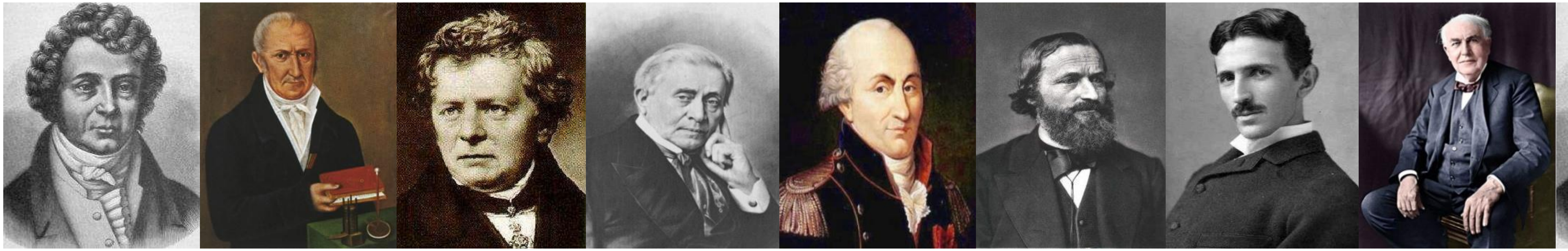
电 路 理 论

Principles of Electric Circuits

电路理论（2）习题课

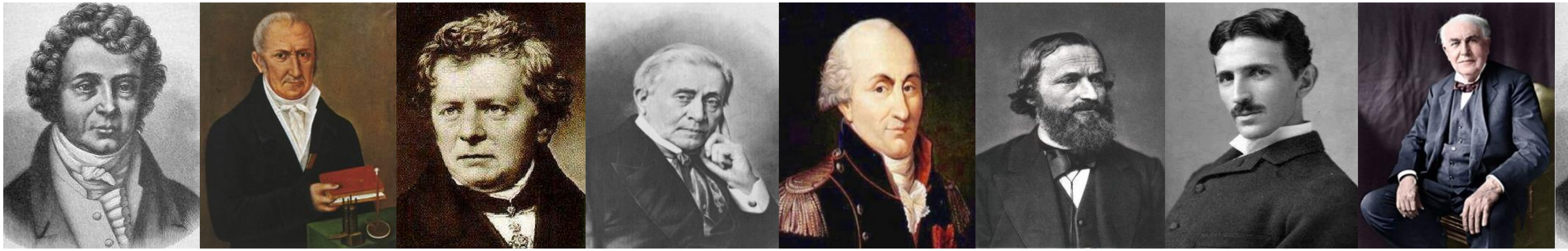
2025年3月25日



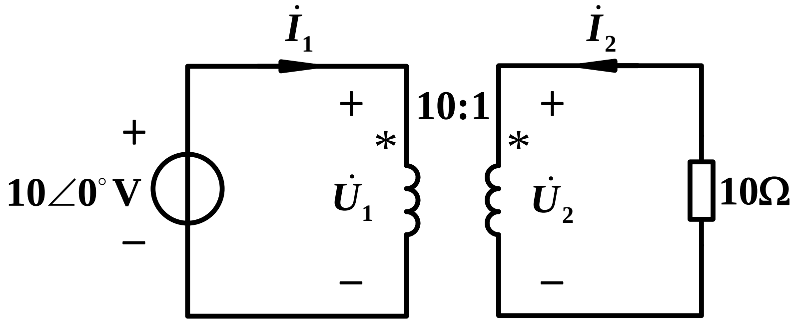
电 路 理 论

Principles of Electric Circuits

第10章 习题课



【10-1】图示电路中，已知理想变压器变比为10:1，求电压 $\dot{U}_2$和电流 $\dot{I}_1$。



解：

由理想变压器的电压比

$$\frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2}=\frac{n}{1}=\frac{10}{1}=\frac{10\angle 0^\circ}{\dot{U}_2} \longrightarrow \dot{U}_2=1\angle 0^\circ\ \text{V}$$

