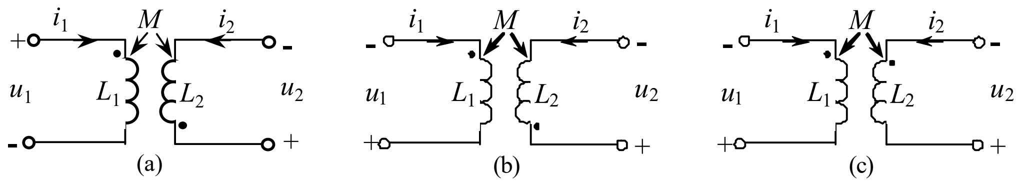
7-1 写出题 7-1 图所示各耦合电感的 VCR 方程。

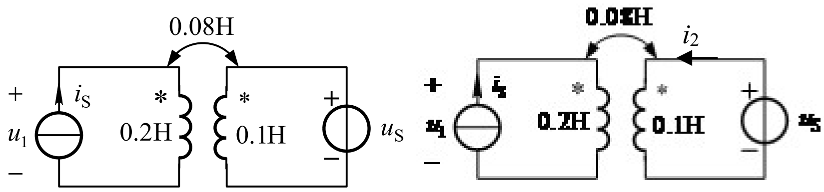


题 7-1 图

解 题 7-1 图所示各耦合电感电路的 VCR 方程如下

(a) $\begin{cases} u_1 = L_1 \dfrac{di_1}{dt} - M\dfrac{di_2}{dt} \\ u_2 = M\dfrac{di_1}{dt} - L_2\dfrac{di_2}{dt} \end{cases}$ (b) $\begin{cases} u_1 = -L_1 \dfrac{di_1}{dt} + M\dfrac{di_2}{dt} \\ u_2 = M\dfrac{di_1}{dt} - L_2\dfrac{di_2}{dt} \end{cases}$ (c) $\begin{cases} u_1 = -L_1 \dfrac{di_1}{dt} - M\dfrac{di_2}{dt} \\ u_2 = -M\dfrac{di_1}{dt} - L_2\dfrac{di_2}{dt} \end{cases}$

7-2 题 7-2 图所示电路，已知 $i_S = 0.6e^{-10t}\text{A}$，$u_S = 10te^{-20t}\text{V}$，式中 $t>0$，求电压 u_1 的变化规律。



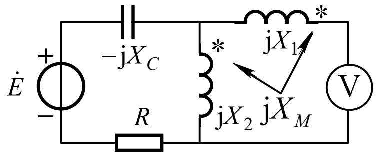
题 7-2 图

解 题 7-2 图所示电路的方程为

$$\begin{cases} u_1 = 0.2\dfrac{di_s}{dt} + 0.08\dfrac{di_2}{dt} \\ u_s = 0.1\dfrac{di_2}{dt} + 0.08\dfrac{di_s}{dt} \end{cases}$$

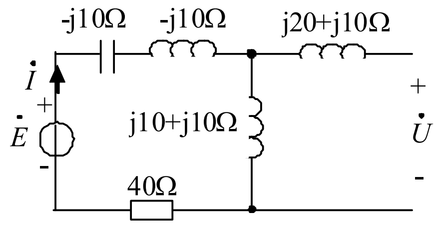
由已知条件，求得 $u_1 = (8te^{-20t} - 0.816e^{-10t})V$

7-3 题 7-3 图所示电路，已知 $X_1 = 20\Omega$，$X_2 = 10\Omega$，$X_C = 10\Omega$，$X_M = 10\Omega$，$R = 40\Omega$，$E = 200\text{V}$，求理想电压表的读数。



题 7-3 图

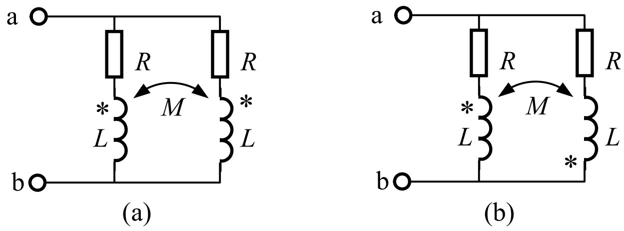
解 题 7-3 图的去耦等效电路如图所示



$$I = \frac{E}{R} = 50\,\text{A}$$

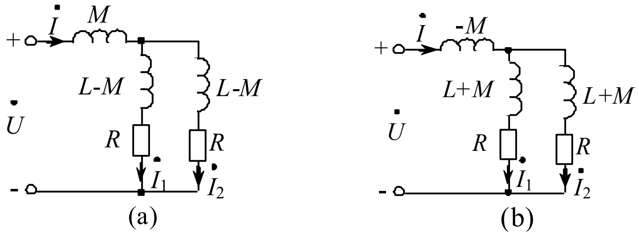
理想电压表的读数为　$U = 50 \times 20 = 100\text{V}$

