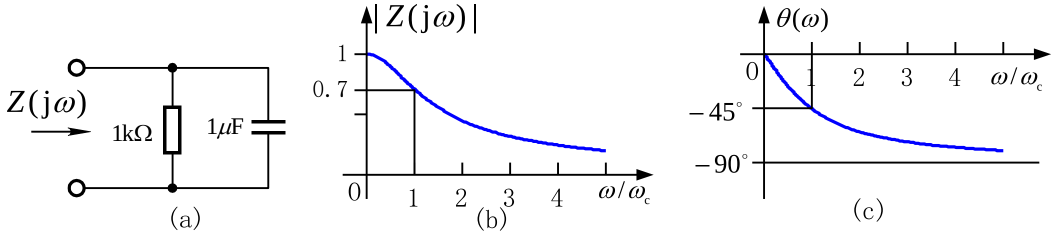
第 7 章 频率特性和谐振现象习题解答

7.1 求图(a)所示 RC 并联电路的输入阻抗 $Z(\mathrm{j}\omega)$，大致画出其幅频特性和相频特性，确定通带、阻带和截止频率。



图题 7.1

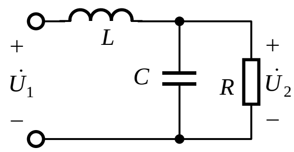
解：由阻抗并联等效公式得：$Z(\mathrm{j}\omega)=\dfrac{10^3/(\mathrm{j}\omega 10^{-6})}{10^3+1/(\mathrm{j}\omega 10^{-6})}=\dfrac{10^3}{1+\mathrm{j}\omega 10^{-3}}\Omega$

阻抗模及幅角分别为：$|Z(\mathrm{j}\omega)|=\dfrac{10^3}{\sqrt{1+(10^{-3}\omega)^2}}$ ， $\theta(\omega)=-\arctan(10^{-3}\omega)$

令 $|Z(\mathrm{j}\omega_c)|=1/\sqrt{2}$，求得截止角频率 $\omega_c=10^3\,\mathrm{rad/s}$，故通带及阻带分别为：

通带 $\omega=0\sim 10^3\,\mathrm{rad/s}$，阻带 $\omega=10^3\,\mathrm{rad/s}\sim\infty$。幅频特性和相频特性如图(b)和(c)所示。

7.2 求图示电路的网络函数，它具有高通特性还是低通特性？



图题 7.2

解： RC 并联的等效阻抗 $Z_{RC}=\dfrac{R/\mathrm{j}\omega C}{R+1/\mathrm{j}\omega C}=\dfrac{R}{1+\mathrm{j}\omega RC}$

$$H(\mathrm{j}\omega)=\dot{U}_2/\dot{U}_1=\frac{Z_{RC}}{\mathrm{j}\omega L+Z_{RC}}$$

$$=\frac{R}{R+\mathrm{j}\omega L(1+\mathrm{j}\omega RC)}=\frac{1}{1-\omega^2 LC+\mathrm{j}\omega L/R}$$

幅频特性$\left|H(\mathrm{j}\omega)\right|=\dfrac{1}{\sqrt{(1-\omega^2LC)^2+(\omega L/R)^2}}$

当$\omega\to0$时， $\left|H(\mathrm{j}\omega)\right|=1$；当$\omega\to\infty$时， $\left|H(\mathrm{j}\omega)\right|=0$

所以它具有低通特性。

7.3 求图示电路的转移电压比$H(\mathrm{j}\omega)=\dot{U}_2/\dot{U}_1$，当$R_1C_1=R_2C_2$时，此网络函数有何特性？

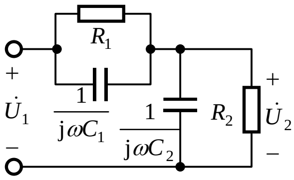


图 题 7.3

解：设$Z_1=R_1//\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C_1}=\dfrac{R_1}{R_1+\mathrm{j}\omega R_1C_1}$，　$Z_2=R_2//\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C_2}=\dfrac{R_2}{R_2+\mathrm{j}\omega R_2C_2}$

