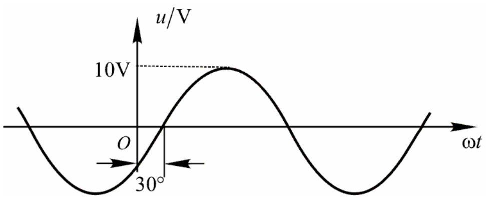
第 3 章正弦稳态电路的分析习题解答

3.1 已知正弦电压$u = 10\sin(314t - \theta)$V，当$t = 0$时，$u = 5$V。求出有效值、频率、周期和初相，并画波形图。

解 有效值为 $U = \dfrac{10}{\sqrt{2}} = 7.07$V

$f = \dfrac{314}{2\pi} = 50$Hz；$T = \dfrac{1}{f} = 0.02$s

将 $t = 0$，$u = 5$V 代入，有 $5 = 10\sin(-\theta)$，求得初相$\theta = -30°$。波形图如下



3.2 正弦电流i的波形如图 3.1 所示，写出瞬时值表达式。

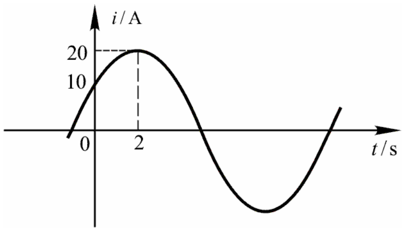


图 3.1 习题 3.2 波形图

解 从波形见，电流i的最大值是20A，设i的瞬时值表达式为

$$i = 20\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \theta\right)\text{A}$$

当 $t = 0$ 时，$i = 10$A，所以 $10 = 20\sin\theta$，求得 $\theta = 30°$ 或 $\theta = \dfrac{\pi}{6}$。

当 $t = 2$s 时，$i = 20$A，所以 $20 = 20\sin\left(\dfrac{2\pi}{T}\times 2 + \dfrac{\pi}{6}\right)$，求得 $T = 12$s。

所以 $i = 20\sin\left(\dfrac{\pi}{6}t + 30°\right)$A。

3.3 正弦电流$i_1 = 5\cos(3t - 120°)$A，$i_2 = \sin(3t + 45°)$A。求相位差，说明超前滞后关系。

解 若令参考正弦量初相位为零，则i_1的初相位$\theta_1 = 90° - 120° = -30°$，而$i_2$初相位$\theta_2 = 45°$，其相位差 $\varphi = \theta_1 - \theta_2 = -30° - 45° = -75°$，所以$i_1$滞后于$i_2$ $75°$ 角，或i_2超前i_1 $75°$ 角。

3.4 正弦电流和电压分别为

（1）$u_1 = 3\sqrt{2}\sin(4t + 60°)$V

（2）$u_2 = 5\cos(4t - 75°)$V

（3）$i_1 = -2\sin(4t + 90°)$A

(4) $i_2 = -5\sqrt{2}\cos(4t + 45°)$V

写出有效值相量，画出相量图。

解 (1) $\dot{U}_1 = 3\angle 60°\text{V}$，相量图如图（1）

(2) $u_2 = 5\cos(4t - 75°) = 5\sin(4t + 15°)\ \text{V}$

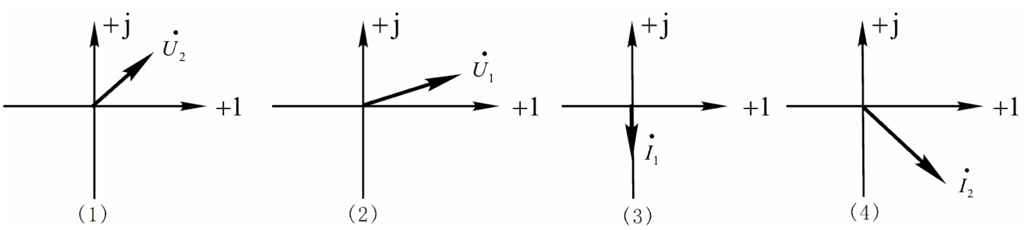
有效值相量为 $\dot{U}_2 = \dfrac{5}{\sqrt{2}}\angle 15°\text{V}$，相量图如图（2）

(3) $i_1 = -2\sin(4t + 90°) = 2\sin(4t - 90°)\text{A}$

有效值相量为 $\dot{I}_1 = \sqrt{2}\angle -90°\text{A}$，相量图如图（3）

(4) $i_2 = -5\sqrt{2}\cos(4t + 45°) = 5\sqrt{2}\sin(4t - 45°)\text{A}$

有效值相量为 $\dot{I}_2 = 5\angle -45°\text{A}$，相量图如图（4）



3.5 图 3.2 中，已知 $i_1 = 2\sqrt{2}\sin(2t + 45°)\text{A}$，$i_2 = 2\sqrt{2}\cos(2t + 45°)\text{A}$，求 i_S。

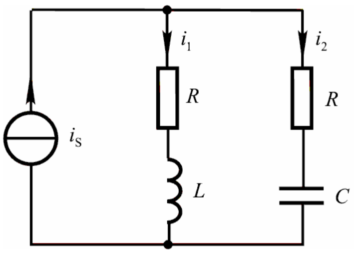


图 3.2 习题 3.5 图

解 列 KCL 方程，有 $i_S = i_1 + i_2$

相量关系为 ：$\dot{I}_{Sm} = \dot{I}_{1m} + \dot{I}_{2m}$

$$= 2\sqrt{2}\angle 45° + 2\sqrt{2}\angle 135°$$

$$= 2 + \text{j}2 - 2 + \text{j}2 = \text{j}4\text{V}$$

所以 $i_S = 4\sin(2t + 90°)\text{A}$。

3.6 图 3.3 中，已知 $u_1 = 4\sin(t + 150°)\text{V}$，$u_2 = 3\sin(t - 90°)\text{V}$，求 u_S。

