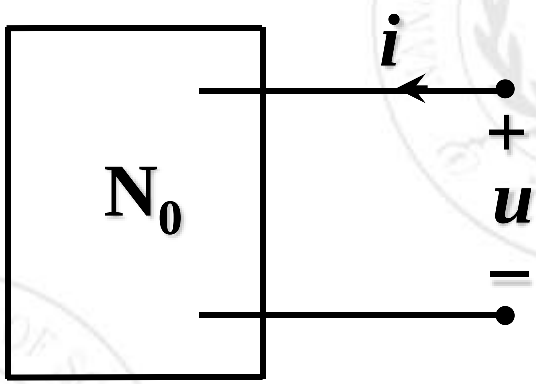
平均功率的两种计算方法

若正弦稳态二端网络N_0中不含独立源



$$1:\ P=\sum P_{Rk}$$

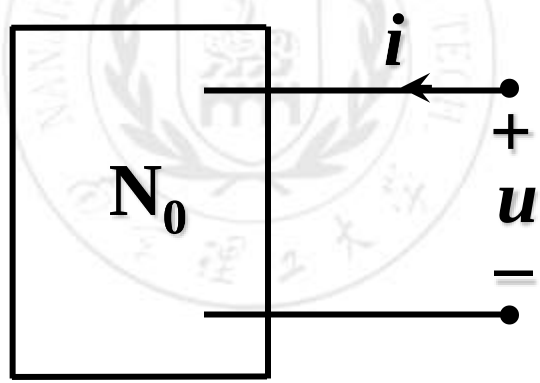
$$2: P=UI\cos\varphi$$

$$\varphi=\psi_u-\psi_i$$

无功功率的两种计算方法

若正弦稳态二端网络N_0中不含独立源

$$\varphi = \psi_u - \psi_i$$



$$1:\ Q = \sum Q_{Xk} = \sum I_k^2 (X_{Lk} - X_{Ck})$$

$$2: Q = UI\sin\varphi$$

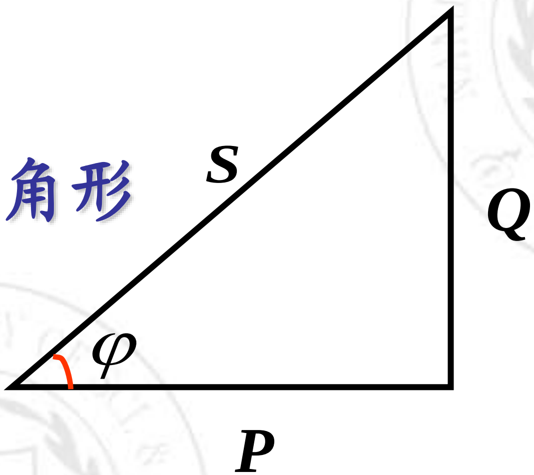
视在功率(表观功率)

- 反映电源设备的容量（可能输出的最大平均功率）

量纲：VA (伏安)：$S \triangleq UI$

- 即有：$S=\sqrt{P^2+Q^2}, tg\varphi=\dfrac{Q}{P}$

功率三角形



$$P = UI\cos\varphi = S\cos\varphi$$

$$Q = S\sin\varphi$$

注：在工程上视在功率用来表示电源设备（变压器、发电机等）的容量，也可用来衡量发电机可能提供的最大平均功率（额定电压×额定电流）

功率因数及其提高

- 当正弦稳态一端口电路内部不含独立源时，$\cos\varphi$用λ表示，称为该一端口电路的**功率因数**

$$\lambda = \cos\varphi = \frac{P}{UI}$$

$$-90^\circ < \varphi < 90^\circ，\cos\varphi > 0$$

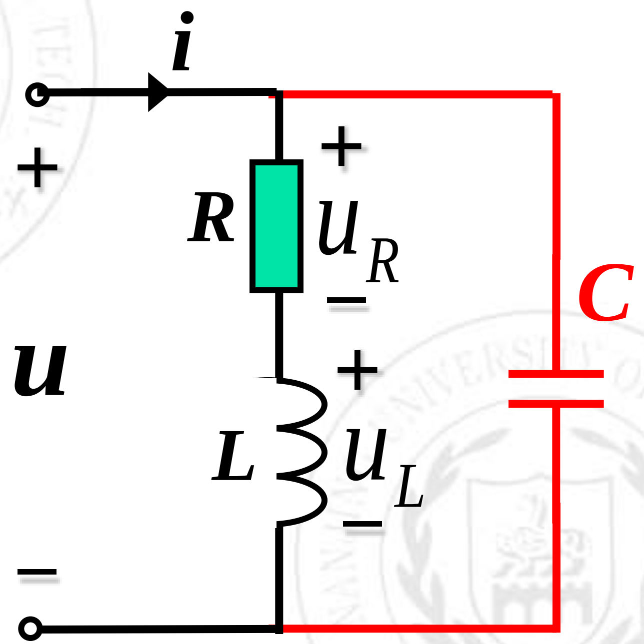
- 工业生产中很多设备都是感性负载，感性负载的P、U一定时，λ越小，由电网输送给此负载的电流就越大。这样一方面要占用较多的电网容量，又会在发电机和输电线上引起较大的功率损耗和电压降。所以需要提高λ的值