7-4 题 7-4 图所示电路中哪个等效阻抗的模更大？设角频率为 ω 。



题 7-4 图

解 题 7-4 图的去耦等效电路如图所示



(a)　$Z_{eq} = \mathrm{j}\omega M + \frac{1}{2}[R + \mathrm{j}\omega(L - M)] = \frac{1}{2}[R + \mathrm{j}\omega(L + M)]$

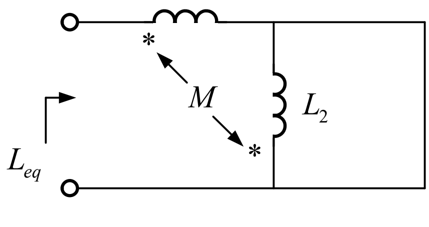
$$\left|Z_{eq}\right| = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 + \omega^2 (L + M)^2}$$

(b)　$Z_{eq} = -\mathrm{j}\omega M + \frac{1}{2}[R + \mathrm{j}\omega(L + M)] = \frac{1}{2}[R + \mathrm{j}\omega(L - M)]$

$$\left|Z_{eq}\right| = \frac{1}{2}\sqrt{R^2 + \omega^2 (L - M)^2}$$

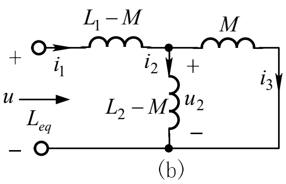
可以看出，电路(a)的等效阻抗的模更大。

7-5 求题 7-5 图所示电路的等效电感 L_{eq} 。



题 7-5 图

解 由消去互感法可将图(a)电路等效成图(b)。



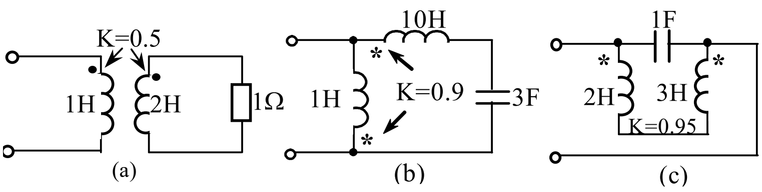
由电感的串、并联等效得：

$$L_{eq} = (L_1 - M) + (L_2 - M) // M$$

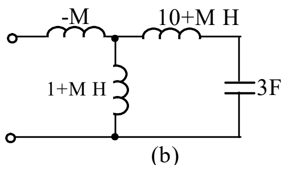
$$= (L_1 - M) + \frac{(L_2 - M)\times M}{L_2 - M + M}$$

$$= L_1 - M + \frac{L_2 M - M^2}{L_2} = L_1 - \frac{M^2}{L_2}$$

7-6 求题 7-6 图所示各电路的输入阻抗(角频率为ω)。



题 7-6 图



题 7-3 解图

解 (a)采用空心变压器特性阻抗的概念求

由已知条件，有 $Z_{11} = \mathrm{j}\omega L = \mathrm{j}\omega\,\Omega, Z_{22} = 1 + \mathrm{j}2\omega\,\Omega$

由 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{\mathrm{j}M}{\sqrt{\mathrm{j}L_1 \mathrm{j}L_2}} = 0.5$ 得 $\mathrm{j}\omega M = \frac{\sqrt{2}}{2}\mathrm{j}\omega$

所以，有 $Z_{in} = Z_{11} + Z'_{22} = \mathrm{j}\omega + \frac{(\omega M)^2}{Z_{22}} = \frac{\mathrm{j}2\omega - 3\omega^2}{2 + \mathrm{j}4\omega}\,\Omega$

(b)采用 T 型去耦等效求，等效电路如题 7-3 解图所示。

由已知条件 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = 0.9$ 得 $M = 0.9\sqrt{10}$

所以，有

$$Z_{in} = -\mathrm{j}\omega M + \frac{\mathrm{j}\omega(1+M)\times[\mathrm{j}\omega(10+M) + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}]}{\mathrm{j}\omega(1+M) + \mathrm{j}\omega(10+M) + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}} = \mathrm{j}\omega\frac{5.7\omega^2 - 1}{50.07\omega^2 - 1}\,\Omega$$

(c)采用串联去耦等效求

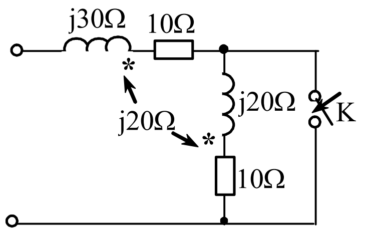
由已知条件 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = 0.95$ 得 $M = 0.95\sqrt{6}$

两电感串联等效为 $L_{eq} = 2 + 3 - 2M = 0.346\mathrm{H}$

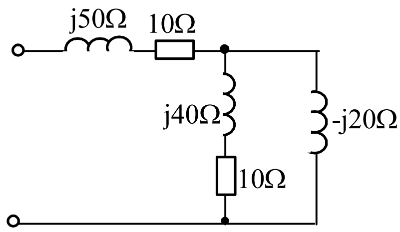
所以，有

$$Z_{in}=\frac{\mathrm{j}0.346\omega\times\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{\mathrm{j}0.346\omega+\dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}}=\mathrm{j}\omega\frac{1}{2.89-\omega^2}\ \Omega$$