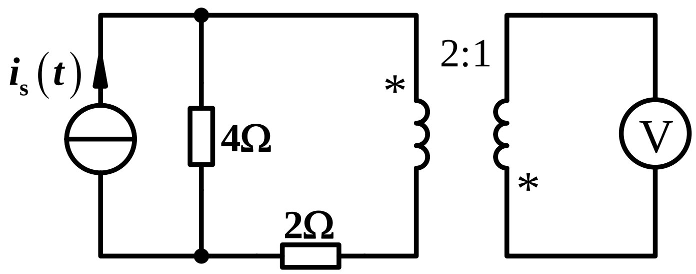
则 $\dot{I}_2=-\dfrac{\dot{U}_2}{10}=-\dfrac{1\angle 0^\circ}{10}=-0.1=0.1\angle 180^\circ\ \text{A}$

由理想变压器的电压比

$$\frac{\dot{I}_1}{\dot{I}_2}=-\frac{1}{n}=-\frac{1}{10}=\frac{\dot{I}_1}{0.1\angle 180^\circ} \longrightarrow \dot{I}_1=0.01\angle 0^\circ\ \text{A}$$

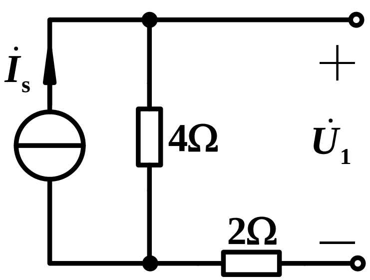
习题课——第10章

【10-2】图示稳态电路中，$i_s(t)=4\sqrt{2}\cos t$ A，理想变压器二次侧接理想电压表，求该电压表的示数。



解：

因为电压表的内阻为∞，利用理想变压器阻抗变换特性。

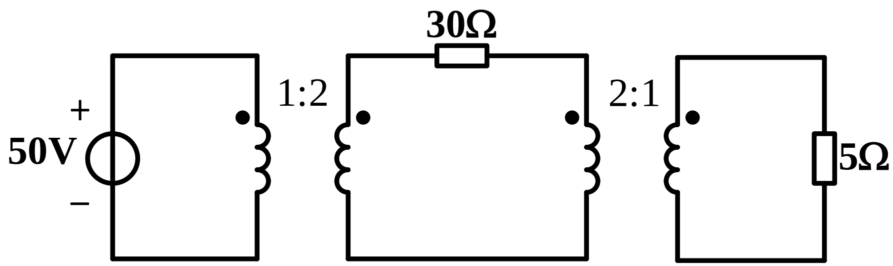


$$\dot{U}_1=4\cdot\dot{I}_s=4\times4\angle0^\circ=16\text{V}$$

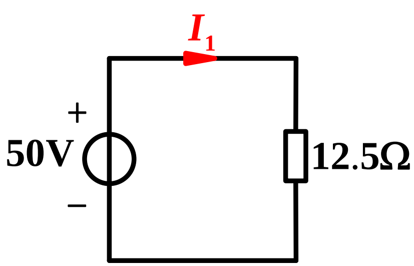
$$\frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2}=\frac{n}{1}=\frac{2}{1}=\frac{16}{\dot{U}_2}\qquad \dot{U}_2=-8\text{V}$$

