

## FUNZIONI

- Determinazione di modulo e fase dell'impedenza totale in funzione della frequenza con collegamento in serie.
- Determinazione di modulo e fase dell'impedenza totale in funzione della frequenza con collegamento in parallelo.

## SCOPO

Determinazione dell'impedenza in corrente alternata in un circuito con condensatori e resistori

## RIASSUNTO

Nei circuiti a corrente alternata occorre considerare oltre alle resistenze ohmiche anche gli elementi capacitivi. La combinazione di entrambe può essere collegata in serie o in parallelo. Da ciò dipendono le ampiezze e la fase di corrente e tensione. Nell'esperimento ciò viene analizzato con un oscilloscopio. A tale scopo, un generatore di funzione fornisce tensioni alternate tra 50 e 2000 Hz.

## APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Scheda per componenti	1012902
1	Resistenza 1 Ω, 2 W, P2W19	1012903
1	Resistenza 100 Ω, 2 W, P2W19	1012910
1	Condensatore 10 μF, 35 V, P2W19	1012957
1	Condensatore 1 μF, 100 V, P2W19	1012955
1	Condensatore 0,1 μF, 100 V, P2W19	1012953
1	Generatore di funzione FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957
1	Generatore di funzione FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	Oscilloscopio USB 2x50 MHz	1017264
2	Cavo ad alta frequenza, connettore 4 mm / BNC	1002748
1	Set di 15 cavi per esperimenti, 75 cm, 1 mm <sup>2</sup>	1002840

## BASI GENERALI

Ai circuiti a corrente alternata con condensatori si assegna, per motivi di semplicità, una "resistenza complessa" o impedenza in quanto in questo caso, oltre alle ampiezze di corrente e tensione, occorre considerare anche le relazioni di fase tra di esse. I collegamenti in serie e in parallelo di resistori e condensatori sono quindi descrivibili facilmente. Anche la tensione e la corrente vengono considerate come grandezze complesse. Solo la loro parte reale è misurabile.

# 2

La reattanza capacitiva di un condensatore con capacità  $C$  in un circuito a corrente alternata con frequenza  $f$  è

$$(1) \quad X_c = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C},$$

con  $\omega = 2\pi \cdot f$

Pertanto, il collegamento in serie del condensatore con una resistenza ohmica  $R$  ha l'impedenza totale

$$(2) \quad Z_s = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C} + R,$$

mentre al collegamento in parallelo è possibile assegnare l'impedenza totale

$$(3) \quad Z_p = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C + \frac{1}{R}}.$$

Nella notazione comune

$$(4) \quad Z = Z_0 \cdot \exp(i \cdot \varphi)$$

risulta

$$(5) \quad Z_s = \frac{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}}{\omega \cdot C} \cdot \exp(i \cdot \varphi_s)$$

e

$$\text{con } \tan \varphi_s = -\frac{1}{\omega \cdot C \cdot R}$$

$$(6) \quad Z_p = \frac{R}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}} \cdot \exp(i \cdot \varphi_p)$$

con  $\tan \varphi_p = -\omega \cdot C \cdot R$

Nell'esperimento, un generatore di funzione crea tensioni alternate con frequenze regolabili  $f$  tra 50 e 2000 Hz. La tensione  $U$  e la corrente  $I$  vengono rappresentate su un oscilloscopio;  $I$  corrisponde alla caduta di tensione su una resistenza dinamica piccola. Vengono quindi misurate le parti reali di una tensione presente sulla rispettiva impedenza  $Z$

$$(7) \quad U = U_0 \cdot \exp(i \cdot \omega \cdot t)$$

e della corrente generata

$$(8) \quad I = \frac{U_0}{Z_0} \cdot \exp(i \cdot (\omega \cdot t - \varphi)) = I_0 \cdot \exp(i \cdot (\omega \cdot t - \varphi))$$

Sull'oscilloscopio vengono rilevate rispettivamente le ampiezze  $I_0$  e  $U_0$ , nonché lo spostamento di fase  $\varphi$ .

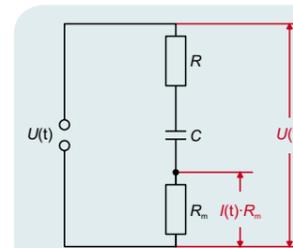


Fig. 1: Disposizione di misurazione per il collegamento in serie

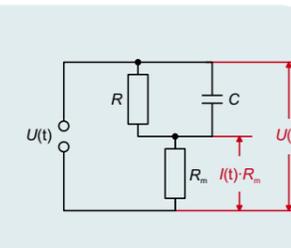


Fig. 2: Disposizione di misurazione per il collegamento in parallelo

## ANALISI

Il valore dell'impedenza totale  $Z_0 = \frac{U_0}{I_0}$  viene rappresentato in funzione della frequenza  $f$  e/o in funzione della reattanza capacitiva  $X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$ . Alle basse frequenze, il collegamento in serie acquisisce il valore della reattanza capacitiva e il collegamento in parallelo quello della resistenza ohmica. Lo spostamento di fase è compreso tra  $0^\circ$  e  $-90^\circ$  ed è pari a  $-45^\circ$  se la resistenza ohmica e capacitiva sono uguali.

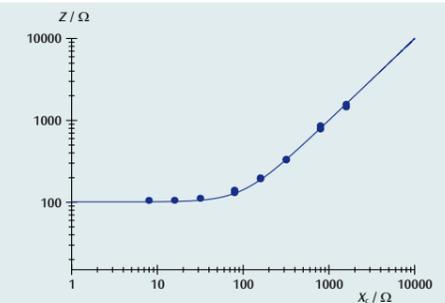


Fig. 3: Impedenza totale con collegamento in serie

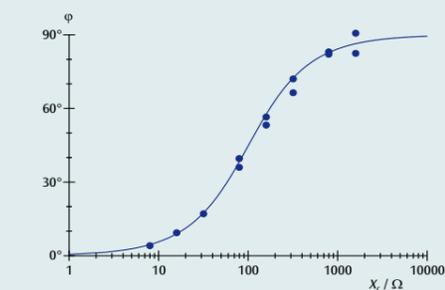


Fig. 4: Spostamento di fase con collegamento in serie

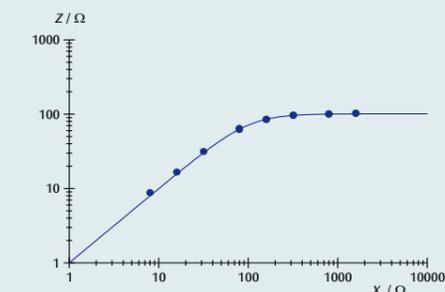


Fig. 5: Impedenza totale con collegamento in parallelo

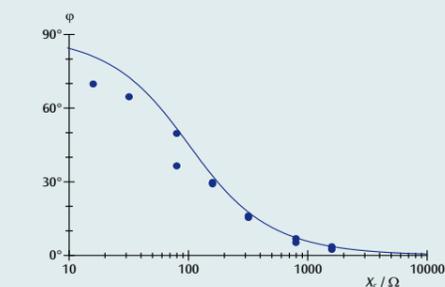


Fig. 6: Spostamento di fase con collegamento in parallelo