7-7 电路如题 7-7 图所示。求开关断开和闭合时单口网络的输入阻抗。



题 7-7 图



题 7-7 解图

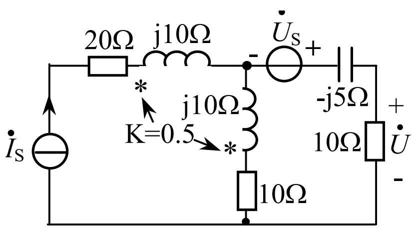
解 开关断开时，题 7-7 图所示电路即为两线圈的串联，所以，有

$$Z_{in}=L_{eq}=10+10+\mathrm{j}30+\mathrm{j}20+2\times\mathrm{j}20=20+\mathrm{j}90=92.2\angle77.47°\Omega$$

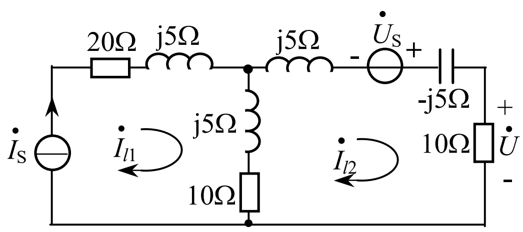
开关闭合时，题 7-5 图所示电路的去耦等效电路如题 7-7 解图所示。

$$Z_{in}=10+\mathrm{j}50+\frac{(10+\mathrm{j}40)\times(-\mathrm{j}20)}{\mathrm{j}40-\mathrm{j}20+10}=18+\mathrm{j}14=22.8\angle37.9°\ \Omega$$

7-8 如题 7-8 图所示电路，已知$\dot{U}_S=2.5\angle0°\,\mathrm{V}$，$\dot{I}_S=0.5\angle0°\,\mathrm{A}$，求电压$\dot{U}$。



题 7-8 图



题 7-8 解图

解 由题意，知$k=\dfrac{M}{\sqrt{L_1L_2}}=0.5$

所以，有 $\mathrm{j}\omega M=0.5\sqrt{\mathrm{j}10\times\mathrm{j}10}=\mathrm{j}5$

题 7-8 图所示电路的去耦等效电路如题 7-8 解图所示。

列网孔电流方程如下

$$\begin{cases}\dot{I}_{l1}=\dot{I}_S=0.5\angle0°\\-(10+\mathrm{j}5)\dot{I}_{l1}+(20+\mathrm{j}5)\dot{I}_{l2}=2.5\angle0°\end{cases}$$

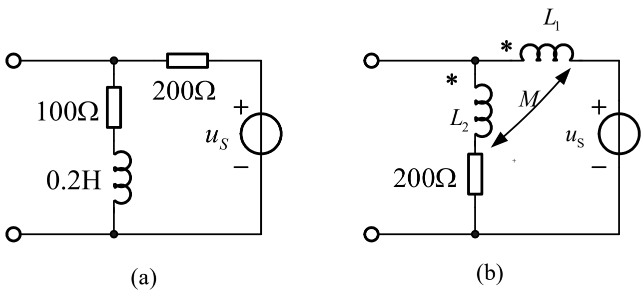
求得

$$\dot{I}_{l2}=\frac{2.5+(10+\mathrm{j}5)\times 0.5}{20+\mathrm{j}5}=\frac{1.5+0.5\mathrm{j}}{4+\mathrm{j}}$$

从而，有

$$\dot{U}=10\dot{I}_{l2}=\frac{15+\mathrm{j}5}{4+\mathrm{j}}=\frac{15.8\angle 18.43^\circ}{4.12\angle 14.03^\circ}=3.83\angle 4.4^\circ\ \mathrm{V}$$

7-9 设题 7-9 图所示一端口网络中 $u_{\mathrm{S}}=200\sqrt{2}\cos(\omega t)\,\mathrm{V}$，$\omega=10^3\,\mathrm{rad/s}$，$L_1=L_2=0.2\mathrm{H}$，$M=0.1\mathrm{H}$。求其戴维南等效电路。



题 7-9 图

解 (a) 对图(a)电路，感抗

$$X_L=\omega L=10^3\,\mathrm{rad/s}\times 0.2\mathrm{H}=200\Omega$$

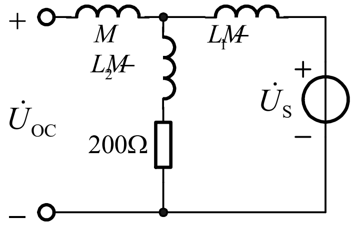
由分压公式得端口开路电压

$$\dot{U}_{\mathrm{oc}}=\frac{(100+\mathrm{j}200)\Omega}{(100+\mathrm{j}200+200)\Omega}\times 200\angle 0^\circ\ \mathrm{V}=124\angle 29.7^\circ\ \mathrm{V}$$