提高功率因数的原则:

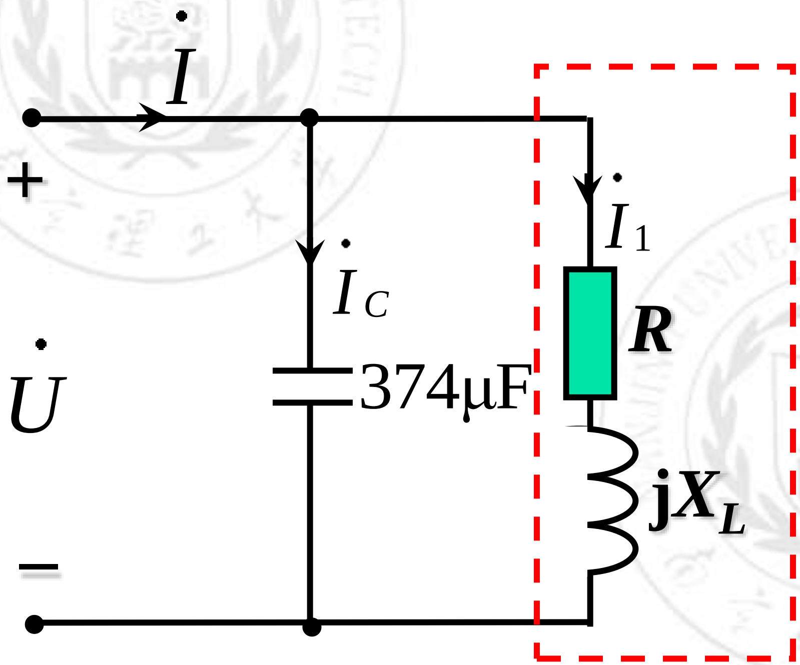
必须保证原负载的工作状态不变。即：加至负载上的电压和负载的平均功率不变

提高功率因数的措施:

