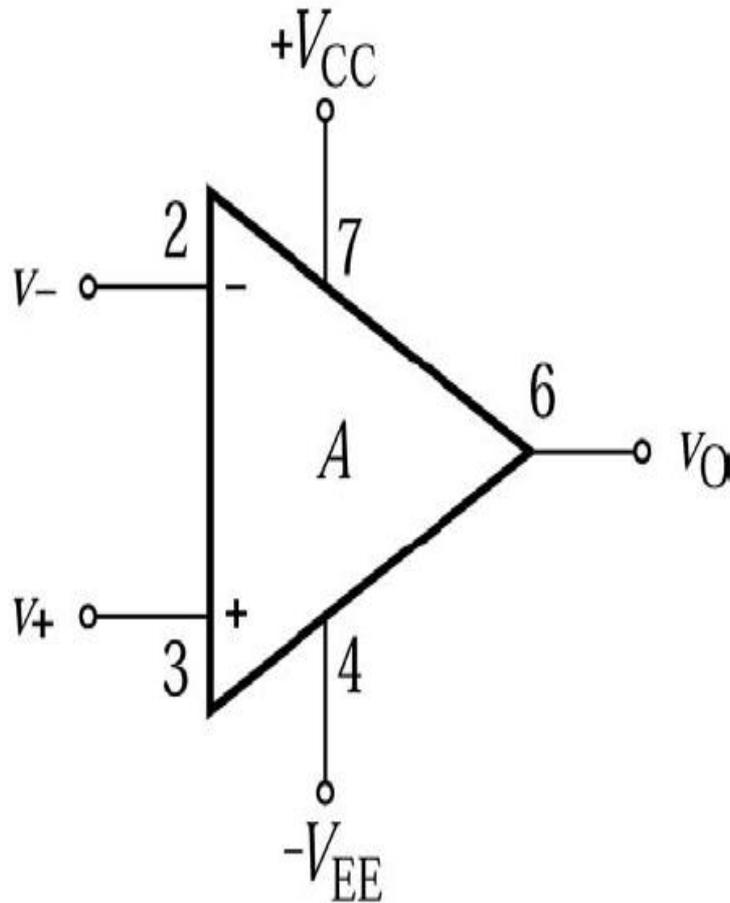


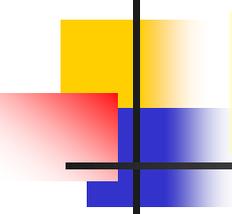
Amplificatore Operazionale

4° Corso Telematici

Amplificatore Operazionale



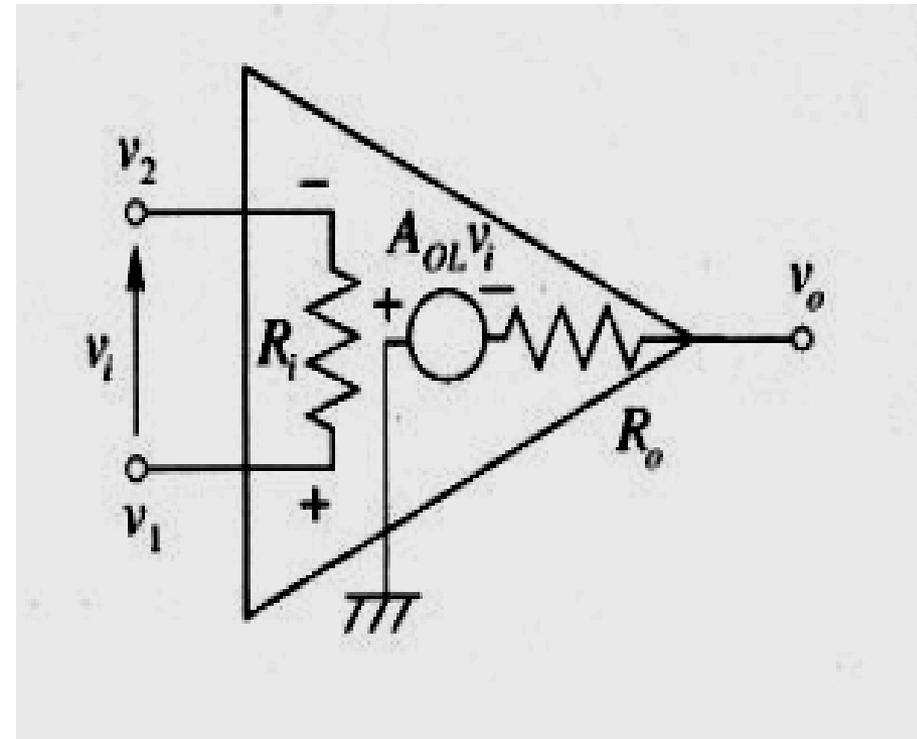
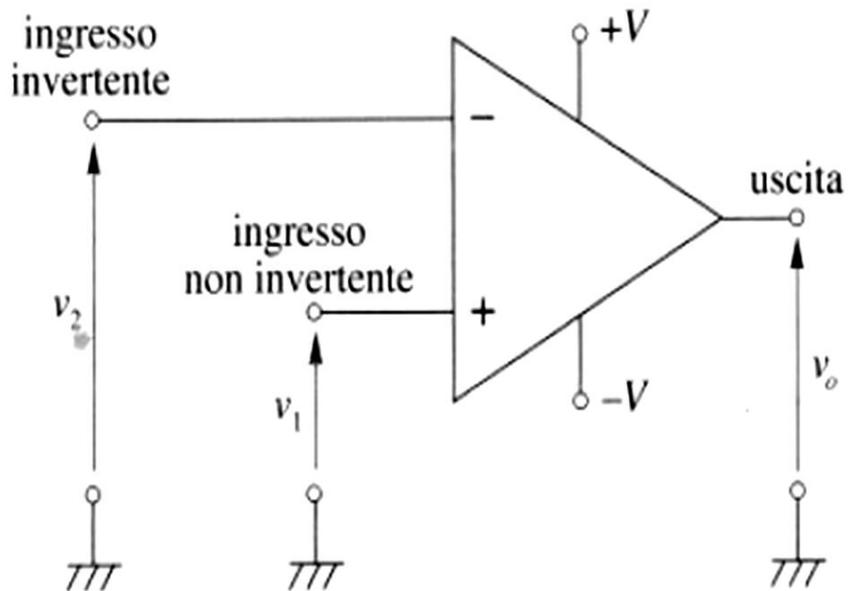
L'amplificatore
operazionale è un
**circuito integrato
analogico** (può essere
realizzato integrando su
stesso chip di silicio sia
dispositivi BJT che
FET)



