RLC串联的电压传输系数

输出为电阻电压时的频率特性：

$$K_R(j\omega)=\frac{\dot{U}_R}{\dot{U}_S}=\frac{R}{R+j\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}=\frac{1}{1+jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

幅频特性： $$|K_R(j\omega)|=\frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$

相频特性： $$\theta_R(\omega)=-\arctan Q\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

与电流的频率特性完全相同。

输出为电容电压时的频率特性：

$$K_C(\mathrm{j}\omega)=\frac{\dot{U}_C}{\dot{U}_S}=\frac{\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R+\mathrm{j}\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}=\frac{-\mathrm{j}Q\dfrac{\omega_0}{\omega}}{1+\mathrm{j}Q\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

幅频特性：

$$|K_C(\mathrm{j}\omega)|=\frac{Q}{\sqrt{1+Q^2\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}\cdot\frac{\omega_0}{\omega}$$

相频特性：

$$\theta_C(\omega)=-\frac{\pi}{2}-\arctan Q\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

输出为电感电压时的频率特性：

$$K_L(j\omega)=\frac{j\omega L}{R+j\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)}=\frac{jQ\dfrac{\omega}{\omega_0}}{1+jQ\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

幅频特性：

$$|\boldsymbol{K}_L(j\omega)|=\frac{\boldsymbol{Q}}{\sqrt{1+\boldsymbol{Q}^2\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}-\dfrac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}\cdot\frac{\omega}{\omega_0}$$

相频特性：

$$\theta_L(\omega)=\frac{\pi}{2}-\arctan Q\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)$$

当$\omega=\omega_0$时： $|K_C(j\omega_0)|=|K_L(j\omega_0)|=Q$

即：谐振时电容电压和电感电压是外加电压的Q倍；

但不是最大值(峰值)。令：

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)}|K_C(\mathrm{j}\omega)|=\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\left(\dfrac{\omega}{\omega_0}\right)}|K_L(\mathrm{j}\omega)|=0$$

