交流电

2022年5月26日 星期四　上午10:51

一、描述法与基本概念.

1.描述法.

①函数

②矢量.

一个旋转矢量，长度为峰值，夹角为初相位 φ.

任意 t，夹角 $\omega t+\varphi$，瞬时值为投影 $A\cos(\omega t+\varphi)$.

基准矢量，可以画出其他矢量.

③复数.

2.阻抗与相角.

一个元件 $\begin{cases} u=U_m\cos(\omega t+\varphi_u) \\ i=I_m\cos(\omega t+\varphi_i) \end{cases}$

则定义 阻抗 $Z=\frac{U_m}{I_m}$. ⇒ 描述该元件.

相角 $\varphi=\varphi_u-\varphi_i$.

①电阻：$U_m\cos(\omega t+\varphi_u)=I_mR\cos(\omega t+\varphi_i)$

$\frac{U_m}{I_m}=R$，$\varphi_u-\varphi_i=0$.

②电容：$q(t)=Q_m\cos(\omega t+\varphi_q)$

$\Rightarrow \begin{cases} I(t)=\omega Q_m\cos(\omega t+\varphi_q+\frac{\pi}{2})=I_m\cos(\omega t+\varphi_i) \\ U(t)=\frac{Q_m}{C}\cos(\omega t+\varphi_q)=U_m\cos(\omega t+\varphi_u) \end{cases}$

$\therefore Z=\frac{\frac{Q}{C}}{\omega Q}=\frac{1}{C\omega}$.

$\varphi=\varphi_u-\varphi_i=\varphi_q-(\varphi_q+\frac{\pi}{2})=-\frac{\pi}{2}$

③电感：$\begin{cases} i(t)=I_m\cos(\omega t+\varphi_i) \\ u(t)=L\frac{di(t)}{dt}=I_m\omega L\cos(\omega t+\varphi_i+\frac{\pi}{2}) \end{cases}$

$Z=\frac{U_m}{I_m}=\omega L$

$\varphi=\varphi_u-\varphi_i=\frac{\pi}{2}$.

3.交流电功率.

$i=I_m\cos(\omega t+\varphi_i)$

$u=I_mZ\cos(\omega t+\varphi_i+\varphi)$.

瞬时功率 $p=iu=IU(\cos\varphi+\cos(2\omega t+2\varphi_i+\varphi))$

平均功率 $P=\langle p\rangle=IU\cos\varphi=I^2Z\cos\varphi$

视在功率. $S=IU$ 额定.

功率因子 $\cos\varphi=\frac{P}{IU}$.

有功电阻 $r=Z\cos\varphi$.

$P=I^2r=S\cos\varphi$.

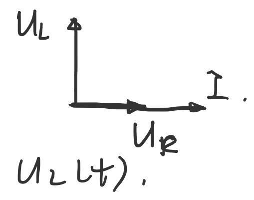
二、矢量法求解

0.讨论基尔霍夫定律.

矢量法. $A_m=A\cos(\omega t+\varphi)$.

1.串联情况

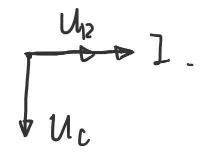
①RL串联.



$u(t)=u_R(t)+u_L(t)$.

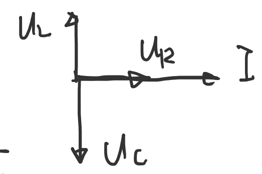
$\begin{cases} U=IZ=\sqrt{U_R^2+U_L^2} \\ \tan\varphi=\frac{U_L}{U_R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z=I\sqrt{R^2+(\omega L)^2} \\ \varphi=\arctan\frac{Z_L}{Z_R}=\arctan\frac{\omega L}{R} \end{cases}$

②RC串联



$\begin{cases} U=\sqrt{U_R^2+U_C^2} \\ \tan\varphi=-\frac{U_C}{U_R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z= \end{cases}$

③RLC串联.



$Z=\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}$

$\varphi=\arctan\frac{Z_L-Z_C}{Z_R}$

2.共振.

① $Z=\sqrt{R^2+(Z_L-Z_C)^2}$

$Z_L=Z_C$ 时阻抗最小，电流最大.

②电流与电压同相.

相角 $\tan\varphi=\frac{Z_L-Z_C}{R}$.

③储能、耗能.

功率.

④电压分配

L与C两端电压相同.

$\frac{U_L}{U_R}=\frac{IZ_L}{IR}=\frac{\omega_0L}{R}=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{U_C}{U_R}$.

3.并联情况

①RL　$Z=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{Z_R^2}+\frac{1}{Z_L^2}}}=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2}+\frac{1}{(\omega L)^2}}}$

②RC　$Z=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{Z_R^2}+\frac{1}{Z_C^2}}}$

③RLC　$Z=\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{Z_R^2}+(\frac{1}{Z_C}-\frac{1}{Z_L})^2}}$

例.

三、复数法求解.

1.复数表示

① $u(t)=U_m\cos(\omega t+\varphi_u)$

$\Rightarrow \hat{u}(t)=U_m[\cos(\omega t+\varphi_u)+i\sin(\omega t+\varphi_u)]$

$=U_me^{i(\omega t+\varphi_u)}$

②复有效值 $\hat{U}=Ue^{i\varphi_u}$.

复峰值 $\tilde{U}_m=U_me^{i\varphi_u}$.

复阻抗. $\tilde{Z}=\frac{\tilde{U}}{\tilde{I}}=Ze^{i\varphi}$.

$\tilde{Z}_R=R$，$\tilde{Z}_L=j\omega L$. $\tilde{Z}_C=\frac{1}{j\omega C}$

有功电阻 $r=Z\cos\varphi$（实部）

电抗 $x=Z\sin\varphi$（虚部）

③与实值一一对应，基尔霍夫.

2.电路中

①串并联：与实值同.

②功率.