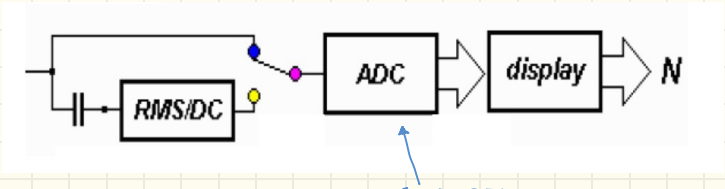
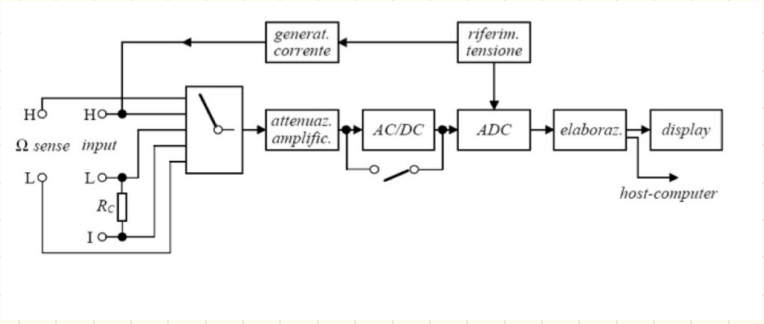
MULTIMETRI NUMERICI

Lez 21 2020-12-15

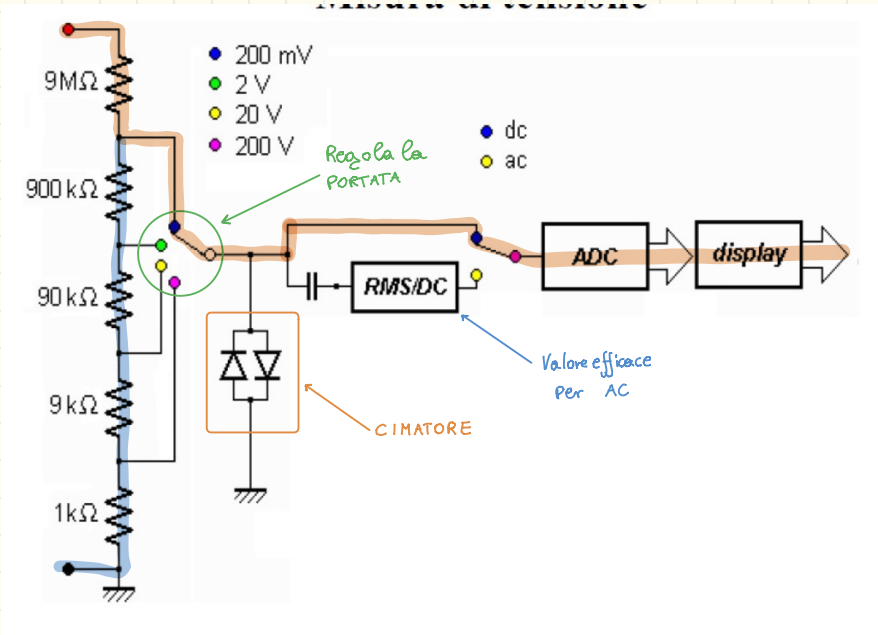


CUORE DEL DISPOSITIVO



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 Vx/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: $G = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} g^2(t)\,dt}$

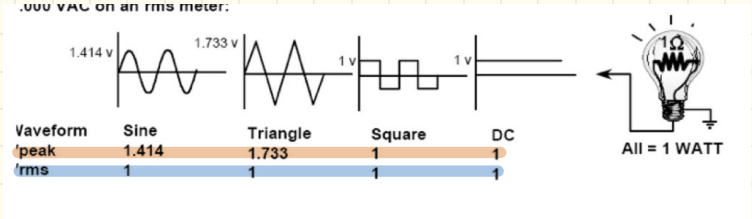
con $g(t) = V_x \cdot \sin(\omega t) \Rightarrow V_{eff} = \frac{V_x}{\sqrt{2}}$