$$\omega_{C\max}=\omega_0\sqrt{1-\frac{1}{2Q^2}}$$ 比ω_0小

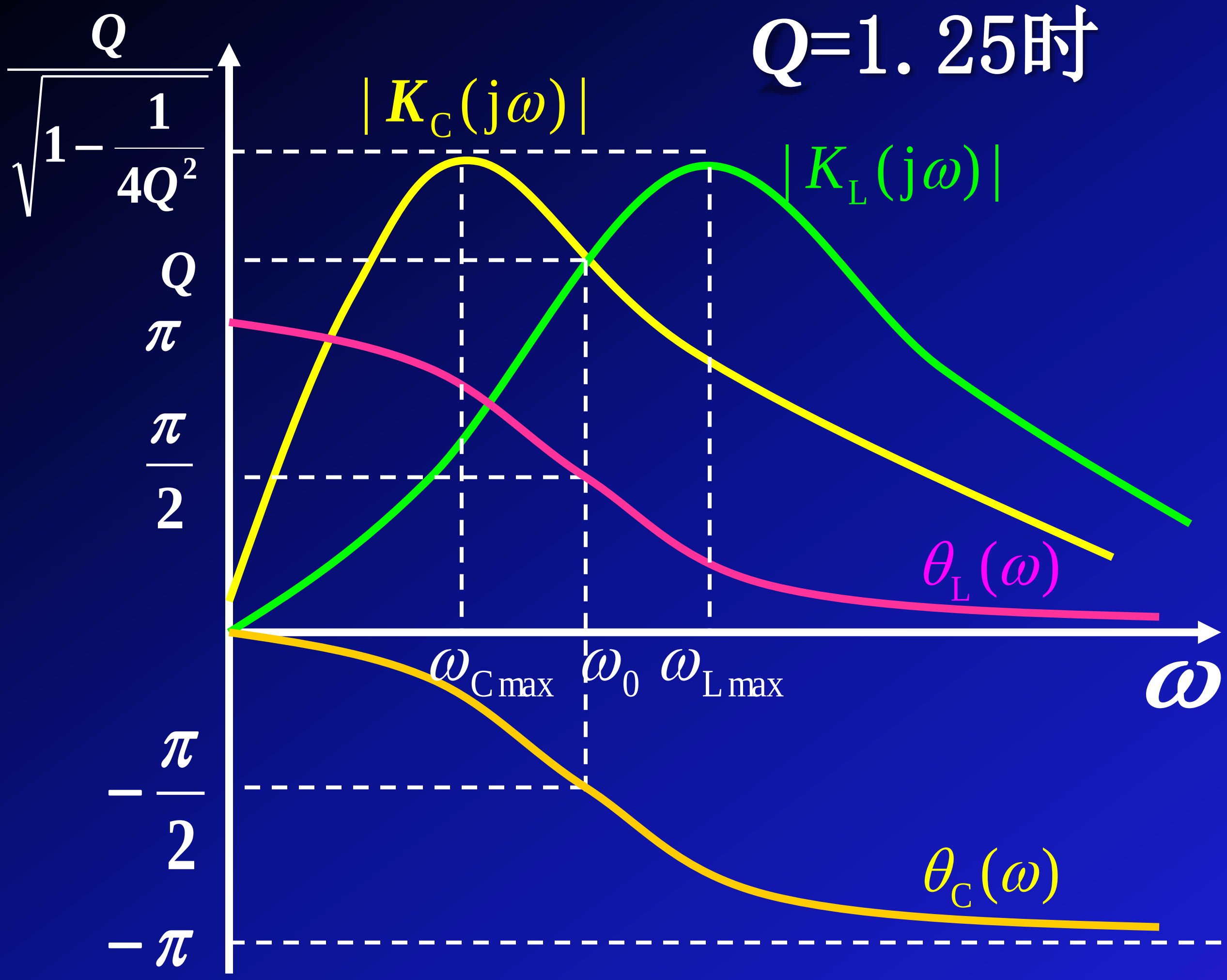
$$\omega_{L\max}=\frac{\omega_0}{\sqrt{1-\frac{1}{2Q^2}}}$$ 比ω_0大

$$\left|K_C(j\omega)\right|_{\max}=\left|K_L(j\omega)\right|_{\max}=\frac{Q}{\sqrt{1-\frac{1}{4Q^2}}}$$ 比Q大

当 $Q\leq\frac{1}{\sqrt{2}}$时，U_C、U_L均无峰值；

当 $Q>\frac{1}{\sqrt{2}}$时，U_C、U_L出现峰值；

Q=1. 25时



$$\omega_{C\max}=\omega_0\sqrt{1-\frac{1}{2Q^2}}$$

$$\omega_{L\max}=\frac{\omega_0}{\sqrt{1-\dfrac{1}{2Q^2}}}$$

$$\left|K_R(j\omega)\right|_{\max}\ ?$$

讨论：

当Q>10时， $\omega_{C\max} \approx \omega_0 \approx \omega_{L\max}$;

可近似认为电流和所有电压均在谐振频率ω_0处达到最大值。

实际情况基本上都满足，故可用 $\dfrac{\dot{I}}{\dot{I}_0}$ 或 $\dfrac{Y}{Y_0}$ 来描述串联谐振电路的频率特性。

串联谐振特性总结

对串联谐振电路，在谐振频率$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$处，输入阻抗的虚部为0，$Q={\omega_0 L}/{R}$反映了电路在一个周期内所存储的能量与其消耗的能量的比值。在两个半功率频率ω_{C1}和ω_{C2}处，阻抗的幅度为最小幅度值的$\sqrt{2}$倍，也可认为在这两个频率处，电流响应为最大值的70.7%，而这两个频率的差称为半功率(3dB)带宽，且$BW={\omega_0}/{Q}$。