

VOLTMETRI AC analogici

Segnali che variano con frequenza di 50Hz - Ci interessa particolarmente il periodico sinusoidale.

Il metodo più banale è misurare punto per punto e poi elaborare i dati con un elaboratore.

In generale ci interessano altri valori: quello medio, valore efficace e frequenza (e fase tra 2 segnali).

I voltmetri ^{AC} sono nati per misurare il valore efficace.

Non è facile misurare il valore efficace perché si hanno da fare 2 operazioni non lineari.

Noi analizziamo 3 tipi di voltmetri che trovano il valore eff.

- v. a valore medio ridotto (solo se segnale è una sinusoidale)
- v. a valore efficace (per qualunque segnale periodico).
- v. a valore di picco (o di crista) (solo se segnale è sinusoidale).

N.B. il voltmetro in DC serve per segnali lentamente variabili nel tempo (non solo continui)
il voltmetro AC dà il valore efficace.

Voltmetri a valore efficace misurano effettivamente il valore efficace. Normalmente costosi (da 100 € a 3-4.000 €)

I voltmetri AC meno costosi non misurano il valore efficace, ma misurano un altro valore e poi per via di calcoli misurano il valore efficace.

Anche gli strumenti elettrodinamici (quelli che hanno 2 bobine) misurano il valore efficace, nel caso in cui la bobina fissa e quella mobile siano, in serie, sì che la coppia è proporzionale al quadrato della corrente. I voltmetri elettrodinamici sono degli strumenti che misurano senza problemi il valore efficace (portate minime piuttosto elevate ed erano costosi). Oggi si trovano solo più nelle vetrine dei musei.

Voltmetri a valore medio e a valore di picco

Il segnale deve essere sinusoidale. Se non è sinusoidale danno un valore errato della misura in termini di valore efficace.

Infatti questi strumenti sono tarati per indicare il valore efficace della sinusoide.

Si utilizzano tre tipi fondamentali di voltmetro per AC

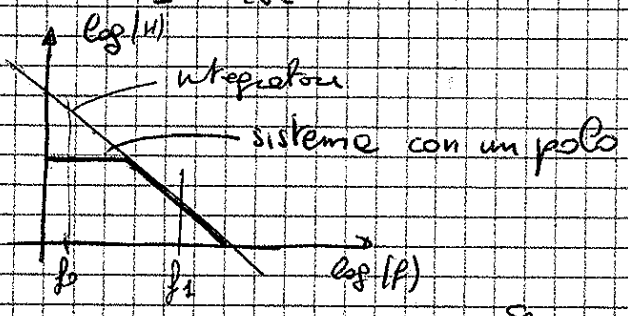
- a valore efficace ~~(RMS)~~ \leftarrow ^{è valore efficace (RMS)} ~~è valore efficace (RMS)~~
- a valore medio rettificato (AVG)
- a valore di picco

Tutti tarati a valore efficace.

Ricordare che

$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^T |V_p \sin(\omega t)| dt = \frac{2V_p}{\pi} \quad \begin{matrix} \text{valore medio} \\ \text{rettificato} \end{matrix}$$

$$V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} V_m \approx 1,11 V_m$$



Prima del polo non si comporta come un integratore, né come un amplificatore.

Se manda un segnale a frequenza f_0 lo stesso segnale amplificato

Se manda il segnale alla frequenza f_1

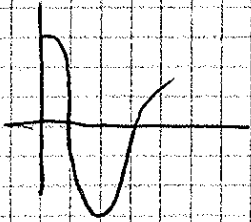
il sistema si comporta come l'integratore e dà il valore medio.

Il voltmetro in continua può misurare tranquillamente il valore medio. Ma che un polo? Sì, bobine, attenti, talvolta si ha più di un polo (2). Tutti gli strumenti elettronici hanno il polo elettronico sull'ordine dell'1Hz. Quindi abbiamo l'integratore ~~più~~ gratis.

Per i voltmetri ^{DC} di picco non si ha il polo. Per avere il polo devo mettere un filtro passa basso.

Però a noi interessa il valore medio della sinusoide rettificata.

I voltmetri a valore di picco misurano il V di picco e lo moltiplicano per 0,707.



$$V_p = 10 \text{ V} \xrightarrow{\times 0,707} V_{eff} = 7,07 \text{ V}$$

$$V_m = 6,366 \text{ V} \xrightarrow{\times 1,11} V_{eff} = 7,07 \text{ V}$$

Se invece pedo una quadra con duty cycle 50%



$$V_{eff} = 10 \text{ V}$$

$$V_p = 10 \text{ V} \xrightarrow{\times 0,707} 7,07 \text{ V}$$

$$V_m = 10 \text{ V} \xrightarrow{\times 1,11} 11,1 \text{ V}$$

7,07 V
11,1 V } sbagliati.

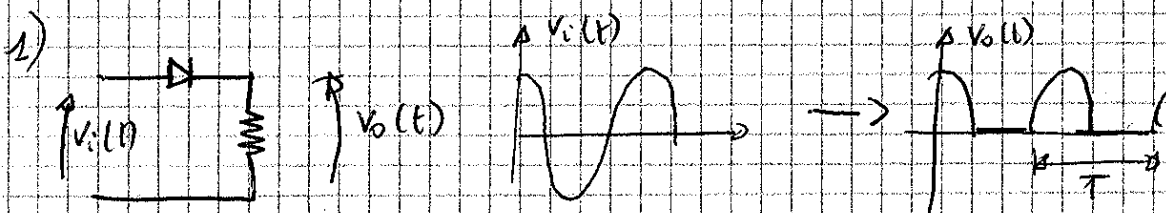
Se non modo una sinusoidale ha i dati sbagliati. In questo caso bisogna ricondursi alle grandezze effettivamente misurate (detecate). Ci trovano le relazioni $V_m \rightarrow V_{eff}$ o $V_p \rightarrow V_{eff}$ per il segnale da analizzare.