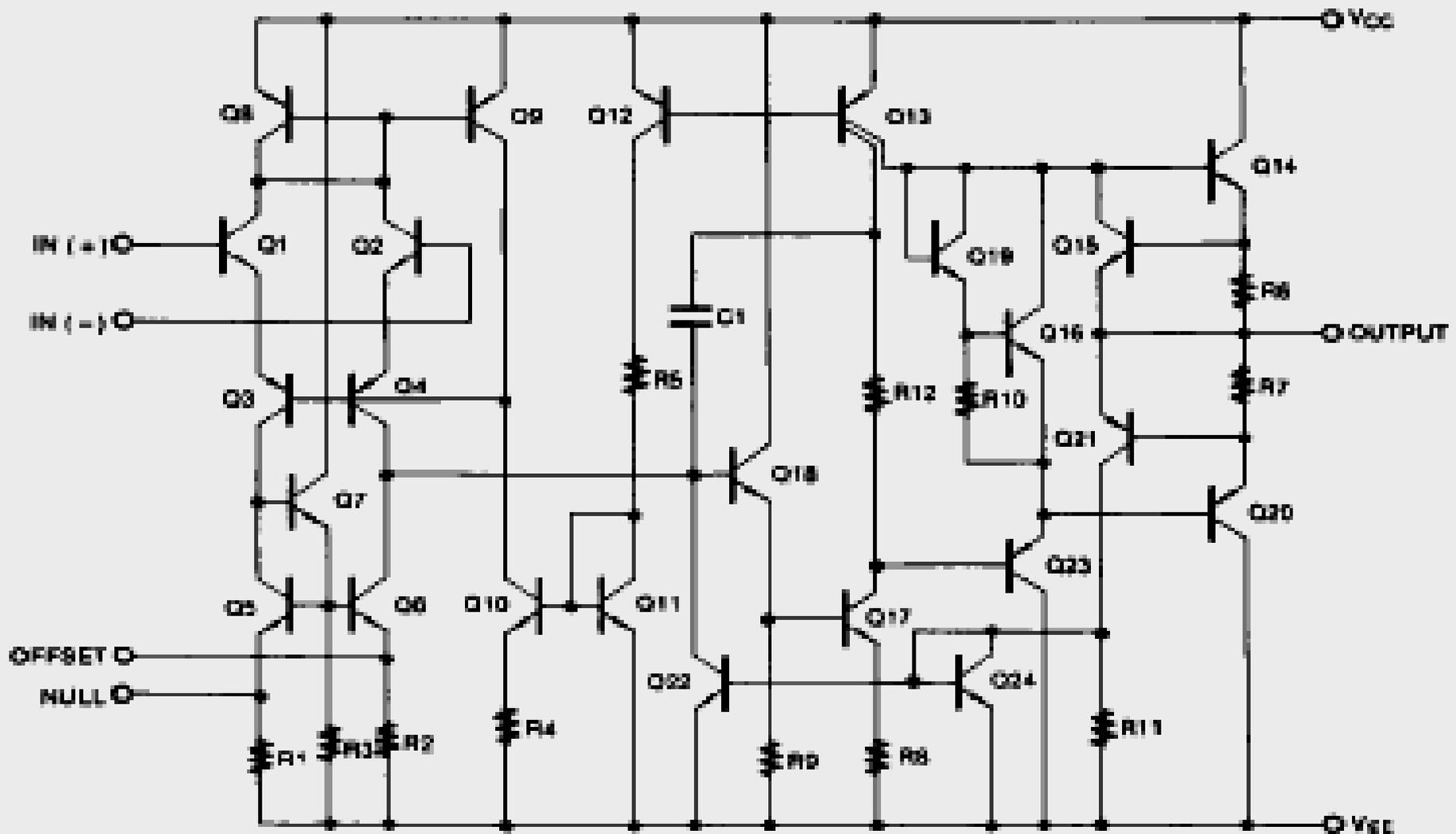
Amplificatore Operazionale

In figura è illustrato il simbolo circuitale: in particolare esso evidenzia la presenza di due ingressi, detti **ingresso *invertente*** (indicato con -) e ingresso ***non invertente*** (indicato con +), e un terminale di uscita.

Amplificatore Operazionale



Amplificatore Operazionale



Amplificatore Operazionale

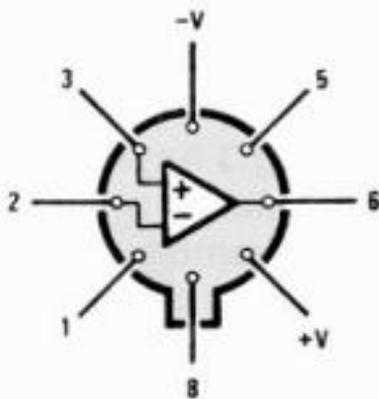
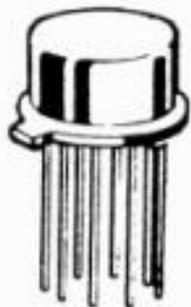
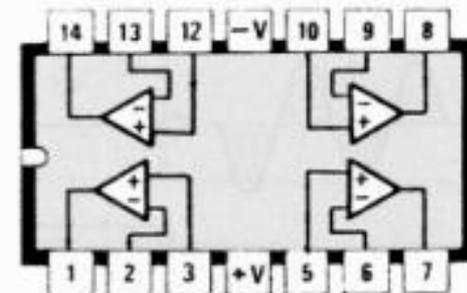
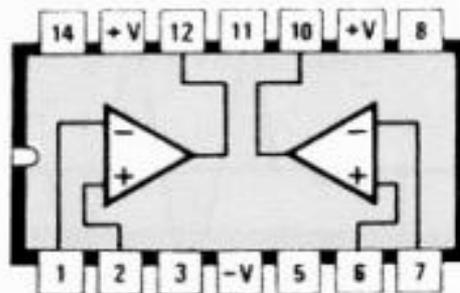
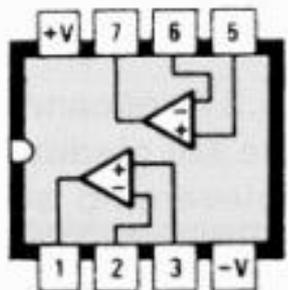
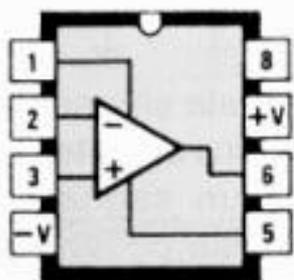
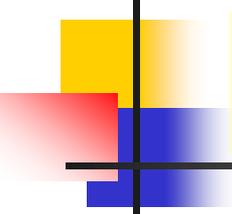


Fig.1 Connessioni viste da sopra degli amplificatori operazionali racchiusi dentro contenitori plastici provvisti di 8 o 14 terminali e connessioni viste da sotto di singoli amplificatori operazionali racchiusi dentro contenitori metallici delle dimensioni di un transistor di media potenza. Si notino i due terminali di alimentazione siglati -V e +V.

