

电工技术与电子技术



第4章 正弦交流电路

主讲教师：刘玉英



电阻元件的交流电路

主讲人：刘玉英





电阻元件的交流电路

主要内容:

电阻元件上电压、电流之间的相量关系；瞬时功率、有功功率的概念。

重点难点:

电阻元件上电压、电流的相量关系。

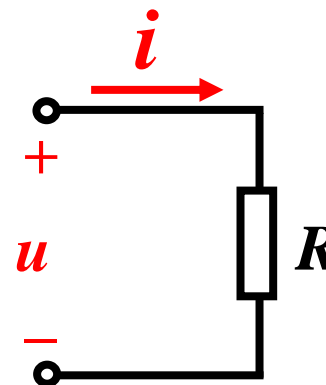


电阻元件的交流电路

1 电压与电流的关系

根据欧姆定律: $u = iR$

设 $u = U_m \sin \omega t$



$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \sin \omega t}{R} = \frac{\sqrt{2}U}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

☆ 频率相同 ☆ 大小关系: $I = \frac{U}{R}$

☆ 相位关系: u 、 i 相位相同 即相位差 φ : $\varphi = \psi_u - \psi_i = 0$



电阻元件的交流电路

1 电压与电流的关系

☆ 频率相同 ☆大小关系: $I = \frac{U}{R}$ ☆相位关系: u 、 I 同相

相量式:

$$u = U_m \sin \omega t$$

$$\dot{U} = U \angle 0^\circ = IR \angle 0^\circ = RI \angle 0^\circ = \dot{I}R$$

复数形式的欧姆定律 $\dot{U} = \dot{I}R$



2 功率关系

(1) 瞬时功率 p : 瞬时电压与瞬时电流的乘积

$$i = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

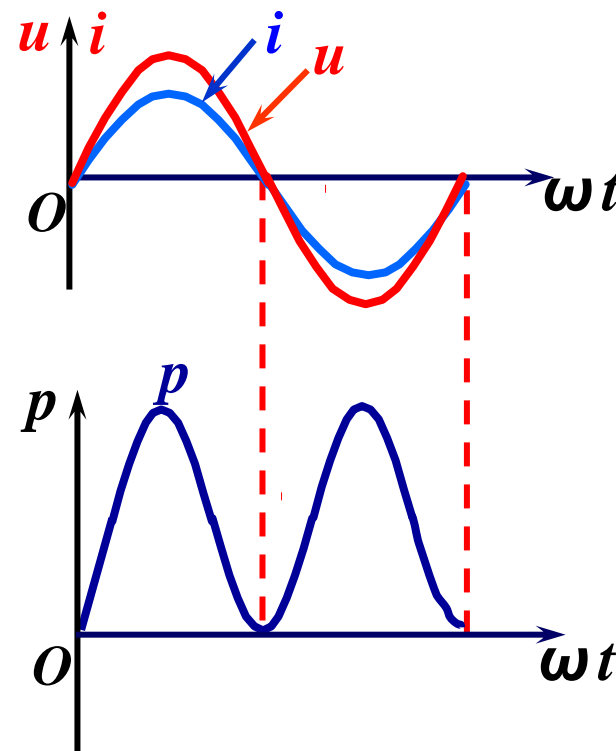
$$u = \sqrt{2} U \sin \omega t$$

小写

$$p = u \cdot i$$

$$= U_m I_m \sin^2 \omega t$$

$$= \frac{1}{2} U_m I_m (1 - \cos 2\omega t)$$



结论: $p \geq 0$ (耗能元件), 且随时间变化。

电阻元件的交流电路

(2) 平均功率(有功功率) P

瞬时功率在一个周期内的平均值

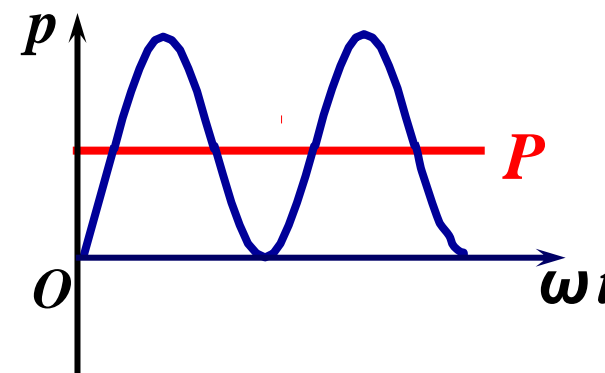
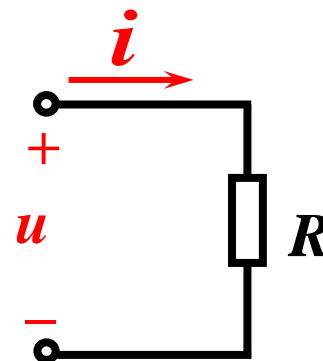
$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p \, dt = \frac{1}{T} \int_0^T u \cdot i \, dt$$

大写

$$= \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} U_m I_m (1 - \cos 2\omega t) \, dt$$

$$= \frac{1}{T} \int_0^T UI (1 - \cos 2\omega t) \, dt = \underline{UI}$$

$$P = U \times I = I^2 R = \frac{U^2}{R} \quad \text{单位:瓦 (W)}$$



注意：通常铭牌数据或测量的功率均指有功功率。



例：一只额定电压为220V, 功率为100W的电烙铁, 误接在380V的交流电源上, 问此时它接受的功率为多少? 是否安全? 若接到110V的交流电源上, 功率又为多少?

解：由电烙铁的额定值可得

$$R = \frac{U_R^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484\Omega$$

当电源电压为 380V时, 电烙铁的功率为

$$P_1 = \frac{U_R^2}{R} = \frac{380^2}{484} = 298\text{ W} > 100\text{ W} \text{ 此时不安全, 电烙铁将被烧坏。}$$

当接到110 V的交流电源上, 此时电烙铁的功率为

$$P_2 = \frac{U_R^2}{R} = \frac{110^2}{484} = 25\text{ W} < 100\text{ W} \text{ 此时电烙铁达不到正常的使用温度。}$$





小 结

项目 \ 参数		电阻	电感	电容
阻抗或电抗		R	$X_L = 2\pi f L$	$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$
u 与 i 的关系	基本关系	$u = iR$	$u = L \frac{di}{dt}$	$i = C \frac{du}{dt}$
	相位关系	u 与 i 同相位	U 超前 i 90°	u 滞后 i 90°
	有效值	$U = IR$	$U = IX_L$	$U = IX_C$
	相量式	$\dot{U} = \dot{I}R$	$\dot{U} = jX_L \dot{I}$	$\dot{U} = -jX_C \dot{I}$
功率	有功功率	$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$	0	0
	无功功率	0	$Q = UI = I^2 X_L = \frac{U^2}{X_L}$	$Q = -UI = -I^2 X_C = -\frac{U^2}{X_C}$

