



Corso di Laurea in Fisica

Corso di Laboratorio di Fisica III

Contenuti del corso

- Elettronica Analogica
 - Amplificatori operazionali ideali
 - Amplificatori reali
 - Comparatori, c. con isteresi, ampli. per strumentazione
 - Introduzione ai sistemi LTI, teorema di convoluzione e trasformata di Laplace
 - Elementi di stabilità dei sistemi (elettronici)
 - Oscillatori e generatori di segnale



Corso di Laurea in Fisica

Corso di Laboratorio di Fisica III

Contenuti del corso (seconda parte)

- Elettronica digitale

- Sistemi di numerazione binaria, esadecimale, codifiche
- Elementi di algebra di Boole e operazioni logiche
- Logica combinatoria e principali circuiti
- Logica sequenziale e principali circuiti

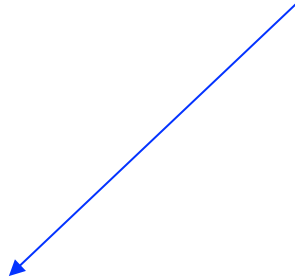
Combinazione di E. digitale ed E. analogica

- I convertitori Digitale/Analogico – Analogico/Digitale
- Il problema del campionamento



Prima di cominciare

Il concetto di "terminale di terra" e "terminale comune"



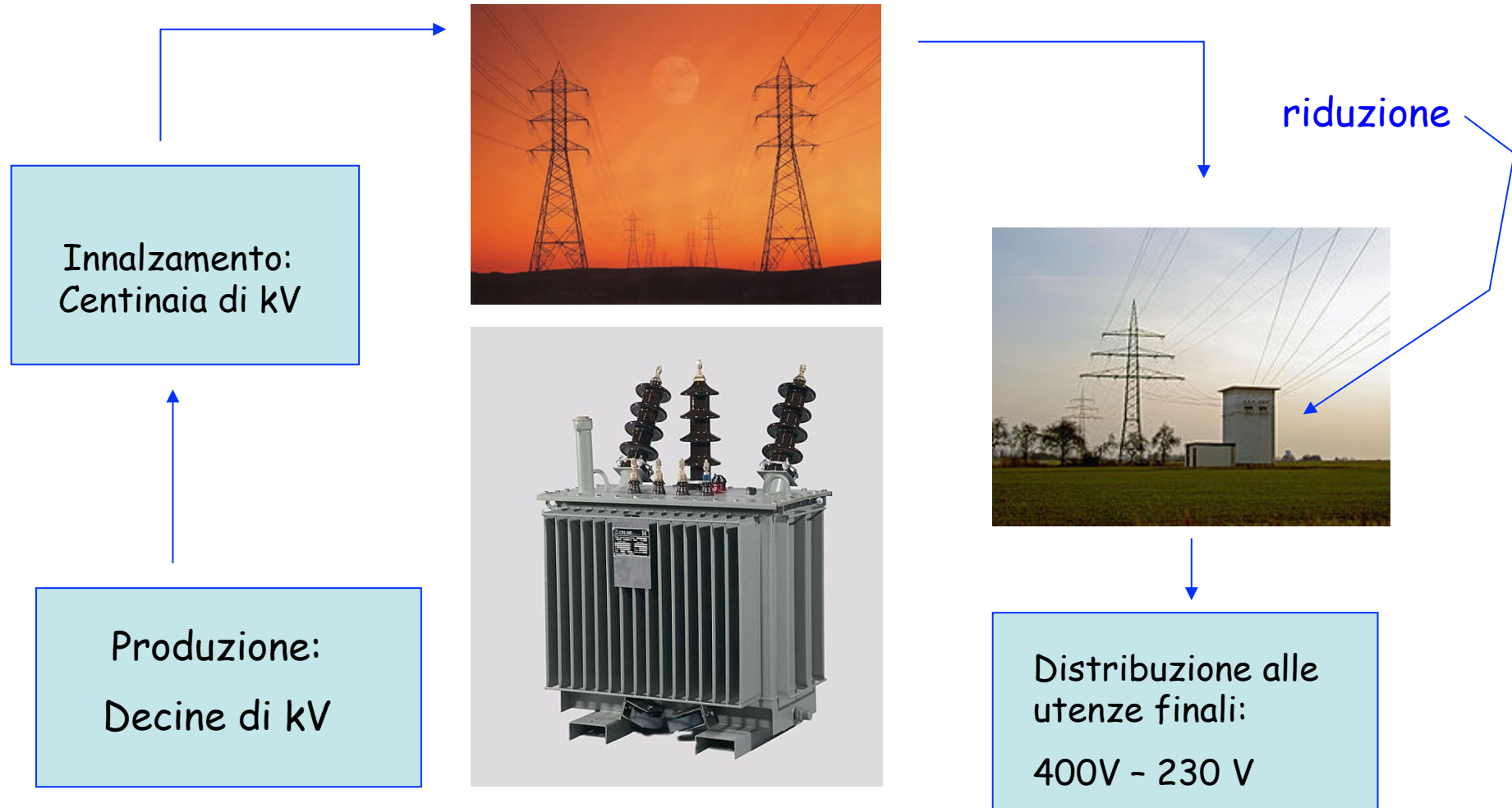
distribuzione
energia elettrica



alimentatori
di tensione "floating"