Amplificatore Operazionale

Absolute Maximum Ratings ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_{CC}	± 18	V
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$	30	V
Input Voltage	V_I	± 15	V
Output Short Circuit Duration	-	Indefinite	
Power Dissipation	P_D	500	mW
Operating Temperature Range KA741 KA741I	T_{OPR}	0 ~ + 70 -40 ~ +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-65 ~ + 150	$^\circ\text{C}$



Amplificatore Operazionale

Un amplificatore operazionale è fondamentalmente un amplificatore a più stadi con accoppiamento in continua che, idealmente, presenta: amplificazione o guadagno di tensione ($\underline{A_{OL}}$) *infinita*, resistenza di ingresso ($\underline{R_i}$) *infinita*, resistenza di uscita (R_o) *nulla*, larghezza di banda (B_w) *infinita*.

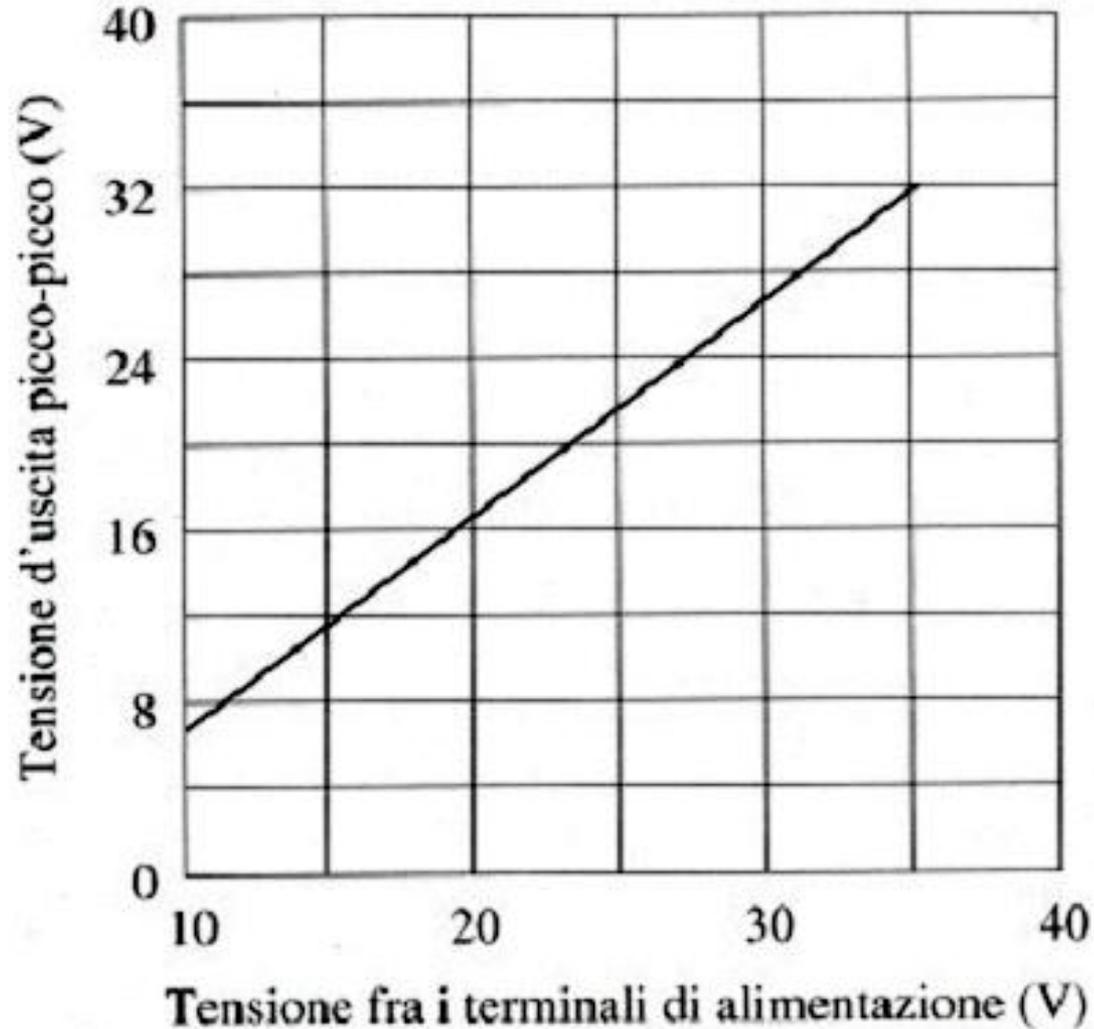
Amplificatore Operazionale

- ingresso differenziale, $V_o = A \cdot V_d$ con $V_d = V^+ - V^-$
ingresso differenziale
- **amplificazione molto elevata** (A idealmente dovrebbe tendere a ∞)
- **R_{in} molto elevata** (idealmente dovrebbe tendere a ∞)
- **R_{out} bassa** (idealmente dovrebbe tendere a 0)
- La corrente assorbita dai terminali di ingresso – e + dovrebbe essere nulla
- Se V^+ e V^- sono cortocircuitati tra loro uscita dovrebbe essere nulla

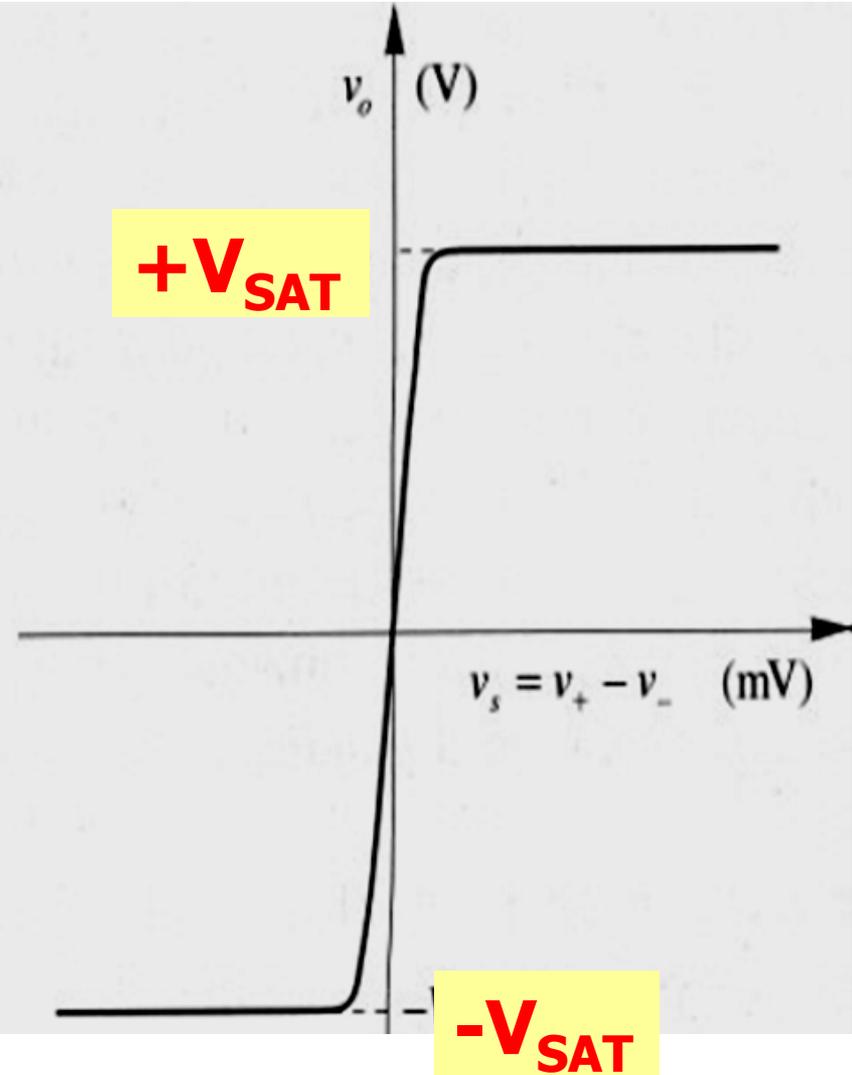
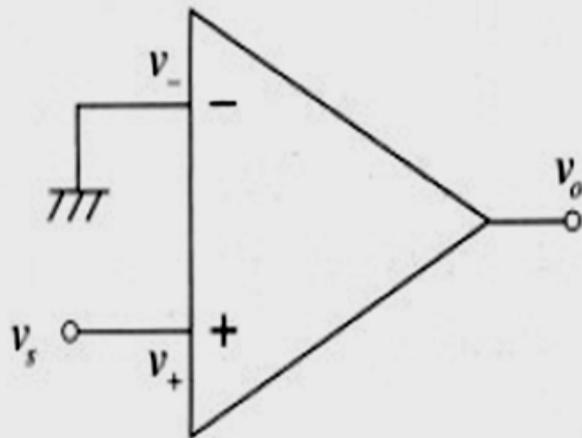
Amplificatore Operazionale