求等效阻抗，将电压源作用置零

$$Z_{\mathrm{i}}=(100+\mathrm{j}200)\Omega\,//\,200\Omega=\frac{200\Omega\times(100+\mathrm{j}200)\Omega}{(200+100+\mathrm{j}200)\Omega}=124\angle 29.7^\circ\Omega$$

(b) 对图(b)电路，应用互感消去法，将电路等效成图(b-1)。



(b-1)

图中

$$M=0.1\mathrm{H},\ L-M=0.2\mathrm{H}\text{。}$$

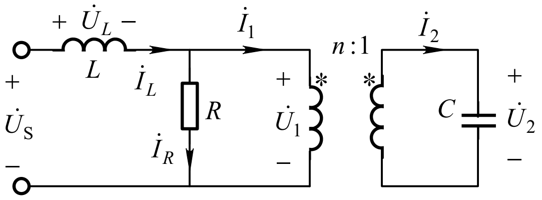
由分压公式得

$$\dot{U}_{\mathrm{OC}}=\frac{R+\mathrm{j}\omega\left(L_2-M\right)}{R+\mathrm{j}\omega\left(L_2-M\right)+\mathrm{j}\omega\left(L_1-M\right)}\dot{U}_{\mathrm{S}}=(25+\mathrm{j}175)\mathrm{V}=176.77\angle 81.87^{\circ}\ \mathrm{V}$$

等效阻抗

$$\begin{aligned}Z_{\mathrm{i}}&=\mathrm{j}\omega M+[R+\mathrm{j}\omega(L_2-M)]//\mathrm{j}\omega(L_1-M)\\&=\mathrm{j}\omega M+\frac{\left[R+\mathrm{j}\omega\left(L_2-M\right)\right]\times\mathrm{j}\omega\left(L_1-M\right)}{R+\mathrm{j}\omega\left(L_2-M\right)+\mathrm{j}\omega\left(L_1-M\right)}=(150-\mathrm{j}50)\Omega=158.1\angle -18.43^{\circ}\Omega\end{aligned}$$

7-10 题 7-10 图所示正弦稳态电路，已知角频率 $\omega=100\ \mathrm{rad/s}$，$R=4\Omega$，$L=0.01\mathrm{H}$，$C=0.01\mathrm{F}$，理想变压器变比 $n=2$，$\dot{U}_2=10\angle 0^{\circ}\ \mathrm{V}$。求电压 $\dot{U}_{\mathrm{S}}$。



题 7-10 图

解 由已知条件，知

$$X_L=j\omega L=1\Omega, X_C=\frac{1}{\omega C}=1\Omega$$

$$\dot{U}_1=n\dot{U}_2=20\angle 0^{\circ}\ \mathrm{V}$$

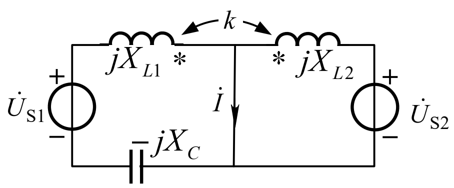
从而，有

$$\dot{I}_R=\frac{\dot{U}_1}{R}=5\angle 0^{\circ}\ \mathrm{A}，\ \dot{I}_1=\frac{\dot{U}_1}{n^2(-\mathrm{j}X_C)}=5\angle 90^{\circ}\ \mathrm{A}$$

$$\dot{I}_L=\dot{I}_R+\dot{I}_1=5\angle 0^{\circ}+5\angle 90^{\circ}=5\sqrt{2}\angle 45^{\circ}\mathrm{A}$$

$$\dot{U}_S=jX_L\dot{I}_L+\dot{U}_1=5\sqrt{2}\angle 135^{\circ}+20\angle 0^{\circ}=15+j5=15.81\angle 18.43^{\circ}\mathrm{V}$$

7-11 题 7-11 图所示电路，已知 $X_{L1}=40\Omega$，$X_{L2}=10\Omega$，$X_C=50\Omega$，耦合系数 $k=1$，$\dot{U}_{\mathrm{S1}}=(80-\mathrm{j}60)\mathrm{V}$，$\dot{U}_{\mathrm{S2}}=(40+\mathrm{j}30)\mathrm{V}$，求电流 $\dot{I}$。

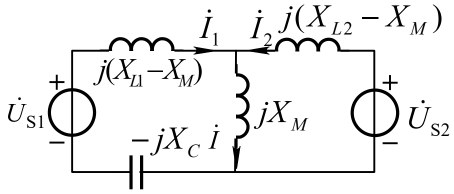


题 7-11 图

解 已知耦合系数 $k=1$，则有

$$k=\frac{\omega M}{\sqrt{\omega L_1\times\omega L_2}}=1,\quad \omega M=20\Omega$$

