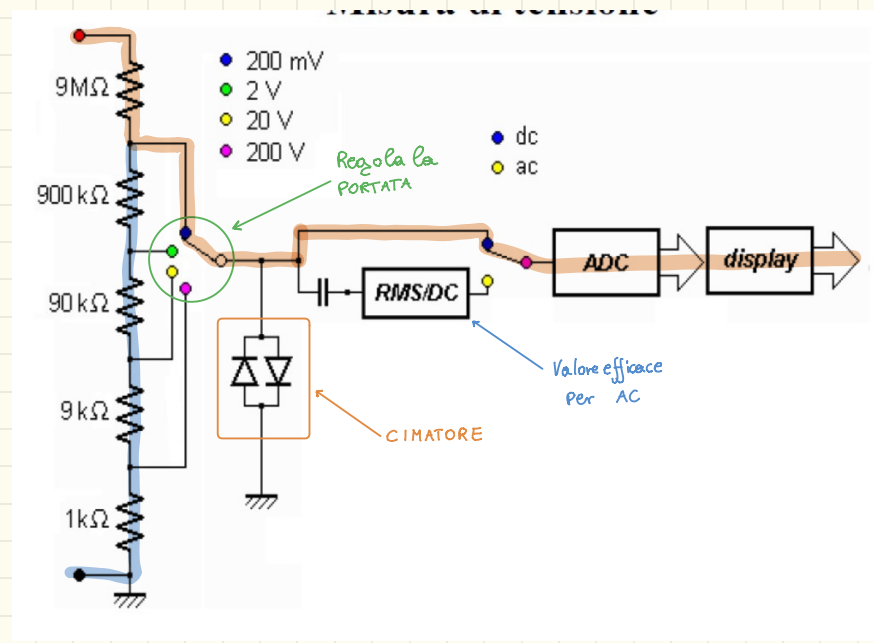


Anche in questo caso abbiamo un blocco AC/DC che ci permette di fare misure sia in corrente continua che alternata

## MISURE DI TENSIONE



Nella prima parte del circuito vediamo un **partitore di tensione** che ci permette di scegliere la portata dello strumento a seconda che dobbiamo misurare tensioni basse o alte. Maggiore è la resistenza e maggiore sarà il voltaggio misurabile.

Abbiamo poi un **cimatore**: è composto da due diodi che proteggono il circuito se avessimo una tensione troppo elevata per il circuito successivo.

**Selettore AC/DC**, lo abbiamo visto anche in alcuni sistemi precedenti: se ci colleghiamo ad AC il segnale passa attraverso un condensatore (che blocca la corrente continua) ed attraverso un...

**Blocco RMS/DC**: è un blocco che riceve un segnale alternato; valuta il **valore efficace** del segnale alternato. Abbiamo visto che il valore efficace nel caso della sinusoide *pura* è  $V_x/\sqrt{2}$ . Il problema è che nel mondo reale **non abbiamo mai un segnale puramente sinusoidale** (ovvero senza armoniche); di conseguenza quella formula non funziona. Ricordiamo che il **valore efficace** è quel valore della corrente (o tensione) che dissipa la stessa energia dell'equivalente corrente continua.

Valore efficace :  $G = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T g^2(t) dt}$

con  $g(t) = V_x \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow V_{eff} = \frac{V_x}{\sqrt{2}}$

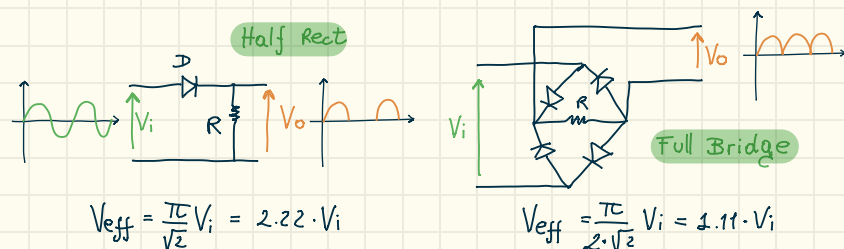
$\Rightarrow$  ho  $V_{eff}$ ,  $V_x = ? \Rightarrow V_x = \sqrt{2} \cdot V_{eff}$

### IL PROBLEMA

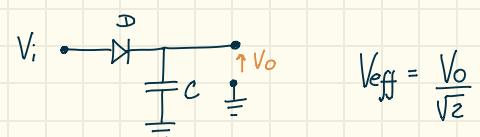
È ovvio a questo punto che quando siamo in presenza di **segnali sinusoidali affetti da rumore** (armoniche in più) **non possiamo usare semplicemente il fattore di conversione  $1/\sqrt{2}$** . Dobbiamo quindi **calcolare il valore RMS con la formula originaria**.