并联电容

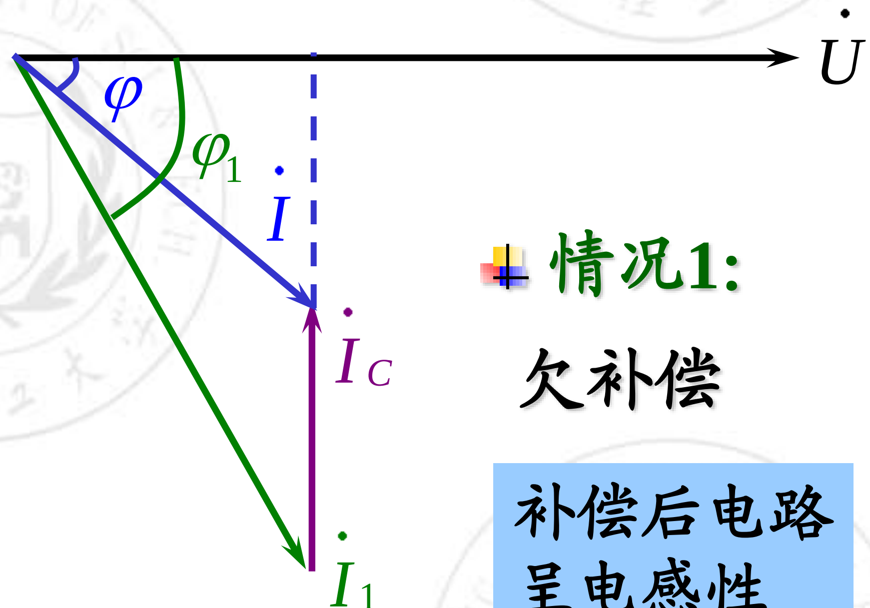


正弦稳态电路的功率因数



感性负载

工程上一般将功率因数提高到0.85~0.95



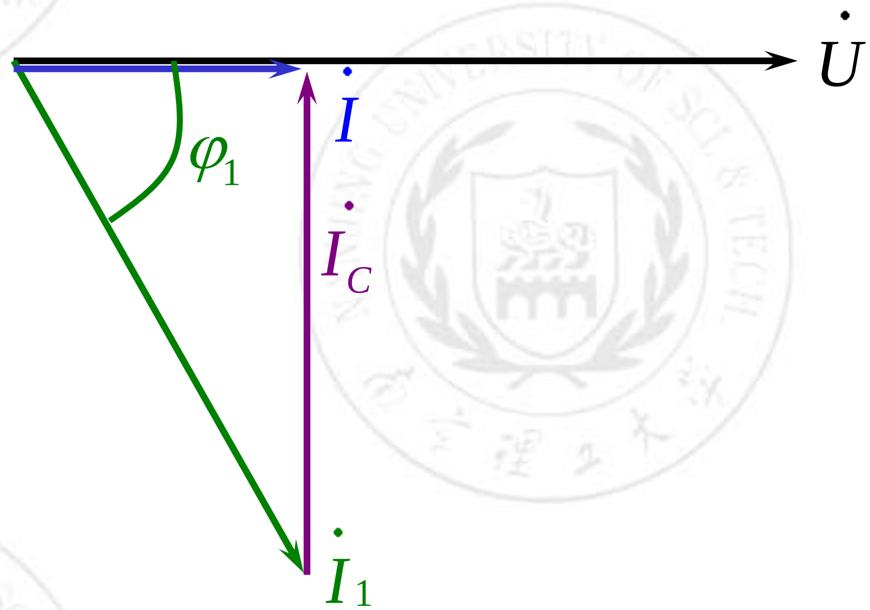
- 情况1:

欠补偿

补偿后电路呈电感性

- 并联电容的作用：减小端口电流，提高功率因数

情况2

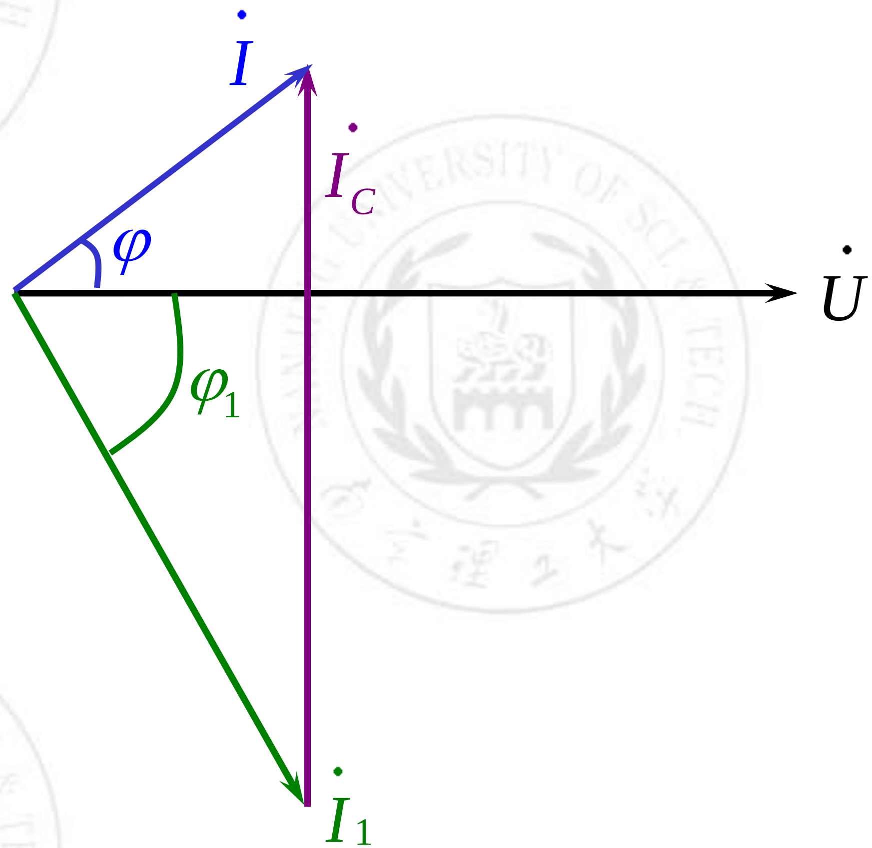


呈电阻性

$$\cos\varphi = 1$$

从经济方面考虑，工程上一般不要求补偿到1。

情况3：过补偿

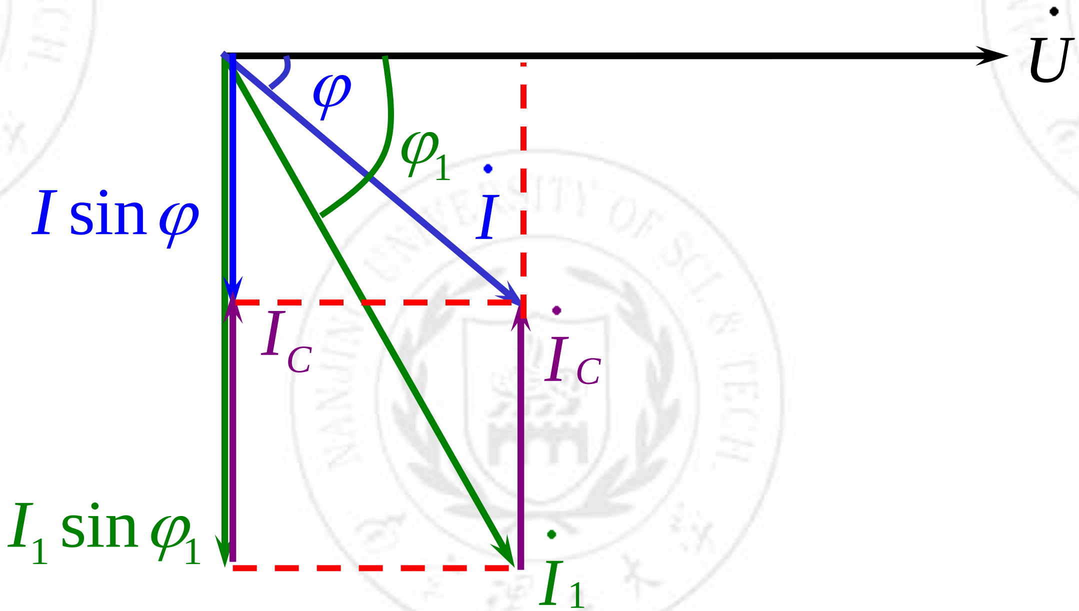


呈电容性

$$\cos\varphi < 1$$

补偿成容性要求使用的电容容量更大，经济上不合算

- 给定P、$\cos\varphi_1$，要求将$\cos\varphi_1$提高到$\cos\varphi$，求$C=?$



$$I_C = I_1\sin\varphi_1 - I\sin\varphi = \frac{P\sin\varphi_1}{U\cos\varphi_1} - \frac{P\sin\varphi}{U\cos\varphi} = \frac{P}{U}(tg\varphi_1 - tg\varphi) = \omega CU$$