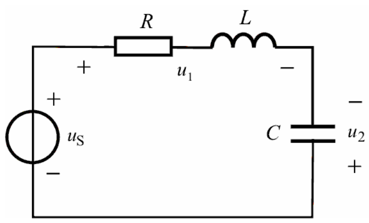


图 3.3 习题 3.6 图

解 列 KVL 方程，有 $u_S = u_1 - u_2$

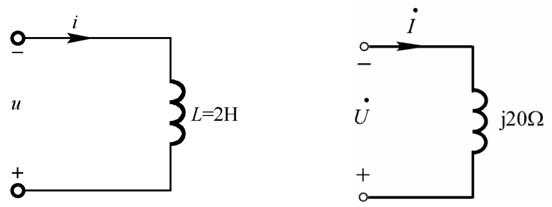
相量关系为 ：$\dot{U}_{Sm} = \dot{U}_{1m} - \dot{U}_{2m}$

$$= 4\angle 150° - 3\angle -90°$$

$$= -3.46 + \text{j}2 + \text{j}3 = 6.08\angle 124.68°\text{V}$$

所以 $u_S = 6.08\sin(t + 124.68°)\text{V}$。

3.7 图 3.4（a）中，$i = 2\sqrt{2}\sin\left(10t + 30^\circ\right)$A，求电压 u。



（a）时域电路　　（b）相量电路

图 3.4　习题 3.7 图

解　$i \leftrightarrow \dot{I} = 2\angle 30^\circ$ A，由于 u 与 i 是非关联方向，故由图 3.4（b）得

$$\dot{U} = -\mathrm{j}\omega L\dot{I}$$

$$= -\mathrm{j}20 \times 2\angle 30^\circ = 40\angle -60^\circ \text{ V}$$

所以　$u = 40\sqrt{2}\sin(10t - 60^\circ)$V

3.8　某线圈电阻可以忽略，其电感为 0.01H，接于电压为 220V 的工频交流电源上时，求电路中电流的有效值；若电源频率改为 100 Hz，重新求电流的有效值，并写出电流的瞬时表达式。

解　当 $f = 50$ Hz 时，

$$I = \frac{220}{2 \times 3.14 \times 50 \times 0.01} = 70.06\text{A}$$

$$i = 70.06\sqrt{2}\sin\left(314t - 90^\circ\right)\text{A}$$

当 $f = 100$ Hz 时，

$$I = \frac{220}{2 \times 3.14 \times 100 \times 0.01} = 35.03\text{A}$$

$$i = 35.03\sqrt{2}\sin\left(628t - 90^\circ\right)\text{A}$$

3.9 求图 3.5 中电流表和电压表的读数。

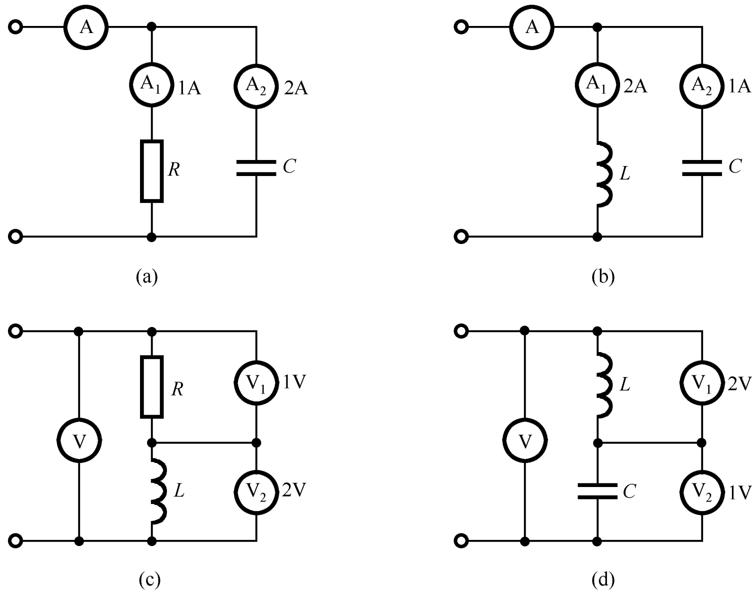


图 3.5　习题 3.9 电路图

解 (a)　$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{1^2 + 2^2} = \sqrt{5} = 2.24\text{A}$

(b)　$I = \left|I_1 - I_2\right| = 2 - 1 = 1\text{A}$

(c) $U=\sqrt{U_1^2+U_2^2}=\sqrt{5}=2.24\text{V}$

(d) $U=\left|U_1-U_2\right|=2-1=1\text{V}$

3.10 求图 3.6 所示电路 ab 端的等效阻抗 Z 及导纳 Y。

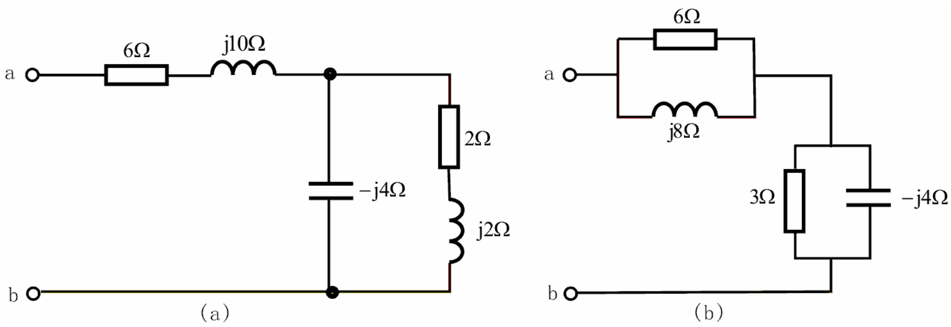


图 3.6 习题 3.10 电路图

解 (a) $Z=6+\text{j}10+\dfrac{(2+\text{j}2)\times(-\text{j}4)}{2+\text{j}2-\text{j}4}=6+\text{j}10+\dfrac{8-\text{j}8}{2-\text{j}2}=10+\text{j}10=10\sqrt{2}\angle 45^\circ\Omega$

$$Y=\frac{1}{Z}=\frac{1}{10\sqrt{2}\angle 45^\circ}=0.07\angle -45^\circ\text{S}$$