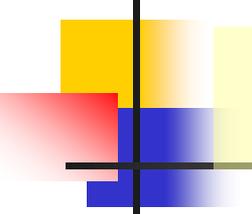
L'amplificatore operazionale, nella maggior parte dei casi, si **richiede un'alimentazione duale**, cioè sono necessarie due tensioni uguali in valore assoluto, ma di polarità opposta; le due alimentazioni sono indicate con **+ V** e **- V** (da non confondere con i due ingressi V^- e V^+).

Amplificatore Operazionale



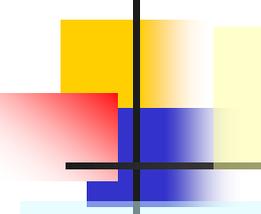
Amplificatore Operazionale





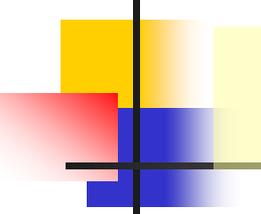
Amplificatore Operazionale

L'amplificatore operazionale utilizzato ad anello aperto non presenta un comportamento lineare a causa dell'elevato valore del guadagno A_{OL} che, anche **per valori piccolissimi della tensione differenziale di ingresso, provoca la saturazione dell'operazionale.**



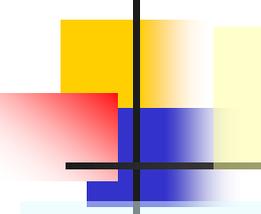
Amplificatore Operazionale

L'amplificatore operazionale **senza**
reazione può essere utilizzato come
comparatore tra un ingresso inviato sul
terminale V^+ ed un segnale di riferimento
applicato sul terminale V^- (o viceversa).



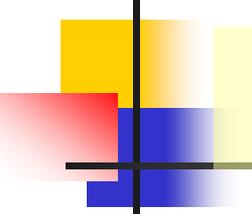
Amplificatore Operazionale

Ogni qual volta il segnale su V^+ supera il livello di riferimento sul terminale V^- . L'uscita sarà a livello alto (V_{sat}) altrimenti sarà a livello basso ($-V_{sat}$). Difatti un comparatore realizza un semplice convertitore da analogico a digitale con 1 bit di informazione digitale



Amplificatore Operazionale

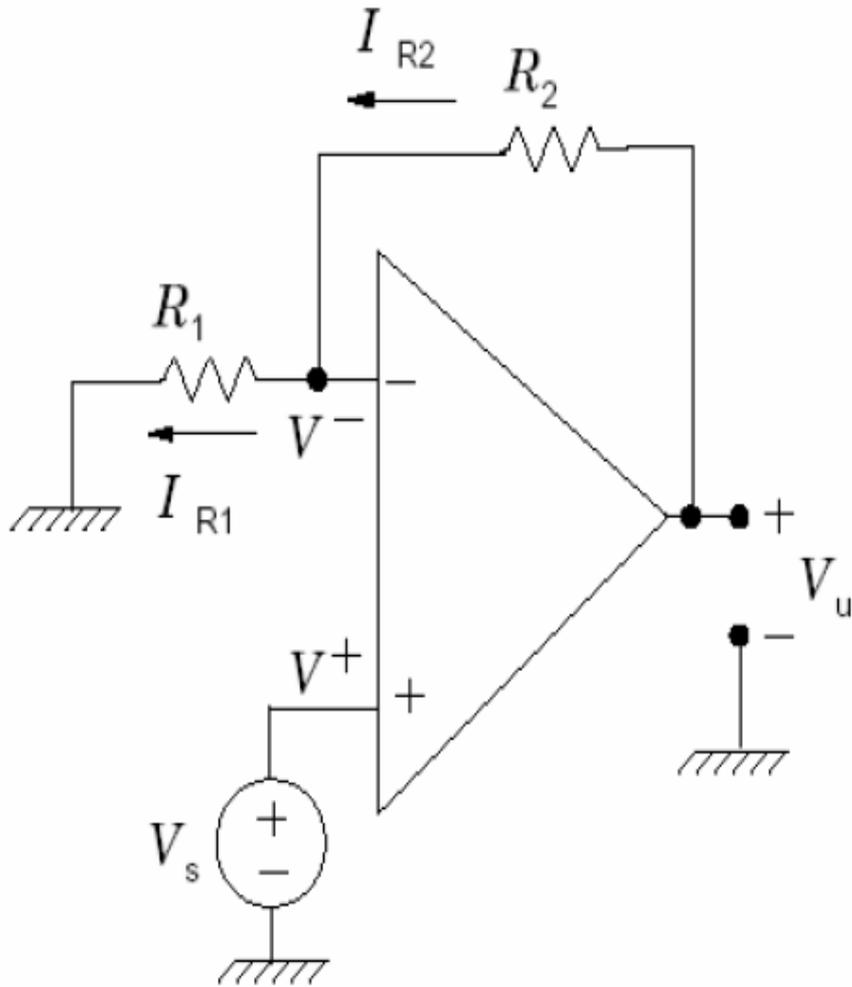
La configurazione ad anello aperto non può essere utilizzata per la realizzazione di circuiti amplificatori. **Occorre** in questi casi **inserire l'amplificatore operazionale in una rete di reazione negativa** che consenta di limitare il guadagno complessivo e rendere la risposta del circuito *lineare* per escursioni relativamente ampie del segnale di ingresso, definibile dal progettista e sostanzialmente indipendente dal valore di A_{OL}