原电路经过去耦等效为如下电路

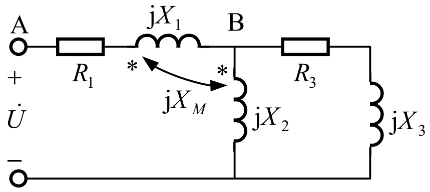


利用相量形式节点法，阻抗 X_M 两端电压为：

$$\dot{U}_M=\frac{\dfrac{\dot{U}_{S1}}{\mathrm{j}(X_{L1}-X_M-X_C)}+\dfrac{\dot{U}_{S1}}{\mathrm{j}(X_{L2}-X_M)}}{\dfrac{1}{\mathrm{j}(X_{L1}-X_M-X_C)}+\dfrac{1}{\mathrm{j}X_M}+\dfrac{1}{\mathrm{j}(X_{L2}-X_M)}}=80+\mathrm{j}12\mathrm{V}$$

则 $\dot{I}=\dfrac{\dot{U}_M}{\mathrm{j}X_M}=\dfrac{(80+\mathrm{j}12)\mathrm{V}}{\mathrm{j}20\Omega}=0.6-\mathrm{j}4\mathrm{A}$

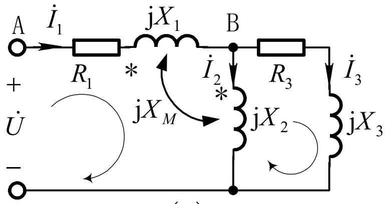
7-12 题 7-12 图所示电路，设 $R_1=12\Omega$，$X_1=12\Omega$，$X_2=10\Omega$，$X_{\mathrm{M}}=6\Omega$，$R_3=8\Omega$，$X_3=6\Omega$，$U=120\,\mathrm{V}$。求电压 U_{AB}。



题 7-12 图

解　方法一：

设 $\dot{U}=120\angle 0^{\circ}\ \mathrm{V}$，各支路电流如图(a)所示



(a)

列支路电流方程如下：

$$\begin{cases}\dot{I}_1=\dot{I}_2+\dot{I}_3\\ \dot{U}=R_1\dot{I}_1+\mathrm{j}X_1\dot{I}_1+\mathrm{j}X_M\dot{I}_2+\mathrm{j}X_M\dot{I}_1+\mathrm{j}X_2\dot{I}_2\\ \mathrm{j}X_M\dot{I}_1+\mathrm{j}X_2\dot{I}_2=(R_3+\mathrm{j}X_3)\dot{I}_3\end{cases}$$

解得

$\dot{I}_1=4.27\angle-49.04^{\circ}\,\mathrm{A}$，$\dot{I}_2=1.9117\angle-122.475^{\circ}\,\mathrm{A}$。

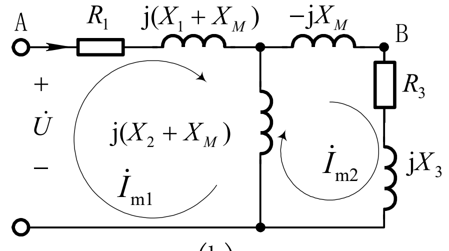
$$\dot{U}_{AB} = R_1\dot{I}_1 + jX_1\dot{I}_1 + jX_M\dot{I}_2$$
$$= 83.63\angle -6.58^\circ \text{ V}$$

所以电压有效值为

$$U_{AB} = 83.63\text{V}$$

方法二：

应用互感消去法，图(a)电路可等效成图(b)所示。



(b)

列网孔电流方法

$$\begin{cases} [R_1 + j(X_1+X_M) + j(X_2+X_M)]\dot{I}_{m1} - j(X_2+X_M)\dot{I}_{m2} = \dot{U} & (1) \\ -j(X_2+X_M)\dot{I}_{m1} + [-jX_M + R_3 + jX_3 + j(X_2+X_M)] = 0 & (2) \end{cases}$$

将已知条件代入，得

$$\begin{cases} (12+j34)\Omega\dot{I}_1 - j16\Omega\dot{I}_2 = 120\angle 0^\circ \text{ V} \\ \text{-}j16\Omega\dot{I}_1 + (8+j16)\dot{I}_2 = 0 \end{cases}$$

解得

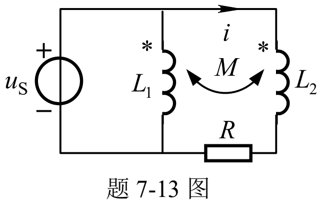
$$\dot{I}_{m1} = 4.27\angle -49.04^\circ \text{ A}$$
$$\dot{I}_{m2} = 3.82\angle -22.47^\circ \text{ A}$$
$$\dot{U}_{AB} = [R_1 + j(X_1+X_M)]\dot{I}_{m1} + (-jX_M)\dot{I}_{m2}$$
$$= 83.63\angle -6.58^\circ \text{V}$$