$$\therefore\ C = \frac{P}{\omega U^2}(tg\varphi_1 - tg\varphi)$$

功率守恒情况

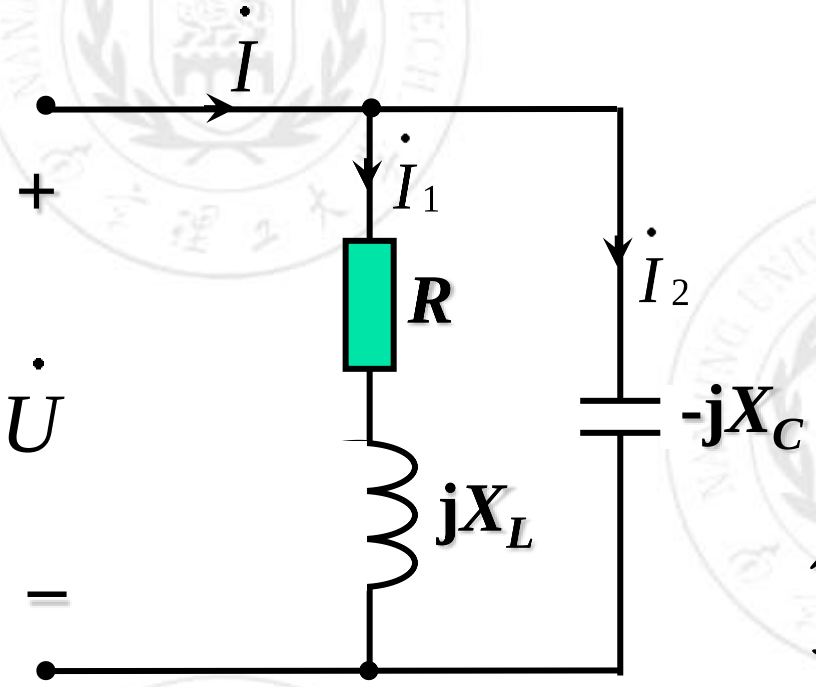
- 瞬时功率守恒：$p(t)=\sum p_k(t)$

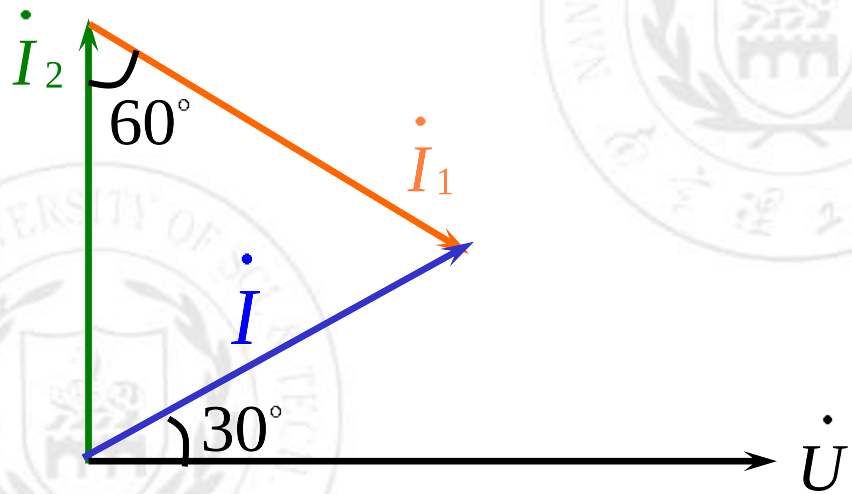
- 平均功率守恒：$P=\sum P_k=\sum R_k I_k^2$

- 无功功率守恒：$Q=\sum Q_k=\sum X_k I_k^2=\sum (X_{Lk}-X_{Ck})I_k^2$

- 视在功率不守恒：$S\neq \sum S_k$

例：已知U=100V, P =86.6W, $I = I_1 = I_2$, 求R, X_L , X_C





作出电路的相量图，

可见电流相量图为等边三角形

$$I=\frac{P}{U\cos\varphi}=\frac{P}{U\cos(-30^\circ)}=1\text{A}$$

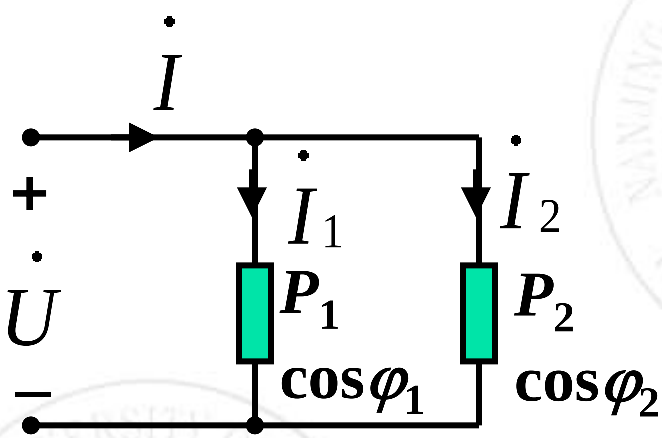
则：$I=I_1=I_2=1\text{A}$

$$R=\frac{P}{I_1^2}=86.6\Omega$$

$$X_C=\frac{U}{I_2}=100\Omega$$

$$X_L=50\Omega$$

例：已知一个负载的$P_1=70\text{kw}, \cos\varphi_1=0.7(\varphi_1<0)$，另一个负载的$P_2=90\text{kw}, \cos\varphi_2=0.85(\varphi_2>0)$，求此电路的总功率因数