由分压公式得：$\dot{U}_2=\dfrac{Z_2}{Z_1+Z_2}\dot{U}_1$

$$H(\mathrm{j}\omega)=\frac{\dot{U}_2}{\dot{U}_1}=\frac{R_2(1+\mathrm{j}\omega R_1C_1)}{R_1(1+\mathrm{j}\omega R_2C_2)+R_2(1+\mathrm{j}\omega R_1C_1)}$$

当R_1C_1＝R_2C_2时，得$H(\mathrm{j}\omega)=\dfrac{R_2}{R_1+R_2}$，此网络函数模及辐角均不与频率无关。

7.4 设图示电路处于谐振状态，其中$I_S=1\text{A}$，$U_1=50\text{V}$，$R_1=\left|X_C\right|=100\Omega$。求电压$U_L$和电阻$R_2$。

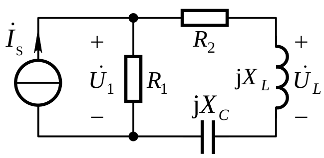


图 题 7.4

解：因为电路处于谐振状态，故电感与电容串联电路相当于短路，因此有

$$\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{U_1}{I_S}=50\ \Omega$$

代以 $R_1=100\Omega$，解得 $R_2=100\Omega$

又因为电路处于谐振状态 ， 所以 $X_L=|X_C|=100\Omega$

故有 $U_L=I_2X_L=\dfrac{R_1I_s}{R_1+R_2}\times X_L=50\text{V}$

7.5 图示电路中，已知 $u=0.1\sqrt{2}\cos\omega t\text{V}$， $\omega=10^4\,\text{rad/s}$ 时电流 i 的有效值为最大，量值是 1A，此时 $U_L=10\text{V}$ 。

(1) 求 R、L、C 及品质因数 Q；

(2) 求电压 u_C 。

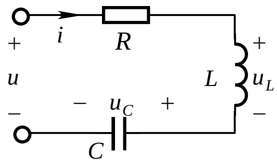


图 题 7.5

解：(1) 根据题意，电路发生谐振时，存在下列关系：

$$\begin{cases}\omega=1/\sqrt{LC}=10^4\,\text{rad/s}\\ I=U/R=1\text{A}\\ U_L=\omega LI=10\text{V}\end{cases}\qquad \text{解得}\qquad \begin{cases}R=0.1\Omega\\ L=1\text{mH}\\ C=10\mu\text{F}\end{cases}$$

品质因数 $Q=\dfrac{U_L}{U}=\dfrac{10}{0.1}=100$

（2） $\dot{U}_C=\dot{I}/(\text{j}\omega C)=1\angle 0°\times 10\angle -90°\,\text{V}=10\angle -90°\,\text{V}$

即有 $u_C=10\sqrt{2}\cos(\omega t-90°)\text{V}$

7.6 RLC 串联电路的谐振频率为 875Hz，通频带宽度为 250Hz，已知 $L=0.32\text{H}$ 。

(1) 求 R、C 及品质因数 Q；

(2) 设输入电压有效值为 23.2V，求在上述三个频率时电路的平均功率；

(3) 求谐振时电感电压和电容电压。

解：(1) $C=\dfrac{1}{\omega_0^2L}=\dfrac{1}{(2\pi\times 875)^2\times 0.32}=1.034\times 10^{-7}\,\text{F}$

$$\Delta\omega=\frac{\omega_0}{Q}\ ,\quad Q=\omega_0/\Delta\omega=875/250=3.5$$

$$Q=\omega_0L/R\,,\quad R=\omega_0L/Q=2\pi\times 875\times 0.32/3.5=502.65\Omega$$

谐振频率为 $f_{c1}=(-\frac{1}{2Q}+\sqrt{\frac{1}{4Q^2}+1})\times f_0\approx 759\text{Hz}$

$$f_{c2}=(\frac{1}{2Q}+\sqrt{\frac{1}{4Q^2}+1})\times f_0\approx 1009\text{Hz}$$

(2) 谐振时电路的平均功率为： $P_0=I_0^2R=(23.2/502.65)^2\times 502.65=1.071\text{W}$

在截止频率处，电流下降至谐振电流 I_0 的 $1/\sqrt{2}$，故功率减小到 P_0 的一半，所以当 $f=759\text{Hz}$ 和 $f=1009\text{Hz}$ 时，电路平均功率均为 $P=P_0/2=0.535\text{W}$

