

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri AC analogici

- Risposta dei voltmetri per AC
- Voltmetri a valore medio raddrizzato (voltmetri con raddrizzatore)
- Voltmetri a valore efficace (voltmetri rms)
- Voltmetri a valore di picco (voltmetri di cresta)

Torino, 28-May-02

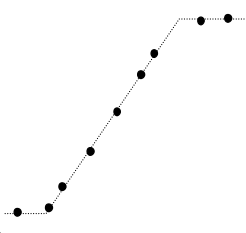
1

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri AC analogici

Una grandezza tempovariante richiede infinite misurazioni per essere caratterizzata



Ogni punto è diverso

Torino, 28-May-02

2

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri AC analogici

Alternativamente si fornisce una informazione 'globale' che dia conto di caratteristiche importanti del segnale:

- Valor medio
- Valore efficace
- Frequenza
-

Torino, 28-May-02

3

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Quale è il parametro più importante ?

Storicamente l'elettricità è stata inizialmente usata per trasferire energia

Il valore efficace è associato a concetti energetici

Il parametro più importante (da questo punto di vista !!) è il valore efficace

Torino, 28-May-02

4

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

La misura del valore efficace non è semplice

Il valore efficace si ottiene con una operazione non lineare, mentre in genere si opera con circuiti lineari.

Se il segnale da misurare ha UNA FORMA PREDEFINITA, il valore efficace si può ottenere anche misurando altre grandezze

Torino, 28-May-02

5

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Segnali sinusoidali

Storicamente i segnali erano (solo) sinusoidali quindi si è cominciato a fare voltmetri di ogni genere TARATI in valore efficace cioè

‘Truccati’ per indicare il valore efficace

-- se il segnale misurato è sinusoidale --

Torino, 28-May-02

6

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Segnali sinusoidali

Si impiegano tre tipi fondamentali di voltmetri per AC

- A (vero) valore efficace (TRMS)
- A valor medio (raddrizzato) (AVG)
- A valore di picco

Tutti tarati in valore efficace

Torino, 28-May-02

7

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Segnali sinusoidali

Memento:
per un segnale sinusoidale

$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^T |V_p \sin(\omega t)| dt = \frac{2V_p}{\pi}$$
$$V_{\text{eff}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{\pi V_m}{2\sqrt{2}} \approx 1.11 V_m$$

Torino, 28-May-02

8

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Segnali sinusoidali

Quindi:

- Il voltmetro a valor medio (raddrizzato) indica il valore efficace grazie alla moltiplicazione dell'uscita per 1.11
- Il voltmetro di picco indica il valore efficace grazie ad una divisione dell'uscita per 1.41

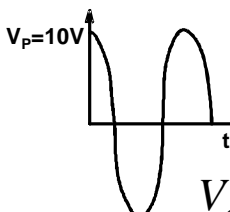
Torino, 28-May-02

9

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Segnali sinusoidali



Tensione sinusoidale 10V picco
(valore efficace 7.07V)

$$V_{eff} = 7.07V$$
$$V_m = 6.366V \rightarrow \times 1.11 \rightarrow 7.07V$$
$$V_p = 10V \rightarrow / 1.41 \rightarrow 7.07V$$

Funziona solo con segnali sinusoidali !!!

Torino, 28-May-02

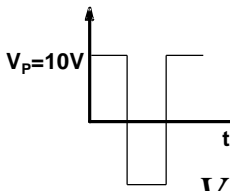
10

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Se il segnale NON è sinusoidale



Onda quadra 10V picco (valore efficace 10V)

$$V_{eff} = 10V$$
$$V_m = 10V \rightarrow \times 1.11 \rightarrow 11.1V$$
$$V_p = 10V \rightarrow / 1.41 \rightarrow 7.07V$$

Torino, 28-May-02

11

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Se il segnale NON è sinusoidale

- Ogni strumento misura correttamente quello per cui è progettato, basta *'dettare'*
- Dall'indicazione del voltmetro a valor medio si può ricavare il valor medio (corretto !) dividendo per 1.11
- Dall'indicazione del voltmetro di picco si può ricavare il valore di picco (corretto !) moltiplicando per 1.41

Torino, 28-May-02

12

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC
F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri AC a valor medio (raddrizzato)

Rettificatore a diodi Strumento CC (a valor medio)

Si basano su un raddrizzatore ed un voltmetro in continua (a valor medio)

Torino, 28-May-02
13

Voltmetri in AC
F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Rettificatori a diodi (singola semionda)

$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} v_o(t) dt = \frac{V_P}{\pi}$$

$$V_{eff} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} = \frac{\pi V_m}{\sqrt{2}} \approx 2.22 V_m$$

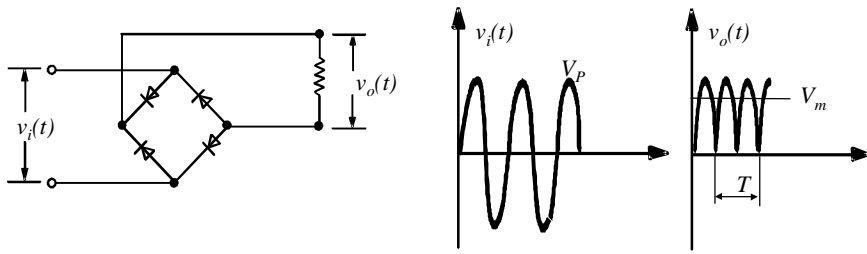
Torino, 28-May-02
14

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Rettificatori a diodi



$$V_m = \frac{1}{T} \int_0^T v_o(t) dt = \frac{2V_P}{\pi}$$
$$V_{\text{eff}} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} = \frac{\pi V_m}{2\sqrt{2}} \approx 1.11 V_m$$