电压表的读数即为二次侧电压，即为8V。

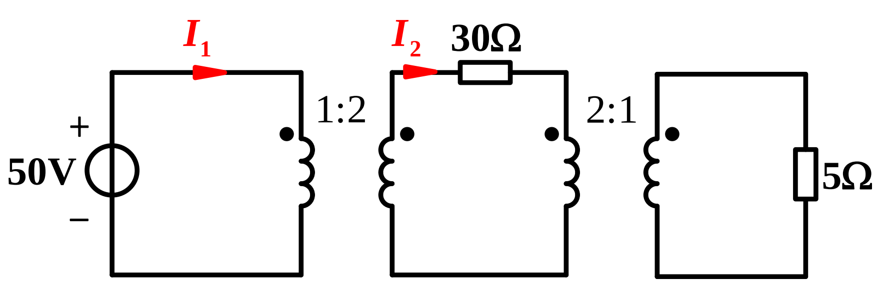
【10-3】含理想变压器电路如图所示，求30Ω电阻消耗的功率。



解：



$$I_1=\frac{50}{12.5}=4\text{A}$$

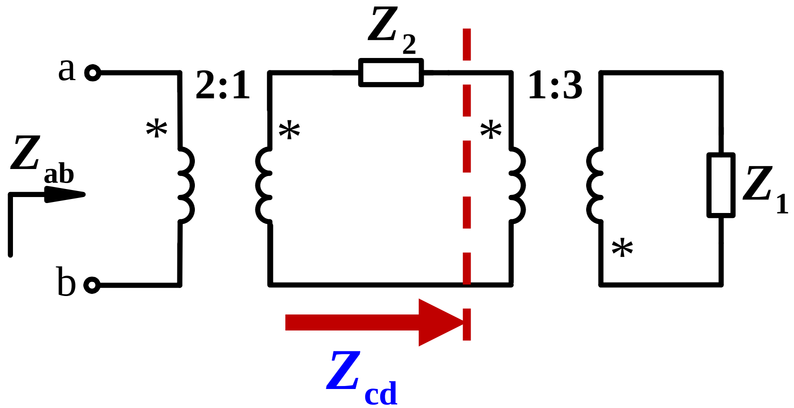


【★】回到原电路求消耗功率

$$I_2=\frac{I_1}{2}=2\text{A}$$

$$P=I_2^2\times 30=120\text{W}$$

【10-4】图示正弦稳态电路中，已知 $Z_1 = 9 + j18\Omega$，$Z_2 = 2 + j2\Omega$，求输入阻抗 Z_{ab}。



解：

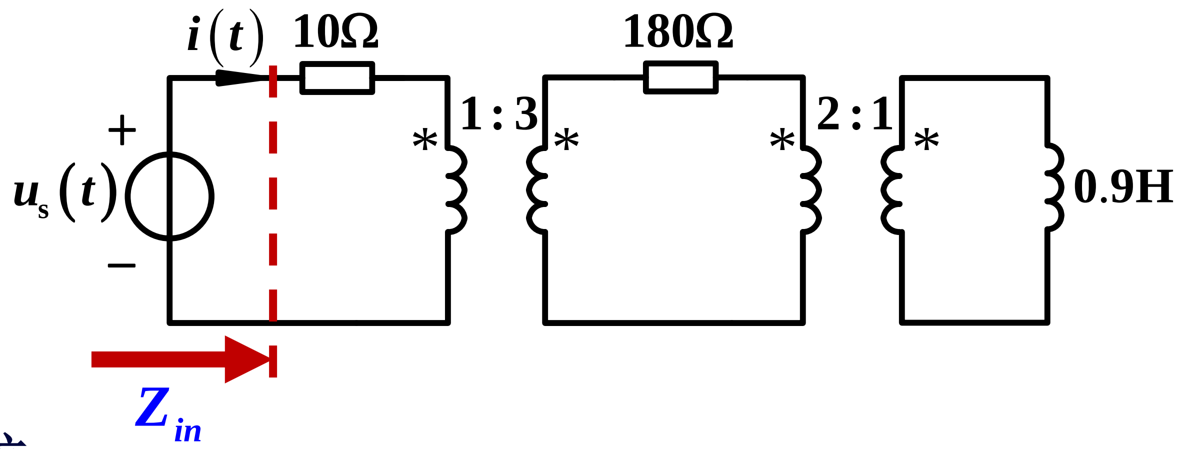
输入阻抗：

$$Z_{cd} = (\frac{1}{3})^2 \times Z_1 = (\frac{1}{3})^2 \times \left(9 + j18\right) = 1 + j2\Omega$$

$$Z_{ab} = (2)^2 \times (Z_2 + Z_{cd}) = (2)^2 \times (2 + j2 + 1 + j2) = 12 + j16\Omega$$

