

## Amplificatori Operazionali

Un amplificatore operazionale ha questo nome perché è stato inizialmente progettato per realizzare circuiti elettronici in grado di effettuare operazioni matematiche come somma, sottrazione, derivata, integrale, logaritmo e antilogaritmo. L'amplificatore operazionale è costituito da un circuito integrato ed è sicuramente il componente elettronico con la maggiore varietà di applicazioni previste. Non guarderemo l'interno del componente (abbastanza complesso) ma solo le sue caratteristiche di funzionamento.

La maggior parte degli amplificatori operazionali è progettata per lavorare con una tensione di alimentazione duale, cioè con un valore positivo ed uno negativo, simmetrici rispetto ad una massa. I valori possono variare da 3 a 30 V per molti operazionali.

Nell'alimentazione duale, il livello del segnale in uscita può spaziare tra due valori di tensione detti di SATURAZIONE uno positivo e l'altro negativo di poco più piccoli, in valore assoluto, dei valori di alimentazione. La differenza tra tensione di alimentazione e saturazione può variare a seconda del tipo di operazionale adottato dal punto di vista costruttivo, l'amplificatore operazionale può essere realizzato con transistor a giunzione bipolare (BJT) oppure transistor ad effetto di campo (MOSFET, JFET); questi ultimi lavorano a frequenze maggiori, permettono di ottenere una impedenza di ingresso più elevata e un minore consumo energetico. Il package può essere plastico, ceramico o metallico e può contenere fino a quattro dispositivi identici.

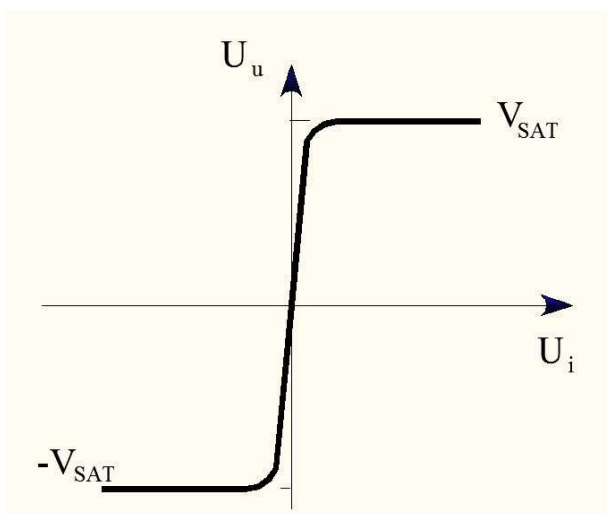
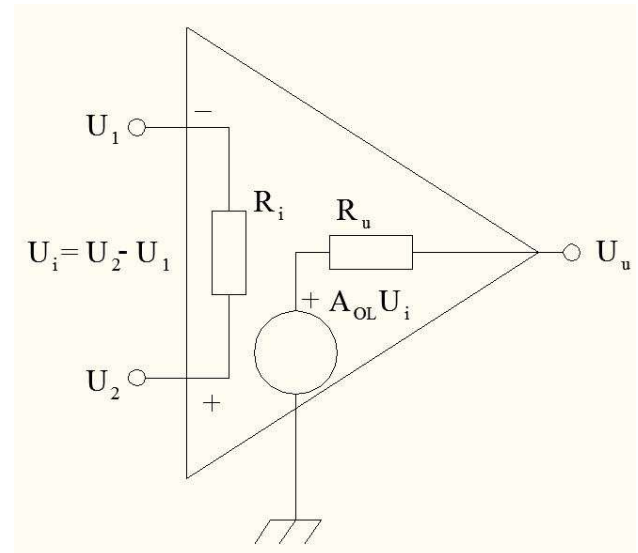
L'amplificatore operazionale è un un amplificatore differenziale con un guadagno molto elevato fornito di una uscita e due ingressi, uno detto invertente e indicato con il simbolo  $-$ , uno detto non invertente e indicato con il simbolo  $+$ . Trattandosi di un amplificatore differenziale, amplifica la differenza di potenziale tra i due ingressi. A causa del notevole guadagno, solitamente si descrive l'amplificatore operazionale con un modello ideale. Vediamo prima lo schema equivalente di un amplificatore operazionale per dare alcune definizioni

Possiamo considerare il circuito in ingresso come una resistenza d'ingresso  $R_i$

Possiamo considerare il circuito in uscita come una resistenza d'ingresso  $R_u$  posta in serie ad un generatore di tensione con valore  $A_{OL} U_i$  dove  $A_{OL}$  è l'amplificazione ad anello aperto (OL  $\rightarrow$  open loop ovvero è l'amplificazione in assenza di un collegamento tra uscita e ingresso. Capiremo meglio quando vedremo un anello chiuso)

$$A_{OL} = \frac{U_u}{U_i} = \frac{U_u}{U_2 - U_1}$$

$U_i$  è la tensione differenza tra quella sull'ingresso non invertente e quella sull'ingresso invertente