(3) $U_L=U_C=QU=3.5\times 23.2=81.2\text{V}$

7.7 *RLC* 并联电路中，已知谐振角频率 $\omega_0=10^3\,\text{rad/s}$，谐振时阻抗为 $10^3\Omega$，频带宽度为 $\Delta\omega=100\,\text{rad/s}$。求 *R*、*L*、*C*。

解：由串联谐振规律得：

$$\begin{cases}R=1000\Omega\\ \omega_0=1/\sqrt{LC}=10^3\text{rad/s}\\ \Delta\omega=\omega_0/Q=100\text{rad/s}\\ Q=R/\omega_0 L\end{cases}\quad 解得 \quad \begin{cases}R=1000\Omega\\ L=0.1\text{H}\\ \text{C}=10\mu\text{F}\end{cases}$$

注： *RLC* 并联电路的品质因数为电感电流与总电流之比，即

$$Q=\frac{I_L}{I}=\frac{U/\omega_0 L}{U/R}=\frac{R}{\omega_0 L}$$

7.8 图示正弦稳态电路， $u_S(t)=8\sqrt{2}\cos(\omega t)\,\text{V}$， $R_1=1\Omega$， $R_2=3\Omega$， $L_1=1\text{H}$， $C_1=1\mu\text{F}$， $C_2=250\mu\text{F}$。且已知电流 i_1 为零，电压 u_S 和 i 同相，试求电感 L_2 的数值和电流 i_{C1}。

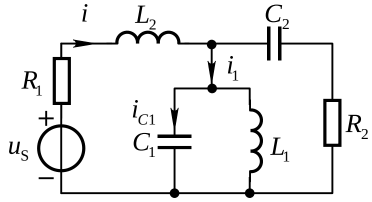


图 题 7.8

解：电流 i_1 为零则 L_1C_1 并联部分发生并联谐振

电压u_S和i同相则串联部分发生串联谐振

由并联谐振条件得：$\omega=\dfrac{1}{\sqrt{L_1C_1}}=10^3\text{rad}/s$

由串联谐振条件得：$L_2=\dfrac{1}{\omega^2C_2}=4\text{mH}$

$$i=\frac{u_S(t)}{R_1+R_2}=2\sqrt{2}\cos(\omega t)\ \text{A}$$

$$\dot{I}_{C1}=\dot{I}(R_2+\frac{1}{\text{j}\omega C_2})\times\text{j}\omega C_1=0.01\angle 36.9°\text{A}$$

$$\Rightarrow i_{C1}=0.01\sqrt{2}\cos(1000t+36.9°)\ \text{A}$$

7.9 已知图示电路中$L_1=0.01\text{H}$，$L_2=0.02\text{H}$，$M=0.01\text{H}$，$R_1=5\Omega$，$R_2=10\Omega$和$C=20\mu\text{F}$。试求当两线圈顺接和反接时的谐振角频率。若在这两种情况下外加电压均为6V，试求两线圈上的电压U_1和U_2。

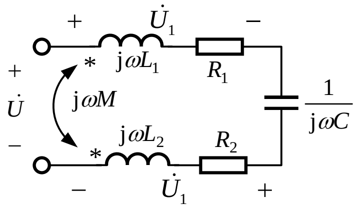


图 题7.9

解：当两线圈顺接时，等效电感$L=L_1+L_2+2M=0.05\text{H}$

谐振角频率$\omega_1=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=\dfrac{1}{\sqrt{0.05\times 20\times 10^{-6}}}=10^3\ \text{rad/s}$

