

L'amplificatore operazionale

Gli amplificatori operazionali iniziarono a essere utilizzati negli anni '40, per la costruzione di calcolatrici analogiche che permettevano la risoluzione di diverse operazioni matematiche, ed è da questo utilizzo che deriva il nome di "operazionali". I primi amplificatori furono realizzati con valvole a vuoto e il loro utilizzo, a causa principalmente della loro dimensione, era molto limitato. Con l'avvento dei semiconduttori e delle tecniche di integrazione furono costruiti i primi amplificatori operazionali integrati, che rapidamente vennero inseriti in moltissime applicazioni.

AO

Il simbolo dell'amplificatore operazionale è un triangolo isoscele che ha due ingressi di segnale, quello invertente indicato come IN-, e quello non invertente denominato IN+, e una uscita.

Dispone anche di due ingressi di alimentazione chiamati VCC+ e

VCC-; normalmente utilizza alimentazione simmetrica. Oltre a questi, può anche avere altri ingressi per poter aggiungere componenti esterni e modificarne il funzionamento. Gli amplificatori operazionali di solito sono identificati come AO.

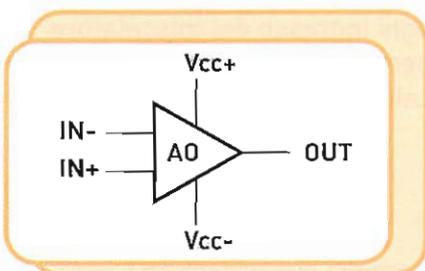
AO integrati

L'utilizzo di amplificatori operazionali è relativamente semplice dato che hanno la forma di circuiti integrati. Il più conosciuto è il uA741, disponibile nei cataloghi di molti costruttori, che contiene un unico amplificatore operazionale. Un altro componente, il LM324, dispone di 4 operazionali ed è molto utilizzato. Ne esistono anche con ingresso ad alta impedenza JFET, per esempio i TL081, TL082, o TL084, che contengono rispettivamente 1, 2 e 4 operazionali al loro interno. Quelli nominati sono solamente un piccolo campione della grande varietà presente sul mercato, ma sono componenti molto

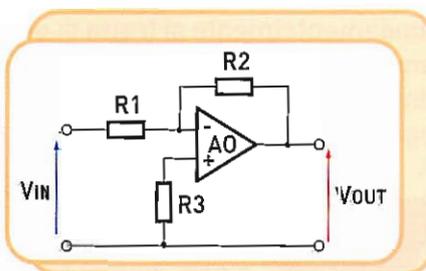
conosciuti e facili da trovare, oltre ad avere un basso prezzo.

Amplificatore invertente

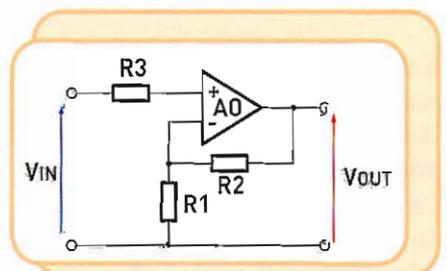
Questo circuito è probabilmente il più utilizzato, con esso si ottiene un guadagno di tensione, cioè un fattore di amplificazione di $A = R2/R1$. Il segnale di uscita si sfasa di 180° rispetto a quello di ingresso, quindi cambia segno. L'impedenza di ingresso di questo circuito è approssimativamente il valore della resistenza R1; R2 deve essere maggiore di R1 perché vi sia amplificazione. Il valore di R2 non deve superare i 300 K Ω se si tratta di un amplificatore operazionale costruito a transistor. Tuttavia questa resistenza si può aumentare abbastanza se si utilizzano amplificatori operazionali con ingresso JFET. La resistenza R3 è circa il parallelo di R1 e R2. Bisogna tener conto che aumentando il guadagno diminuisce l'ampiezza di banda. Bisogna consultare i dati forniti da ogni costruttore.