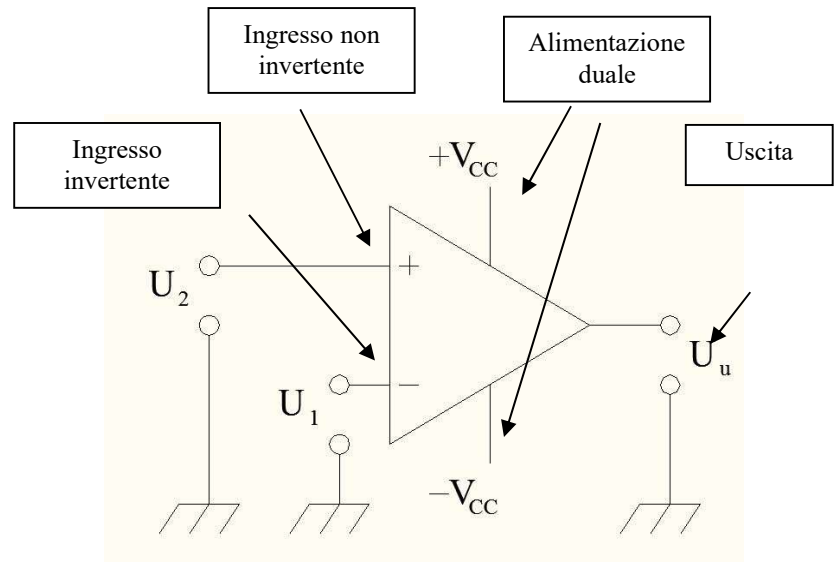


In tutti gli operazionali basta una differenza minima sugli ingressi per portare l'uscita ai valori massimi in positivo o in negativo

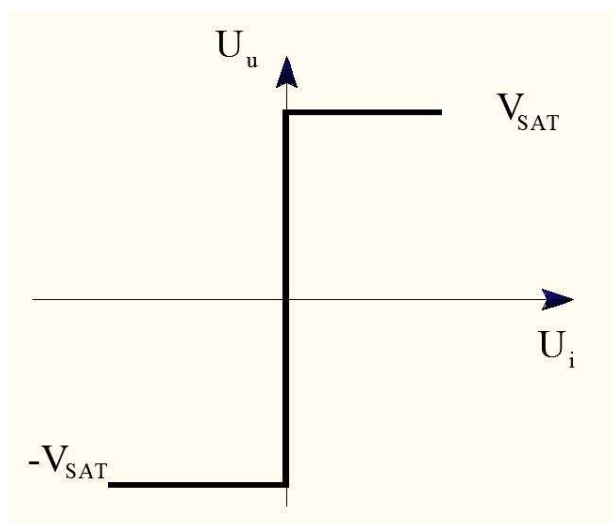
Nell'operazionale uA 741 vale in continua 200000. Ciò vuol dire che con un solo mV in ingresso dovremmo avere 200V in uscita, cosa ovviamente non possibile. L'uscita si porterà al valore di saturazione.

## Operazionale Ideale

Vedremo le caratteristiche essenziali di un operazionale ideale e ..... in seguito scopriremo che, se sono rispettate alcune condizioni, il funzionamento reale è molto vicino a quello ideale.



- 1)  $R_i = \infty$  vuol dire che le correnti d'ingresso dell'operazionale saranno sempre nulle
- 2)  $R_u = 0$  vuol dire che le tensioni d'uscita dell'operazionale saranno sempre indipendenti dai valori delle resistenze di carico
- 3)  $A_{OL} = \frac{U_u}{U_2 - U_1} = \infty$
- 4) quindi se  $U_u$  ha un valore finito ne consegue che  $U_2 - U_1$  deve avere valore nullo e quindi nei vari amplificatori che vedremo varrà sempre il **principio di cortocircuito virtuale** ( o anche di **massa virtuale** se uno degli ingressi è a massa)  $U_2 = U_1$
- 5)  $BW = \infty$  BW è la banda in frequenza dell'amplificatore ( la differenza tra la frequenza di taglio alta e la frequenza di taglio bassa), dire che è infinita equivale a dire che quanto detto prima vale a tutte le frequenze



In un operazionale ideale la funzione di trasferimento sarà così rappresentata con  $U_u$  che può assumere solo due valori;  $+V_{SAT}$  o  $-V_{SAT}$

Se  $U_i > 0$  avremo  $U_u = +V_{SAT}$

Se  $U_i < 0$  avremo  $U_u = -V_{SAT}$