(b) $Z=\dfrac{6\times\text{j}8}{6+\text{j}8}+\dfrac{3\times(-\text{j}4)}{3-\text{j}4}=\dfrac{\text{j}48\times(3-\text{j}4)-\text{j}12\times(6+\text{j}8)}{2\times 25}=5.94\angle 14^\circ\Omega$

$$Y=\frac{1}{Z}=\frac{1}{5.94\angle 14^\circ}=0.17\angle -14^\circ\text{S}$$

3.11 在图 3.7 所示电路中，已知 $u=220\sqrt{2}\sin(314t)\text{V}$，$i_2=10\sqrt{2}\sin(314t+60^\circ)\text{A}$，求电阻 R 及电容 C。

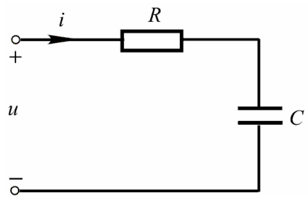


图 3.7 习题 3.11 电路图

解 $Z=\dfrac{\dot{U}}{\dot{I}}=\dfrac{220\angle 0^\circ}{10\angle 60^\circ}=22\angle -60^\circ=(11-\text{j}19)\Omega$

$R=11\Omega$，$\dfrac{1}{\omega C}=19\Omega$，$C=167.6\mu\text{F}$

3.12 一电感线圈接在 30V 的直流电源上时，其电流为 1A，如果接在 30V、50Hz 的正弦交流电源时，其电流为 0.6A，求线圈的电阻和电感。

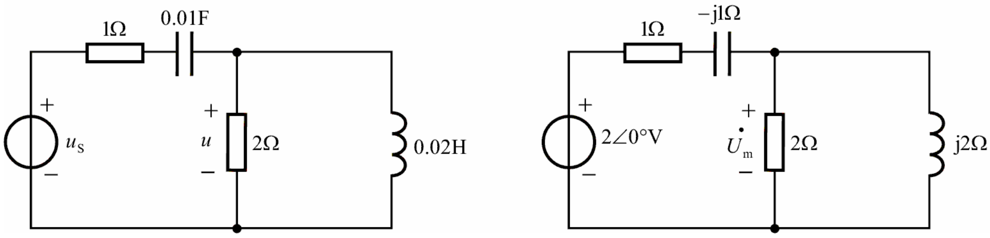
解 $R=\dfrac{30}{1}=30\Omega$

$$\frac{30}{0.6}=\sqrt{R^2+(\omega L)^2}=\sqrt{30^2+(\omega L)^2}$$

$$(\omega L)^2=50^2-30^2$$

$$L=\frac{40}{2\times 3.14\times 50}=127.4\text{mH}$$

3.13 已知$u_S=2\sin(100\,t)$V，试求图 3.8 中的电压u。



(a) 电路　　　　　　(b) 相量模型

图 3.8 习题 3.13 电路图

解 将时域模型转化为相量模型如图（b）所示。利用分压公式得

$$\dot{U}_m=\frac{\dfrac{2\times j2}{2+j2}}{1-j1+\dfrac{2\times j2}{2+j2}}\times 2\angle 0^\circ=\frac{j4}{4+j4}\times 2\angle 0^\circ=\sqrt{2}\angle 45^\circ\text{V}$$

$$u=\sqrt{2}\sin(100t+45^\circ)\text{V}$$

3.14 求图 3.9 所示电路的各支路电流。

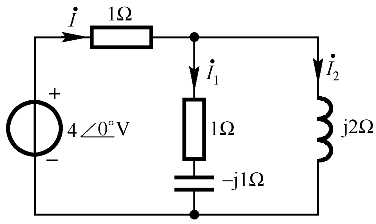


图 3.9　习题 3.14 电路图

解 输入阻抗　$Z=1+\dfrac{j2(1-j1)}{j2+1-j1}=3\Omega$

$$\dot{I}=\frac{4\angle 0^\circ}{Z}=\frac{4}{3}\text{A}$$

由分流公式得 $\dot{I}_1=\dfrac{j2}{1-j1+j2}\dot{I}=\dfrac{j2}{1+j1}\times\dfrac{4}{3}=\dfrac{4}{3}\sqrt{2}\angle 45^\circ\text{A}$

$$\dot{I}_2=\frac{1-j1}{1-j1+j2}\dot{I}=\frac{1-j1}{1+j1}\times\frac{4}{3}=\frac{4}{3}\angle -90^\circ\text{A}$$

3.15 已知图 3.10 中的$U_R=U_L=10$V，$R=10\Omega$，$X_C=10\Omega$，求$\dot{I}_S$

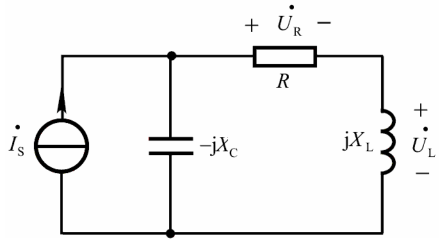


图 3.10　习题 3.15 电路图

解 $\dot{I}_C=\dfrac{\dot{U}_R+\dot{U}_L}{-jX_C}=\dfrac{10+j10}{-j10}=\sqrt{2}\angle 135^\circ\text{A}$

$$\dot{I}_S=\frac{\dot{U}_R}{10}+\dot{I}_C=1-1+j1=j1A$$

3.16 已知图 3.11 中的$u_C=5\sin(4t-90°)(V)$，求i、u_R、u_L及u_S，并画相量图。

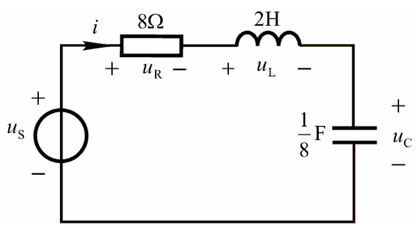
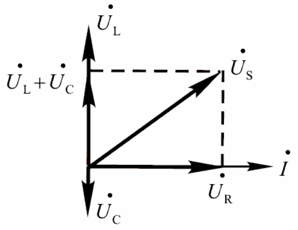