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

IL PROBLEMA

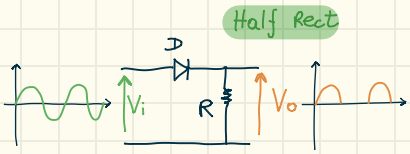
È ovvio a questo punto che quando siamo in presenza di **segnali sinusoidali affetti da rumore** (armoniche in più) **non possiamo usare semplicemente il fattore di conversione** 1/sqrt(2). Dobbiamo quindi **calcolare il valore RMS con la formula originaria.**

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

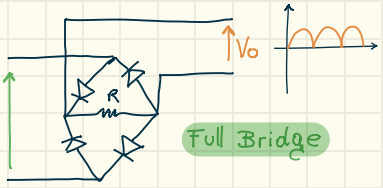


CIRCUITI PER IL RMS

Half Rect

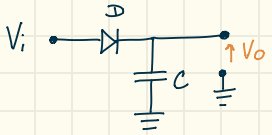


$V_{eff} = \frac{\pi}{\sqrt{2}} V_i = 2.22 \cdot V_i$



$V_{eff} = \frac{\pi}{2\cdot\sqrt{2}} V_i = 1.11 \cdot V_i$

A VALORE DI PICCO - Con Condensatore

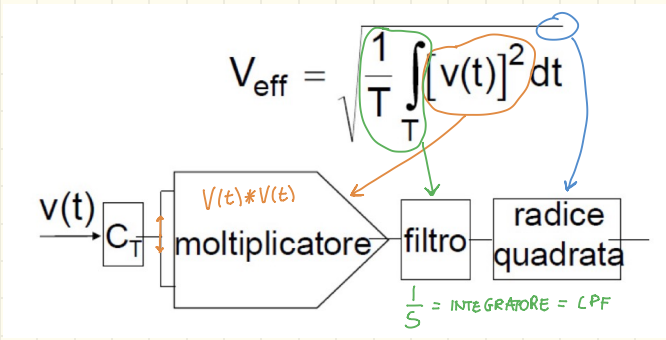


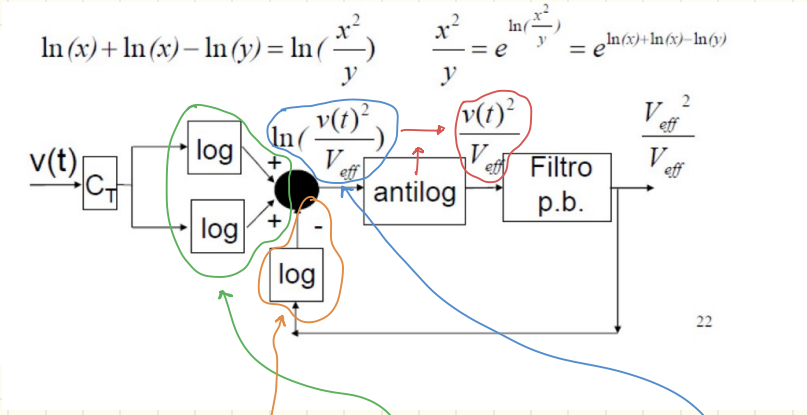
$V_{eff} = \frac{V_o}{\sqrt{2}}$

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 è calcolarne l'RMS

CONVERTITORI TRMS - TRUE RMS

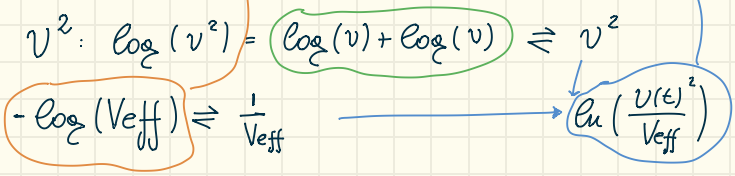
APPROCCIO ANALOGICO



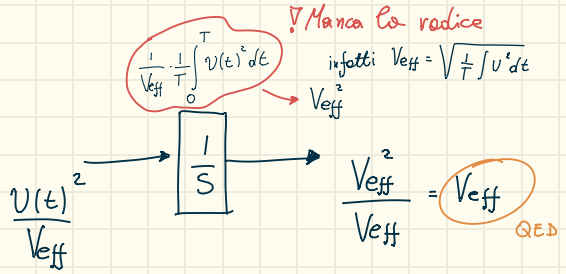