习题课——第10章

【10-5】图示正弦稳态电路中，$u_s(t)=100\sqrt{2}\cos 100t\,\mathrm{V}$，求电流 $i(t)$。



解：

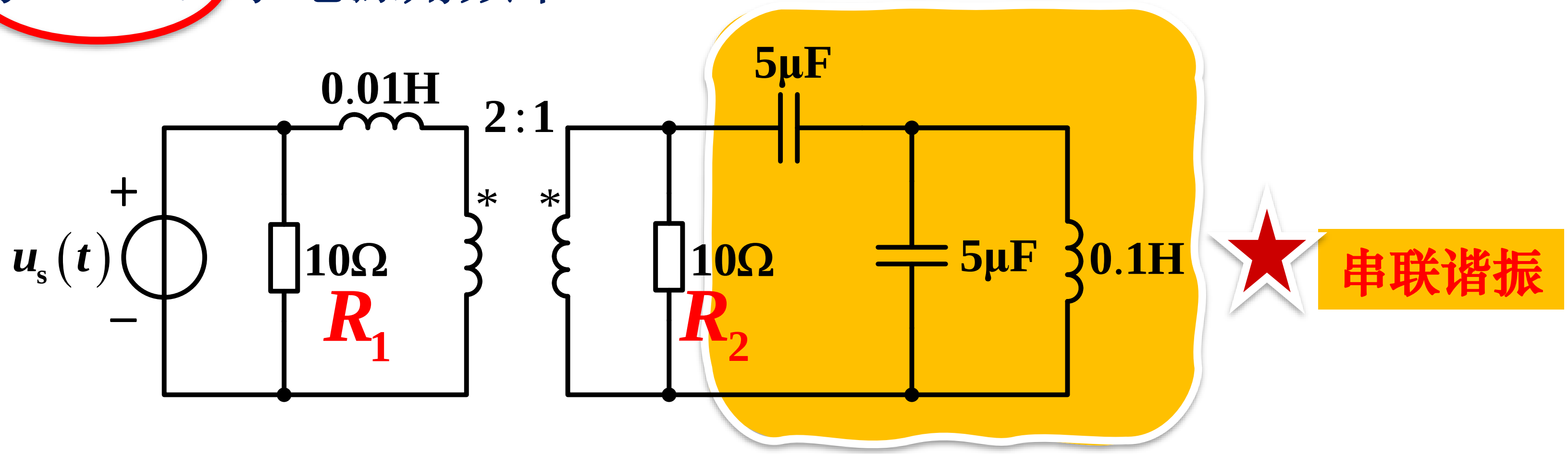
输入阻抗：

$$Z_{in}=10+\frac{1}{3^2}\left(180+2^2\times \mathrm{j}90\right)=30+\mathrm{j}40=50\angle 53.1^{\circ}\,\Omega$$

$$\dot{I}=\frac{\dot{U}_s}{Z_{in}}=\frac{100\angle 0^{\circ}}{50\angle 53.1^{\circ}}=2\angle -53.1^{\circ}\,\mathrm{A}$$

$$i(t)=2\sqrt{2}\cos\left(100t-53.1^{\circ}\right)\mathrm{A}$$

【10-6】图示正弦稳态电路中，$u_s(t)=18\sqrt{2}\sin\omega t\,\text{V}$，电源提供的功率为32.4W，求电源角频率。



解：

电源提供功率：$P_s = P_{R1} + P_{R2}$

$$P_{R1} = \frac{U_s^2}{10} = \frac{18^2}{10} = 32.4\text{W}$$

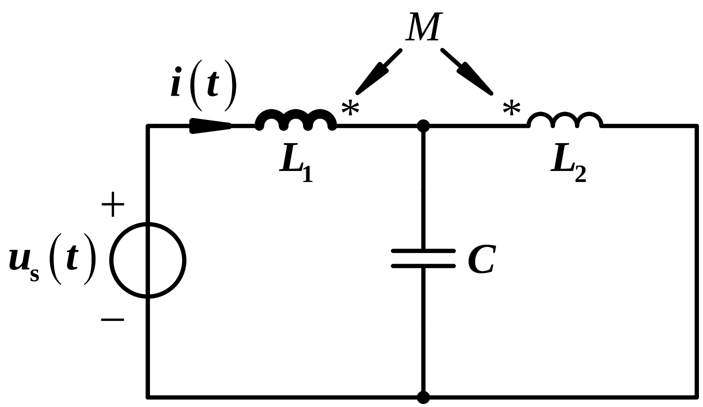
$$P_{R2} = P_s - P_{R1} = 0\,\text{W}$$

变压器二次侧电压为0

由于理想变压器一次侧电流不为零，
则理想变压器二次侧电流也不为零。

电源频率： $\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{(5+5)\times 10^{-6}\times 0.1}} = 1000\text{rad/s}$