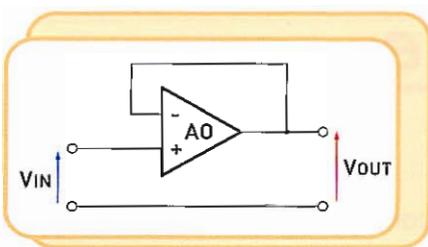
Amplificatore operazionale.



Amplificatore invertente.



Amplificatore non invertente.



Ripetitore.

Amplificatore non invertente

Il segnale a questo circuito si applica all'ingresso non invertente dell'amplificatore operazionale. In questo amplificatore il guadagno minimo è l'unità cioè non si può utilizzare per diminuire o attenuare il livello del segnale di ingresso.

La formula del guadagno è in questo caso

$A = 1 + R2/R1$. Questo tipo di amplificatore ha il vantaggio di ottenere un'impedenza di ingresso molto alta. Il segnale di uscita è in fase con quello di ingresso cioè non si inverte.



Circuito integrato con due AO.

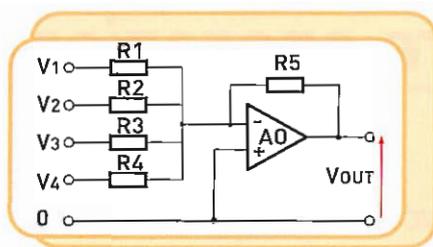
Ripetitore

Il circuito ripetitore di tensione non necessita di componenti addizionali.

La tensione del segnale di uscita è la stessa del segnale di ingresso. Tuttavia l'impedenza di



Amplificatori operazionali.



Sommatore invertente.

ingresso di questo circuito è molto alta e quella di uscita è bassa. Se ad esempio abbiamo una sorgente di segnale con alta impedenza di uscita, potrà fornire pochissima corrente.

Utilizzando un ripetitore è possibile mantenere la tensione e ottenere sull'uscita lo stesso segnale ma con una corrente maggiore perché l'AO ha una impedenza di uscita molto bassa.

Sommatore invertente

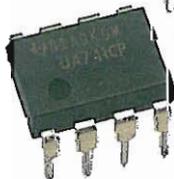
Questo circuito si utilizza per sommare tensioni.

La tensione di uscita è:

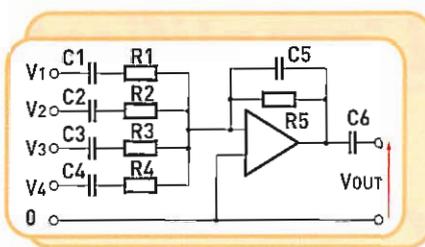
$$V_{OUT} = -R5(V1/R1 + V2/R2 + V3/R3 + V4/R4).$$

Osservando questo schema possiamo capire che fondamentalmente si tratta di un amplificatore invertente con diversi ingressi. Il guadagno di ogni ingresso si calcola dividendo

la resistenza R5 con la resistenza collegata in serie a ogni ingresso, cioè si possono ottenere guadagni differenti per ogni ingresso.



Circuito integrato con quattro AO.



Miscelatore.

Miscelatore

Gli amplificatori operazionali possono anche essere utilizzati per amplificare segnali alternati. Nel caso dei segnali audio la componente continua non porta informazione di suono e deve essere eliminata.

Se si collega un condensatore di disaccoppiamento su ogni ingresso di un sommatore si può ottenere un semplice miscelatore di segnali audio. Il condensatore C5 limita verso l'alto la risposta in frequenza dell'amplificatore. Dato che la formula da utilizzare per calcolare la frequenza di taglio superiore è la seguente:

$$F_{cs} = \frac{1}{6,28 \times R5 \times C5}$$

Il condensatore collegato su ogni ingresso limita la risposta di ogni ingresso del miscelatore per le frequenze più basse e si calcola con la seguente formula:

$$F_{cs} = \frac{1}{6,28 \times R1 \times C1}$$

Come si può vedere se i componenti cambiano da un ingresso all'altro, anche il taglio della frequenza risulterà diverso.