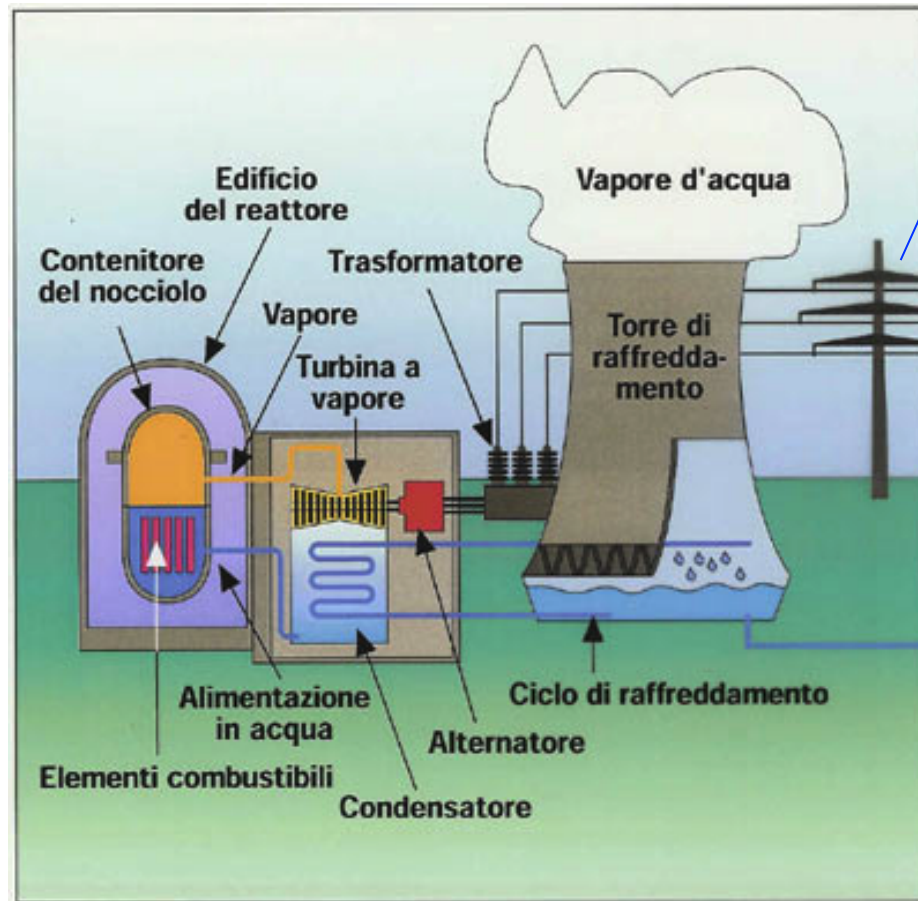


La distribuzione dell'energia elettrica





La distribuzione dell'energia elettrica



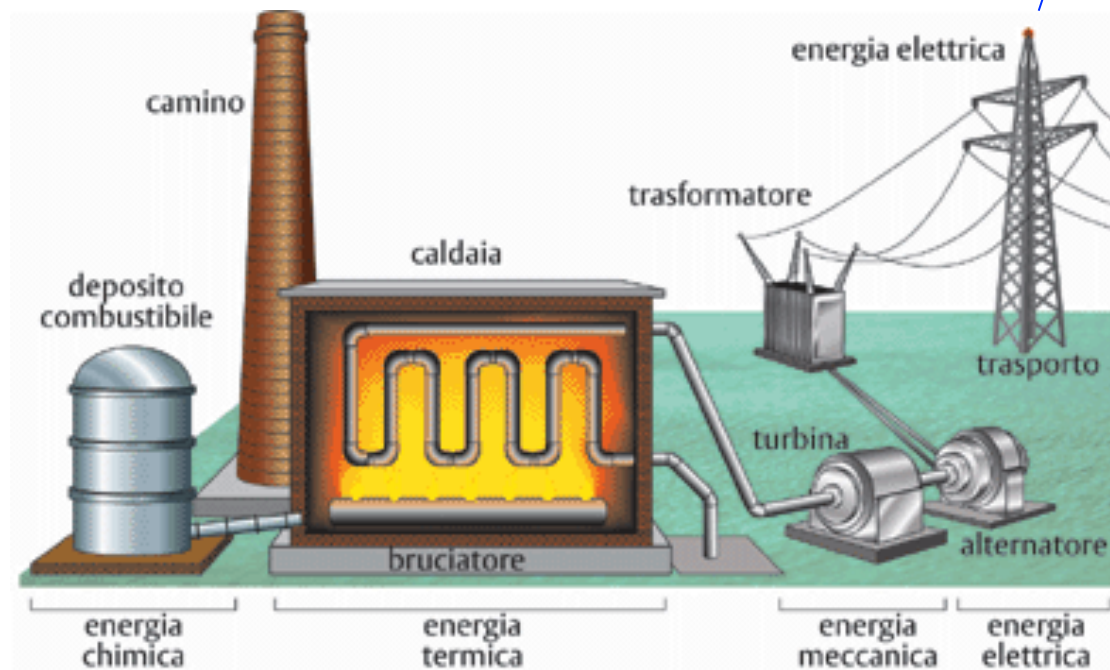
riduzione



Distribuzione alle
utenze finali:
400V - 230 V



La distribuzione dell'energia elettrica



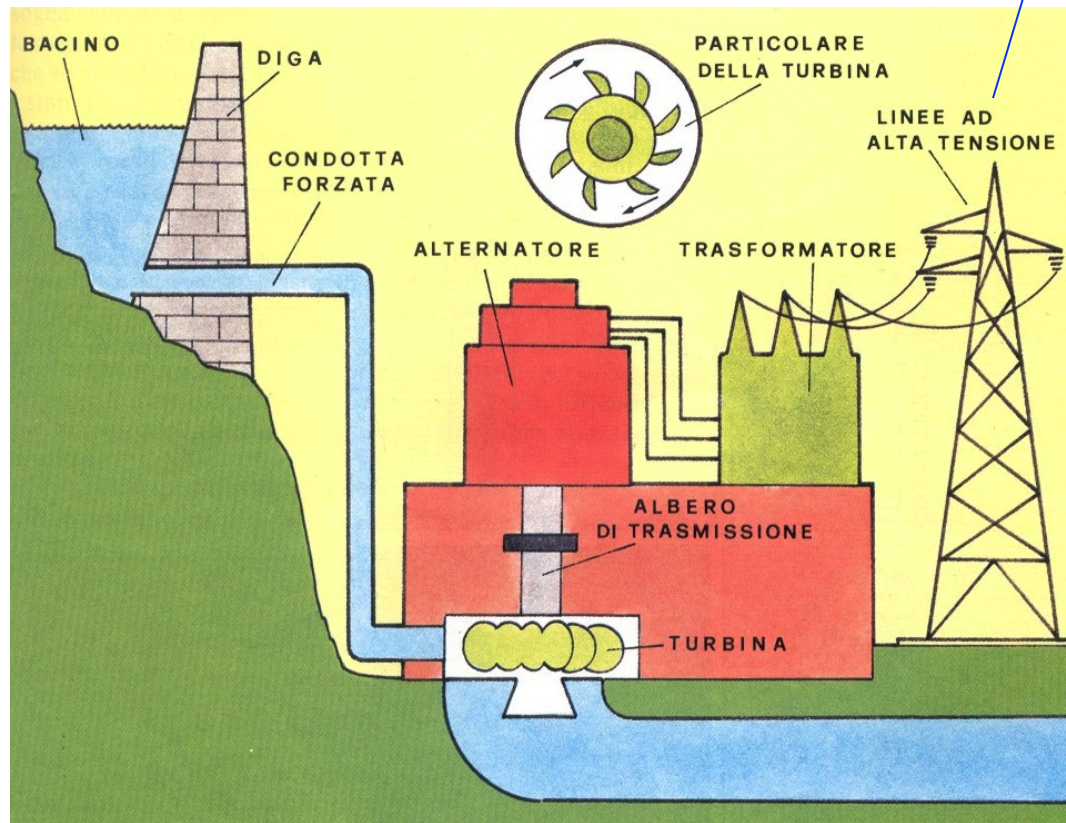
riduzione



Distribuzione alle