取$\dot{U}=6\angle 0°\text{V}$，则谐振时的电流

$\dot{I}=\dfrac{\dot{U}}{R_1+R_2}=\dfrac{6\angle 0°}{5+10}\text{A}=0.4\angle 0°\text{A}$ ，由互感的元件方程得：

$$\dot{U}_1=(R_1+\text{j}\omega_1L_1)\dot{I}+\text{j}\omega_1M\dot{I}=[(5+\text{j}10)\times 0.4+\text{j}10\times 0.4]\text{V}=(2+\text{j}8)\text{V}$$
$$\dot{U}_2=(R_2+\text{j}\omega_1L_2)\dot{I}+\text{j}\omega_1M\dot{I}=[(10+\text{j}20)\times 0.4+\text{j}10\times 0.4]\text{V}=(4+\text{j}12)\text{V}$$

两线圈电压的有效值分别为

$$U_1=\sqrt{2^2+8^2}=8.24\text{V}，\ U_2=\sqrt{4^2+12^2}=12.65\text{V}$$

当两线圈反接时，等效电感　$L^{'}=L_1+L_2-2M=0.01\text{H}$

谐振角频率　$\omega_2=\dfrac{1}{\sqrt{0.01\times20\times10^{-6}}}=2.236\times10^3\text{rad/s}$

$$\dot{U}_1=(R_1+\text{j}\omega_2L_1)\dot{I}-\text{j}\omega_2M\dot{I}=5\Omega\times0.4\text{A}=2\text{V}$$

$$\dot{U}_2=(R_2+\text{j}\omega_2L_2)\dot{I}-\text{j}\omega_2M\dot{I}=(10+\text{j}22.36)\Omega\times0.4\text{A}=(4+\text{j}8.95)\text{V}$$

此时两线圈电压的有效值分别为　$U_1=2\text{V}$，$U_2=\sqrt{4^2+8.95^2}=9.8\text{V}$

7.10 图示电路,已知$L_1=3\text{H}$，$L_2=1\text{H}$和$\omega=100\,\text{rad/s}$。求电容C为何值时电路发生谐振。

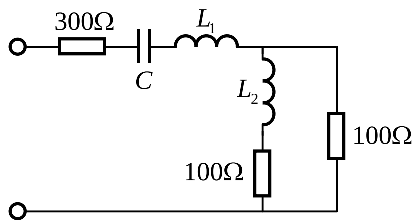


图 题 7.10

解：设端口总阻抗为Z_{eq}，根据谐振定义当Z_{eq}虚部为零时发生谐振

$$Z_{\text{eq}}=300\Omega+\frac{1}{\text{j}\omega C}+\text{j}\omega L_1+100\Omega\,||\,(100\Omega+\text{j}\omega L_2)$$

$$=360\Omega+\frac{1}{\text{j}\omega C}+\text{j}320\Omega$$

由$\dfrac{1}{\text{j}\omega C}+\text{j}320\Omega=0$得$\omega=3.125\times10^{-4}\text{F}$

7.11 图示电路，已知$u_\text{S}=2\sqrt{2}\cos(\omega t)\text{V}$，角频率$\omega=100\text{rad/s}$，$R=1\Omega$，$C_1=10^{-2}\text{F}$和$C_2=0.5\times10^{-2}\text{F}$。

求：（1）L为何值时电流I为最大？$I_{\max}=?$ 并求此时电压u_1。

（2）L为何值时电流I为最小？$I_{\min}=?$ 并求此时电压u_1。

解：（1）当L和C_1发生串联谐振时相当于短路，此时整个电路的阻抗为最小，电流I为最大。$I_{\max}=\dfrac{U_\text{S}}{R}=\dfrac{2}{1}=2\text{A}$

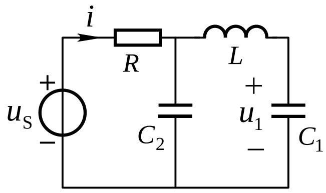


图 题 7.11

由串联谐振条件得 $\omega L=\dfrac{1}{\omega C_1}\Rightarrow L=\dfrac{1}{\omega^2 C_1}=0.01\mathrm{H}$

$\dot{U}_1=\dot{I}\times(\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C_1})=2\times(-\mathrm{j}1)=-\mathrm{j}2\mathrm{V}$

$\Rightarrow u_1=2\sqrt{2}\cos(100t-90°)\mathrm{V}$

（2） 当电路发生并联谐振时相当于断路，此时电流 I 为最小。$I_{\min}=0$

此时并联部分导纳 $Y=\mathrm{j}\omega C_2+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega L-\mathrm{j}/\omega C_1}=0$

