

Elettronica & Telecomunicazioni

GLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Alunni

Marcone Luigina

Martire Settimio

Classe

V°B

Anno Scolastico

1999/2000

Seminario sugli Amplificatori Operazionali.

Seminario svolto nell'Anno Scolastico 99/2000 per il corso di Elettronica e Telecomunicazioni

© 2000- 2005 Settimio Site Web
<http://sww.interfree.it>
sww@interfree.it

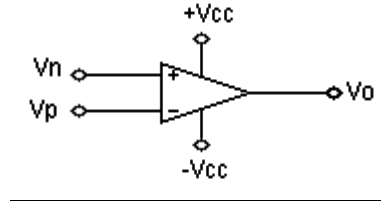
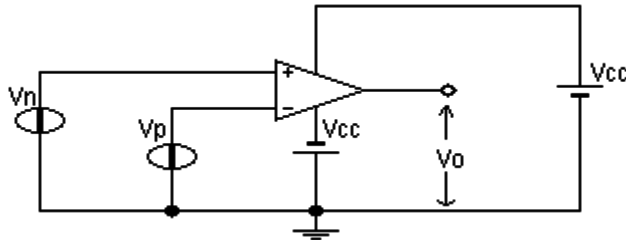
Versione 1.0
Il seguente documento potrebbe contenere errori.

Documento scritto con OpenOffice 1.1.3 (<http://www.openoffice.org>) su Mandrake Linux 10.1
(<http://www.mandrakesoft.com>)

GLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Generalità

Gli A.O. sono progettati per fare operazioni negli amplificatori , filtri attivi , comparatori , convertitori.



Inoltre sono impiegati in altri componenti per la realizzazione di circuiti lineari come amplificatore invertente e non invertente , sommatore , inseguitore , integratore , derivatore ecc..

Come vediamo dalla figura soprastante lo schema a blocchi di un A.O. è rappresentato da un triangolo equilatero , esso presenta due ingressi : V_n applicato all'ingresso non invertente e V_p a quello invertente . Il dispositivo , inoltre , presenta sul vertice destro del simbolo una linea di uscita con V_o . Su due lati obliqui , infine , sono applicate due linee indicate con $+V_{cc}$ e $-V_{cc}$ che rappresentano gli ingressi provenienti dal sistema di alimentazione continua .

Caratteristiche di un amplificatore operazionale ideale

L'amplificatore operazionale è considerato ideale quando presenta le seguenti caratteristiche :

- Guadagno di tensione a loop aperto infinito
- Resistenza di ingresso infinita
- Resistenza di uscita nulla
- Larghezza di banda infinita
- Tensione di uscita nulla per ingresso nullo
- Insensibilità alla temperatura

Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche dell' A.O. sono :

1) **Tensione di alimentazione**

E' la massima tensione di alimentazione che si può applicare all' A.O.
Tale valore deve essere $V_{cc}= 18V$

2) **Dissipazione di potenza**

E' la massima potenza che il dispositivo può dissipare ad una data temperatura del contenitore
Per cui $P_d=500 \text{ mW}$ per $T<70^\circ C$

3) Tensione di ingresso differenziale

E' la massima ddp che può essere applicata tra gli ingressi invertente e non invertente .
Per cui $V_d = 30V$

4) Tensione di ingresso

E' la massima tensione che si può applicare tra un ingresso e massa ,per cui $V_i = 15V$

5) Durata del corto circuito di uscita

E' il tempo massimo in cui il termale di uscita può essere tenuto collegato direttamente a massa .

6) Temperatura di funzionamento

Rappresenta l' intervallo di temperatura ambiente in cui il dispositivo funziona correttamente .

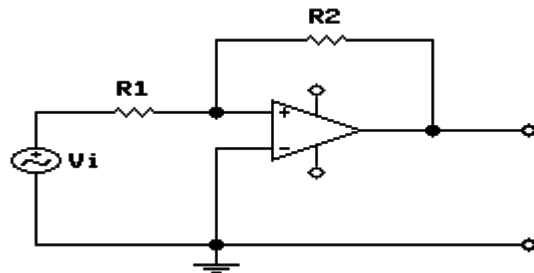
7) Temperatura del contenitore

Rappresenta l' intervallo di temperatura che il contenitore dell' operazionale può assumere :
 $65^{\circ}C < T_s < 150^{\circ}C$

8) Temperatura dei pin durante la saldatura

E' la massima temperatura a cui si può portare il pin durante una saldatura (10 secondi) .
Tale valore è di $300^{\circ}C$.