图 3.11　习题 3.16 电路图



习题 3.16 相量图

解　$\dot{I}_m=j\omega C\dot{U}_{Cm}=j4\times\frac{1}{8}\times5\angle-90°=2.5A$，$i=2.5\sin(4t)A$

$\dot{U}_{Rm}=R\dot{I}_m=2.5\times8=20V$，$u_R=20\sin(4t)V$

$\dot{U}_{Lm}=j\omega L\dot{I}_m=j2\times4\times2.5=j20V$，$u_L=20\sin(4t+90°)V$

$\dot{U}_{Sm}=\dot{U}_{Rm}+\dot{U}_{Lm}+\dot{U}_{Cm}=20+j20-j5=20+j15=25\angle36.87°V$

$u_S=25\sin(4t+36.87°)V$

3.17　利用支路电流法求图 3.12 中各支路电流。

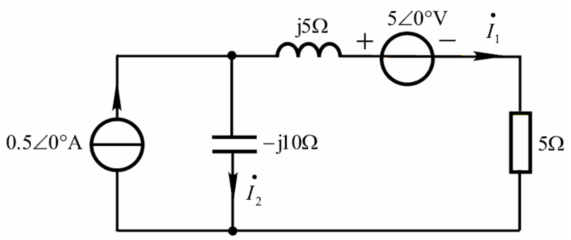


图 3.12　习题 3.17 电路图

解　列 KCL、KVL 方程为

$$\begin{cases}\dot{I}_1+\dot{I}_2=0.5\\(5+j5)\dot{I}_1+5+j10\dot{I}_2=0\end{cases}$$

整理得$(5+j5)\dot{I}_1+5+j10\left(0.5-\dot{I}_1\right)=0$

$$(5-j5)\dot{I}_1=-5-j5$$

$$\dot{I}_1=\frac{-5-j5}{5-j5}=1\angle-90°A$$

$$\dot{I}_2=0.5-\dot{I}_1=0.5+j=1.12\angle63.46A$$

3.18　用叠加原理计算图 3.13 中的电压$\dot{U}$。

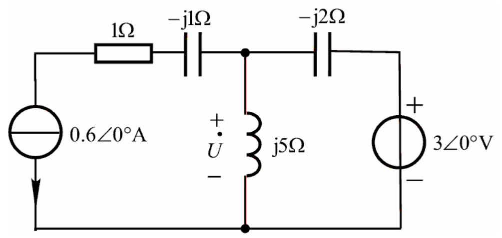


图 3.13　习题 3.18 电路图

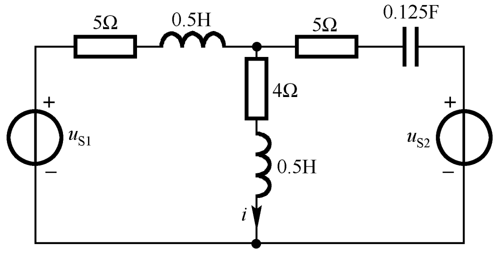
解 电流源单独作用时

$$\dot{U}_1=-\frac{(-\mathrm{j}2)\times \mathrm{j}5}{\mathrm{j}5-\mathrm{j}2}\times 0.6\angle 0^\circ=\mathrm{j}2\mathrm{V}$$

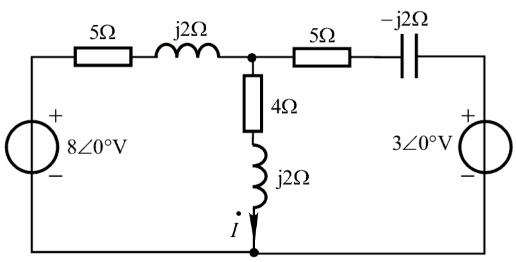
电压源单独作用时　$\dot{U}_2=\dfrac{\mathrm{j}5}{\mathrm{j}5-\mathrm{j}2}\times 3\angle 0^\circ=5\mathrm{V}$

$$\dot{U}=\dot{U}_1+\dot{U}_2=5+\mathrm{j}2=5.4\angle 21.8^\circ\ \mathrm{V}$$

3.19　已知 $u_{\mathrm{S1}}=8\sqrt{2}\sin(4t)\mathrm{V}$，$u_{\mathrm{S2}}=3\sqrt{2}\sin(4t)\mathrm{V}$，试用戴维南定理求图 3.14 中的电流 i。



（a）电路



(b) 相量模型

图 3.14　习题 3.19 电路图

解　将时域模型转化为相量模型如图（b）所示，将 4Ω 与 j2Ω 串联支路断开，求断开后的开路电压 $\dot{U}_{\mathrm{OC}}$ 及 Z_{S}

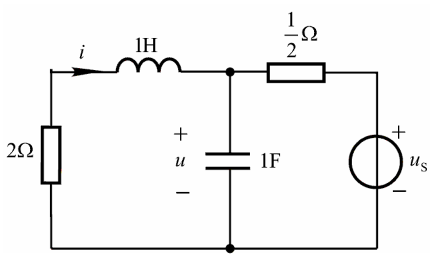
$$\dot{U}_{\mathrm{OC}}=\frac{8-3}{5+\mathrm{j}2+5-\mathrm{j}2}\times(5-\mathrm{j}2)+3=5.5-\mathrm{j}=5.59\angle-10.3^\circ\ \mathrm{V}$$

$$Z_{\mathrm{S}}=\frac{(5+\mathrm{j}2)(5-\mathrm{j}2)}{5+\mathrm{j}2+5-\mathrm{j}2}=2.9\Omega$$