设电路总功率因数为$\cos\varphi$

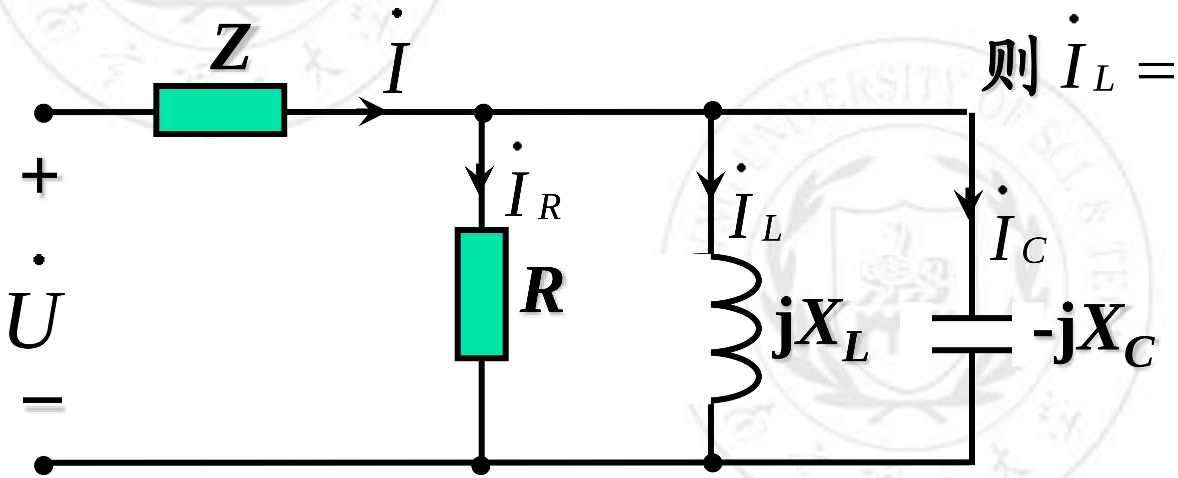
则：$tg\varphi=\dfrac{Q_1+Q_2}{P_1+P_2}$

$$=\frac{P_1 tg\varphi_1+P_2 tg\varphi_2}{P_1+P_2}$$

$$=-0.1$$

$$\therefore \varphi=-5.7^\circ，\ \cos\varphi=0.995$$

例：已知$Z=2+j2\Omega$, $I_R=5A$, $I_L=3A$, $I_C=8A$, 且总平均功率$P=200W$, 求R, U



解：令 $\dot{I}_R=5\angle 0^\circ \text{A}$

则 $\dot{I}_L=3\angle -90^\circ \text{A}$, $\dot{I}_C=8\angle 90^\circ \text{A}$

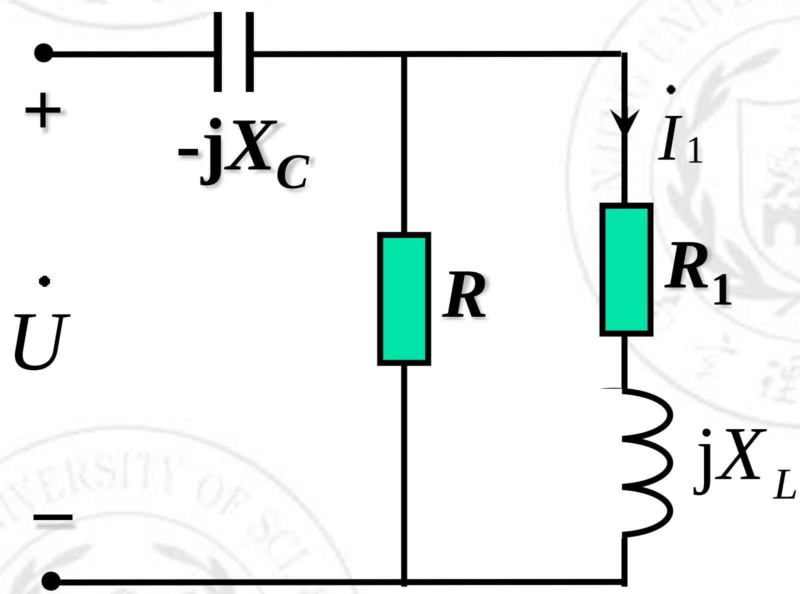
$$\dot{I}=\dot{I}_R+\dot{I}_L+\dot{I}_C$$
$$=5\sqrt{2}\angle 45^\circ \text{A}$$

$$P=\text{Re}[Z]I^2+RI_R^2 \Rightarrow R=\frac{P-\text{Re}[Z]I^2}{I_R^2}=4\Omega$$

$$\therefore \dot{U}=Z\cdot\dot{I}+R\cdot\dot{I}_R=(2+\text{j}2)5\sqrt{2}\angle 45^\circ+4\times 5\angle 0^\circ$$
$$=20+\text{j}20\text{V}=20\sqrt{2}\angle 45^\circ \text{V}$$

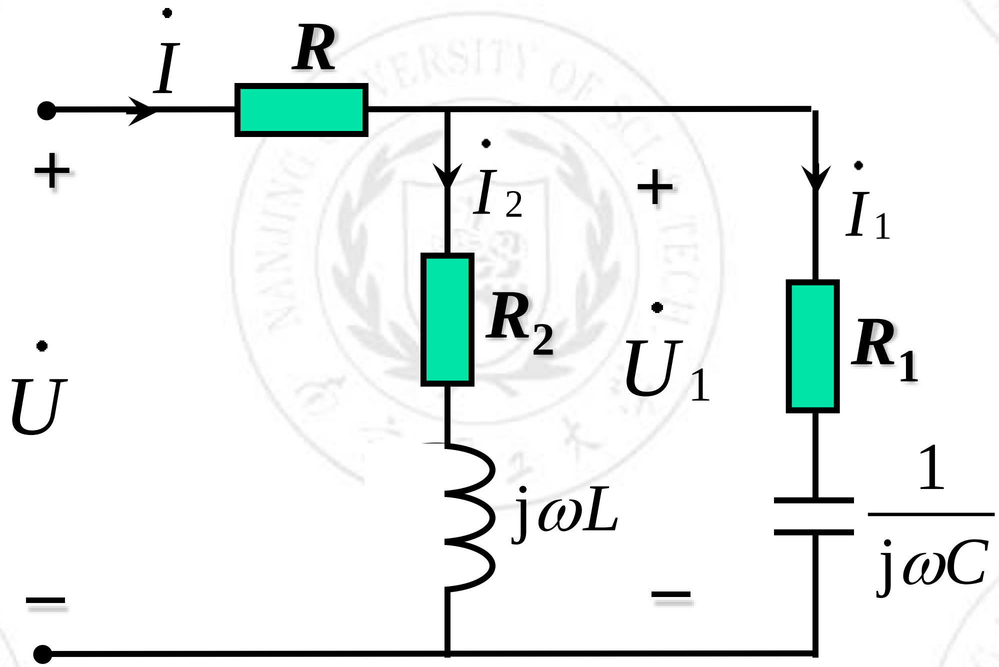
则 $U=20\sqrt{2}\text{V}$

3.38: 已知 $\dot{I}_1 = 2\angle 0^\circ$ A, R_1 =5Ω, X_L =5Ω，电路消耗的平均功率P = 40W, 消耗的无功功率Q = -40Var。试求电阻R、容抗X_C和电压$\dot{U}$。