所以有效值

$U_{AB} = 83.63\text{V}$ 。

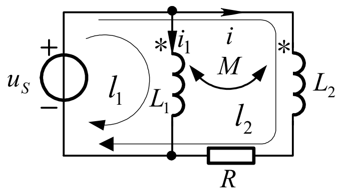
注释：对含互感的电路宜用支路电流法或回路电流法列写方程。

7-13 题 7-13 图所示电路，要求在任意频率下，电流 i 与输入电压 u_S 始终同相，求各参数应满足的关系及电流 i 的有效值表达式。



题 7-13 图

解　应用支路电流法，如图所示



列 KVL 方程

$$\begin{cases} \mathrm{j}\omega M\dot{I}_1 + \mathrm{j}\omega L_2\dot{I} + R\dot{I} = \dot{U}_S & (1) \\ \mathrm{j}\omega M\dot{I} + \mathrm{j}\omega L_1\dot{I}_1 = \dot{U}_S & (2) \end{cases}$$

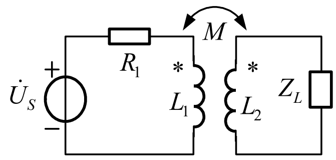
方程(1)乘L_1，方程(2)乘M，二者相减消去$\dot{I}_1$得电流$\dot{I}$与输入电压$\dot{U}_{\mathrm{S}}$的关系表达式

$$\dot{I} = \frac{(L_1 - M)\dot{U}_{\mathrm{S}}}{RL_1 + \mathrm{j}\omega(L_1L_2 - M^2)}$$

由上式可见：当$M = \sqrt{L_1L_2}$即互感为全耦合时，$\dot{I} = \dfrac{L_1 - M}{RL_1}\dot{U}_{\mathrm{S}}$，$\dot{I}$与$\dot{U}_S$同相且与频率无关。$i$的有效值为

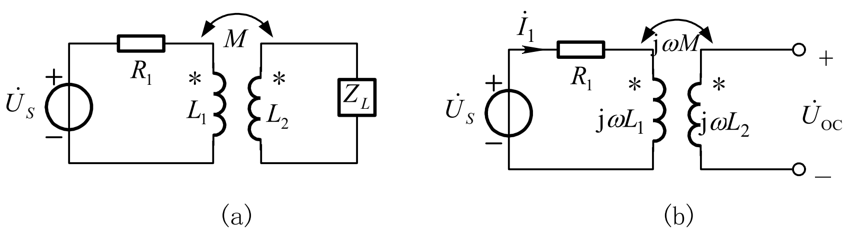
$$I = U_{\mathrm{S}}(L_1 - M)/(RL_1)$$

7-14 题 7-14 图所示电路，已知$R_1 = 10\Omega$，$L_1 = 1\mathrm{H}$，$L_2 = 1\mathrm{H}$，耦合系数$k = 0.2$，$\dot{U}_{\mathrm{S}} = 20\mathrm{V}$，角频率$\omega = 10\mathrm{rad/s}$。求负载阻抗$Z_{\mathrm{L}}$为何值时它消耗的功率为最大？并求此最大功率。



题 7-14 图

解　利用戴维南等效电路



由$k = \dfrac{M}{\sqrt{L_1L_2}}$得

$$M = k\sqrt{L_1L_2} = 0.2\sqrt{1\times1}\mathrm{H} = 0.2\mathrm{H}$$

（1）求开路电压，电路如图(b)所示

$\dot{U}_{\mathrm{S}} = R_1\dot{I}_1 + \mathrm{j}\omega L_1\dot{I}_1 = (R_1 + \mathrm{j}\omega L_1)\dot{I}_1$

可得

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_{\mathrm{S}}}{R_1 + \mathrm{j}\omega L_1} = \frac{20\mathrm{V}}{(10 + \mathrm{j}10)\Omega} = \frac{20\mathrm{V}}{10\sqrt{2}\angle 45^\circ \mathrm{A}} = \sqrt{2}\angle -45^\circ \mathrm{A} \qquad （1）$$

$\dot{U}_{\mathrm{OC}} = \mathrm{j}\omega M\dot{I}_1$

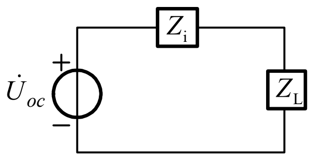
将（1）式带入，得

$\dot{U}_{\mathrm{OC}} = \mathrm{j}\times 10\times 0.2\times\sqrt{2}\angle -45^\circ \mathrm{V} = 2\sqrt{2}\angle 45^\circ \mathrm{V}$

（2）求等效阻抗（（b）图电压源置零）

$$Z_{\mathrm{i}} = \frac{(\omega M)^2}{R_1 + \mathrm{j}\omega L_1} + \mathrm{j}\omega L_2 = (0.2 + \mathrm{j}9.8)\Omega$$

（3）戴维南等效电路如图（c）所示。

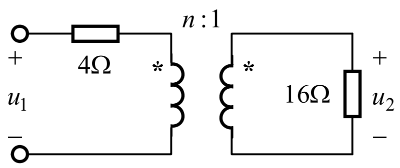


（c）

$Z_{\mathrm{L}} = (0.2 - \mathrm{j}9.8)\Omega$ 时获得最大功率，最大功率为

$$P_{\max} = \frac{U_{\mathrm{S}}^{\ 2}}{4R_1} = \frac{(20\mathrm{V})^2}{4\times 10\Omega} = 10\mathrm{W}$$

7-15 题 7-15 图所示电路中，要求 $u_2 = u_1$， 变比 n 应为多少?



