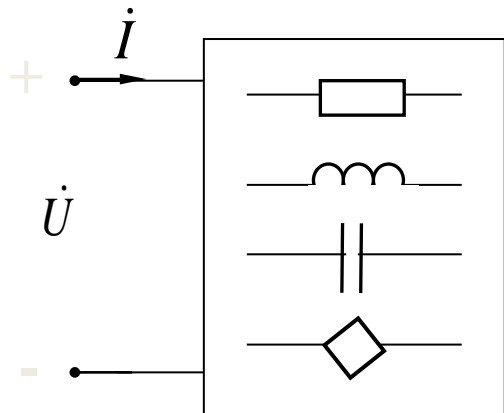


阻抗和导纳

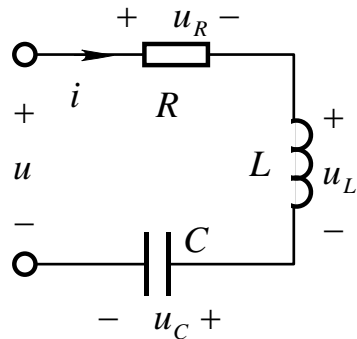
直流电路中无源一端口网络
对外可以等效成 **电阻 R** ;

那么不含独立源的线性交流一
端口网络，如图所示。

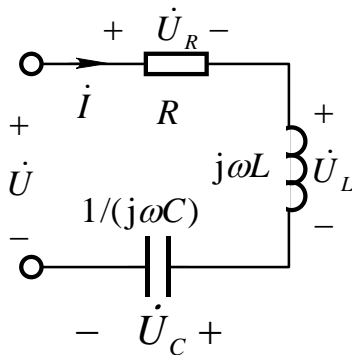


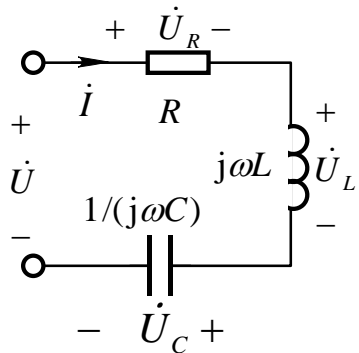
它对外的等效电路是什么？

RLC 串联电路 — 阻抗



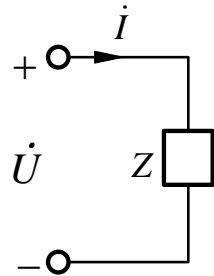
相量电路模型





根据KVL的相量形式，端口电压方程

$$\begin{aligned}\dot{U} &= \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C \\ &= R\dot{I} + j\omega L\dot{I} + \frac{1}{j\omega C}\dot{I} \\ &= [R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})]\dot{I}\end{aligned}$$



等效电路

相量形式的
欧姆定律 $\leftarrow = Z\dot{I}$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{令 } Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}) = R + j(X_L - X_C) = R + jX = |Z| \angle \varphi$$

阻抗

电阻

电抗

$$X = X_L - X_C$$

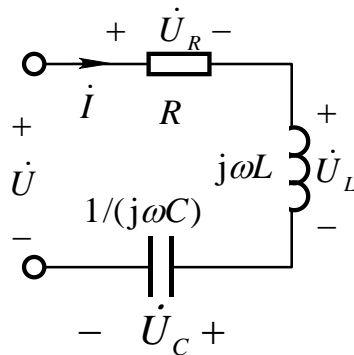
$$\varphi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}$$

阻抗和导纳



又根据
$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{U \angle \psi_u}{I \angle \psi_i} = \frac{U}{I} \angle (\psi_u - \psi_i) = |Z| \angle \varphi$$

可得
$$\frac{U}{I} = |Z| \quad \varphi = \arctan \frac{X_L - X_C}{R}$$



$X_L > X_C$ 时阻抗角 $\varphi > 0$

电压 u 超前于电流 i , RLC 串联电路呈现感性;