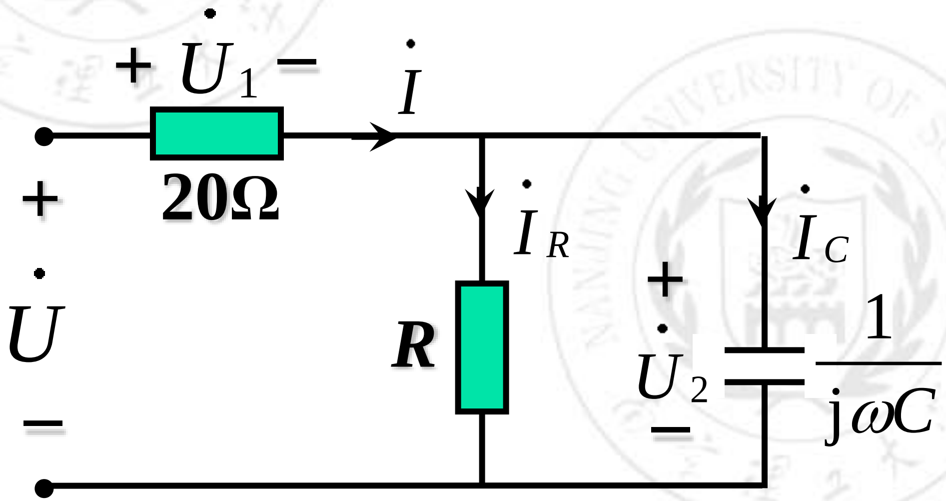
$R = 10\Omega,\ X_C = 6\Omega, \dot{U} = 17.9\angle -26.6^\circ$ V

例：已知$I_1=I_2=10A$, $U=200V$, $R=10\Omega$, $f=50Hz$, 电路消耗平均功率2kW，且$\dot{U}$与$\dot{I}$同相，试求R_1、R_2、L、C.