Amplificatore Operazionale

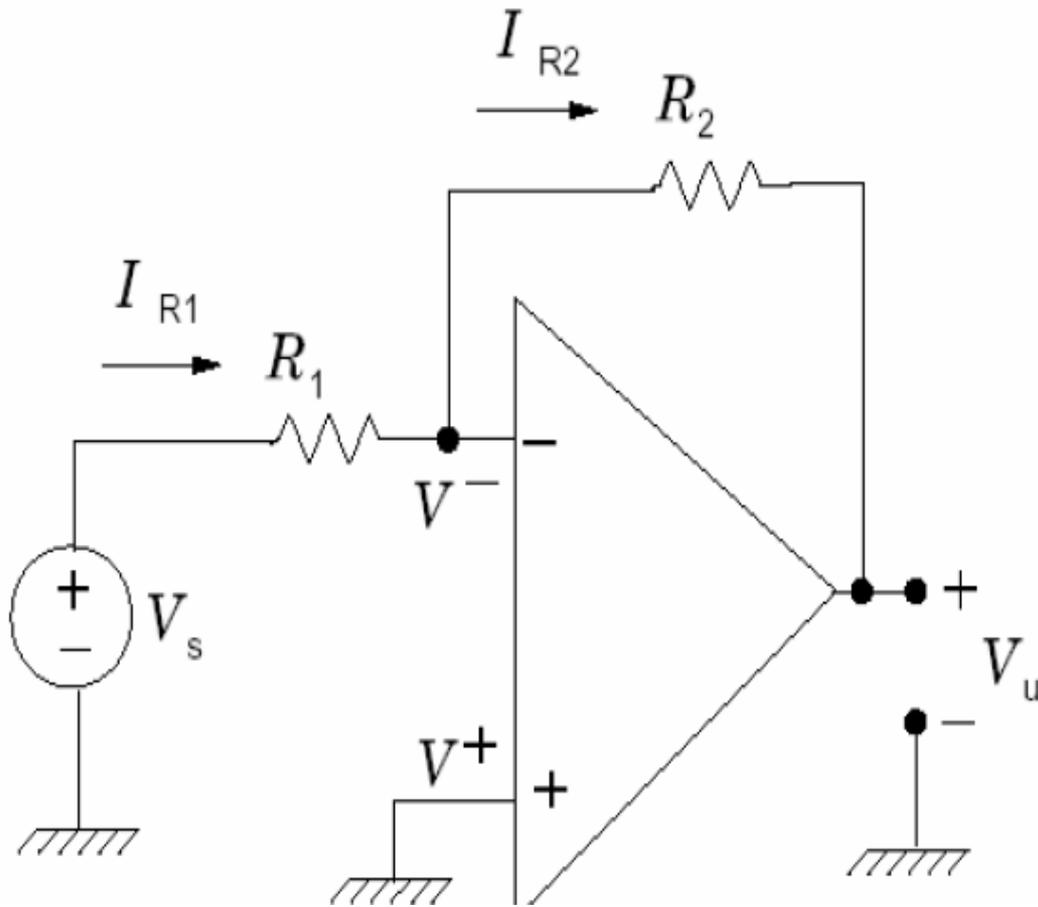
- **Amplificatore non invertente**
- **Amplificatore invertente**
- **Amplificatore Sommatore invertente**
- **Amplificatore Sommatore non invertente**

Amplificatore non Invertente



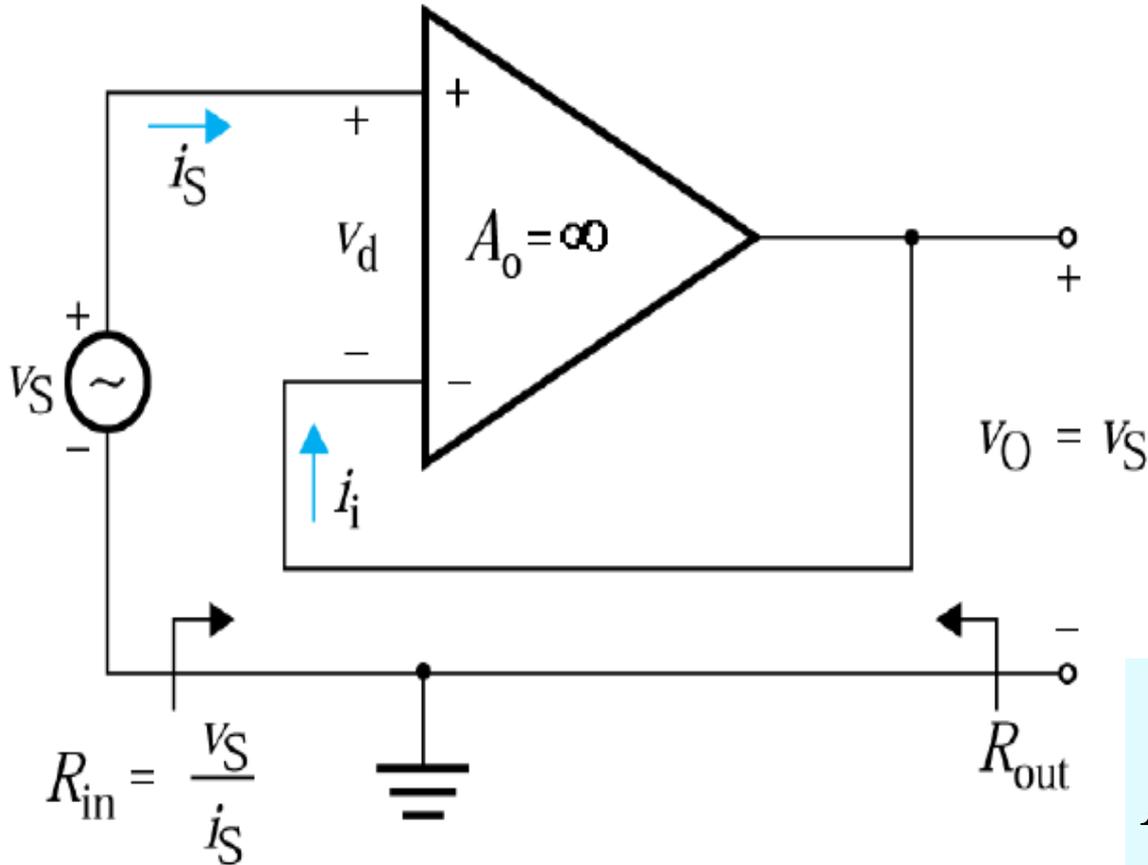
$$A_V = \frac{V_U}{V_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