utenze finali:
400V - 230 V



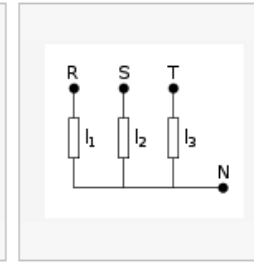
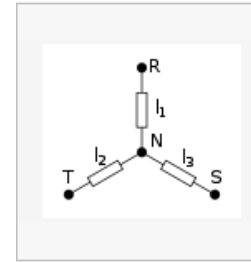
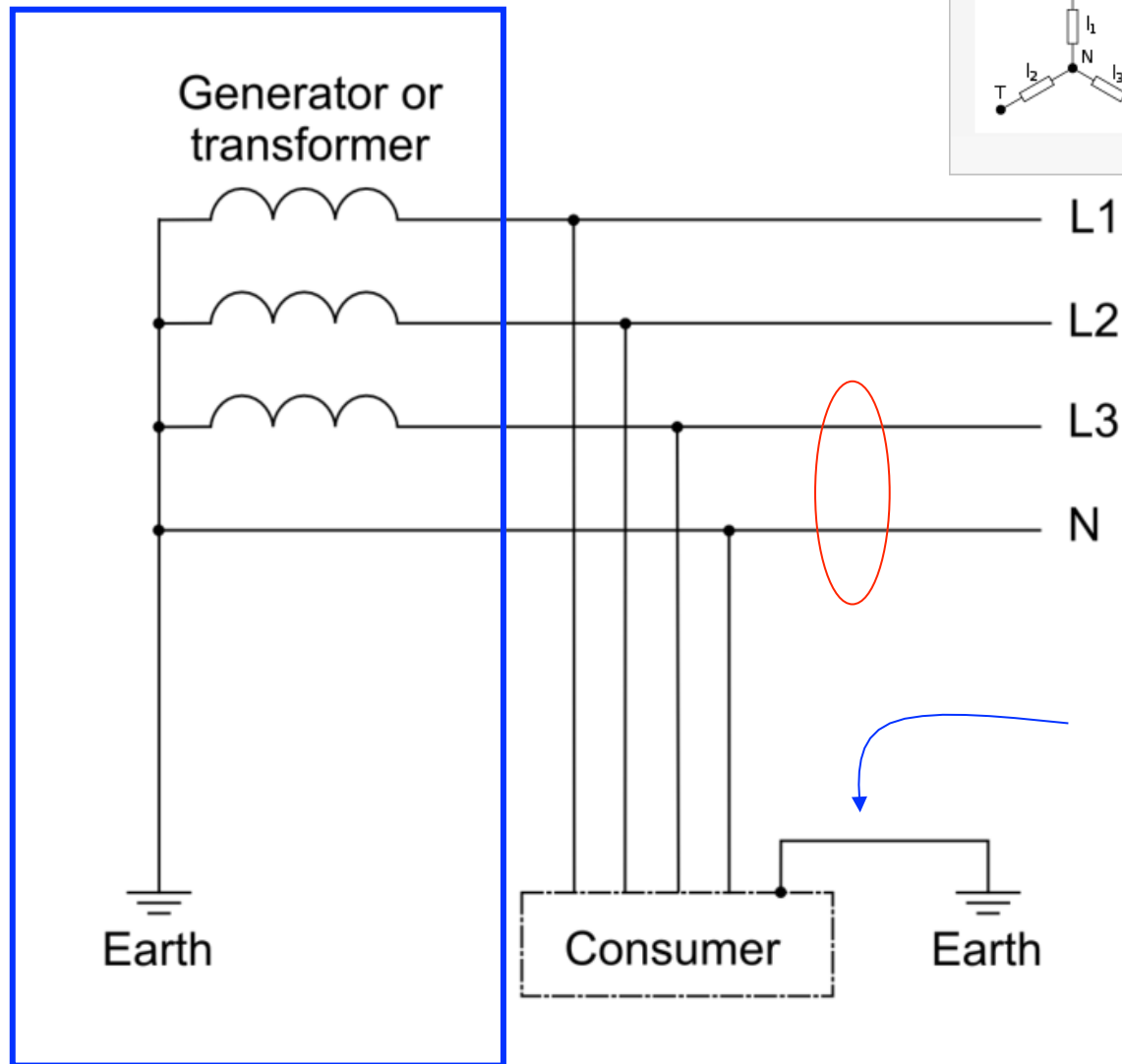
La distribuzione dell'energia elettrica



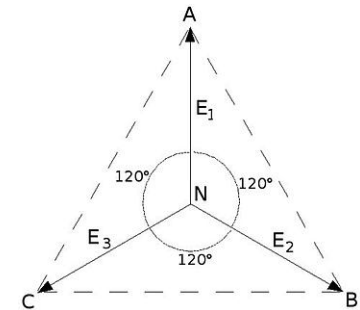
riduzione



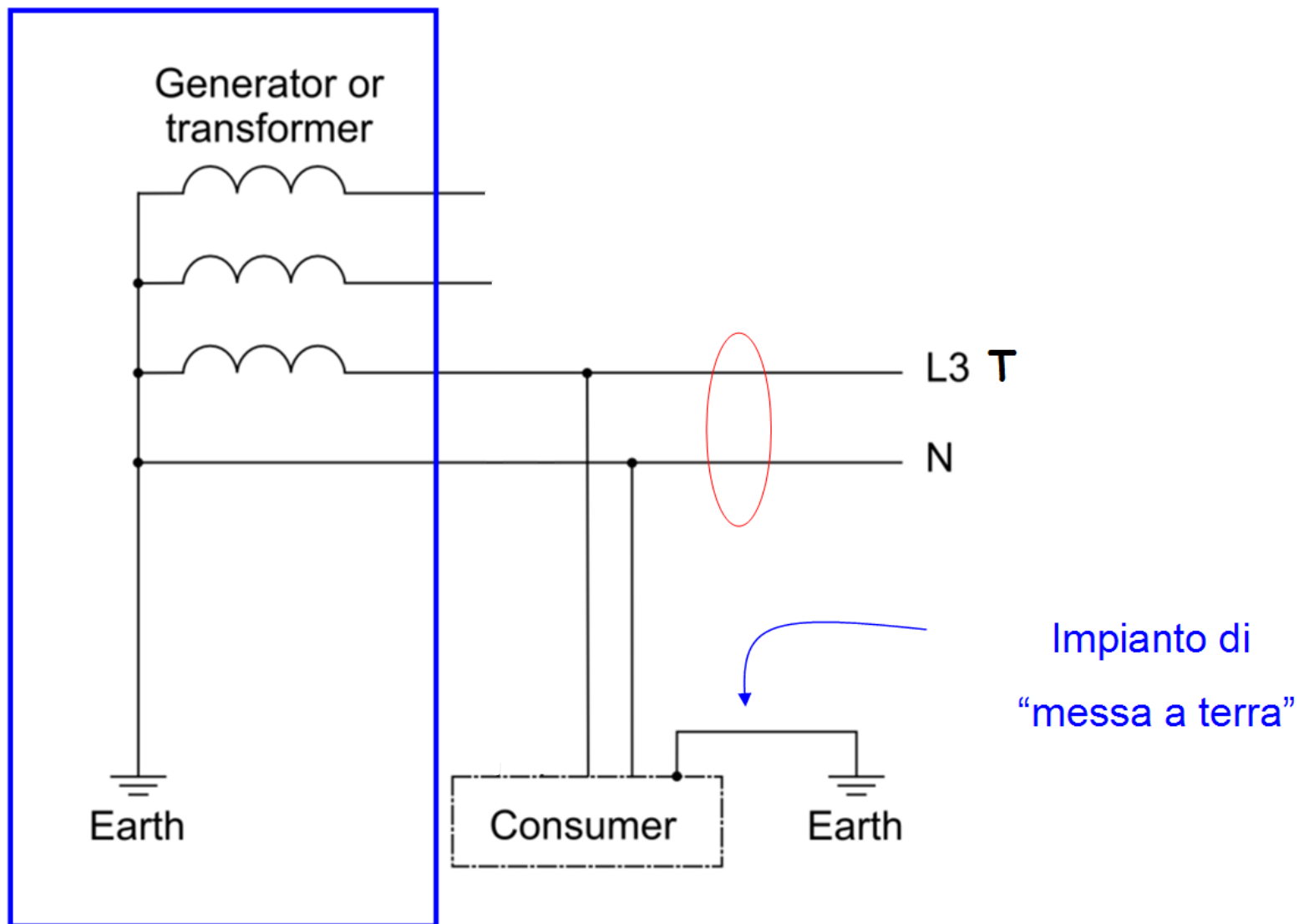
Distribuzione alle
utenze finali:
400V - 230 V