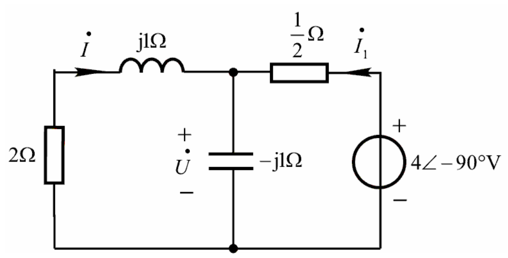
则　$\dot{I}=\dfrac{5.59\angle-10.3^\circ}{2.9+4+\mathrm{j}2}=\dfrac{5.59\angle-10.3^\circ}{7.18\angle 16.16^\circ}=0.78\angle-26.46^\circ\ \mathrm{A}$

$$i=0.78\sqrt{2}\sin(4t-26.46^\circ)\mathrm{A}$$

3.20　在图 3.15 所示电路中，已知 $u_{\mathrm{S}}=-4\sqrt{2}\cos t(\mathrm{V})$，求 i、u 及电压源提供的有功功率。



（a）电路



(b) 相量模型

图 3.15　习题 3.20 电路图

解　将时域模型转化为相量模型如图（b）

用有效值相量计算，$u_{\mathrm{S}} \leftrightarrow \dot{U}_{\mathrm{S}} = 4\angle -90^{\circ}\,\mathrm{V}$，

$$Z = \frac{1}{2} + \frac{(2+\mathrm{j})(-\mathrm{j})}{2+\mathrm{j}-\mathrm{j}} = (1-\mathrm{j}) = \sqrt{2}\angle -45^{\circ}\Omega$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_S}{Z} = \frac{4\angle -90^{\circ}}{\sqrt{2}\angle -45^{\circ}} = 2\sqrt{2}\angle -45^{\circ}\,\mathrm{A}$$

$$\dot{I} = -\frac{-\mathrm{j}}{2+\mathrm{j}-\mathrm{j}}\dot{I}_1 = \sqrt{2}\angle 45^{\circ}\,\mathrm{A}$$

$$i = 2\sin(t+45^{\circ})\mathrm{A}$$

$$\dot{U} = -\mathrm{j}(\dot{I}+\dot{I}_1) = -1-\mathrm{j}3 = 3.16\angle -108.4^{\circ}\mathrm{V}$$

$$u = 3.16\sqrt{2}\sin(t-108.4^{\circ})\mathrm{V}$$

$$P = U_{\mathrm{S}}I_1\cos(-90^{\circ}+45^{\circ}) = 4\times 2\sqrt{2}\times\cos(-45^{\circ}) = 8\mathrm{W}$$

3.21　日光灯可以等效为一个RL串联电路，已知30W日光灯的额定电压为220V。灯管电压为75V。若镇流器上的功率损耗可以略去，试计算电路的电流及功率因数。

解　$I = \frac{P}{75} = \frac{30}{75} = 0.4\mathrm{A}$

$$\lambda = \frac{P}{UI} = \frac{30}{220\times 0.4} = 0.34$$

3.22　求图3.16所示电路中网络N的阻抗、有功功率、无功功率、功率因数和视在功率。

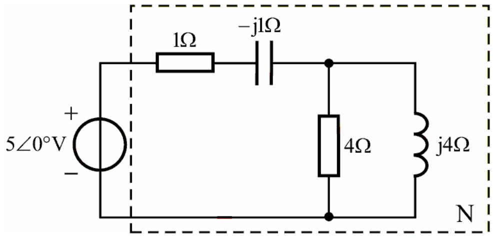


图3.16　习题3.22电路图

解　$Z = 1-\mathrm{j}+\frac{4\times\mathrm{j}4}{4+\mathrm{j}4} = 1-\mathrm{j}+2+\mathrm{j}2 = 3+\mathrm{j} = 3.16\angle 18.4^{\circ}\Omega$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_{\mathrm{S}}}{Z} = \frac{5\angle 0^{\circ}}{3.16\angle 18.4^{\circ}} = 1.58\angle -18.4^{\circ}\,\mathrm{A}$$

网络N吸收的有功功率　$P = UI\cos\varphi = 5\times 1.58\times\cos 18.4^{\circ} = 7.5\mathrm{W}$

无功功率　$Q = UI\sin\varphi = 5\times 1.58\times\sin 18.4^{\circ} = 2.5\,\mathrm{var}$

功率因数　$\lambda = \cos\varphi = \cos 18.4^{\circ} = 0.95$（滞后）

视在功率　$S = UI = 7.9\mathrm{VA}$

3.23 某一供电站的电源设备容量是30kVA，它为一组电机和一组40W的白炽灯供电，已知电机的总功率为11kW，功率因数为0.55，试问：白炽灯可接多少只？电路的功率因数为多少？

解　$\cos\varphi_1 = 0.55, \varphi_1 = 56.63^{o}$

接白炽灯后，无功功率不变，电机的无功功率：$Q = Ptg\varphi_1 = 16.7 = 30\sin\varphi$

$\cos\varphi = 0.83$

白炽灯可接的灯数为：$\dfrac{30\times0.83-11}{40}=348$ (盏)，

3.24 图 3.17 所示电路中，已知正弦电压为$U_S=220\text{V}$，$f=50\text{Hz}$，其功率因数$\cos\varphi=0.5$，额定功率$P=1.1\text{kW}$。求：(1) 并联电容前通过负载的电流$\dot{I}_L$及负载阻抗Z；（2）为了提高功率因数，在感性负载上并联电容，如虚线所示，欲把功率因数提高到1应并联多大电容及并上电容后线路上的电流I。

