

TAREFAS

- Determinação da amplitude e da fase da resistência total em dependência da frequência com ligação em série.
- Determinação da amplitude e da fase da resistência total em dependência da frequência com ligação em paralelo.

OBJETIVO

Determinação da resistência de corrente alternada em um circuito com resistência capacitiva e ôhmica

RESUMO

Em circuitos de corrente alternada, podem ser observadas resistências capacitivas, além das ôhmicas. A combinação de ambas pode ser conectada em série ou em paralelo. Disto dependem as amplitudes, assim como a fase da corrente e da tensão. Na experiência, isto é examinado com um osciloscópio. Para isto, um gerador de funções fornece tensões alternadas entre 50 e 2000 Hz.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Placa de encaixe p. elementos de montag.	U33250
1	Resistor 1 Ω, 2 W, P2W19	U333011
1	Resistor 100 Ω, 2 W, P2W19	U333018
1	Capacitor 10 μF, 35 V, P2W19	U333065
1	Capacitor 1 μF, 100 V, P2W19	U333063
1	Capacitor 0,1 μF, 100 V, P2W19	U333061
1	Gerador de funções FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	U8533600-230 ou
	Gerador de funções FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	U8533600-115
1	Osciloscópio USB 2x50 MHz	U112491
2	Cabo HF, BNC / conector de 4 mm	U11257
1	Conjunto de cabos para experiências, 75 cm, 1 mm <sup>2</sup>	U13800

FUNDAMENTOS GERAIS

Em circuitos de corrente alternada, resistências complexas são atribuídas a ligações com capacidades, para simplificar, pois aqui, além das amplitudes de corrente e tensão, também devem ser observadas as relações de fase entre ambas. Ligações em série e em paralelo de resistências capacitivas e ôhmicas podem então ser descritas de forma muito simples. Tensão e corrente também são observadas como grandezas complexas. Mensurável é a respectiva parte real.



A resistência capacitiva complexa de um capacitor com capacidade  $C$  em um circuito de corrente alternada com a frequência  $f$  é

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

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

Por conta disto, a ligação em série do capacitor com resistência ôhmica  $R$  tem a resistência geral

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

enquanto à ligação em paralelo, pode ser atribuída a resistência total

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

Na formulação convencional

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

torna-se

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

com

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

e

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

com

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

Na experiência, um gerador de funções gera tensões alternadas com frequências ajustáveis  $f$  entre 50 e 2000 Hz. Tensão  $U$  e corrente  $I$  são representadas em um osciloscópio; nisto,  $I$  corresponde à perda de tensão em uma resistência de trabalho pequena. Assim, são medidas as partes reais de uma tensão localizada na respectiva resistência  $Z$

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

e da corrente gerada

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

São lidas no osciloscópio, respectivamente, as amplitudes  $I_0$  e  $U_0$ , assim como o desvio de fase  $\varphi$ .

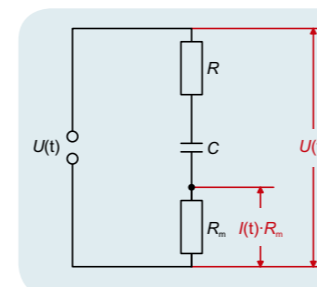


Fig. 1: Desvio de fase entre corrente alternada e tensão alternada

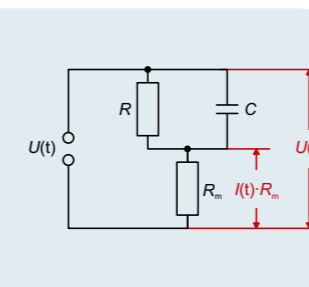


Fig. 2: Disposição de medição para ligação em série

ANÁLISE

O valor da resistência total  $Z_0 = \frac{U_0}{I_0}$  é representado em dependência da frequência  $f$  ou na dependência da resistência capacitiva  $X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$ . Para frequências baixas, a ligação em série assume o valor da resistência capacitiva e a ligação em paralelo, o valor da resistência ôhmica. O desvio de fase fica entre  $0^\circ$  e  $-90^\circ$  e totaliza  $-45^\circ$ , quando a resistência ôhmica for igual à capacitiva.

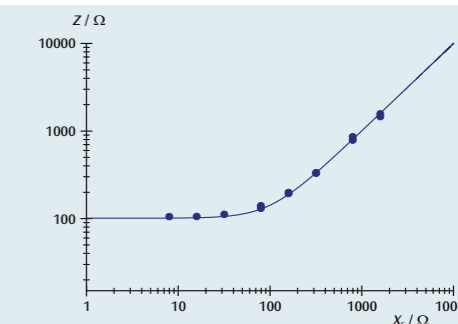


Fig. 3: Disposição de medição para ligação em paralelo

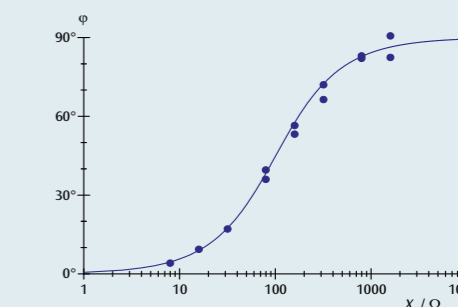


Fig. 4: Resistência total para ligação em série

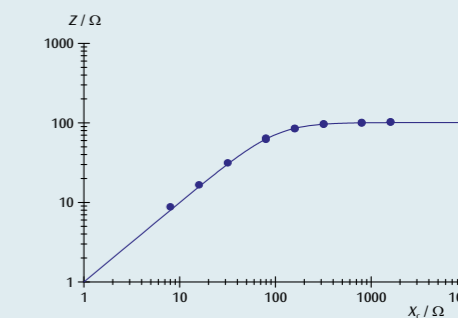


Fig. 5: Desvio de fase para ligação em série

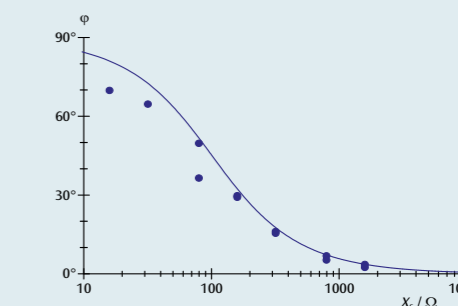


Fig. 6: Resistência total para ligação em paralelo