Amplificatore Invertente



$$A_V = \frac{V_U}{V_i} = -\frac{R_2}{R_1}$$

Buffer non Invertente

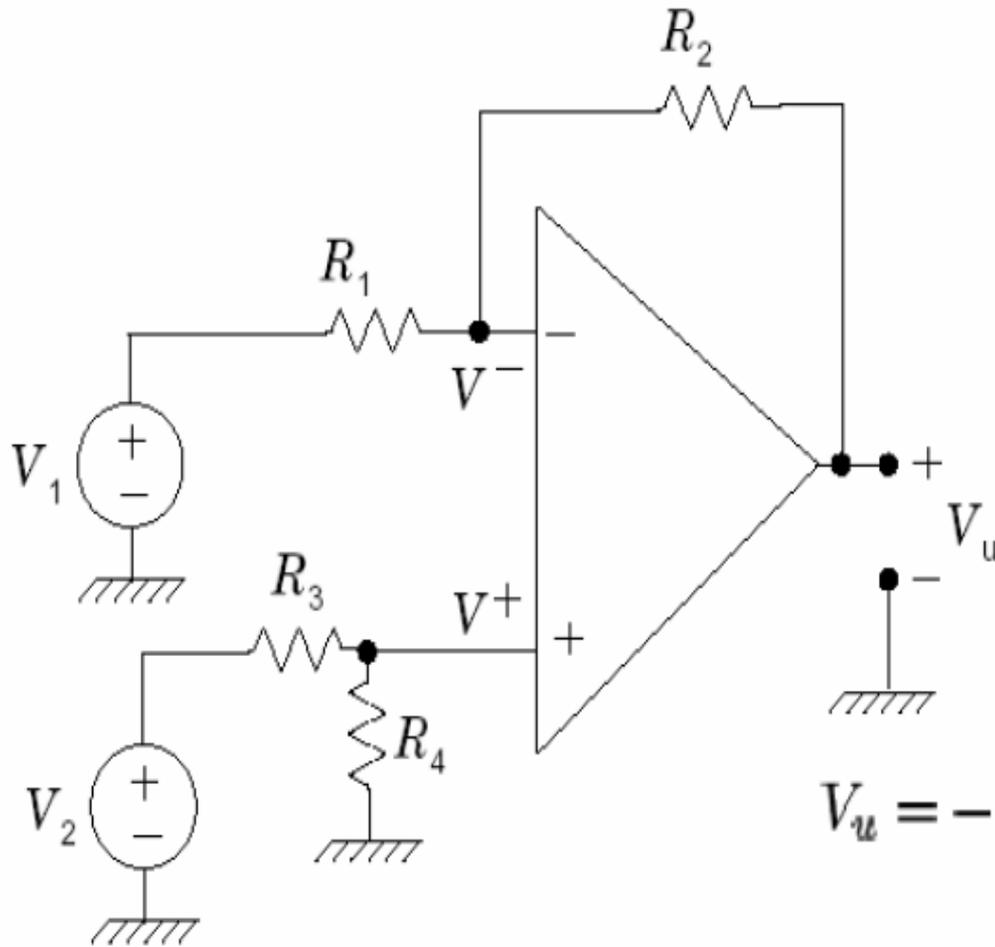


$$A_V = \frac{V_U}{V_i} = 1$$

$$R_i = \frac{V_S}{I_S} = \infty$$

$$R_{OUT} = \frac{V_{OUT}}{I_{OUT}} = 0$$

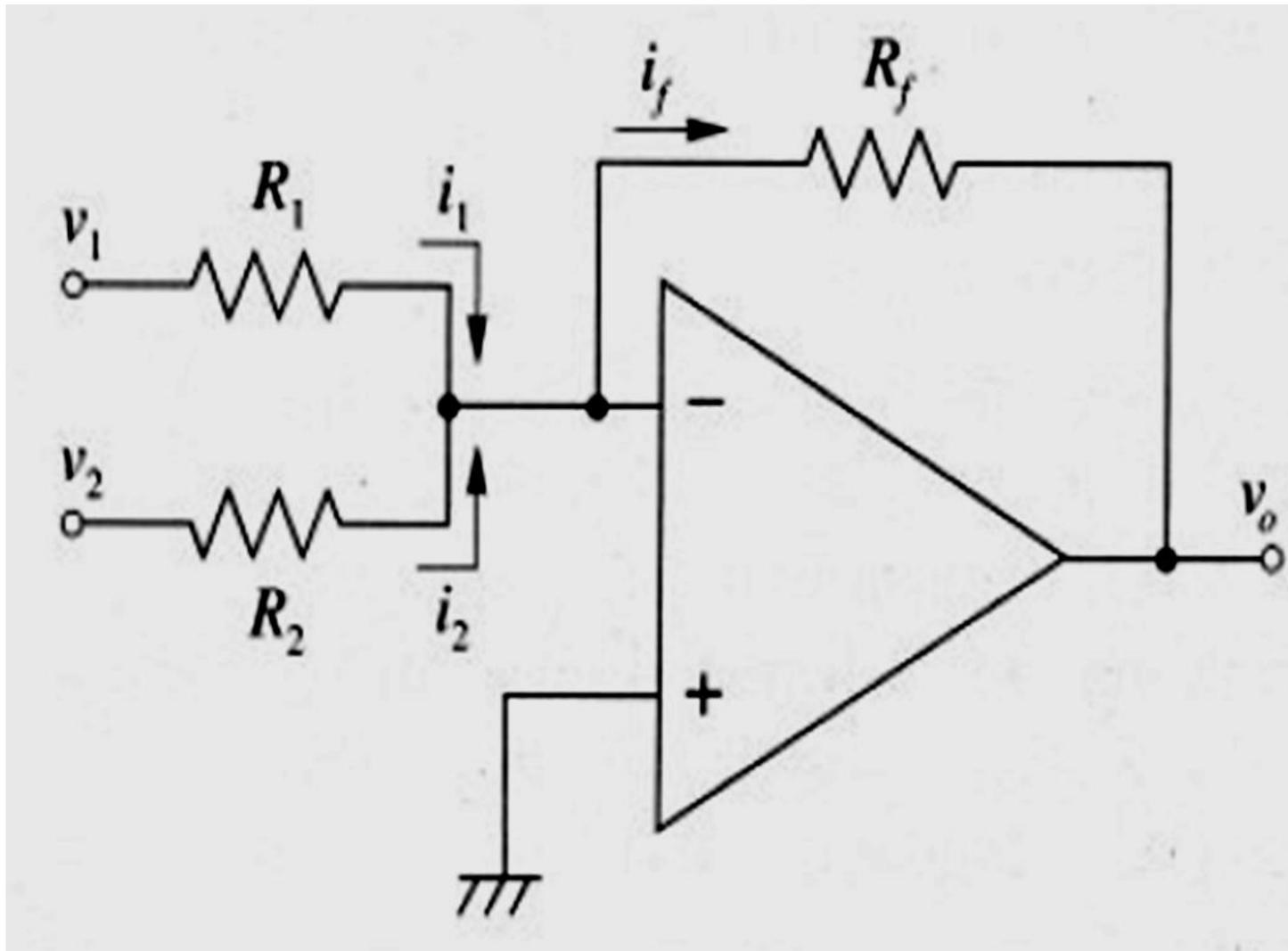
Amplificatore differenziale



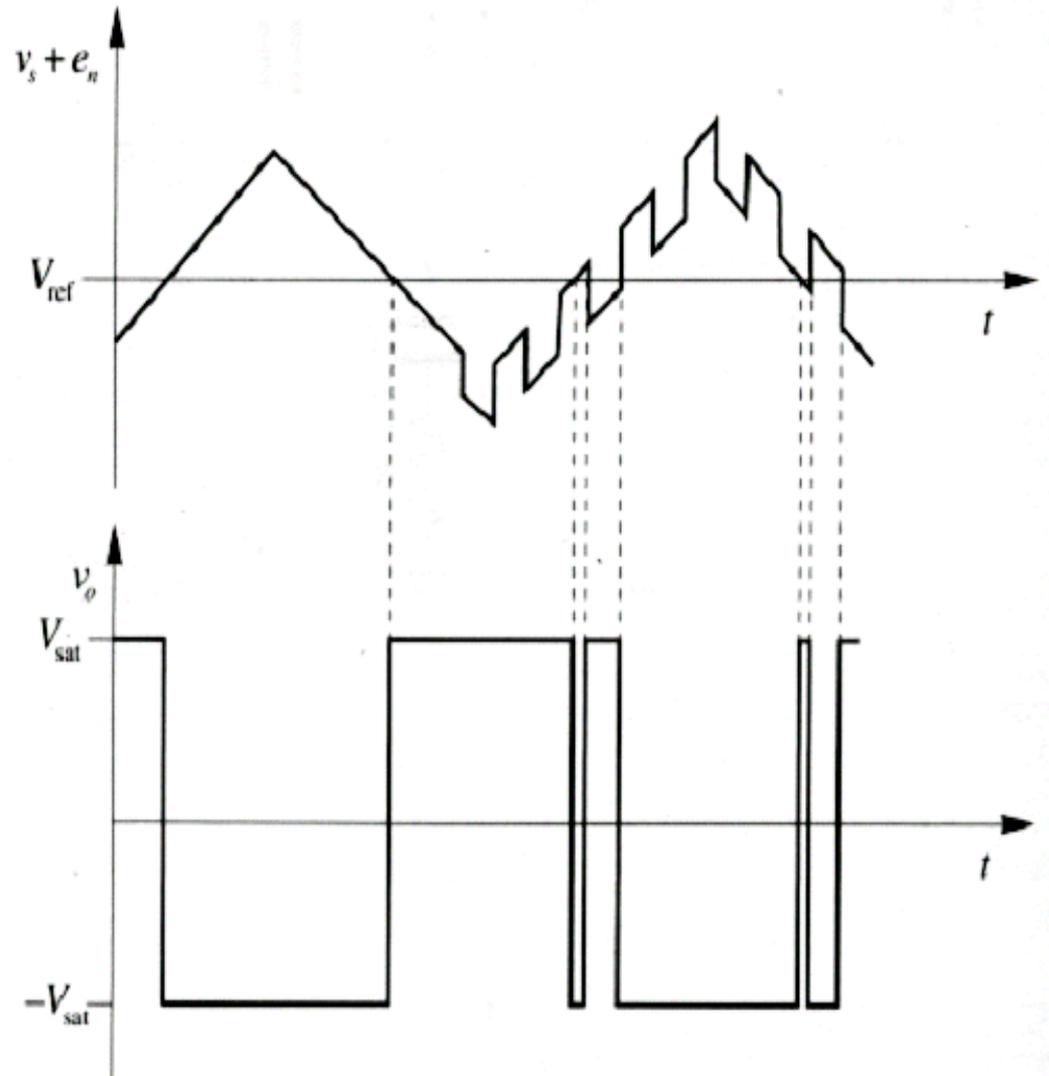