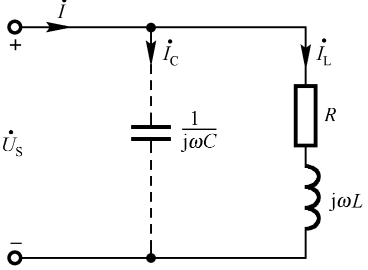


图 3.17　习题 3.24 电路图

解　（1）$I_L=\dfrac{P}{U_S\cos\varphi}=\dfrac{1100}{220\times0.5}=10\text{A}$

由于$\cos\varphi=0.5$　　所以φ＝60°

$$\dot{I}_L=10\angle-60^\circ\text{A}，\ Z=\frac{\dot{U}_S}{\dot{I}_L}=22\angle60^\circ\Omega.$$

（2）并联电容后，$I=\dfrac{P}{U_S\cos\varphi_1}=\dfrac{1100}{220}=5\text{A}$

$$I_C＝I_L\sin60^\circ=8.66\text{A}$$

$$\text{C}＝\frac{I_C}{\omega U}=\frac{8.66}{2\pi\times50\times220}=125.4\mu\text{F}$$

3.25 在下列各种情况下，应分别采用哪种类型（低通、高通、带通、带阻）的滤波电路。

（1）希望抑制 50Hz 交流电源的干扰；

（2）希望抑制 500Hz 以下的信号；

（3）有用信号频率低于 500Hz；

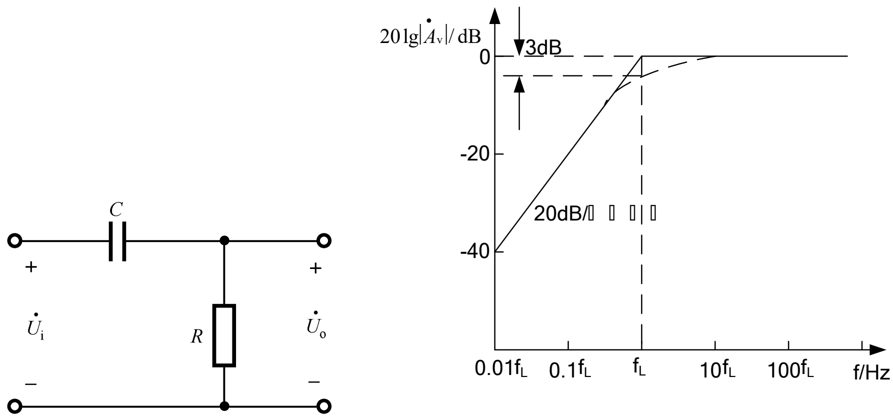
（4）有用信号频率为 500Hz。

解　（1）带阻　（2）高通　（3）低通（4）带通

3.26 电路如图 3.18 所示的，图中 C=0.1μF，R=5KΩ。

（1）确定其截止频率；

（2）画出幅频响应的渐进线和－3dB 点。



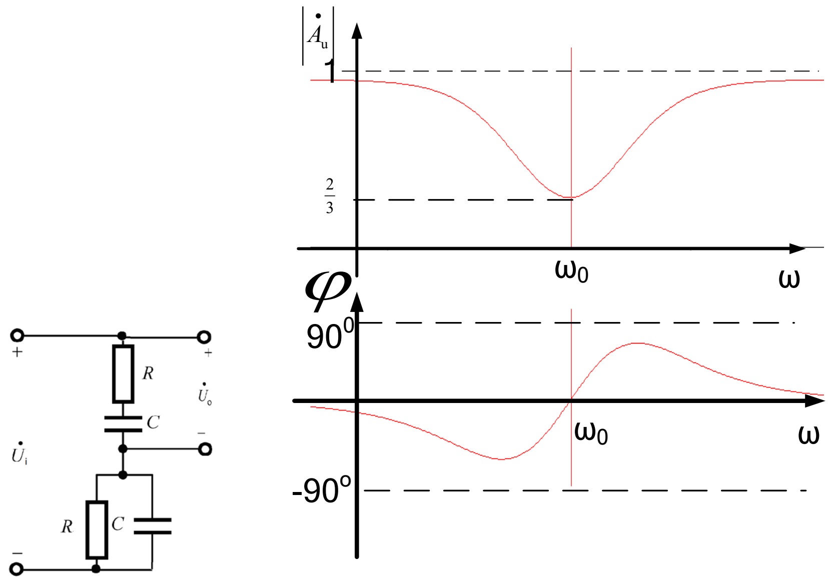
（a）　　　　　　　　　　（b）

图 3.18 习题 3.26 电路图

解： $f_L=\dfrac{1}{2\pi RC}=\dfrac{1}{2\pi\times5\times10^{-3}\times0.1\times10^{-6}}=318.3(\mathrm{Hz})$

幅频响应的渐进线如图 3.18（b）

3.27 RC 带阻滤波电路如图 3.19 所示，试推导 $\dot{A}_u=\dfrac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$ 的表达式，并画出幅频特性和相频特性曲线。



(a)　　　　　　　　　　(b)

图 3.19　习题 3.27 电路图

解： $Z_1=R+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C},Z_2=\dfrac{R\times\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}=\dfrac{R}{1+\mathrm{jR}\omega C}$

$$\dot{A}_u=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}=\frac{Z_1}{Z_1+Z_2}=\frac{(1+\mathrm{j}\omega RC)^2}{\mathrm{j}\omega RC+(1+\mathrm{j}\omega RC)^2}=\frac{1+\mathrm{j}2\omega RC-(\omega RC)^2}{1+\mathrm{j}3\omega RC-(\omega RC)^2}$$

令 $\omega_0 = \dfrac{1}{RC}$

$$\left|\dot{A}_{\mathrm{u}}\right| = \sqrt{\frac{[1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2]^2 + 4(\frac{\omega}{\omega_0})^2}{[1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2]^2 + 9(\frac{\omega}{\omega_0})^2}} \qquad \omega=\omega_0, \left|\dot{A}_{\mathrm{u}}\right| = \frac{2}{3}，\ \omega \ll \omega_0, \left|\dot{A}_{\mathrm{u}}\right| = 1，\ \omega \gg \omega_0, \left|\dot{A}_{\mathrm{u}}\right| = 1$$