Amplificatore invertente



La resistenza R_2 applicata tra l'uscita e l'ingresso invertente introduce una reazione negativa che migliora le prestazioni del circuito .

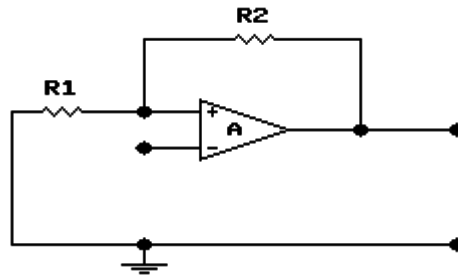
Per fare in modo che la tensione di uscita V_o , di questo A.O. , sia in funzione di quella di ingresso V_i si utilizzano le seguenti condizioni :

- a) il guadagno a loop aperto
- b) le correnti I_n e I_p assorbite dagli ingressi invertente e non invertente sono nulle .

$$A_v = V_o / V_i = V_o / I_2 * I_1 / V_i = - R_2 * 1/R_1 = - R_2 / R_1$$

Il segno meno stabilisce che la tensione di uscita è di polarità opposta a quella dell'ingresso .
In regime sinusoidale si dice che lo sfasamento tra ingresso ed uscita è di 180° . Se $R_1=R_2$,uscita ed ingresso sono di valore uguale ma di segno opposto ; se $R_2>R_1$ si ha amplificazione tra uscita ed ingresso ; se $R_2<R_1$ si ha attenuazione .

Amplificatore non invertente

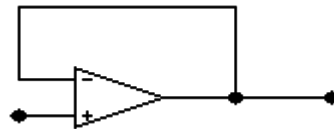


Il segnale di ingresso V_i è applicato all' ingresso non invertente e il partitore $R_2- R_1$ introduce nel circuito una reazione negativa (tensione serie) .

Per cui il legame che c'è tra la tensione di uscita V_o e quella di ingresso V_i sarà uguale a :

$$V_o = R_1 + R_2/R_1 * V_i = (1 + R_2/R_1) * V_i$$

Tale formula assicura che l'amplificatore non invertente presenta un guadagno di tensione sempre maggiore di uno e che la tensione di uscita ha lo stesso segno di quella di ingresso . In regime sinusoidale si dice che l'uscita è in fase con l'ingresso . La resistenza di ingresso è infinita perchè coincide con quella dell' A.O.. In tal caso il generatore di ingresso non eroga corrente e la tensione di uscita V_o è indipendente dalla sua resistenza interna .



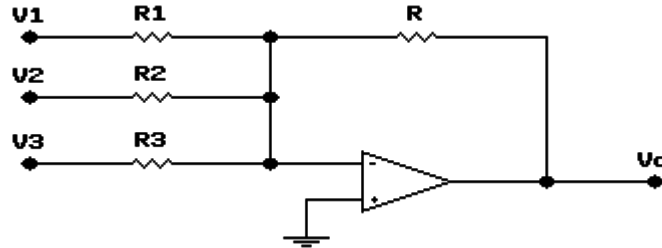
Inseguitore di tensione

Il circuito prende il nome di inseguitore di tensione proprio perchè V_o è la ripetizione del segnale di ingresso V_i . Per capire meglio , si prende in considerazione l'A.O. In esso si pone la R_1 ad infinito oppure R_2 uguale a zero si ricava che la prima equivale a staccare la resistenza R_1 ; la seconda, invece , a cortocircuitare la resistenza R_2 . dal punto di vista della reazione il circuito è identico al primo . L'intero segnale di uscita è quindi :

$$A_{vr} = V_o/V_i = A_{vol} / (1 + A_{vol}) = 1 \text{ essendo } A_{vol} = \infty$$

Miscelatore

Si mostra lo schema elettrico di un circuito costituito da un A.O. al cui ingresso invertente si applicano tre segnali V_1, V_2 , e V_3 tramite le resistenze R_1, R_2 e R_3 .



Se le resistenze sono diverse tra loro la tensione di uscita è la somma dei segnali di ingresso aventi differente peso . La resistenza di ingresso coincide con la resistenza R_i connessa tra V_i e l'ingresso invertente .

$$V_o = - R/R_1 * (V_1 + V_2 + V_3)$$

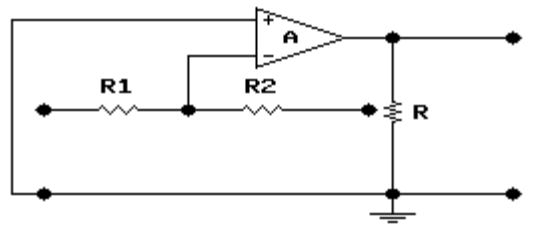
Nella figura sottostante, invece, si mostra lo schema elettrico di un sommatore non invertente . I segnali di ingresso V_1, V_2 e V_3 sono applicati attraverso le resistenze R_1, R_2 e R_3 all'ingresso non invertente dell' A.O..

