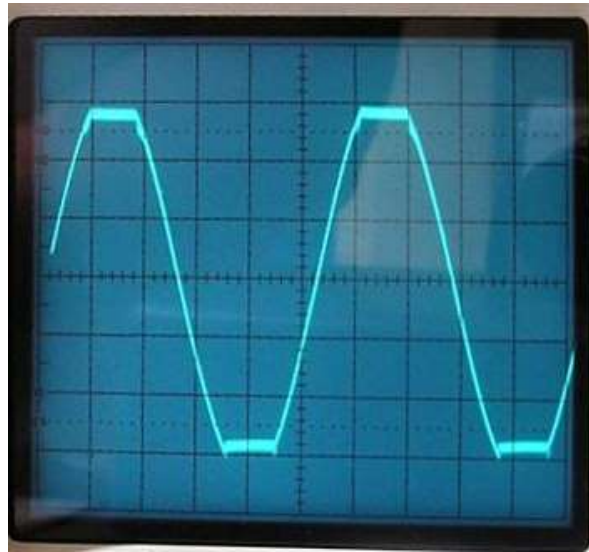
RATED OUTPUT					
Voltage Output	$R_L = 2k\Omega$ $V_{CC} = \pm 15VDC$ $T_A = +25^\circ C$	± 11	± 12		V
Current Output		± 5.5	± 10		mA
Output Resistance			100		Ω
Load Capacitance Stability			1000		pF
Short Circuit Current		10	40		mA

POWER SUPPLY					
Rated Voltage	$T_A = +25^\circ C$		± 15		VDC
Voltage Range, Derated Performance		± 5		± 18	VDC
Current, Quiescent	$I_O = 0mADC$		2.5	3.5	mA

La figura 1 rappresenta i dati forniti dal costruttore

Se la tensione di uscita può avvicinarsi a quella di alimentazione, fino quasi a raggiungerla, l'amplificatore viene definito *rail-to-rail*.

Se la tensione di alimentazione è inadeguata per garantire il corretto funzionamento, la tensione di uscita viene deformata: in pratica vengono "tagliati" i picchi massimi. In questo caso si parla di *clipping*, un caso particolare di *distorsione armonica*. Se andiamo a visualizzare il segnale all'uscita dell'amplificatore avremo una situazione come in figura, notiamo che il segnale sinusoidale è deformato o tagliato alle estremità.



Alimentazione singola

Se la tensione di uscita (e , in genere, anche la tensione di ingresso) è sempre positiva, l'amplificatore operazionale reale può utilizzare una singola tensione di alimentazione, semplificando la realizzazione del circuito. Il termine spesso usato è *Single Power Supply*.

In molti casi questa soluzione non è realizzabile se non usando particolari accorgimenti circuitali. Esempi tipici per i quali non è adatta una configurazione ad alimentazione singola sono gli amplificatori invertenti e quelli con ingressi sinusoidali.

Quasi sempre un amplificatore progettato per alimentazione singola è anche *rail-to-rail* e funziona anche a tensioni di alimentazione relativamente basse.

Corrente di alimentazione e potenza

La corrente di alimentazione di un operazionale generico è dell'ordine del millesimo di ampere. Quelli a basso consumo possono scendere a valori molto più bassi, quindi la potenza dissipata e di conseguenza il calore prodotto sono abbastanza bassi. Fanno eccezione gli operazionali con tensioni di alimentazione elevate e quelli di potenza, cioè capaci di fornire elevate correnti in uscita.