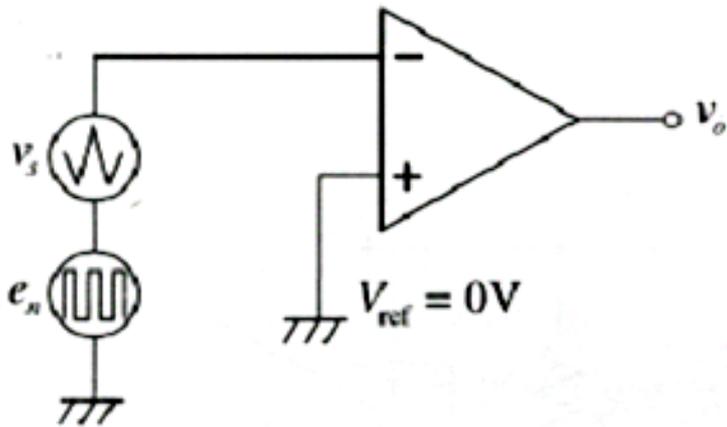
$$V_u = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

$$\begin{aligned} V_u &= -V_1 \frac{R_2}{R_1} + V_2 \frac{R_4}{R_3} \frac{R_3}{R_3 + R_4} \frac{R_2 + R_1}{R_1} \\ &= -V_1 \frac{R_2}{R_1} + V_2 \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1). \end{aligned}$$