R
S
T

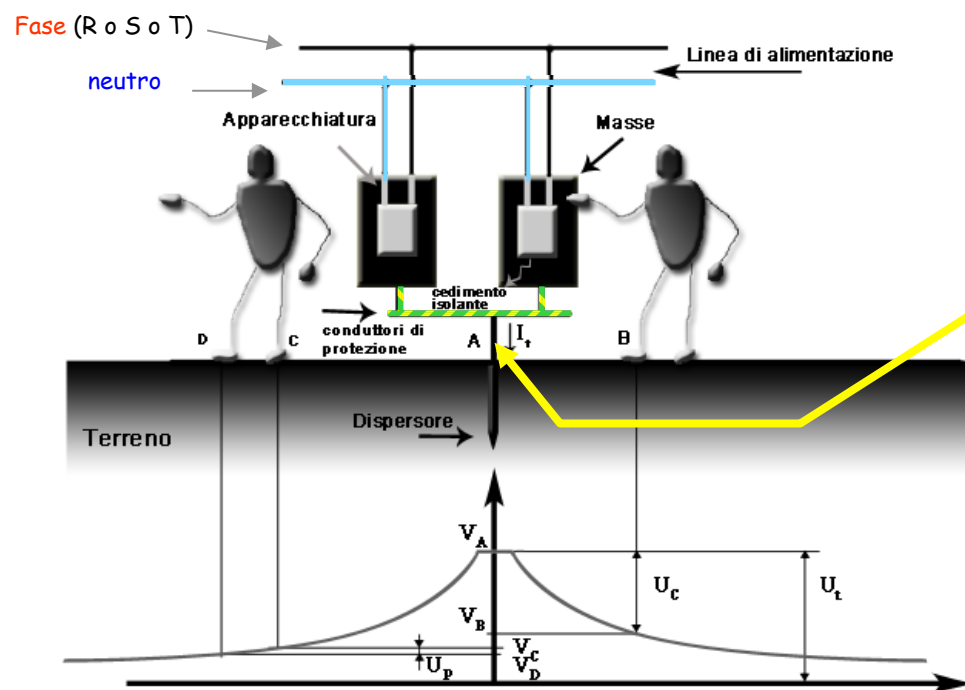


Impianto di
“messa a terra”





Impianto di messa a terra



Impianto di
"messa a terra"



L'Alimentatore Agilent 3631A



0 : -25V

0 : +25V

Rispetto al
COMUNE

Massa o chassis del
3631A

R. Grisenti



L'Alimentatore RIGOL DP831A

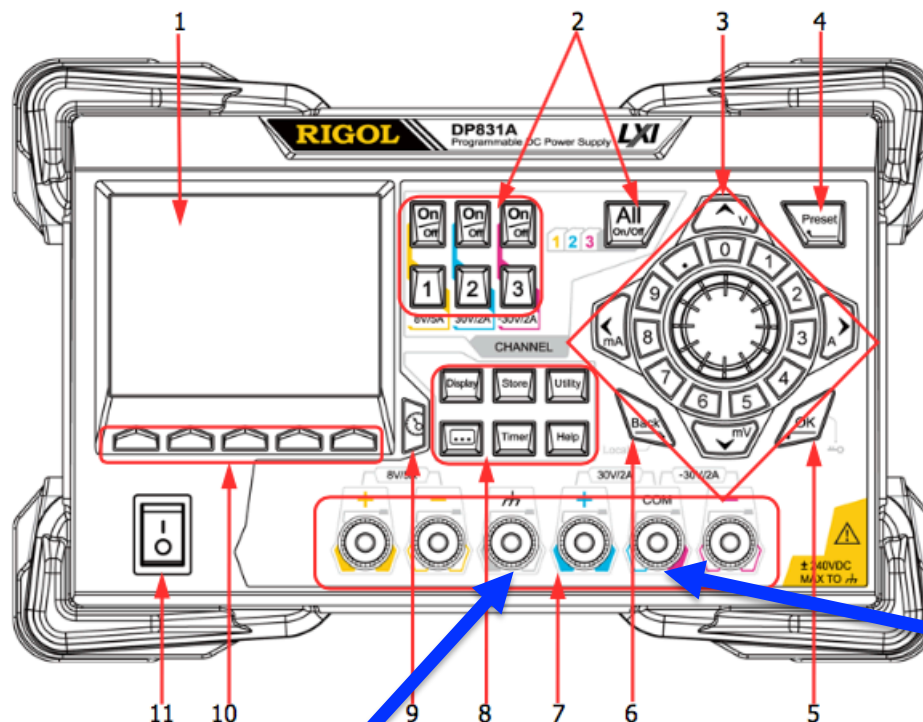


Figure 1-3 DP831A Front Panel

Massa o chassis del
DP831A

0 : -30V

0 : +30V

Rispetto al
COMUNE



L'Alimentatore RIGOL DP831A



0 : -30V

0 : +30V

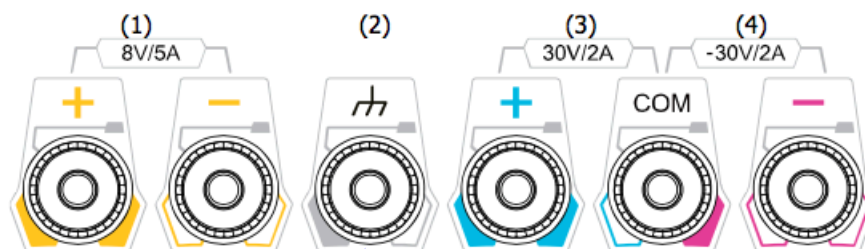
Rispetto al
COMUNE

Massa o chassis del
DP831A



L'Alimentatore RIGOL DP831A

7. Output Terminals



- (1) Output the voltage and current of CH1.
- (2) This terminal is connected to the instrument chassis and ground wire (power cord ground terminal) and is in grounded state.
- (3) Output the voltage and current of CH2.
- (4) Output the voltage and current of CH3.