$X_L < X_C$ 时阻抗角 $\varphi < 0$

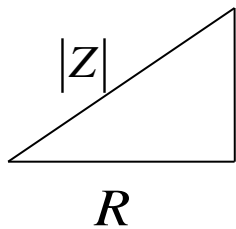
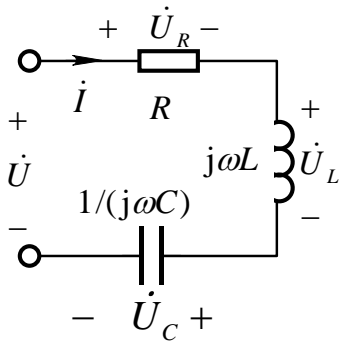
电压 u 滞后于电流 i , RLC 串联电路呈现容性;

$X_L = X_C$ 时阻抗角 $\varphi = 0$

电压 u 与电流 i 同相, RLC 串联电路呈现阻性。

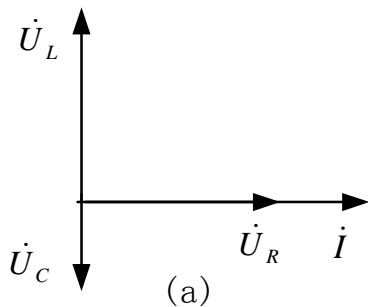
阻抗和导纳

电压 电流的 相量图



阻抗三角形

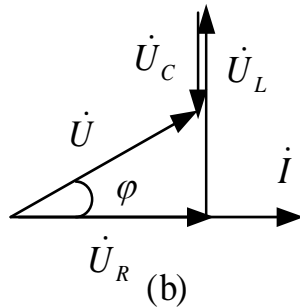
$$X = X_L - X_C$$



$$\dot{U}_R = R\dot{I}$$

$$\dot{U}_L = j\omega L\dot{I} = jX_L\dot{I}$$

$$\dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C}\dot{I} = -jX_C\dot{I}$$



$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C$$

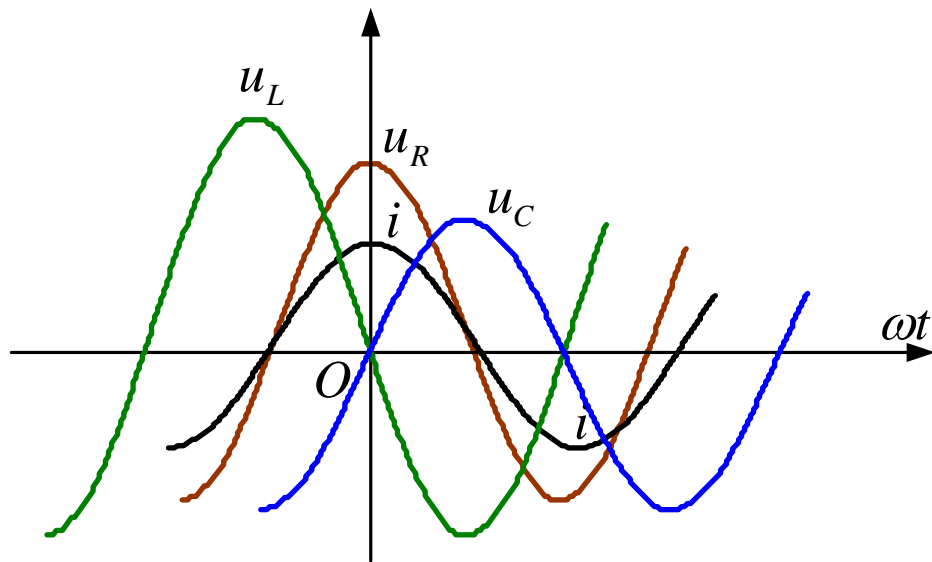
有效值的关系

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

RLC串联电路电压相量图组成直角三角形，与阻抗三角形相似。



RLC 串联电路的波形



说明：以 i 为参考正弦量， u_L 比 i 超前 90° ， u_C 比 i 滞后 90° ， u_L 和 u_C 相位相反。