【10-7】图示正弦稳态电路中，L_1、L_2、M和C均为已知，电源频率可调，求使电流 $i(t)=0$ 的电源频率。

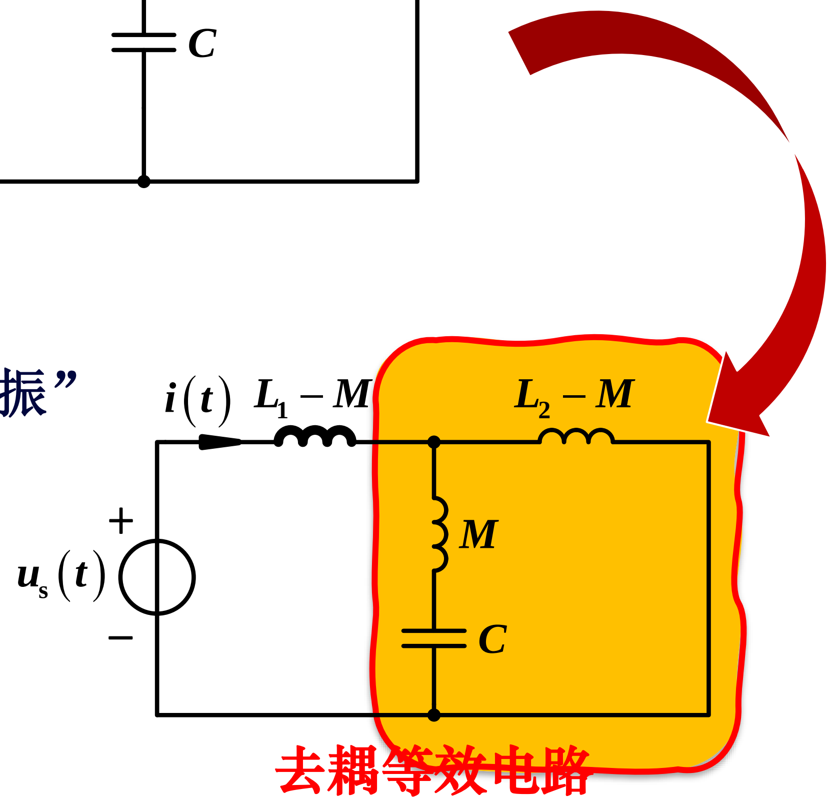


解：

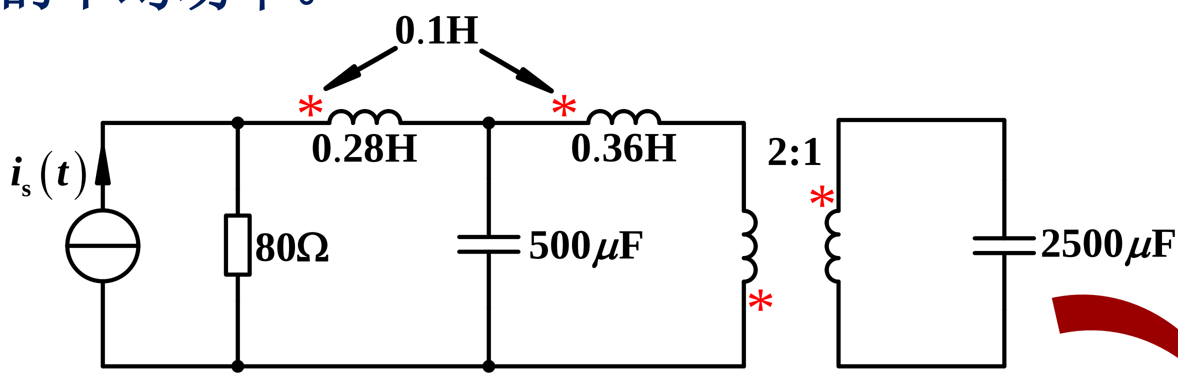
若 $i(t)=0$

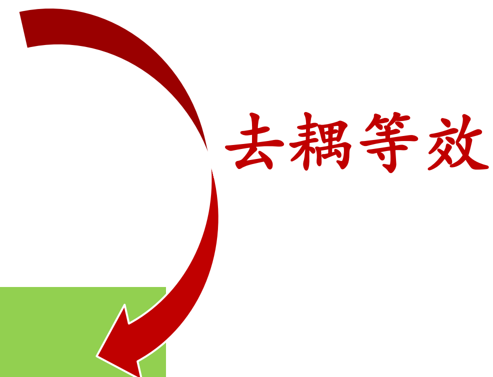