0 : -30V

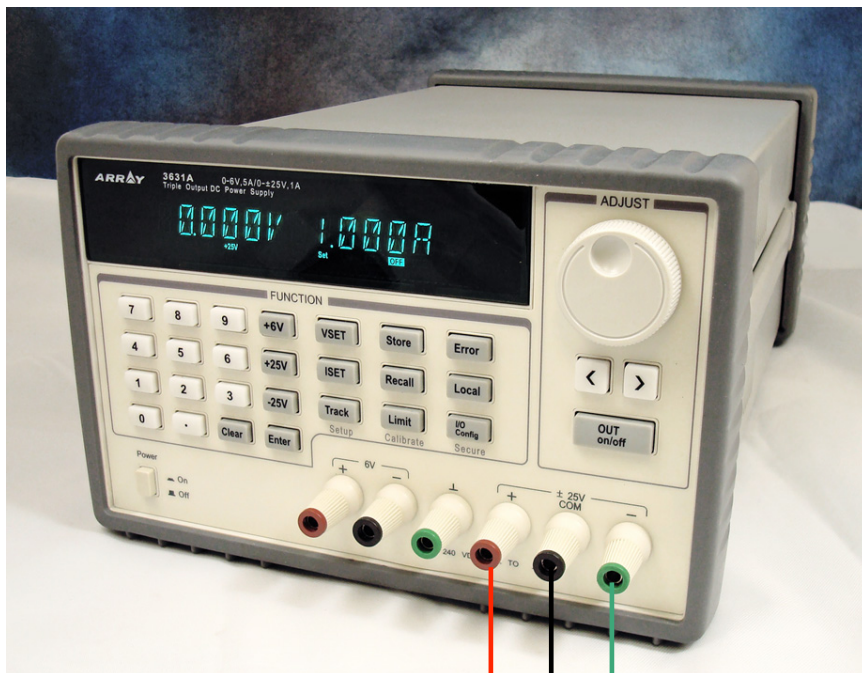
0 : +30V

Rispetto al
COMUNE

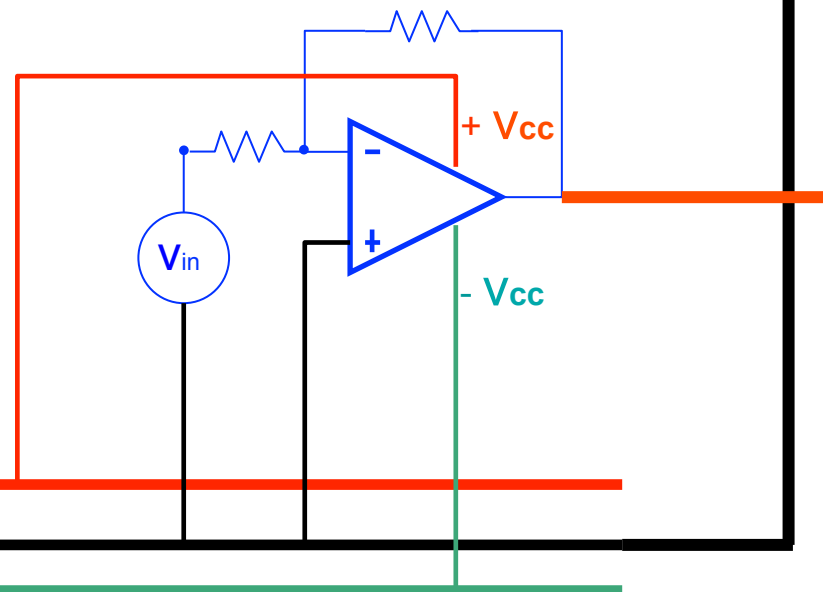
Massa o chassis del
DP831A



L'Alimentatore Agilent 3631A



Potenziale di riferimento

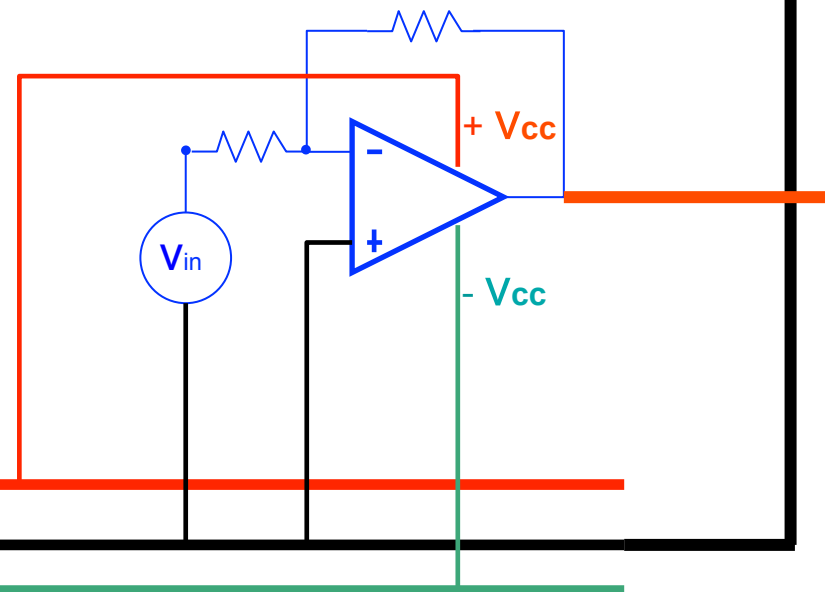




L'Alimentatore Agilent 3631A

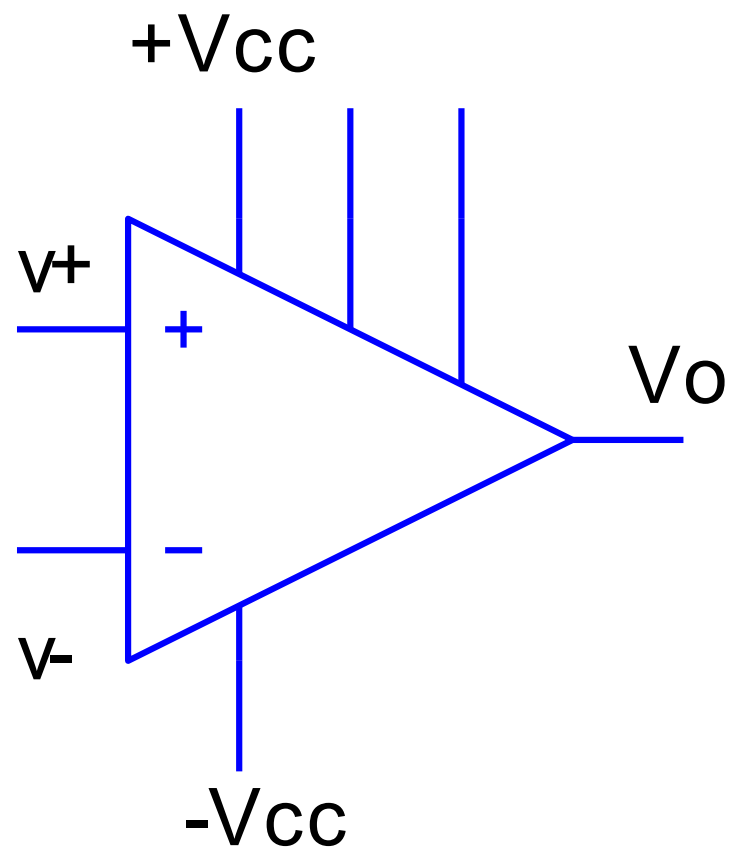


Potenziale di riferimento





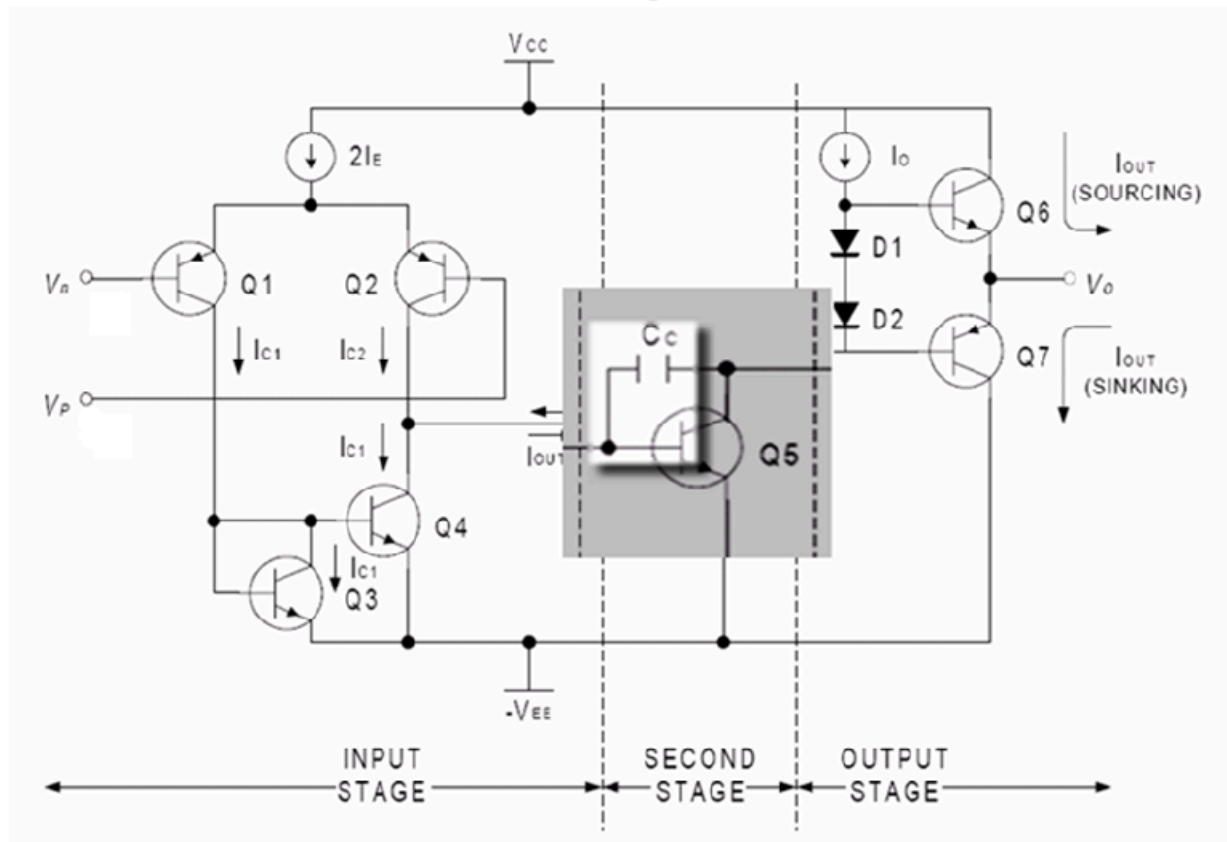
SCHEMA CIRCUITALE DI UN O.A.