Per realizzare il moltiplicatore usiamo i logaritmi: siccome la moltiplicazione è la somma dei logaritmi, possiamo realizzare Log(v^2)=log(v)+log(v). Il logaritmo è ottenuto usando un **amplificatore operazionale con un diodo nel ramo di retroazione.**

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/Veff



Ottenuto il valore v^2(t)/Veff possiamo integrare con un filtro passa basso; siccome Veff 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** del l'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 da proprio il valore efficace **calcolato in maniera analogica**.

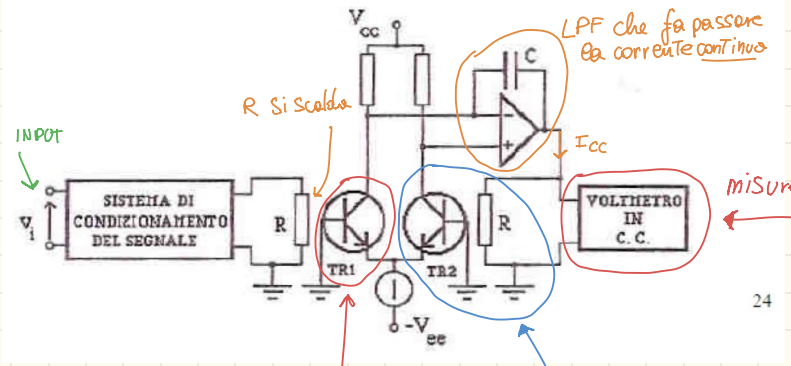


APPROCCIO TERMICO

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).

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

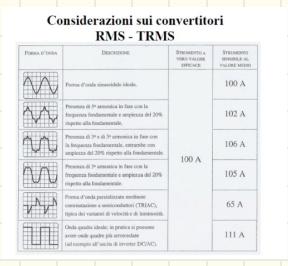


Il circuito è composto da due metà: una prima dove viene posto in ingresso l'input (alternato distorto) che riscalda un resistore; questo resistore a sua volta riscalda un BJT (transistor) che risente della temperatura e fa passare più o meno corrente.

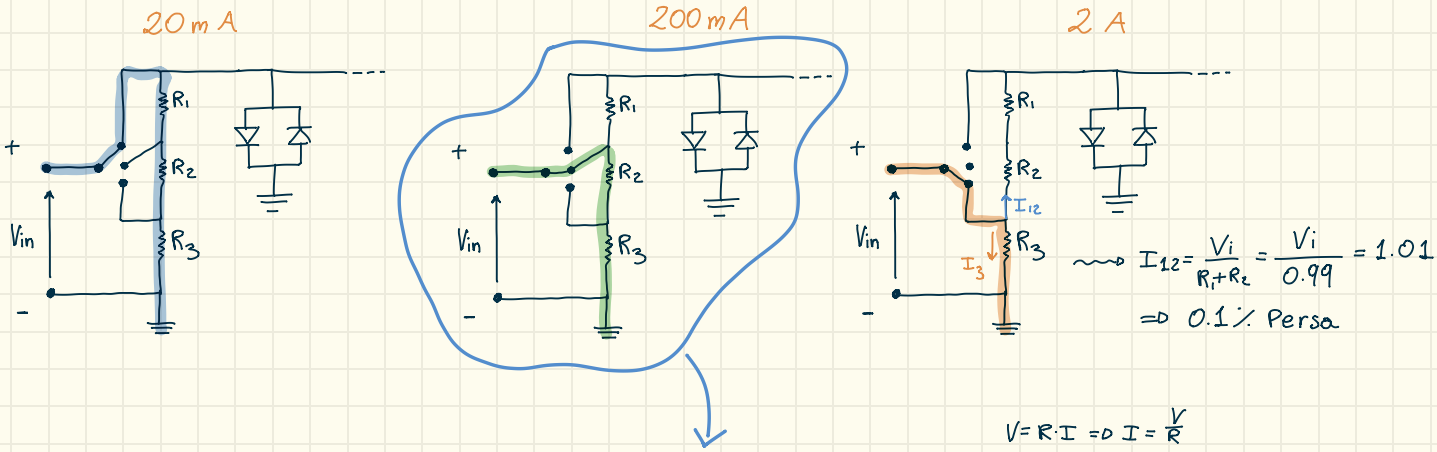
L'altra metà è esattamente uguale, solo che la corrente con cui si alimenta il resistore **è continua**; anche questo riscalda il bjt.