Per fare questo calcolo abbiamo bisogno di un ulteriore blocco **che costa molto**, e quindi non possiamo trovarlo in multimetri poco costosi.

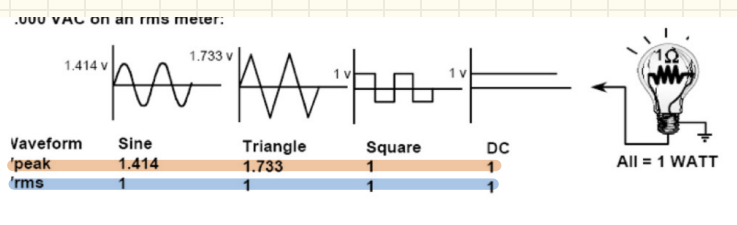
## CIRCUITI PER IL RMS



### A VALORE DI PICCO - Con Condensatore

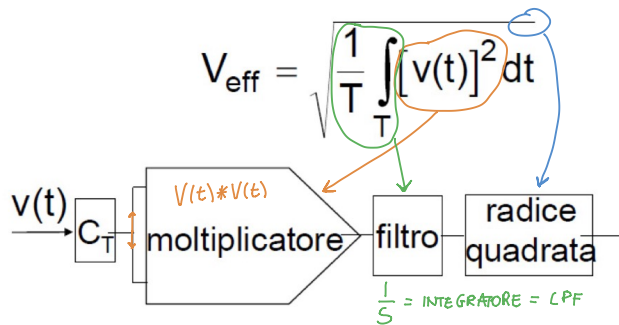


Il funzionamento si basa sul fatto che il condensatore si carica sempre con l'ampiezza massima che assume il segnale in ingresso, e se si scarica lentamente possiamo leggere il valore di picco su di esso e calcolarne l'RMS



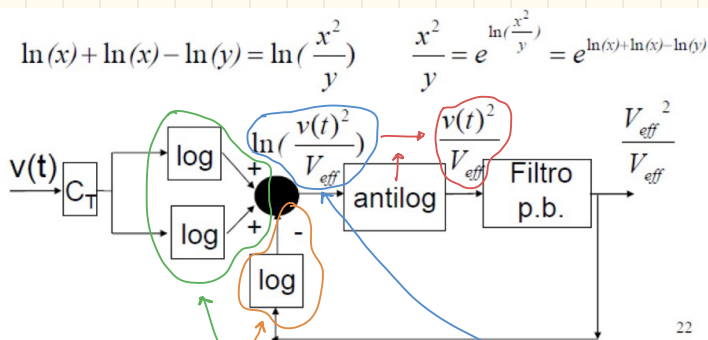
# CONVERTITORI TRMS - TRUE RMS

## APPROCCIO ANALOGICO



Per realizzare il moltiplicatore usiamo i logaritmi: siccome la moltiplicazione è la somma dei logaritmi, possiamo realizzare  $\text{Log}(v^2) = \text{Log}(v) + \text{Log}(v)$ . Il logaritmo è ottenuto usando un **amplificatore operazionale con un diodo nel ramo di retroazione**.

A questa somma ( $v^2$ ) andiamo a **sottrarre proprio il valore efficace** che recuperiamo dall'uscita tramite un ramo in retroazione. Anche in questo caso ne facciamo il logaritmo in modo da ottenere una somma finale pari a  $v^2/V_{eff}$



$$v^2: \log(v^2) = \log(v) + \log(v) \Rightarrow v^2$$

$$-\log(V_{eff}) \Rightarrow \frac{1}{V_{eff}}$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{v(t)^2}{V_{eff}^2}\right)$$

Ottenuto il valore  $v^2(t)/V_{eff}$  possiamo integrare con un filtro passa basso; siccome  $V_{eff}$  è una costante non viene influenzata (perché è un integrale!); quindi otteniamo l'integrale della nostra tensione al quadrato; siccome il valore efficace è proprio **la radice** dell'integrale della tensione al quadrato, ne deduciamo che questo termine altro non è che **il valore efficace al quadrato**, che diviso per il valore efficace (costante) ci dà proprio il valore efficace **calcolato in maniera analogica**.