SCHEMA SEMPLIFICATO DI UN O.A.

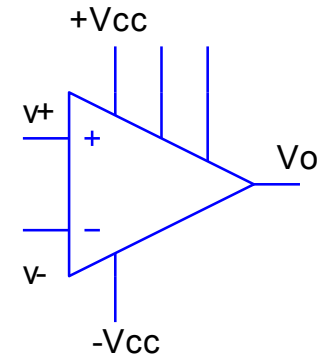
Schema semplificato di un O.A.





Amplificatori operazionali

$$v_o = A_{ol}(v_+ - v_-)$$



Operazionali ideali

$$\left\{ \begin{array}{l} r_{in} \rightarrow \infty \\ r_{out} \rightarrow 0 \\ A_{ol} \rightarrow \infty \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} I_{in} = 0 \\ \text{Se } v_+ = v_- \text{ allora } v_{out} = 0 \\ CMRR = \infty \end{array}$$

Larghezza di banda infinita



Qual'è l'utilità dell'amplificatore operazionale ?

Dato che possiede 2 pin di ingresso V_+ e V_-

L'operazione più semplice è il confronto dei segnali posti all'ingresso:

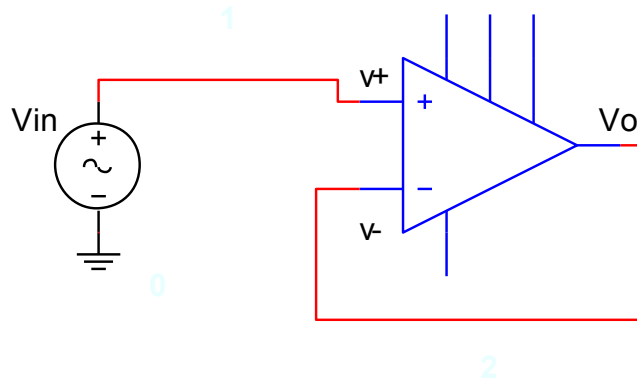
$$v_o = A_{ol}(v_+ - v_-)$$

Se $V_+ > V_-$ allora V_{out} tende alla $V_{alimentazione}$ positiva ($+V_{cc}$)

Se $V_+ < V_-$ allora V_{out} tende alla $V_{alimentazione}$ negativa ($-V_{cc}$)



Follower (inseguitore di segnale)



$$V_o = V_{in}$$

$$V_o = A_{ol}(V_+ - V_-)$$

$$V_o = A_{ol}(V_{in} - V_o)$$

$$V_o + A_{ol}V_o = A_{ol}V_{in}$$

$$V_o = V_{in} \frac{A_{ol}}{1 + A_{ol}}$$

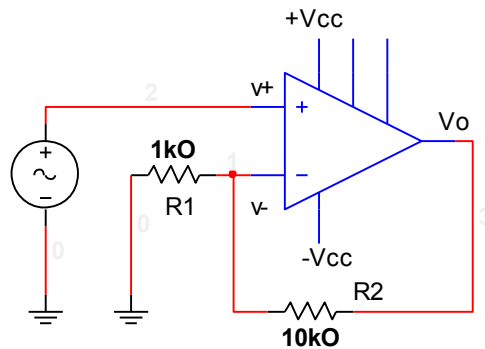
$$V_o = V_{in} \frac{1}{1 + \frac{1}{A_{ol}}}$$

$$A_{ol} \rightarrow \infty$$



Follower (inseguitore di segnale)

Con guadagno



$$v_o = v_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$v_o = v_{in} \frac{R_2 + R_1}{R_1}$$

$$v_o = A_{ol}(v_+ - v_-)$$

$$v_- = v_o R_1 / (R_2 + R_1)$$

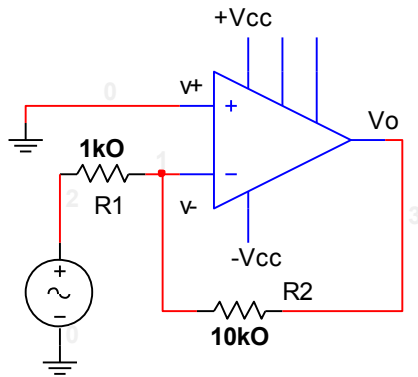
$$v_o = A_{ol} v_{in} - A_{ol} v_o R_1 / (R_2 + R_1)$$

$$v_o = v_{in} \frac{A_{ol}}{1 + \frac{R_1 A_{ol}}{R_2 + R_1}}$$

$$\leftarrow A_{ol} \rightarrow \infty$$



Amplificatore invertente



$$v_o = -v_{in} \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_{ol} \rightarrow \infty$$

$$v_o = A_{ol}(v_+ - v_-)$$

$$v_- = v_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{in}$$

$$v_o = -A_{ol} \frac{(v_o R_1 + v_{in} R_2)}{R_2 + R_1}$$

$$v_o + A_{ol} v_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -A_{ol} v_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$v_o = -A_{ol} v_{in} \frac{\frac{R_2}{R_2 + R_1}}{1 + A_{ol} \frac{R_1}{R_2 + R_1}}$$



Il concetto di ground “virtuale”

In riferimento alla diapositiva precedente si nota che l'espressione di V_- può essere scritta come:

$$v_- = -A_{ol}v_- \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_{in}$$

ponendo $R_s = R_2 + R_1$

$$v_- + A_{ol} \frac{R_1}{R_s} v_- = v_{in} \frac{R_2}{R_s}$$

$$v_- = v_{in} \frac{\frac{R_2}{R_s}}{1 + \frac{A_{ol} R_1}{R_s}}$$

$$A_{ol} \rightarrow \infty \quad v_- \cong 0$$

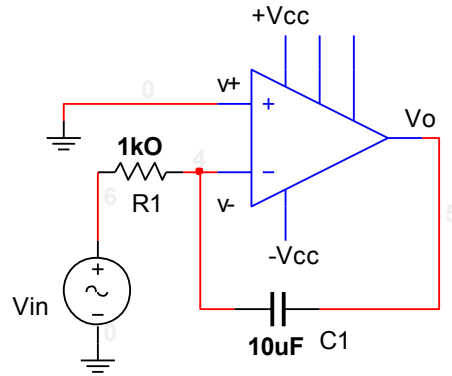
Si può assimilare il potenziale di V_- rispetto a ground come coincidente con il potenziale di ground