题 7-15 图

解　由变压器特性方程可知

$$\begin{cases} u_1' = nu_2 \\ i_1 = -\dfrac{1}{n}i_2 = -\dfrac{1}{n}\times(-\dfrac{u_2}{16}) \end{cases} \qquad (1)$$

对左回路应用 KVL 方程

$$u_1 = 4i_1 + u_1' = 4i_1 + nu_2 \qquad (2)$$

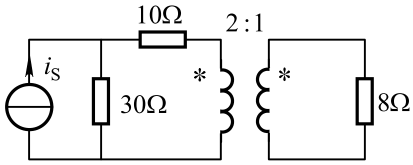
将式(1)代入式(2)，考虑到 $u_2 = u_1$，可得

$$u_1 = (\frac{1}{4n} + n)u_2 = (\frac{1}{4n} + n)u_1$$

$$\frac{1}{4n}+n=1$$

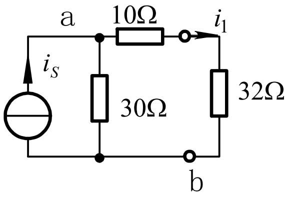
解得 $\qquad n=0.5$

7-16 题 7-16 图所示电路，设 $i_{\mathrm{S}}=0.6\mathrm{e}^{-10t}\mathrm{A}$，$(t>0)$。求 8Ω 电阻消耗的功率。



题 7-16 图

解 图(a)电路，从 ab 端看过去，等效电阻 $R_{eq}=n^2\times 8\Omega=4\times 8\Omega=32\Omega$ 电路等效成图(b)所示。



(b)

因为理想变压器为非能元件，图(b)电路中 32Ω 电阻消耗的功率与图(a)电路 8Ω 电阻消耗的功率相同。由分流公式得

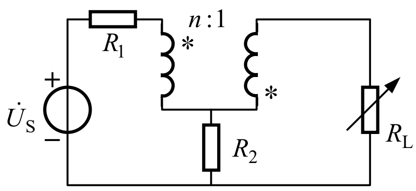
$$i_1=i_S\times\frac{30\Omega}{(10+32+30)\Omega}=0.25e^{-10t}\mathrm{A}$$

则

$$p_{8\Omega}=i_1^{\ 2}\times 32\Omega=(0.25e^{-10t}\mathrm{A})^2\times 32\Omega$$

$$=2e^{-20t}\mathrm{W}$$

7-17 题 7-17 图所示电路，已知 $R_1=60\Omega$，$R_2=80\Omega$，$\dot{U}_{\mathrm{S}}=840\angle 0^\circ\mathrm{V}$，$n=4$。求 R_{L} 获得的最大功率。

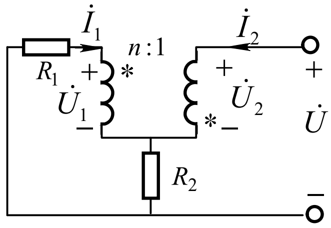


题 7-17 图

解 根据戴维定理，求电阻 R_{L} 断开后的开路电压 $\dot{U}_{\mathrm{OC}}$。

$$\dot{U}_{\text{OC}} = -\frac{840\text{V}}{n} = -210\text{V}$$

求电阻 R_L 断开后的等效电阻 R_{in}，采用外施激励法，电路如下图。



列出方程：

$$\frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} = -n \text{，} \dot{U}_1 = -n\dot{U}_2 = -4\dot{U}_2 \tag{1}$$

$$\frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2} = \frac{1}{n} \text{，} \dot{I}_1 = \frac{1}{n}\dot{I}_2 = \frac{1}{4}\dot{I}_2 \tag{2}$$

$$R_1\dot{I}_1 + \dot{U}_1 + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2)R_2 = 0 \text{，} \tag{3}$$

$$\dot{U}_2 + (\dot{I}_1 + \dot{I}_2)R_2 = \dot{U} \tag{4}$$

(1)和(2)代入到(3)，就有 $\frac{1}{4}\dot{I}_2 \times 60\Omega - 4\dot{U}_2 + (\frac{1}{4}\dot{I}_2 + \dot{I}_2) \times 80\Omega = 0$，得到 $\dot{U}_2 = \frac{115}{4}\dot{I}_2$。