! Manca la radice

$$\frac{1}{V_{eff}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt$$

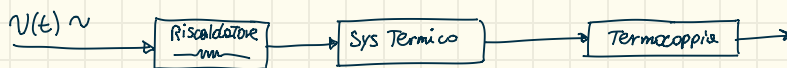
$$\frac{v(t)^2}{V_{eff}} \xrightarrow{\frac{1}{s}} \frac{V_{eff}^2}{V_{eff}} = V_{eff}$$

QED

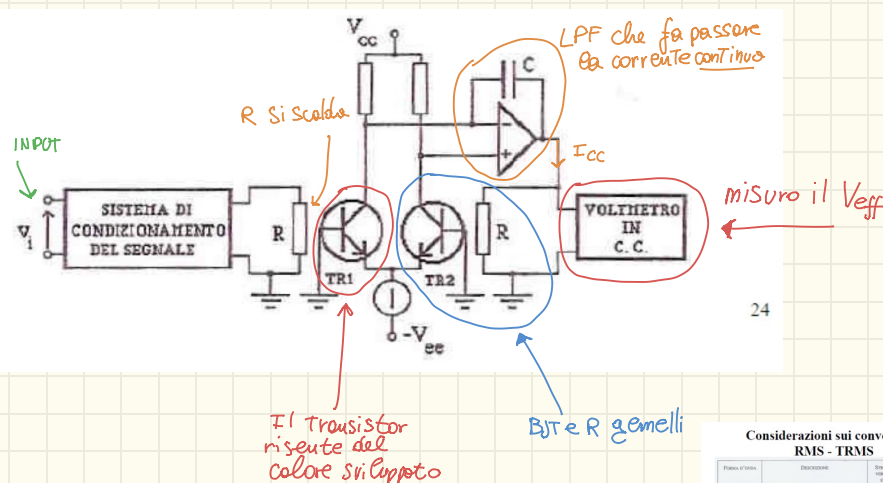
## APPROCCIO TERMICO

Con questo approccio andiamo proprio ad applicare la definizione di valore efficace, ovvero quel valore continuo che dissipa la stessa potenza dissipata dal segnale in alternata.

Andiamo quindi a collegare il segnale di input ad un resistore e misuriamo la temperatura alla quale questo si porta tramite una **termocoppia** (vista tempo fa).



$$P = I_{eff}^2 \cdot R$$



Il circuito è composto da due metà: una prima dove viene posto in ingresso l'input (alternato distorto) che riscalda un resistore; questo resistore a sua volta riscalda un BJT (transistor) che risente della temperatura e fa passare più o meno corrente.

L'altra metà è esattamente uguale, solo che la corrente con cui si alimenta il resistore è **continua**; anche questo riscalda il bjt.

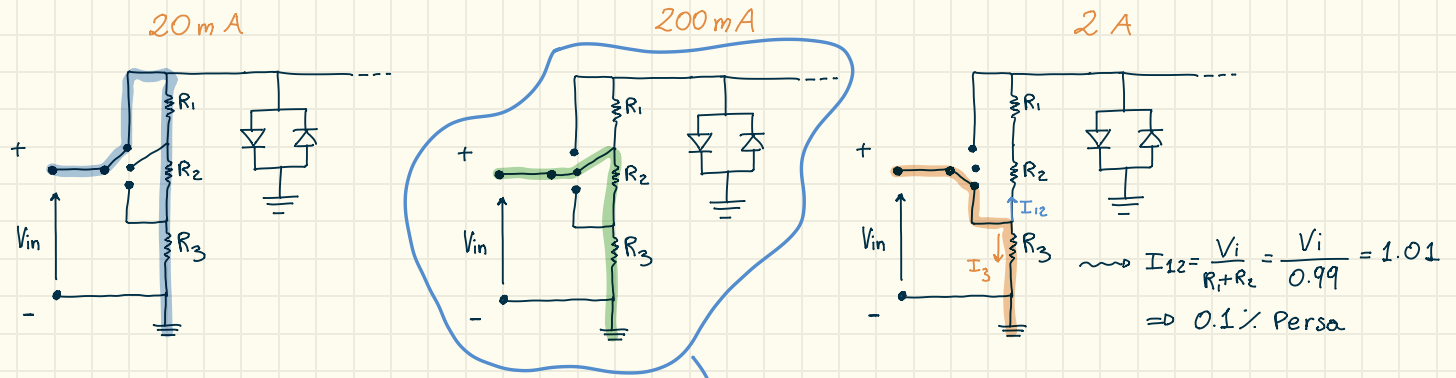
Ad un certo punto le due metà si stabilizzano arrivando ad avere i due transistor che fanno passare la stessa corrente (**i transistor sono alimentati in continua!**).