Come è fatto il voltmetro AVG

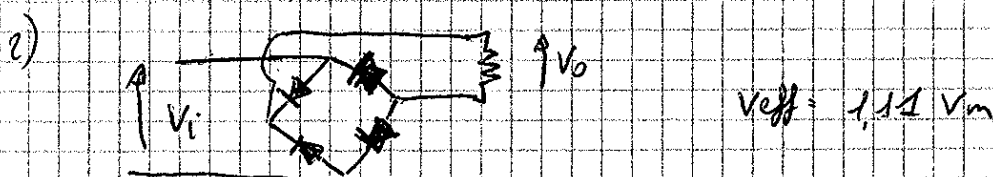


I voltmetri in DC sono anche in AC perché costano poco. Se il voltmetro è digitale viene aggiunto un filtro per bene.

Raddrizzatore a diodi:



$$V_m = \frac{V_p}{\pi} \Rightarrow V_{eff} = 2,22 V_m \text{ se diodo ideale}$$



Il voltmetro è in grado di fornire indicazioni fino all'ordine del MHz.

Come è fatto un voltmetro di cresta?

1)



$RC \gg T$

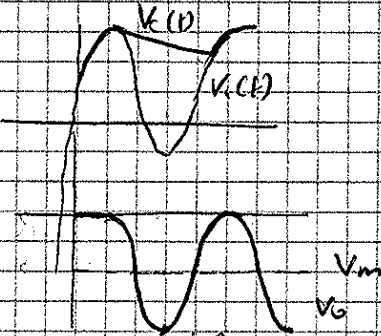
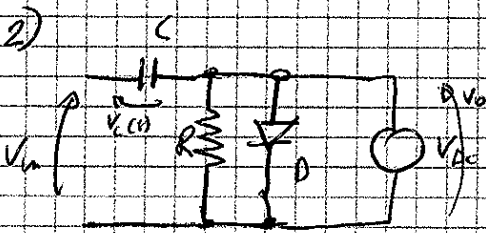
Se $RC \gg T$ si ha che $V_{pc} \approx V_p$

Defetti: - non consente di separare la componente continua del segnale di misura

- richiede continuità d'impulso con il circuito misurato

Il voltmetro di cresta è tipicamente per alte frequenze (infatti se T è alto non funziona). Tipicamente fino a freq. del GHz. Il circuito è tipicamente concentrato in una sonda. In usate della sonda il segnale è quasi costante.

2)



Questo circuito è un fissatore a 0 del picco delle sinusoidi.

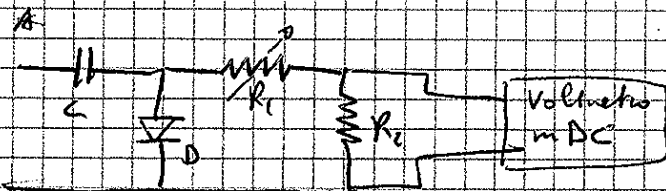
Il valore netto di V_o è $-V_p$ del segnale V_i .

Misure il valore di picco ridipendute dalle perdite. funziona bene per $RC \gg T$

maieffe: - T molto e res. chff del diodo $\neq 0$

- costante di tempo di carica $\neq 0$

- resistenza non nulla del generatore di segnale $v(t)$.



$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

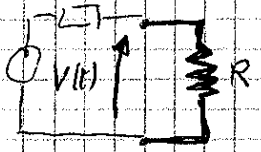
Voltmetri e valore efficace

$$V_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T (v(t))^2 dt}$$

Questi voltmetri sono molto più cari rispetto a quelli a valore medio o a quelli di cresta.

- 2 tipi:
- voltmetro a val vero valore efficace (TRMS)
 - voltmetri a valore efficace (RMS)

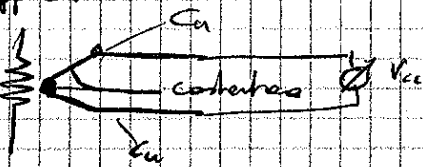
Voltmetri TRMS



R dissipa - $P = \frac{V^2(t)}{R}$ - Questo potenza provoca un aumento di temperatura. (In particolare è tutta potenza termica).

$$P_{el} = \frac{V^2(P)}{R} = P_{tem} = K (T_R - T_0)$$

facile il modo o netto un isolante intorno alla resistenza in modo da annullare la convezione. Devo vedere l'ingombro trascurabile. Quindi $V^2 \propto \Delta T$. Normalmente per misurare ΔT si usa una termocoppia.



La tensione P_{tem} che posso misurare è proporzionale a V^2

Con scale quadratiche ha creato un voltmetro a vero valore efficace. Questo è un voltmetro accurato. (In alcuni casi ha accuratezza del 10^{-6} , 10^{-7}). Costo $\gg 1000 \text{ €}$

R in generale è di basso valore. La conseguenza è che la resistenza principale è quella d'ingresso del voltmetro. Se il voltmetro è digitale non va bene. Quindi nei voltmetri si ha un amplificatore operazionale

Voltmetro RMS (analogico).

→ segnale → moltiplicatore - filtro → radice quadrata → voltmetro CC → V_{eff}

Il moltiplicatore è fatto da amplificatori operazionali e scale logaritmiche. 2 amplificatori logaritmici → sono le uscite → e ritorno con amplificatore antilogaritmico.

L'amplificatore logaritmico da quasi 10 logaritmi, ne non proprio. Idem per l'anti logaritmico.