幅频特性和相频特性曲线如图 3.19（b）。

3.28 图 3.20 为移相器电路，在测试控制系统中广泛应用。图中的 R_1 为可调电位器，当调节 R_1 时，输出电压 $\dot{U}_{\mathrm{O}}$ 的相位可在一定范围内连续可变，试求电路中 R_1 变化时，输入输出电压之间相位差的变化范围。

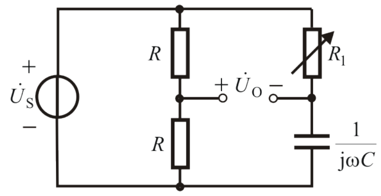


图 3.20 习题 3.28 电路图

解 $$\dot{U}_0 = \frac{R}{R+R}\dot{U}_{\mathrm{S}} - \frac{\frac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R_1 + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}}\dot{U}_{\mathrm{S}} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{1+\mathrm{j}\omega R_1 C}\right)\dot{U}_{\mathrm{S}} = \frac{-1+\mathrm{j}\omega R_1 C}{2(1+\mathrm{j}\omega R_1 C)}\dot{U}_{\mathrm{S}}$$

$$H(\mathrm{j}\omega) = \frac{\dot{U}_0}{\dot{U}_{\mathrm{S}}} = \frac{\sqrt{(-1)^2 + (\omega R_1 C)^2}\angle 180° - \arctan\omega R_1 C}{2\sqrt{1+(\omega R_1 C)^2}\angle\arctan\omega R_1 C} = \frac{1}{2}\angle 180° - 2\arctan\omega R_1 C$$

上式表明，输出电压的大小是输入电压的一半，当 R_1 由 0 变化到 ∞ 时，相位随之从 $180°$ 变化到 $0°$，并且输出电压超前输入电压。

3.29 图 3.21 是 RLC 串联电路，$u_{\mathrm{S}} = 4\sqrt{2}\sin(\omega t)\mathrm{V}$。求谐振频率、品质因数、谐振时的电流和电阻两端、电感及电容两端的电压。

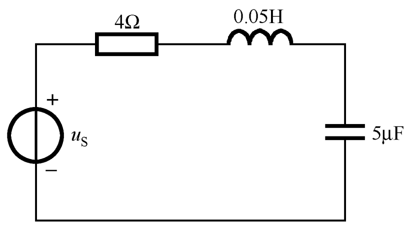


图 3.21 习题 3.29 电路图

解 谐振频率 $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{0.05\times 5\times 10^{-6}}} = 2\times 10^3\,\mathrm{rad/s}$

品质因数 $Q = \dfrac{\omega_0 L}{R} = \dfrac{2\times 10^3\times 0.05}{4} = 25$

谐振电流 $I_0 = \dfrac{U_{\mathrm{S}}}{R} = \dfrac{4}{4} = 1\mathrm{A}$，电阻两端的电压 $U_{\mathrm{R}} = U_{\mathrm{S}} = 4\mathrm{V}$，

电感及电容两端的电压 $U_{\mathrm{L}} = U_{\mathrm{C}} = QU_{\mathrm{S}} = 25\times 4 = 100\mathrm{V}$

3.30 图 3.22 所示电路已工作在谐振状态，已知 $i_{\mathrm{S}} = 3\sqrt{2}\sin(\omega t)\mathrm{A}$，(1) 求电路的固有谐振角频率 ω_0，(2) 求 i_{R}、i_{L}及i_{C}。

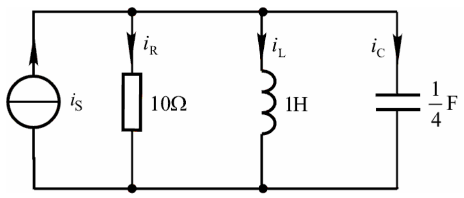


图 3.22 习题 3.30 电路图

解 $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = \dfrac{1}{\sqrt{1\times\dfrac{1}{4}}} = 2\text{rad/s}$

$\dot{I}_R = \dot{I}_S = 3\angle 0^\circ\ \text{A}$

$\dot{I}_L = \dfrac{R\cdot \dot{I}_S}{j\omega L} = \dfrac{10\times 3\angle 0^\circ}{2\times 1\angle 90^\circ} = 15\angle -90^\circ\ \text{A}$

$\dot{I}_C = j\omega C\cdot R\cdot \dot{I}_S = 2\times\dfrac{1}{4}\angle 90^\circ\times 10\times 3\angle 0^\circ = 15\angle 90^\circ\ \text{A}$

故 $i_R = 3\sqrt{2}\sin(2t)\text{A}$

$i_L = 15\sqrt{2}\sin(2t-90^\circ)\ \text{A}$

$i_C = 15\sqrt{2}\sin(2t+90^\circ)\ \text{A}$

3.31 图 3.23 所示谐振电路中，$u_S = 20\sqrt{2}\sin(1000t)\text{V}$，电流表读数是 20A，电压表读数是 200V，求 R、L、C 的参数。

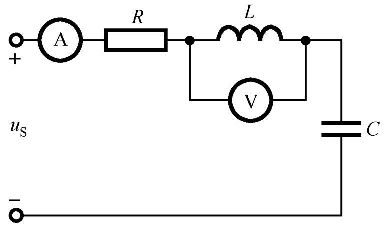


图 3.23 习题 3.31 电路图

解 $u_S \leftrightarrow \dot{U}_S = 20\angle 0^\circ\ \text{V}$，　$R = \dfrac{U_S}{I} = \dfrac{20}{20} = 1\Omega$

由于 $\omega_0 L = \dfrac{200}{20} = 10$，　所以 $L = \dfrac{10}{\omega_0} = \dfrac{10}{1000} = 10\text{mH}$。