解得 $L=3\times10^{-2}\mathrm{H}$

$\dot{U}_1=\dot{U}_S\times\dfrac{-\mathrm{j}/\omega C_1}{\mathrm{j}\omega L-\mathrm{j}/\omega C_1}=-1\mathrm{V}\quad\Rightarrow u_1=\sqrt{2}\cos(100t+180°)\mathrm{V}$

7.12 如图所示的电路发生谐振，求谐振角频率 ω。

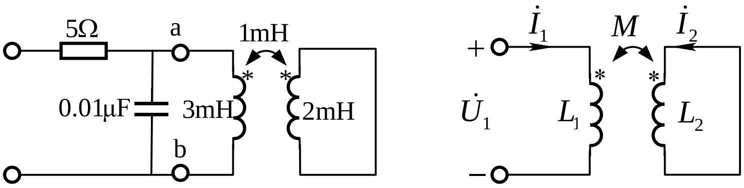


图 题 7.12　　　　　　　　(a)

解：先求 ab 端右侧的等效电路，在图（a）中

$$\dot{U}_1=\mathrm{j}\omega L_1\dot{I}_1+\mathrm{j}\omega M\dot{I}_2 \qquad (1)$$

$$0=\mathrm{j}\omega L_2\dot{I}_2+\mathrm{j}\omega M\dot{I}_1 \qquad (2)$$

由式（1）和（2）解得：

$$\dot{U}_1=\mathrm{j}\omega L_1\dot{I}_1-\mathrm{j}\omega(M^2/L_2)\dot{I}_1=\mathrm{j}\omega(L_1-M^2/L_2)\dot{I}_1$$

即等效电感 $L=L_1-M^2/L_2=2.5\mathrm{mH}$

谐振角频率 $\omega_0=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}=2\times10^5\mathrm{rad/s}$

7.13 图示电路中，正弦电流源有效值 $I_S=10\text{mA}$，角频率 $\omega=10^3\text{ rad/s}$，$L_1=L_2=3\text{H}$，$M=1\text{H}$，$R=2\text{k}\Omega$。(1)问可变电容 C 为何值时电流 I 最小？ (2)可变电容 C 又为何值时电流 I 为最大？并求出 I 的最小值和最大值。

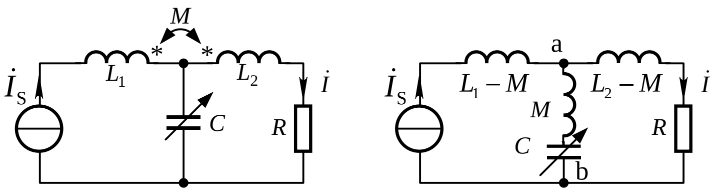


图　题 7.13　　　　图（b）

解：(1)消去互感后，得图（b）所示等效电路。当等效电感 M 和电容 C 发生串联谐振时，即 $C=1/\omega^2M=1/10^6\times1=1\mu\text{F}$，　ab 端相当于短路，端电压为零，则电流 I 也为零。所以电流 I 的最小值为 $I_{\min}=0$

(2)先分析 ab 端的等效导纳，由图(b)得

$$Y_{ab}=\frac{1}{R+\text{j}\omega(L_2-M)}+\frac{1}{\text{j}\omega M-\text{j}/\omega C}$$

$$=\frac{R}{R^2+\omega^2(L_2-M)^2}+\text{j}[\frac{1}{1/\omega C-\omega M}-\frac{\omega(L_2-M)}{R^2+\omega^2(L_2-M)^2}]$$

由于电容 C 变化时，Y_{ab} 的实部不变，所以，当并联部分发生谐振时，$|Y_{ab}|$ 最小，电压 $U_{ab}=I_S/|Y_{ab}|$ 为最大，因此电流 I 也为最大。令

$$\frac{1}{1/\omega C-\omega M}-\frac{\omega(L_2-M)}{R^2+\omega^2(L_2-M)^2}=0$$

得
$$C=\frac{L_2-M}{R^2+\omega^2L_2(L_2-M)}=\frac{2}{4+3\times2}\times10^{-6}\text{F}=0.2\mu\text{F}$$