Nel ns caso V_- vale circa $5 \cdot 10^{-5} v_{in}$



Integratore ideale (invertente)

Usando il concetto di ground virtuale si ha:



$$I = \frac{v_{in}}{R_1}$$

La corrente entrante nel g.v.

$$I = -C_1 \frac{dv_o}{dt}$$

È uguale alla corrente uscente
(l'A.O. ideale non assorbe corrente)

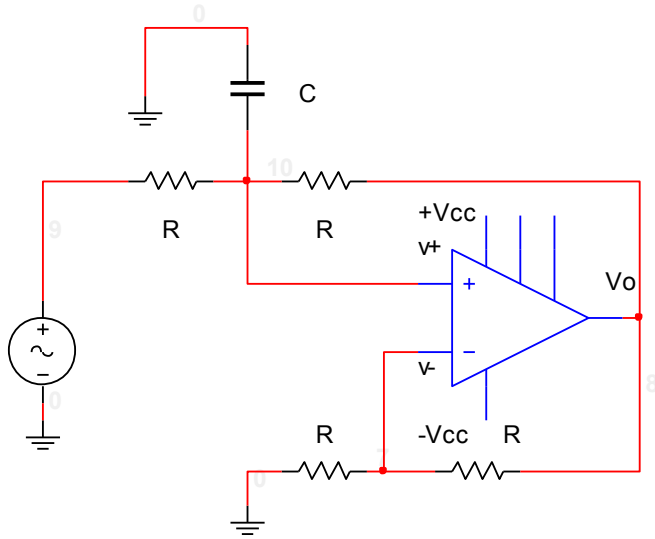
$$\frac{v_{in}}{R_1} = -C_1 \frac{dv_o}{dt}$$

$$\frac{dv_o}{dt} = -\frac{1}{C_1 R_1} v_{in}$$

$$\int dv_o = -\frac{1}{R_1 C_1} \int v_{in} dt$$



Integratore ideale NON invertente



$$\int dv_o = \frac{2}{RC} \int v_{in} dt$$

$$v_o = v_+ \left(1 + \frac{R}{R}\right) = 2v_+ \cdots v_+ = v_o / 2$$

$$\frac{v_{in} - v_+}{R} = C \frac{dv_+}{dt} + \frac{v_+ - v_o}{R}$$

$$\frac{v_{in} - \frac{v_o}{2}}{R} = \frac{C}{2} \frac{dv_o}{dt} - \frac{v_o}{2R}$$

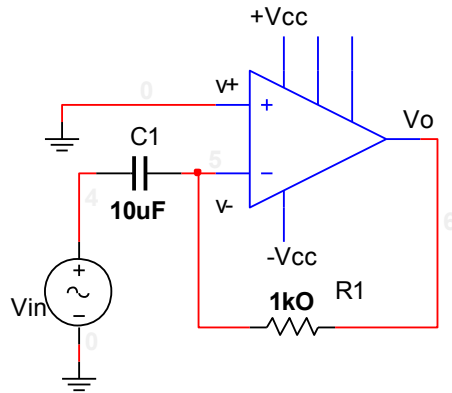
$$v_{in} - \frac{v_o}{2} = \frac{RC}{2} \frac{dv_o}{dt} - \frac{v_o}{2}$$

$$v_{in} = \frac{RC}{2} \frac{dv_o}{dt}$$



Derivatore ideale invertente

Usando ancora il concetto di ground “virtuale” si ha:



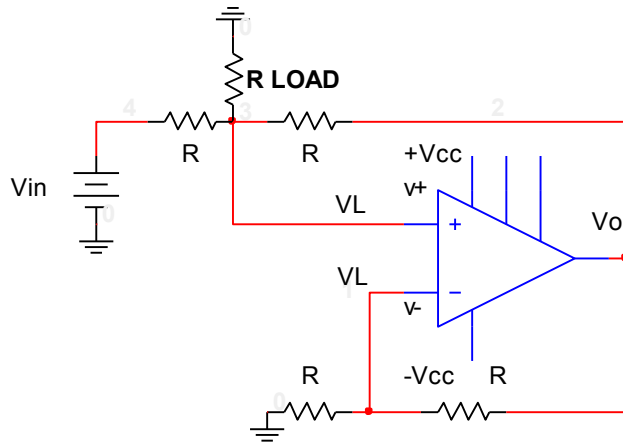
$$C \frac{dv_{in}}{dt} = - \frac{v_o}{R}$$

La corrente entrante nel nodo virtuale è uguale a quella uscente

$$v_o(t) = -RC \frac{dv_{in}(t)}{dt}$$



Generatore di corrente costante (Howland source)