Possiamo misurare il **valore efficace della tensione** tramite il voltmetro in corrente continua nella seconda metà del circuito.

Considerazioni sui convertitori RMS - TRMS

Forma d'onda	Descrizione	Errore relativo a 100 A	Errore relativo a 100 A
	Forma d'onda sinusoidale ideale	100 A	
	Forma d'onda sinusoidale distorta	102 A	
	Forma d'onda a impulsi (duty cycle 50%)	106 A	
	Forma d'onda a triangolo (duty cycle 50%)	105 A	
	Forma d'onda a impulsi (duty cycle 50%)	105 A	
	Forma d'onda complessa (duty cycle 50%)	65 A	
	Forma d'onda complessa (duty cycle 50%)	111 A	

# MISURE DI CORRENTE



**PARTITORE DI CORRENTE**  
 solo una piccola parte della corrente va persa

$$V = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{V}{R}$$

$$I = I_1 + I_{23} = \frac{V_i}{R_1} + \frac{V_i}{R_2 + R_3}$$

Questa corrente si "perde"

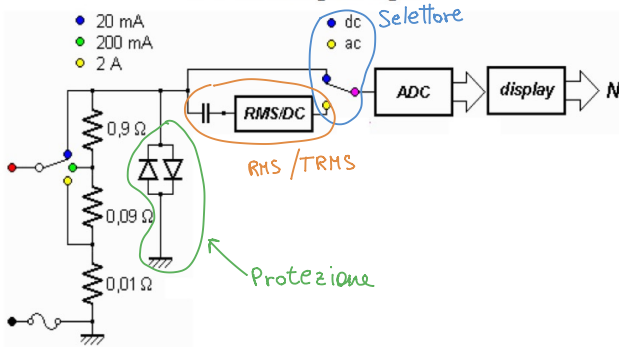
MA

$$\begin{cases} R_1 = 0.9 \Omega \\ R_2 = 0.09 \Omega \\ R_3 = 0.01 \Omega \end{cases} \Rightarrow$$

$$I_1 = \frac{V_i}{0.9} = \frac{V \cdot 1.11}{0.9} \quad I_{23} \gg I_1$$

$$I_2 + I_3 = \frac{V_i}{0.09 + 0.01} = \frac{V \cdot 10}{0.1}$$

## Multimetro digitale - amperometro schema di principio



## SHUNT

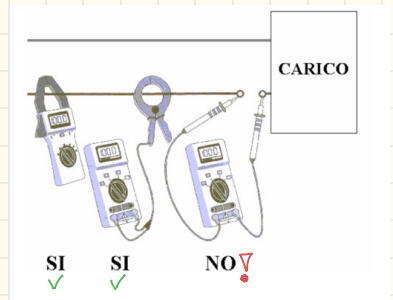
è essenzialmente un resistore **molto piccolo** che va collegato **in parallelo al multimetro** e ci permette di **calcolare una corrente molto elevata**, sicuramente più alta di quella per il quale il multimetro era originariamente progettato.



## Pinza amperometrica

Questa pinza serve a misurare gli ampere che scorrono in un cavo. Le due pizze sono di materiale ferromagnetico.