由分流公式求得：

$$\dot{I}=\frac{\text{j}(\omega M-1/\omega C)}{\text{j}(\omega M-1/\omega C)+R+\text{j}\omega(L_2-M)}\dot{I}_S=\frac{-\text{j}4}{2-\text{j}2}\dot{I}_S=\sqrt{2}\dot{I}_S\angle-45°$$

故当 $C=0.2\mu\text{F}$ 时，$I_{\max}=\sqrt{2}I_S=14.14\text{mA}$

7.14 图示电路，$u=10\sqrt{2}\cos(\omega t)\text{V}$，角频率 $\omega=100\text{rad/s}$，$R=10\Omega$，$L_1=0.3\text{H}$，$L_2=0.2\text{H}$ 和 $M=0.1\text{H}$。求：

(1)当开关断开时，C 为何值时电压$\dot{U}$ 与电流$\dot{I}$ 同相位？并求此时电压u_1。

(2)当开关短接时，C 为何值时电压$\dot{U}$ 与电流$\dot{I}$ 同相位？

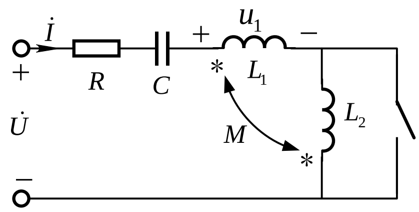


图　题 7.14

解：（1）开关断开时，两线圈为串联反接，等效电感为$L=L_1+L_2-2M=0.3\text{H}$

电压$\dot{U}$ 与电流$\dot{I}$ 同相位时发生串联谐振

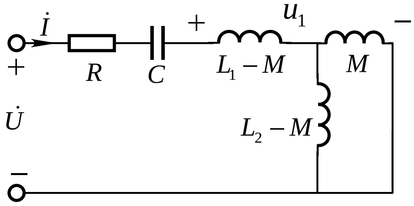
由串联谐振条件得$\omega L=\dfrac{1}{\omega C}\Rightarrow C=\dfrac{1}{\omega^2 L}=C=\dfrac{1}{3}\times 10^{-3}\text{F}$

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}_\text{S}}{R}=1\text{A}$$

$$\dot{U}_1=\text{j}\omega L_1\dot{I}-\text{j}\omega M\dot{I}=\text{j}20\text{V}$$

$$u_1=20\sqrt{2}\cos(100t+90°)\text{V}$$

（2）开关短接时电路图可以等效为



$$Z=R+\frac{1}{\text{j}\omega C}+\text{j}\omega(L_1-M)+\frac{\text{j}\omega M\times\text{j}\omega(L_2-M)}{\text{j}\omega(L_2-M)+\text{j}\omega M}=R+\frac{1}{\text{j}\omega C}+\text{j}\omega(L_1-M^2/L_2)$$

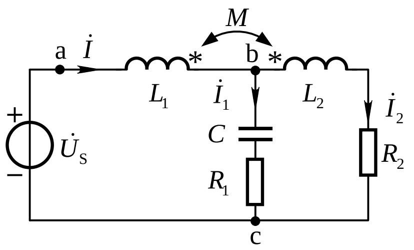
当 Z 的虚部为零时，电压$\dot{U}$ 与电流$\dot{I}$ 同相位，发生谐振，此时求得$C=4\times10^{-4}\text{F}$

7.15 如图所示正弦电路中，已知$I_1=I_2=I=5\text{A}$，$R_1=10\Omega$，$\omega M=10\Omega$，bc 右侧并联电路达到谐振，ac 右侧总体电路亦达到谐振。求ωL_1，ωL_2，R_2，U_bc 和U_S。