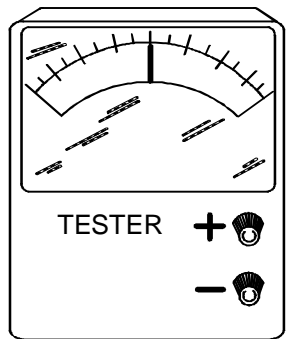
Torino, 28-May-02

15

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Esempio: tester



- La scala è graduata in modo da fornire il valore efficace di un segnale sinusoidale
- L'indicazione fornita dal tester corrisponde al valor medio del segnale moltiplicato per 1.11 (o 2.22)
- Il valore efficace di un segnale non sinusoidale può essere ricavato conoscendo la forma d'onda del segnale

Torino, 28-May-02

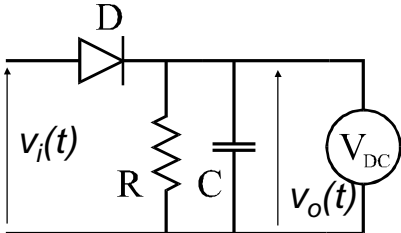
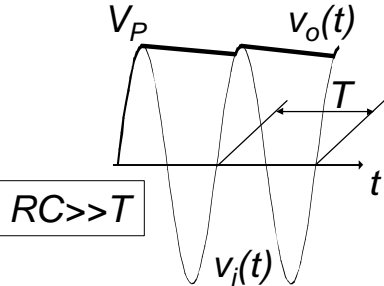
16

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri di cresta (1)

$RC \gg T$

- Se $RC \gg T$ la tensione misurata dal voltmetro è $V_{DC} \approx V_P$
- Difetti:
 - non consente di separare la componente continua del segnale di ingresso
 - richiede continuità ohmica con il circuito misurato

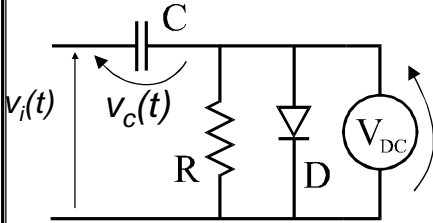
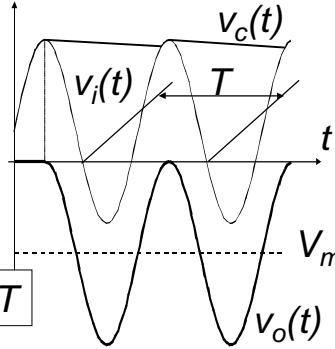
Torino, 28-May-02

17

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri di cresta (2)

$RC \gg T$

- In condizioni ideali $V_{DC} = V_m$ indipendentemente dalla componente DC
- Cause di incertezza:
 - tensione di soglia e resistenza differenziale del diodo non nulle
 - costante di tempo di scarica RC finita
 - resistenza non nulla del generatore di segnale $v_i(t)$

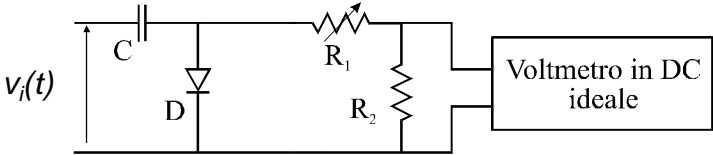
Torino, 28-May-02

18

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in ACF. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri di cresta



- Con segnali sinusoidali il voltmetro indica il valore efficace di $v_i(t)$ se:
$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$
- Modificando R_1 e R_2 è possibile cambiare la portata dello strumento

Torino, 28-May-0219

Voltmetri in ACF. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Voltmetri a vero valore efficace (rms)

- Forniscono il valore efficace del segnale indipendentemente dalla forma d'onda
- Sono particolarmente indicati quando i segnali sono distorti o quando si vuole misurare una tensione di rumore

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

Principi di funzionamento:

- trasformazione elettrotermica (voltmetro a termocoppia)
- elaborazione analogica

Torino, 28-May-0220

Generalità sui voltmetri per grandezze alternate

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

Strumenti a termocoppia

- La potenza elettrica dissipata vale RI^2
- La potenza e' dissipata solo per effetto termico.
- Se si ha soprattutto conduzione la sovra-temperatura e' proporzionale alla potenza
- Il Voltmetro in c.c. si comporta come un termometro: l'indicazione e' proporzionale a I^2

Torino, 28-May-02

21

Voltmetri in AC

F. Ferraris, A. Taroni
M. Parvis

VOLTMETRO rms ANALOGICO (schema)

$v(t) \rightarrow C_T \rightarrow \text{moltiplicatore} \rightarrow \text{filtro} \rightarrow \text{radice quadrata} \rightarrow \text{voltmetro c.c.} \rightarrow V_{\text{eff}}$

- C_T : modulo condizionatore per il segnale di tensione
- **Moltiplicatore** esegue analogicamente il prodotto $v(t) \cdot v(t)$
- **Filtro**: filtro di tipo passa basso per l'estrazione del valor medio
- **Radice quadrata**: dispositivo analogico che fornisce in uscita la radice quadrata dell'ingresso
- **Voltmetro c.c.**: è un voltmetro a valor medio (esegue l'integrale)

Torino, 28-May-02

22