$$\frac{-V_L}{R} = \frac{V_L - v_o}{R} \quad K \quad 2V_L = v_o$$

$$\frac{v_{in} - V_L}{R} = \frac{V_L - v_o}{R} + I_L$$

$$I_L = v_{in} / R$$

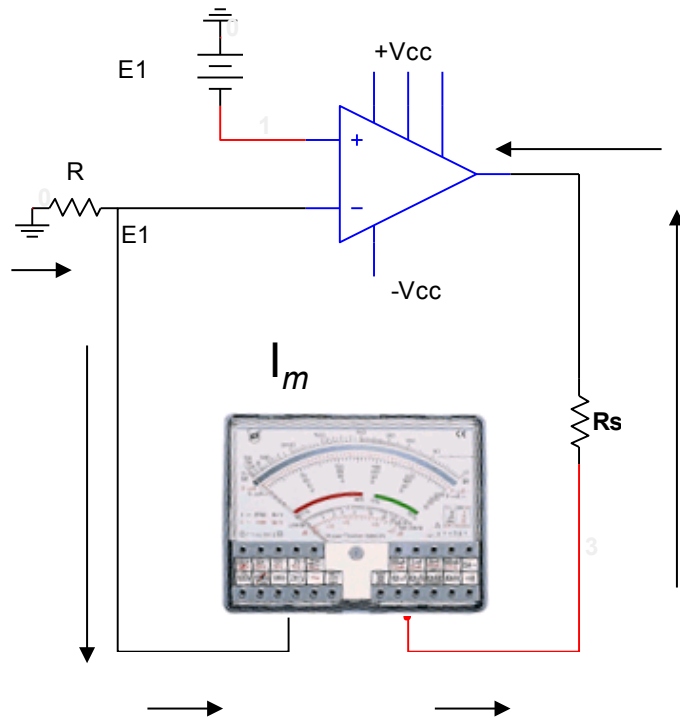
$$v_{in} = I_L R + V_L + V_L - 2V_L$$

La corrente nel carico NON
dipende dal carico ma solo
da R



Voltmetro ad alta resistenza di ingresso

$$I_m = \frac{E_1}{R}$$

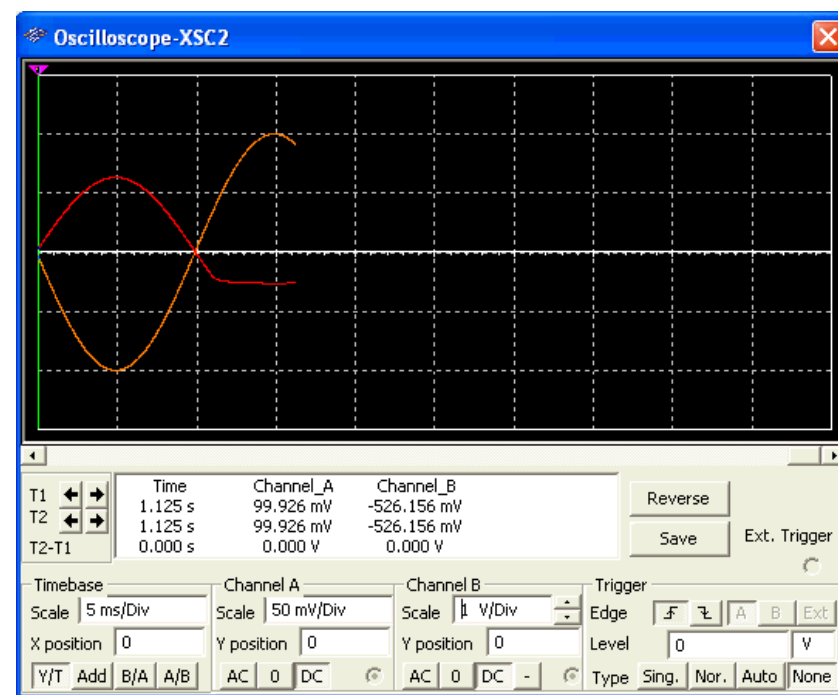
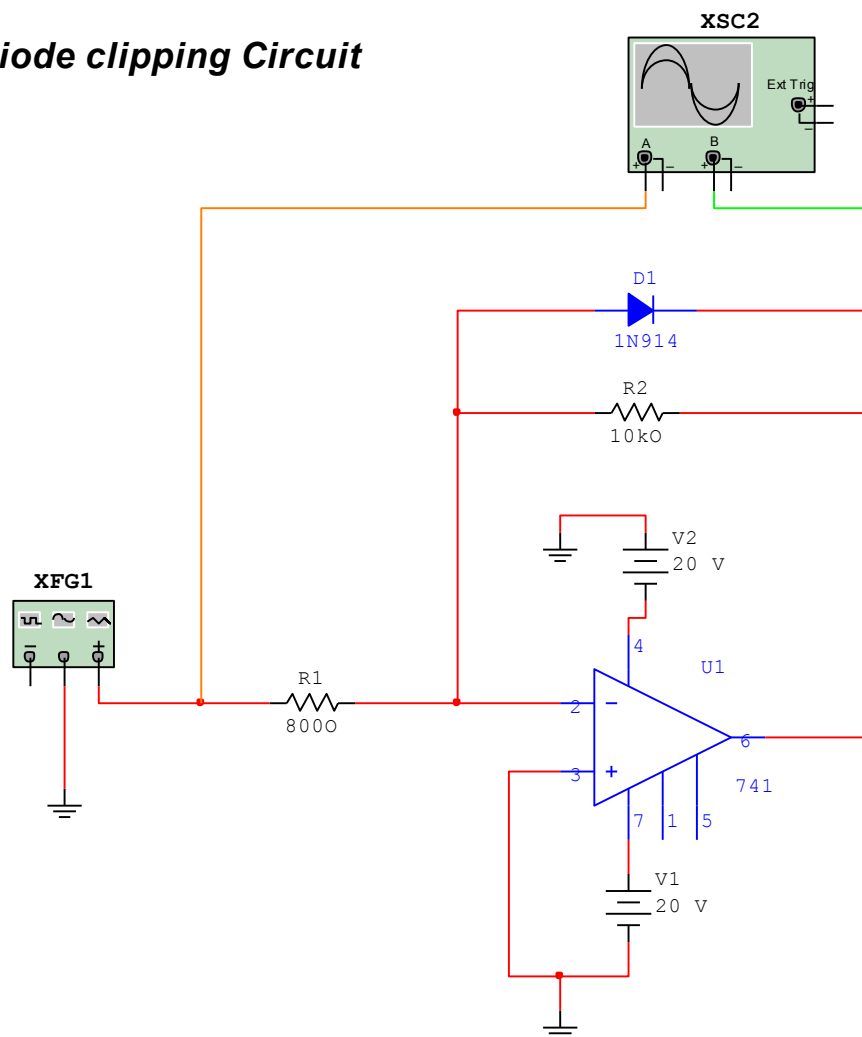


La corrente di retro-azione è indipendente da R_s (res. Interna dello strumento) ed è Regolata solo da E_1 e da R

Se la max corrente di FS è 1 mA e E_1 è di 1 V allora si sceglierà $R \geq 1K\Omega$



Diode clipping Circuit

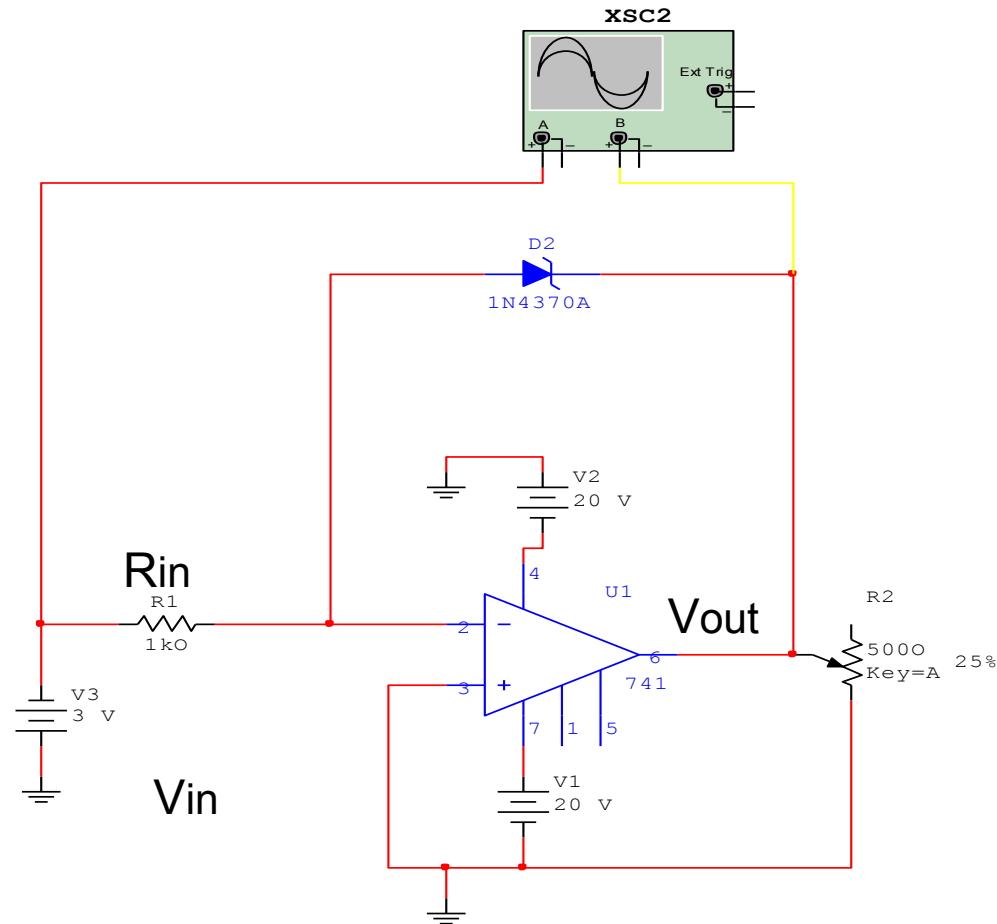



$$I_{\text{media}} \cong 0.636 V_{\text{inrms}} / (R_{\text{in}} 0.707)$$

$$I_{media} \cong 0.9V_{inrms}/R_{in}$$



Limitazione di tensione in uscita con diodo Zener



$$V_{out} = V_{zener}$$

La corrente di regolazione è data da V_{in}/R_{in}

La corrente nel carico è fornita dall'O.A.:

$$I_{max \text{ carico}} = I_{max \text{ op}} - I_{reg}$$