解：此题借助相量图求解，由已知条件，三个电流有效值相等，及$\dot{I}=\dot{I}_1+\dot{I}_2$，

可以判断这三个电流相量之和可以用等边三角形描述，设参考相量

$$\dot{U}_\text{bc}=U_\text{bc}\angle 0°$$



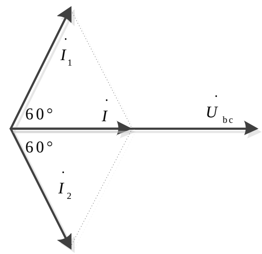


图　题 7.15

则　$\dot I_1 = 5\angle 60^\circ \mathrm{A},\quad \dot I_2 = 5\angle -60^\circ \mathrm{A},\quad \dot I = 5\angle 0^\circ \mathrm{A}$

对 R_1C　串联支路

$$\dot U_{\mathrm{bc}} = (R_1 - \mathrm{j}\frac{1}{\omega C})5\angle 60^\circ = 5[0.5R_1 + 0.866\frac{1}{\omega C} + \mathrm{j}(0.866R_1 - 0.5\frac{1}{\omega C})] = U_{\mathrm{bc}}\angle 0^\circ$$

所以求得 $1/(\omega C) = \sqrt{3}R_1 = 17.32\Omega$，$U_{\mathrm{bc}} = 100\mathrm{V}$

对右侧串联支路，由 KVL，并考虑互感电压，则

$$\dot U_{\mathrm{bc}} = (R_2 + \mathrm{j}\omega L_2)\dot I_2 - \mathrm{j}\omega M\dot I$$
$$100\angle 0^\circ = (R_2 + \mathrm{j}\omega L_2)5\angle -60^\circ - \mathrm{j}10\times 5\angle 0^\circ$$
$$100 + \mathrm{j}50 = 2.5R_2 + 4.33\omega L_2 + \mathrm{j}2.5\omega L_2 - \mathrm{j}4.33R_2$$

由实部、虚部分别对应相等，求得

$$R_2 = 1.34\Omega,\quad \omega L_2 = 22.32\Omega$$

对于 ac 右侧整个电路，由 KVL 方程有

$$\dot U_{\mathrm{S}} = \mathrm{j}\omega L_1\dot I - \mathrm{j}\omega M\dot I_2 + \dot U_{\mathrm{bc}}$$
$$= \mathrm{j}\omega L_1\times 5 - \mathrm{j}25 - 43.3 + 100$$

ac 右侧电路达谐振，所以上式的虚部应该为零，所以

$$\mathrm{j}\omega L_1\times 5 - \mathrm{j}25 = 0 \Rightarrow \omega L_1 = 5\Omega$$

此时　　$\dot U_{\mathrm{S}} = -43.3 + 100 = 56.7\mathrm{V}$

7.16 求图示一端口网络的谐振角频率和谐振时等效阻抗与 R、L、C 的关系。

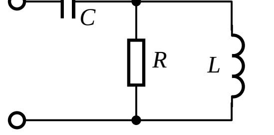


图　题 7.16

解：端口等效阻抗

$$Z(\mathrm{j}\omega)=\frac{1}{\mathrm{j}\omega C}+\frac{\mathrm{j}\omega L\times R}{R+\mathrm{j}\omega L}=\frac{(\omega L)^2R}{R^2+(\omega L)^2}+\mathrm{j}[\frac{\omega LR^2}{R^2+(\omega L)^2}-\frac{1}{\omega C}] \qquad (1)$$

令 $\mathrm{Im}[\mathrm{Z}]=0$；解得谐振角频率 $\omega_0=\dfrac{R}{\sqrt{R^2LC-L^2}}$

将ω_0代回式（1），得$Z(\mathrm{j}\omega_0)=L/RC$

7.17 图所示电路中，$R=50\Omega$，$L_1=5\mathrm{mH}$，$L_2=20\mathrm{mH}$，$C_2=1\mu\mathrm{F}$。当外加电源频率 $f=10^4/(2\pi)$ Hz 时，R、L_1、C_1发生并联谐振，此时测得C_1两端的电压$U_{C1}=10\mathrm{V}$。试求C_1和U。