又因为 $\omega_0 L = \dfrac{1}{\omega_0 C}$

所以 $C = \dfrac{1}{\omega_0{}^2 L} = \dfrac{1}{10^6\times 10^{-2}} = 10^{-4}\,\text{F} = 100\mu\text{F}$。

3.32 图 3.24 所示对称电路，已知 $Z = (2+j2)\Omega$，$\dot{U}_A = 220\angle 0^\circ\text{V}$，求每相负载的相电流及线电流。

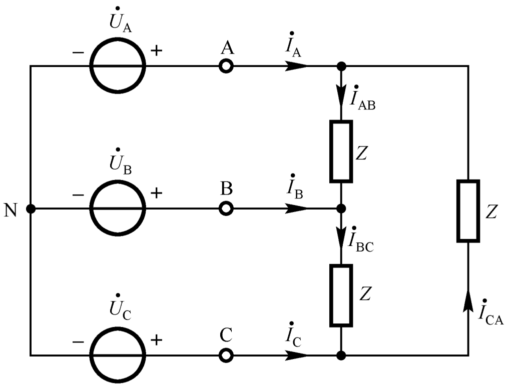


图 3.24　习题 3.32 电路图

解　电源正序且$\dot{U}_A = 220\angle 0° \text{V}$，则线电压为$\dot{U}_{AB} = \sqrt{3}\dot{U}_A \angle 30° = 380\angle 30° \text{V}$。

A 相负载的相电流 $\dot{I}_{AB} = \dfrac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \dfrac{380\angle 30°}{2+\text{j}2} = 134.35\angle -15° \text{A}$

B 相负载的相电流 $\dot{I}_{BC} = 134.35\angle -135° \text{A}$

C 相负载的相电流 $\dot{I}_{CA} = 134.35\angle 105° \text{A}$

A 相的线电流 $\dot{I}_A = \sqrt{3}\dot{I}_{AB}\angle -30° = 232.7\angle -45° \text{A}$

B 相的线电流 $\dot{I}_B = 232.7\angle -165° \text{A}$

C 相的线电流 $\dot{I}_C = 232.7\angle 75° \text{A}$

3.33　在图 3.25 所示对称三相电路中，已知电源正相序且$\dot{U}_{AB} = 380\angle 0° \text{V}$，每相阻抗$Z = (3+\text{j}4)\Omega$。求各相电流值。

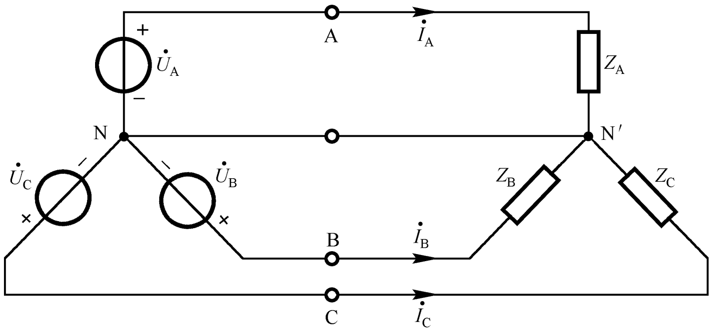


图 3. 25　习题 3.33 电路图

解　由于电源对称且正相序，由此可得 A 相电压为

$$\dot{U}_A = \frac{\dot{U}_{AB}}{\sqrt{3}}\angle -30° = 220\angle -30° \text{V}$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_A} = \frac{220\angle -30°}{3+\text{j}4} = 44\angle -83.13° \text{A}$$

$$\dot{I}_B = \dot{I}_A\angle -120° = \dot{I}_A\angle -203.13° = 44\angle 156.87° \text{A}$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A\angle +120° = 44\angle 36.87° \text{A}$$

3.34　在图 3.26 所示对称三相电路中，已知$\dot{U}_{AB} = 380\angle 0° \text{V}$，$Z_1 = 10\angle 60° \Omega$，

$Z_2 = (4 + \mathrm{j}3)\Omega$，求电流表的读数。

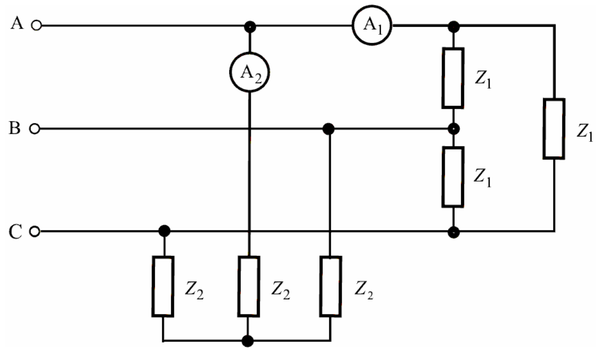


图 3. 26　习题 3.34 电路图

解　三角形连接负载的相电流为

$$\dot{I}_{\mathrm{AB}} = \frac{\dot{U}_{\mathrm{AB}}}{Z_1} = \frac{380\angle 0^\circ}{10\angle 60^\circ} = 38\angle -60^\circ\,\mathrm{A}$$

A_1表读数为线电流I_l，由线电流与相电流关系可得：

$$I_l = \sqrt{3} I_{\mathrm{AB}} = \sqrt{3} \times 38 = 65.82\mathrm{A}$$

星形连接时，A 相电压为：$\dot{U}_{\mathrm{A}} = \dfrac{\dot{U}_{\mathrm{AB}}}{\sqrt{3}} \angle -30^\circ = 220\angle -30^\circ\,\mathrm{V}$

负载的相电流为

$$\dot{I}_{\mathrm{A}} = \frac{\dot{U}_{\mathrm{A}}}{Z_2} = \frac{220\angle -30^\circ}{4 + \mathrm{j}3} = \frac{220\angle -30^\circ}{5\angle 36.87^\circ} = 44\angle -66.87^\circ\,\mathrm{A}$$

A_2表读数为相电流I_{p}，即$I_{\mathrm{p}} = 44\mathrm{A}$