$$R_1 = R_2 = 5\Omega,\ L = 27.6\text{mH},\ C = 367.7\mu\text{F}$$

例：已知 U_1=60V, U_2=180V, U=195V, f=50Hz, 求R和C



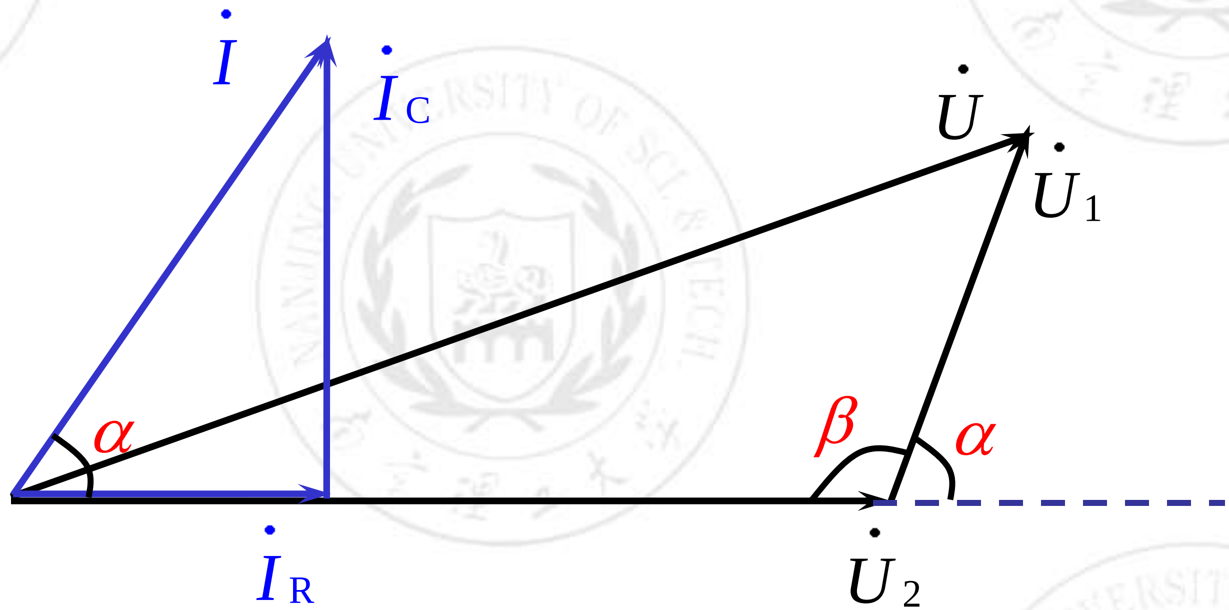
$$I = \frac{U_1}{20} = 3\text{A}$$

$$I_R = I\cos\alpha = 0.3\text{A}$$

$$I_C = I\sin\alpha = 2.98\text{A},\ R = \frac{U_2}{I_R} = 640\Omega$$

$$\frac{1}{2\pi fC} = \frac{U_2}{I_C} = 60.3\Omega,\ C = 52.8\mu\text{F}$$

解：画出相量图



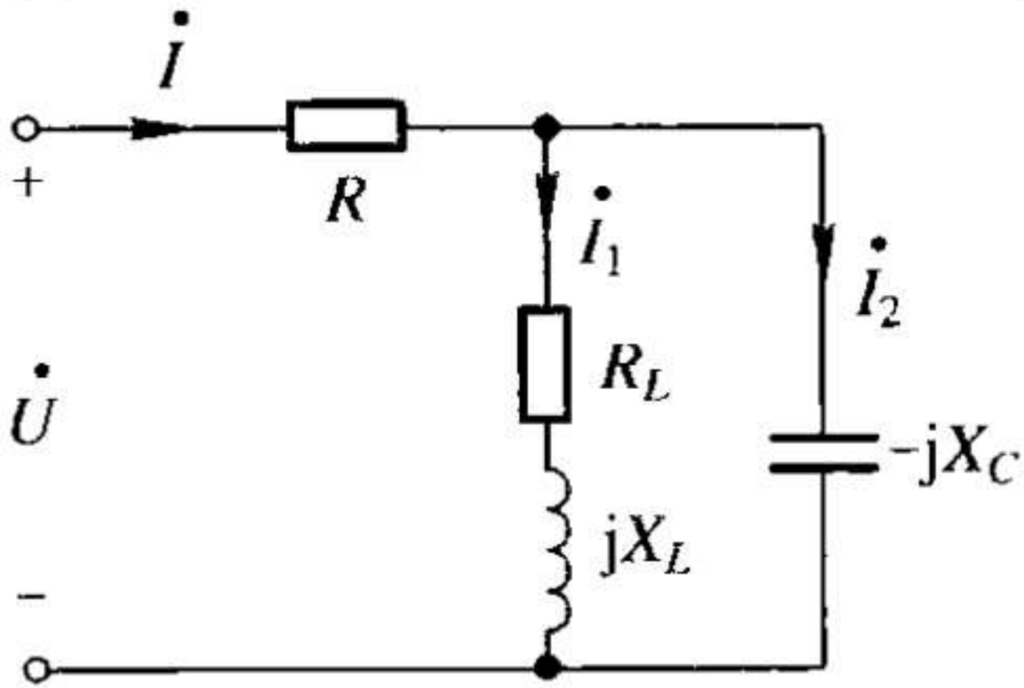
由余弦定理得：$\cos\beta = \dfrac{U_1^2 + U_2^2 - U^2}{2U_1U_2} \Rightarrow \beta = 95.38^\circ$

$$\therefore\ \alpha = 180^\circ - \beta = 84.62^\circ$$

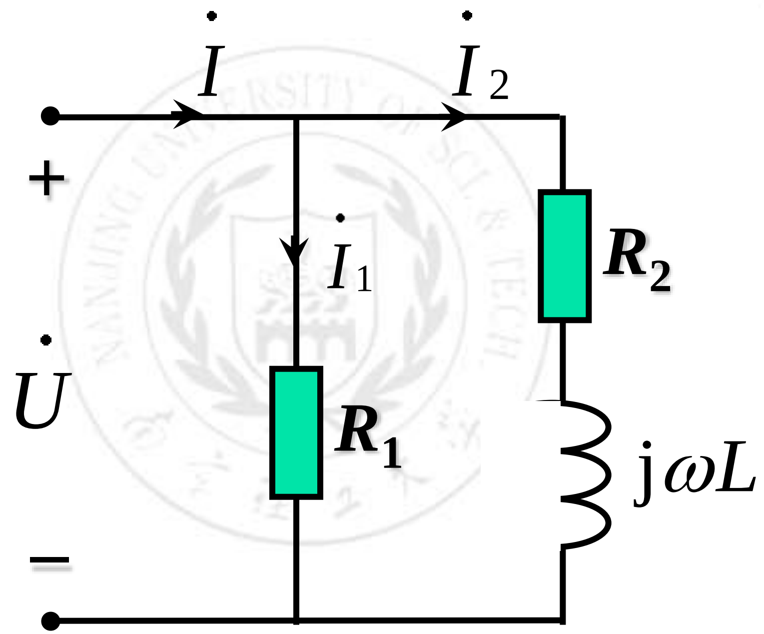
需要利用相量图分析的几种情况

- 1. 相量之间存在超前或滞后的相位关系；
- 2. 构成相量三角形的响应有效值已知或构成特殊三角形；
- 3.求某个响应的极值。

3.25 电路如题3.25图所示，已知 $U=100\text{V}$，$I_1=5\text{A}$，$I_2=4\text{A}$，$X_C=12.5\Omega$，且$\dot{U}$与$\dot{I}$同相。试求 R、R_L 和 X_L 的值。



3.35: 已知I_1=22A, I_2 =10A, I=30A, R_1 =10Ω, f=50Hz。试求电路参数R_2和L；电路的功率因数$\cos\varphi$及P、Q、S。



$$R_2 = 15.8\Omega,\ L = 48.8\text{mH}$$

$$P = 6.4\text{kW},\ Q = 1.5\text{kVar},\ S = 6.6\text{kVA}$$

本 次 课 重 点

- 正弦稳态电路的分析.