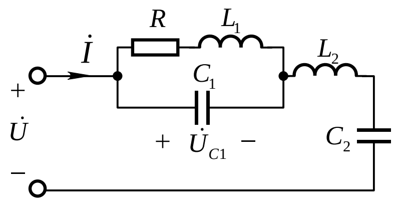


图　题 7.17

解：设R、L_1、C_1并联部分的导纳为 Y，则

$$Y=\mathrm{j}\omega C_1+\frac{1}{R+\mathrm{j}\omega L_1}=\frac{R}{R^2+(\omega L_1)^2}+\mathrm{j}[\omega C_1-\frac{\omega L_1}{R^2+(\omega L_1)^2}]$$

依据已知R、L_1、C_1发生并联谐振，有阻抗导纳 Y 的虚部为零

$$C_1=\frac{L_1}{R^2+\omega^2L_1^2}=1\mu\mathrm{F}$$

$\omega L_1=50\Omega$，$\omega L_2=200\Omega$，$1/(\omega C_1)=1/(\omega C_2)=100\Omega$，$Y=\dfrac{R}{R^2+(\omega L_1)^2}=0.01$

设$\dot{U}_{c1}=10\angle 0°\mathrm{V}$，则$\dot{I}=Y\dot{U}_{c1}=0.1\angle 0°\mathrm{A}$

$$\dot{U}=\dot{U}_{C1}+\dot{I}\times(\mathrm{j}\omega L_2+\frac{1}{\mathrm{j}\omega C_2})$$

$$=10\angle 0°\mathrm{V}+0.1\angle 0°\mathrm{A}\times \mathrm{j}100\Omega=10\sqrt{2}\angle 45°\mathrm{V}$$

$$U=14.14\mathrm{V}$$

7.18 设图示滤波电路的输入电压u_{i}中除直流分量外尚有$\omega=10^4\mathrm{rad/s}$的正弦分量。若要求输出电压$u_{\mathrm{o}}$中正弦分量占滤波前的 5%，问电容$C$应为多少？

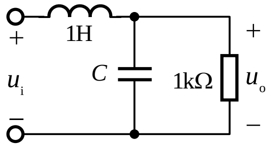


图　题 7.18

解：
$$H(\mathrm{j}\omega)=\frac{\dot{U}_O}{\dot{U}_i}=\frac{\dfrac{R/\mathrm{j}\omega C}{R+1/\mathrm{j}\omega C}}{(\mathrm{j}\omega L+\dfrac{R/\mathrm{j}\omega C}{R+1/\mathrm{j}\omega C})}=\frac{\dfrac{R}{1+\mathrm{j}\omega CR}}{(\mathrm{j}\omega L+\dfrac{R}{1+\mathrm{j}\omega CR})}=\frac{R}{R-\omega^2 LCR+\mathrm{j}\omega L}$$

若输出电压 u_o 中正弦分量占滤波前的 5%，则相当于

$$\left|H(\mathrm{j}\omega)\right|=\frac{R}{\sqrt{(R-\omega^2 LCR)^2+(\omega L)^2}}=5\%$$

代入数值解得　$C\approx 0.183\mu\mathrm{F}$

7.19 图示滤波器能够阻止电流的基波通至负载，同时能使九次谐波顺利地通至负载。设 $C=0.04\mu\mathrm{F}$，基波频率 $f=50\mathrm{kHz}$，求电感 L_1 和 L_2。

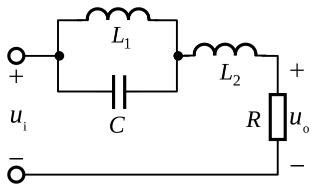


图　题 7.19

解：当 L_1、C 对基波发生并联谐振时，滤波器能够阻止电流的基波通至负载，由此

得：　$$\omega L_1=\frac{1}{\omega C}\qquad（1）$$

解得　$$L_1=\frac{1}{\omega^2 C}=\frac{1}{(2\pi f)^2 C}\approx 0.254\,\mathrm{mH}$$

当 L_1、C 与 L_2 组成的电路对九次谐波发生串联谐振时，九次谐波可以顺利地通

至负载，由此得到：$$\frac{1}{\mathrm{j}9\omega C+1/(\mathrm{j}9\omega L_1)}+\mathrm{j}9\omega L_2=0\qquad（2）$$

将式（1）代入式（2）解得　$$L_2=\frac{L_1}{81\omega CL_1-1}\approx 3.17\mu\mathrm{H}$$