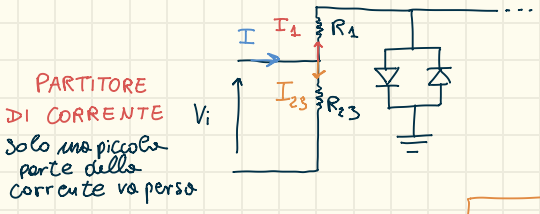
Ad un certo punto le due metà si stabilizzano arrivando ad avere i due transistor che fanno passare la stessa corrente (**i transistor sono alimentati in continua!**).

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



MISURE DI CORRENTE





PARTITORE DI CORRENTE

Solo una piccola parte della corrente va perso

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

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

Questa corrente si "perde"

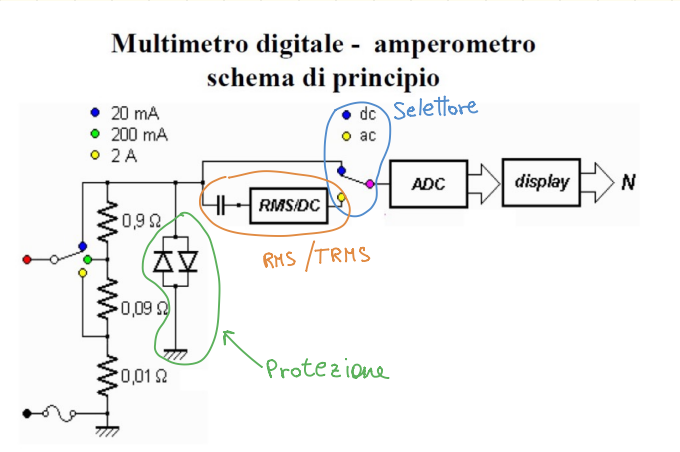
MA

$R_1 = 0.9\,\Omega$
$R_2 = 0.09\,\Omega$
$R_3 = 0.01\,\Omega$
$\Rightarrow$

$I_1 = \frac{V_i}{0.9} = V \cdot 1.11$

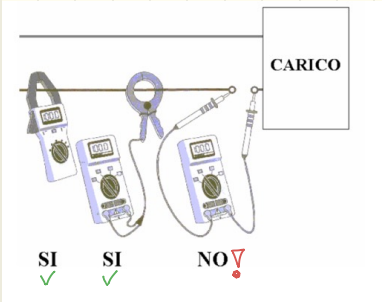
$I_2 + I_3 = \frac{V_i}{0.09+0.01} = V \cdot 10$