La tensione di uscita di questo A.O. è per tanto :

$$V_o = (1 + R_f / R) * (V_1 + V_2 + V_3)$$

Configurazioni a guadagno variabile

Amplificatore invertente a guadagno variabile

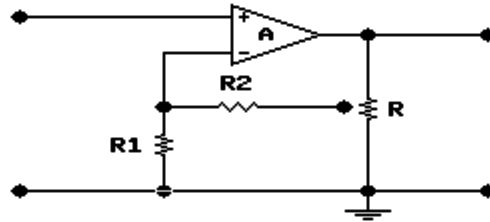


Nella figura soprastante si mostra un amplificatore invertente che fa uso di un A.O. e che presenta inoltre un potenziometro di valore R posto tra l'uscita e massa avente il morsetto centrale collegato ad un capo della resistenza R_2 .

Il potenziale tra il morsetto centrale del potenziometro e massa è regolabile tra 0 e V_o ed assume il valore $K V_o$ con K compreso tra 0 e 1 .

Agendo sull'albero del potenziometro si varia K da 0 a 1 per cui il valore del guadagno di tensione va da meno infinito a $-R_2/R_1$ *

Amplificatore non invertente a guadagno variabile



Anche in questo schema si può affermare che al variare di K da 0 a 1 il guadagno di tensione varia da A_{vol} a $1+R_2/R_1$.

$$V_i = V_n = K * V_o \text{ da cui: } V_o = V_i / K$$

Amplificatore differenziale

Nella figura affianco si mostra lo schema elettrico di un amplificatore differenziale che fa uso di un A.O. ideale. Il circuito è pilotato da due segnali di ingresso indicati con V_1 e V_2 applicati sull'ingresso non invertente attraverso il partitore $R_3 - R_4$ e su quello invertente attraverso la resistenza R_1 ed R_2 , che introduce a loro volta una reazione negativa.

Il potenziale dell'ingresso non invertente è dato da

$$V_p = V_1 * R_4 / R_3 + R_4$$

Se $V_1=0$

$$V_o = R_2 / R_1 * V_2$$

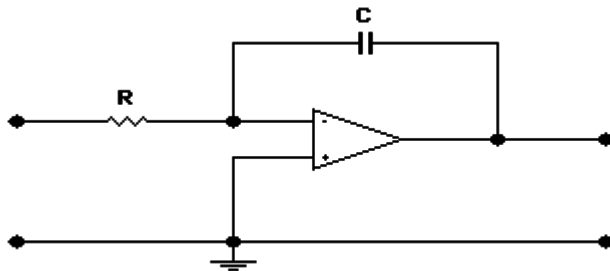
Se $V_2=0$

$$V_o = R_2 / R_1 * V_1$$

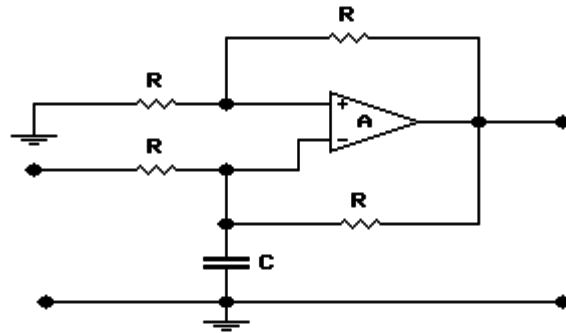
Circuiti integratori

Integratore invertente con A.O.

Nella figura sottostante si mostra lo schema elettrico di un integratore invertente



In questo A.O. la tensione di uscita V_o è in anticipo di 90° rispetto alla tensione di uscita V_i . E che a parità di R e di C , l'ampiezza della tensione di uscita aumenta al diminuire di ω e quindi della frequenza del segnale di ingresso. A questa conclusione si considera che il condensatore alle basse frequenze presenta reattanza elevata per cui il circuito non è più reazionato e presenta un guadagno di tensione che tende A_{VOL} per $f=0$.