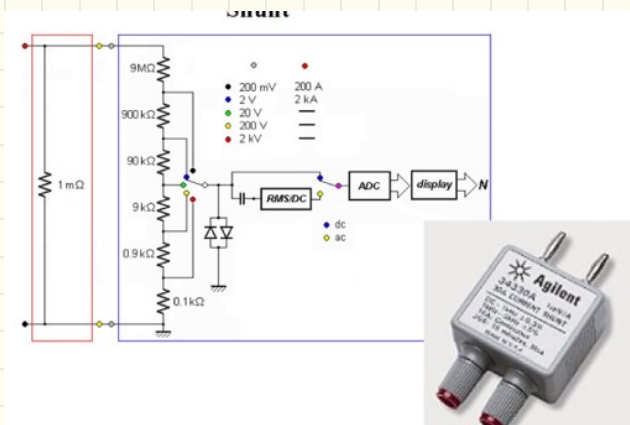
Quando il carico è elevato, dobbiamo **assolutamente usare la pinza amperometrica**.



Se  $R_s \ll R_L$

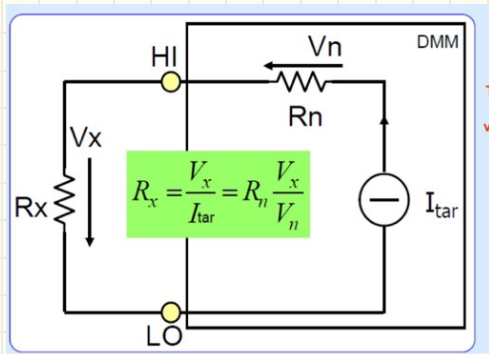
$$I_s = I \cdot \frac{R_L}{R_L + R_s} \approx I \cdot \frac{R_L}{R_L} \approx I$$

Con  $R_L \gg R_s$   $I_s \approx I$   
 $I_L \approx 0 \text{ A} \rightarrow \text{SICURO}$



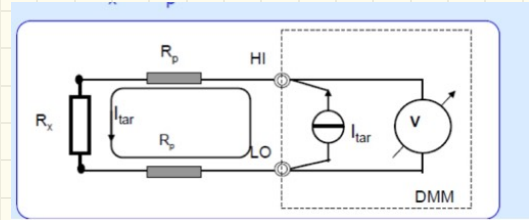
# MISURARE LA RESISTENZA

## MISURA A DUE MORSETTI

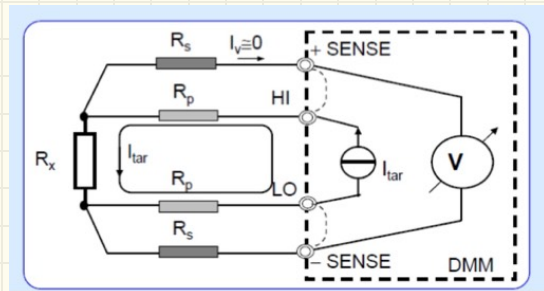


La misura più semplice che possiamo fare è semplicemente avere un **generatore di corrente interno al multimetro** ed un voltmetro. Si misura la tensione ai capi del generatore e si calcola così la resistenza.

Il **problema** è che (come abbiamo già visto con il metodo voltamperometrico) con il voltmetro così configurato andiamo a misurare delle **resistenze parassite** e quindi otteniamo una misura non corretta.

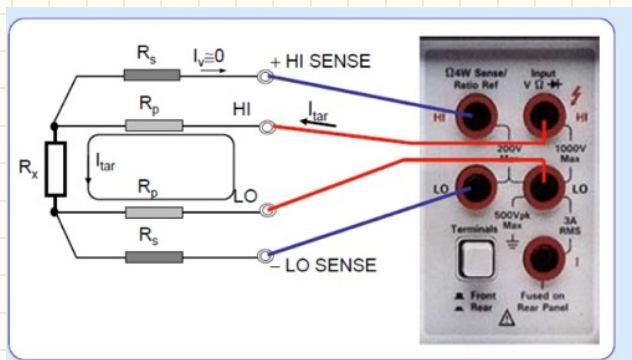


## MISURA A QUATTRO MORSETTI



Con questa configurazione il voltmetro viene collegato **direttamente al resistore** mediante 2 morsetti **separati** da quelli del generatore di corrente. In questo modo il voltmetro misura unicamente la caduta di tensione sulla resistenza.

La corrente che entra nel voltmetro è **molto bassa**, e quindi anche la caduta di tensione parassita lo sarà (trascurabile).



Vediamo come i morsetti corrispondenti al generatore di corrente sono denominati con **input**, mentre i morsetti che misurano la tensione sono denominati con **sense**.