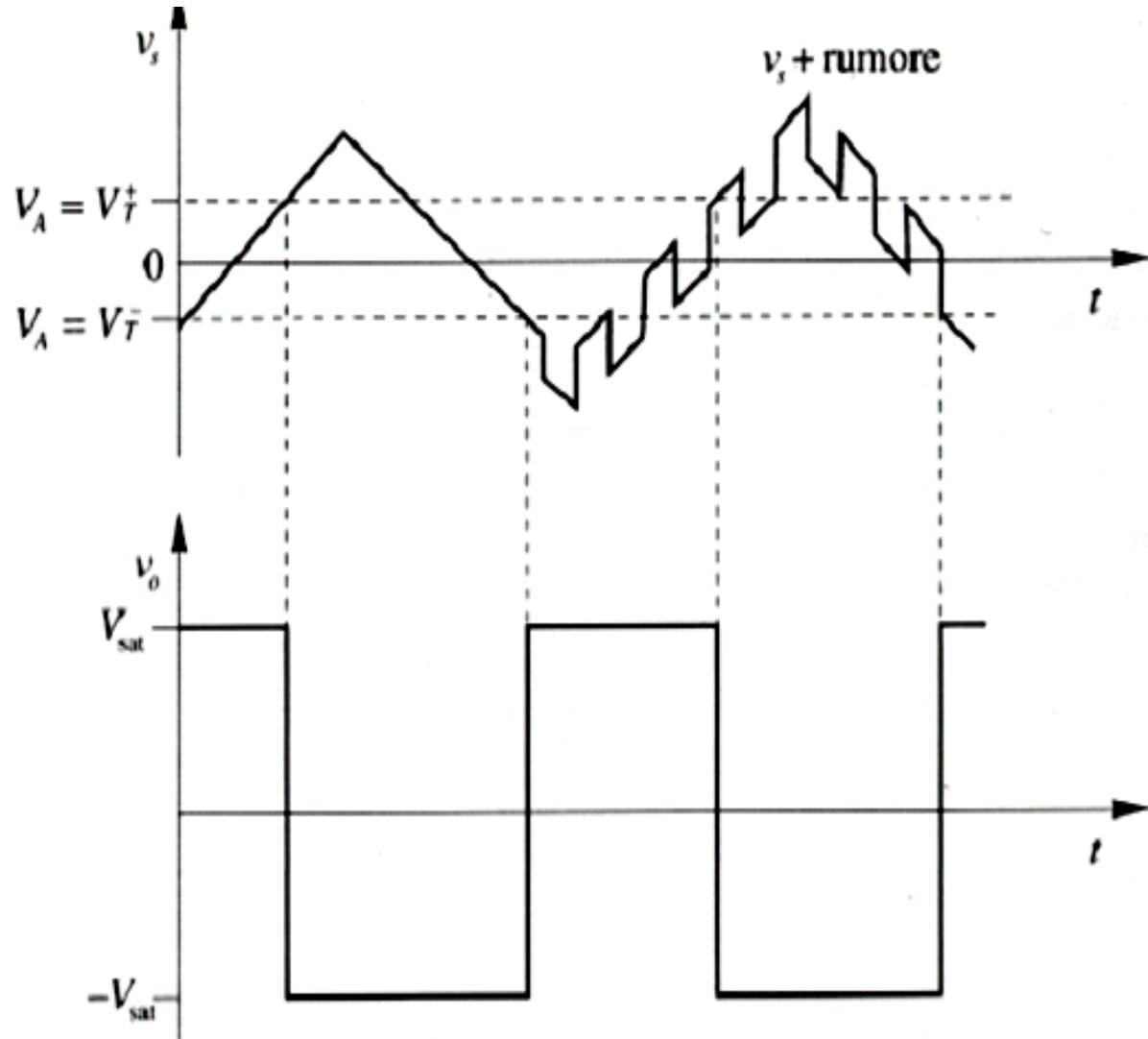
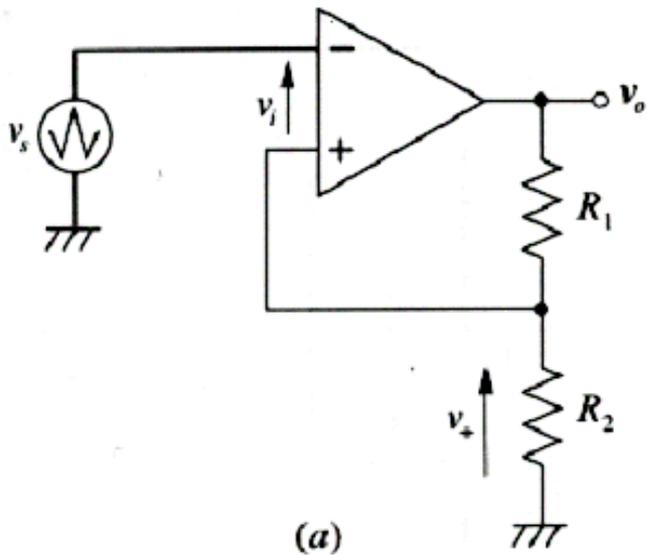
Sommatore Invertente



Comparatore Invertente



Comparatore Invertente



Sommatore Invertente

TRIGGER DI SCHMITT - Alimentazione DUALE

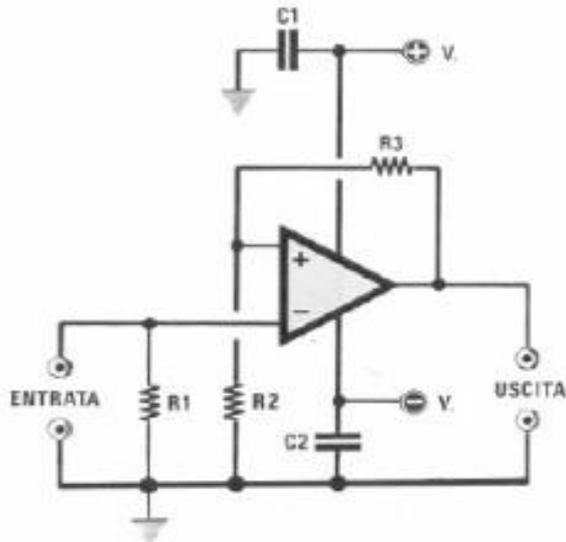


Fig.66 Schema di un TRIGGER di SCHMITT da utilizzare per una alimentazione DUALE. Il valore del "livello di soglia" dipende dal valore della tensione di alimentazione e da quello delle resistenze R2 - R3.

$$\text{Volt soglia} = (V_{cc} \times R2) : (R2 + R3)$$

$$R1 = 100.000 \text{ ohm}$$

$$R2-R3 = \text{vedi formula}$$

$$C1-C2 = 100.000 \text{ pF}$$

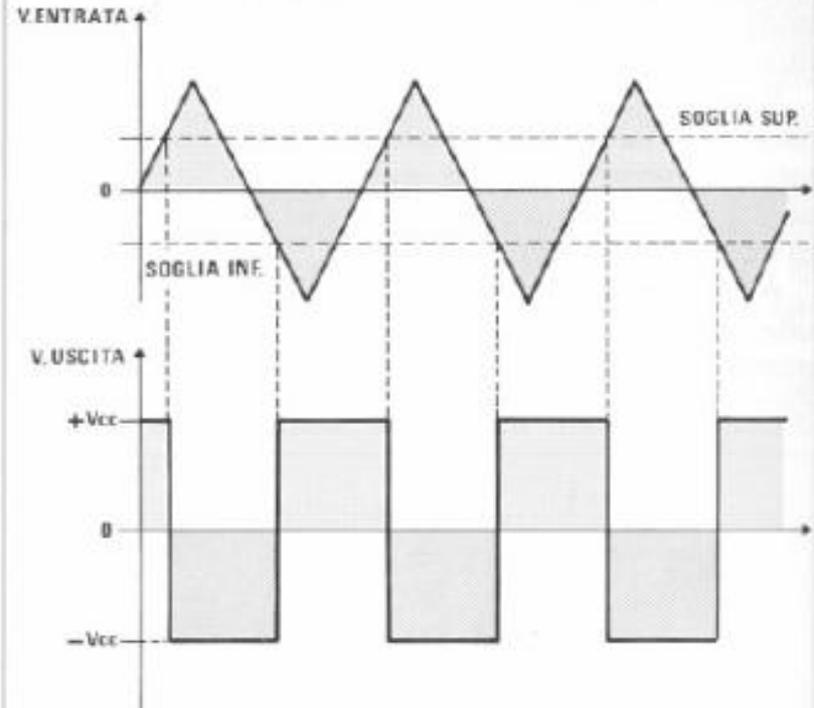


Fig.67 In un TRIGGER di SCHMITT alimentato con una tensione DUALE con ingresso "invertente", l'uscita si porterà al massimo "negativo" quando la tensione d'ingresso supera il valore della soglia "positiva" e al massimo "positivo" quando la tensione d'ingresso supera il valore della soglia "negativa".