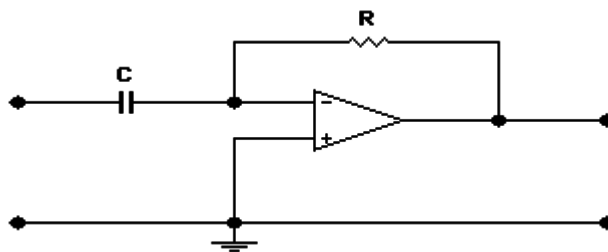
Integratore non invertente con A.O.

Il circuito è costituito da quattro resistenze uguali ed un condensatore e presenta sia reazione negativa che positiva.

$$V_o = 2 \cdot V_i / j\omega RC$$

V_o è in ritardo di 90° rispetto a V_i e il suo modulo aumenta al diminuire della frequenza e presenta instabilità alle basse frequenze.

Circuiti derivatori

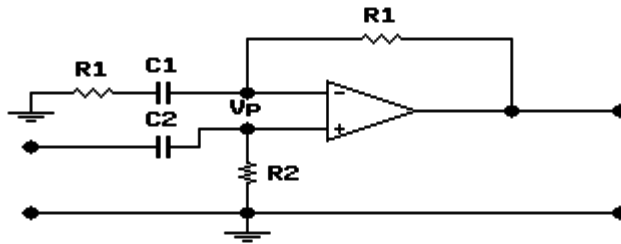


Derivatore invertente

Nella figura soprastante si mostra lo schema elettrico di un derivatore invertente.

In questo A.O. V_o è in ritardo di 90° rispetto a V_i e che, a parità di R e di C , l'ampiezza della tensione di uscita aumenta all'aumentare di ω e quindi della frequenza del segnale di ingresso. A questa conclusione si perviene anche considerando che il condensatore alle alte frequenze presenta reattanza trascurabile per cui il guadagno di tensione tende a A_{VOL} per f che tende all'infinito.

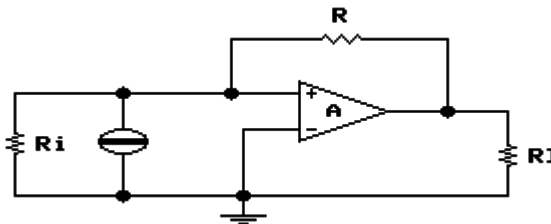
Derivatore non invertente



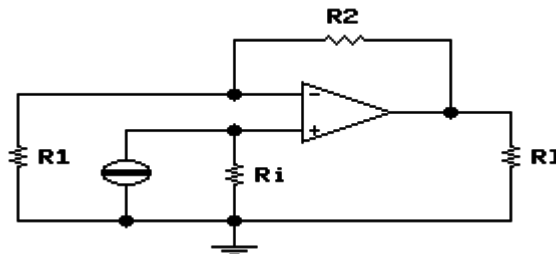
Per realizzare un derivatore non invertente si può utilizzare lo schema mostrato nella figura soprastante .

Convertitore corrente-tensione

Invertente



Non Invertente



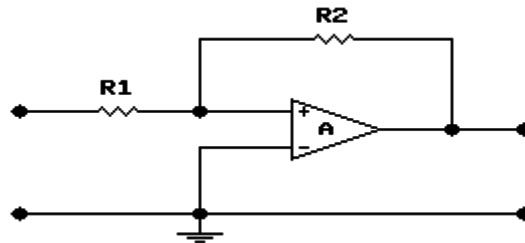
Come si nota nella prima figura manca la resistenza Ri e si osserva anche che la corrente attraversa la resistenza R e fornisce in uscita una tensione di valore :

$$V_o = -R i$$

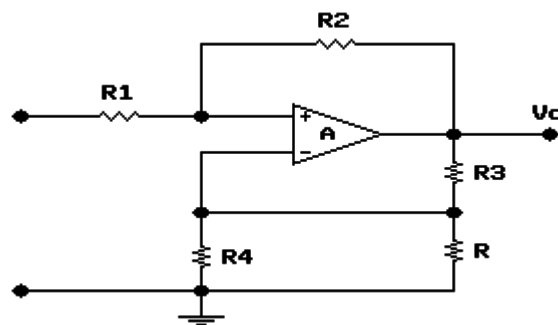
da cui :

$$V_o = R_i * i * (1 + R_2 / R_1)$$

Convertitore tensione corrente



Con carico flottante



Con carico con un morsetto a massa

In questo caso il carico è costituito dalla resistenza di controreazione R_2 attraversata dalla corrente $i = V_i / R_1$. Lo svantaggio di questa configurazione consiste nel fatto che il carico R_2 non ha alcun morsetto a massa . Per superare questo inconveniente si può utilizzare il secondo schema della figura soprastante . Ed imporre $R_1 R_3 = R_2 R_4$.