$I_{23} \gg I_1$



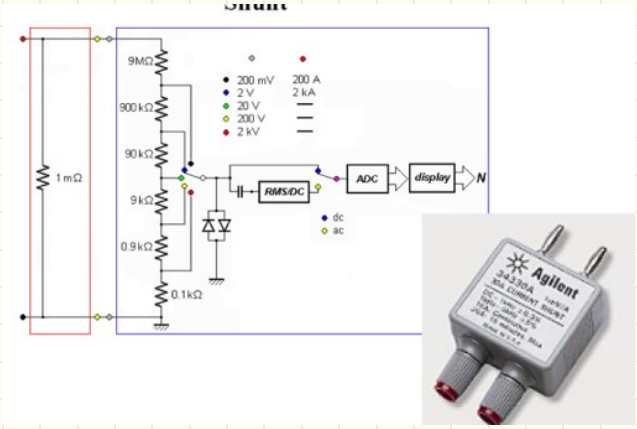
Pinza amperometrica
Questa pinza serve a misurare gli ampere che scorrono in un cavo. Le due pizze sono di materiale ferromagnetico.

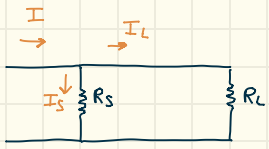
Quando il carico è elevato, dobbiamo **assolutamente usare la pinza amperometrica**.



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.





Se $R_S \ll R_L$

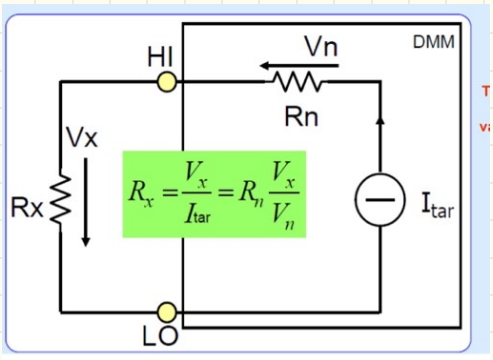
$I_S = I \cdot \frac{R_L}{R_L+R_S} \approx I \cdot \frac{R_L}{R_L} \approx I$

con $R_L \gg R_S$ $I_S \approx I$

$I_L \approx 0A$ => SICURO

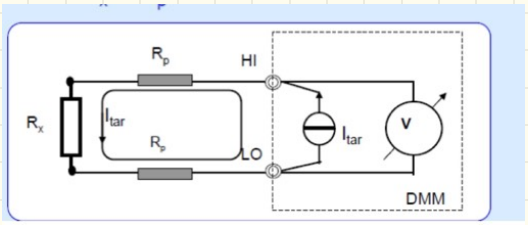
MISURARE LA RESISTENZA

MISURA A DUE MORSETTI

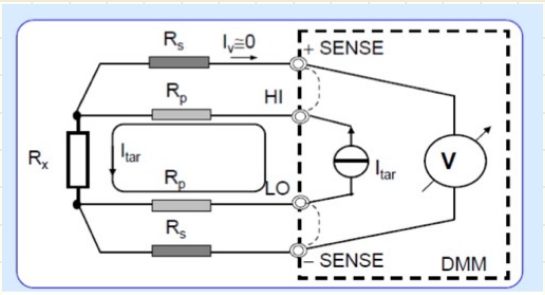


La misura più semplice che possiamo fare è semplicemente avere un **generatore di corrente interno al multimetro** ed un voltmetro. Si misura la tensione ai capi del generatore e si calcola così la resistenza.

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.

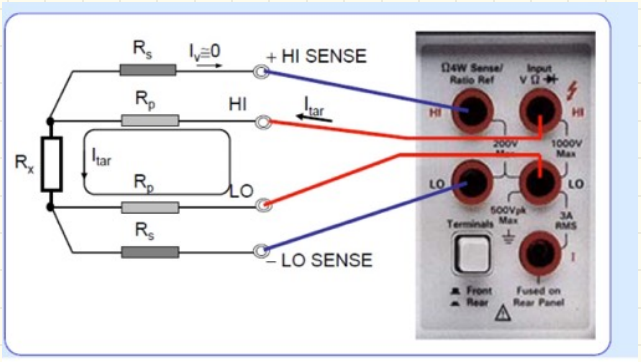


MISURA A QUATTRO MORSETTI



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**.