将 $\dot{U}_2 = \frac{115}{4}\dot{I}_2$，和(1)和(2)代入到(3)，就有

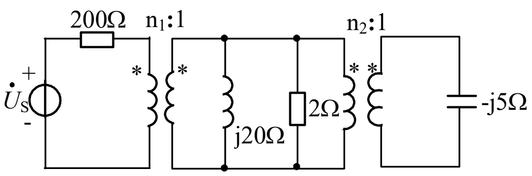
$\frac{115}{4}\dot{I}_2 + (\frac{1}{4}\dot{I}_2 + \dot{I}_2) \times 80\Omega = \dot{U}$ ，就有 $R_{in} = \frac{\dot{U}}{\dot{I}_2} = (\frac{115}{4} + 100)\Omega = 128.75\Omega$

当 $R_{\text{L}} = R_{in} = 128.75\Omega$ 时，获得最大功率。

R_{L} 获得的最大功率为：

$$P_{\max} = \frac{(U_{\text{OC}})^2}{4R_{in}} = \frac{(-210\text{V})^2}{4 \times 128.75\Omega} = 85.631\text{W}$$

7-18 题 7-18 图所示电路，已知 $U_{\text{S}} = 200\text{V}$，问 n_1、n_2 为何值时，2Ω 电阻获得最大功率？最大功率为多少？



题 7-18 图

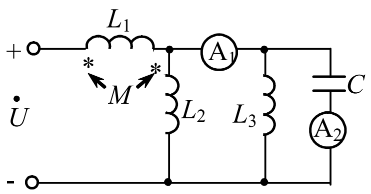
解 题 7-18 图所示电路中，要使 2Ω电阻获得最大功率，必有

(1) $n_2^2 \times 5 = 20$ 得 $n_2 = 2$

(2) $n_1^2 \times 2 = 200$ 得 $n_1 = 10$

所以，最大功率为 $P_{\max} = \dfrac{200^2}{4 \times 200} = 50\ \text{W}$

7-19 电路如题 7-19 图所示，已知 $U = 20\ \text{V}, L_1 = 3\ \text{mH}$，$L_2 = 7\ \text{mH}$，$L_3 = 5\ \text{mH}$，$M = 2\ \text{mH}$，$C = 200\ \mu\text{F}$，电流表 A_1 读数为零，求电流表 A_2 的读数。



题 7-13 图

解 电流表 A_1 读数为零，则 L_3 与 C 发生并联谐振。

从而，有谐振频率为 $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{L_3 C}} = 1000\ rad/s$

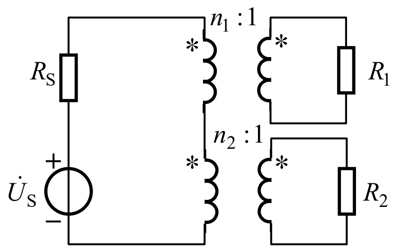
L_1 与 L_2 部分去耦等效，因 A_1 读数为零，可直接采用互感线圈串联分压求。

令 $\dot{U} = 20\angle 0^\circ\ \text{V}$，则 $\dot{U}_{L2} = \dfrac{L_2 + M}{L_1 + L_2 + 2M}\dot{U} = \dfrac{90}{7}\text{V}$

所以，有 $\dot{I}_C = \text{j}\omega C \dot{U}_{L2} = 2.57\angle 90^\circ\ \text{A}$

即电流表 A_2 的读数为 2.57A

7-20 题 7-20 图所示含两个理想变压器电路，已知 $\dot{U}_\text{S} = 680\angle 0^\circ\ \text{V}$，$R_S = 136\text{k}\Omega$，$R_1 = 320\Omega$，$R_2 = 40\Omega$。两个负载与正弦电源匹配，$R_2$ 吸收的功率是 R_1 吸收功率的 16 倍。（1）求变比 n_1 和 n_2；（2）计算 R_2 吸收的平均功率；（3）计算 R_1 的电压有效值。



题 7-20 图

解 (1) 设理想变压器原边的电流为$\dot{I}_S$，电阻R_1内的电流为 $\dot{I}_1=-n_1\dot{I}_S$；电阻R_2内的电流为 $\dot{I}_2=-n_2\dot{I}_S$。

这样有 $\dfrac{P_{R_1}}{P_{R2}}=\dfrac{(-n_1 I_S)^2 R_1}{(-n_2 I_S)^2 R_2}=\dfrac{1}{16}$，得到 $128n_1^2=n_2^2$。

另外两个负载与正弦电源匹配，得到 $320\Omega\times n_1^2+40\Omega\times n_2^2=136000\Omega$，$n_1=5$，$n_2=40\sqrt{2}$。

(2) $\dot{I}_S=\dfrac{680\angle 0^\circ\,\text{V}}{2\times 136\text{k}\Omega}=2.5\text{mA}$,电阻$R_2$内的电流为 $\dot{I}_2=-n_2\dot{I}_S=\text{-}100\sqrt{2}\text{mA}$

R_2吸收的平均功率为 $P_{R_2}=(-100\sqrt{2}\text{mA})^2\times 40\Omega=0.8\text{W}$

(3) 电阻R_1的电压为 $(\dfrac{\dot{U}_S}{R_S+n_1^2R_1+n_2^2R_2}\times n_1^2R_1)/n_1=4\text{V}$。