则并联支路应发生“并联谐振”

谐振频率为 $\omega=\dfrac{1}{\sqrt{L_2C}}$

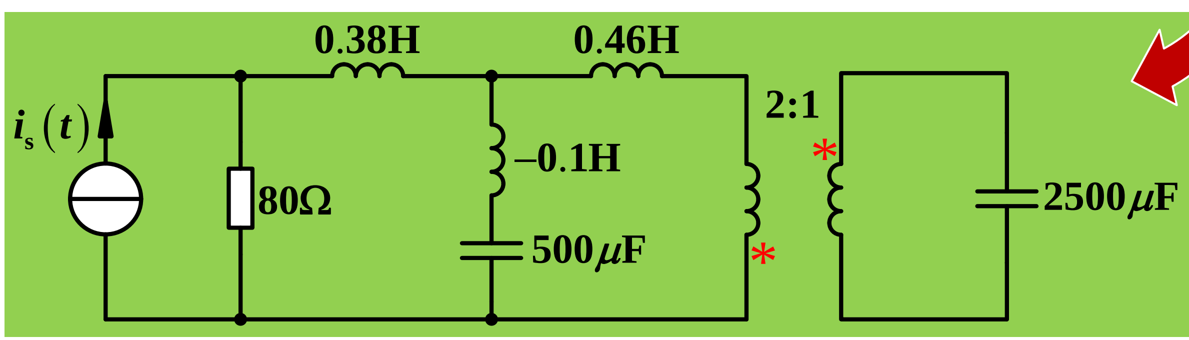


【10-8】图示正弦稳态电路中，已知 $i_s(t)=4\sqrt{2}\sin 100t$ A，试求电流源提供的平均功率。

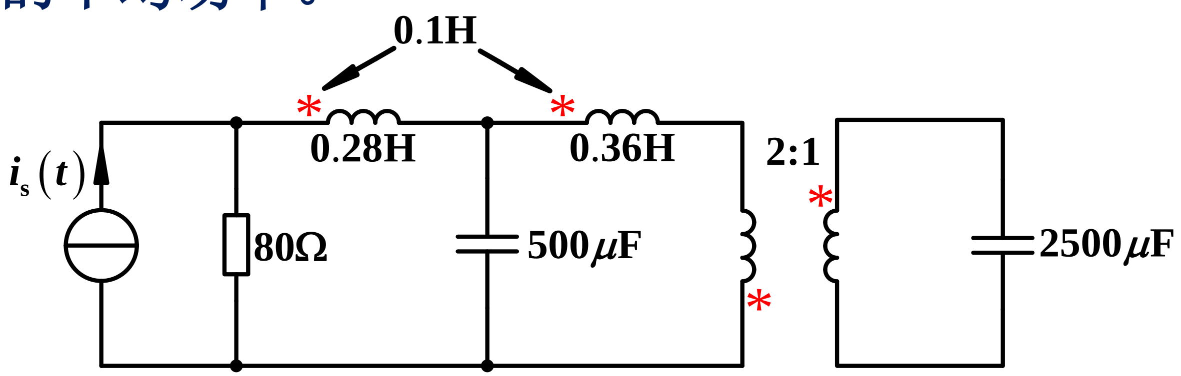




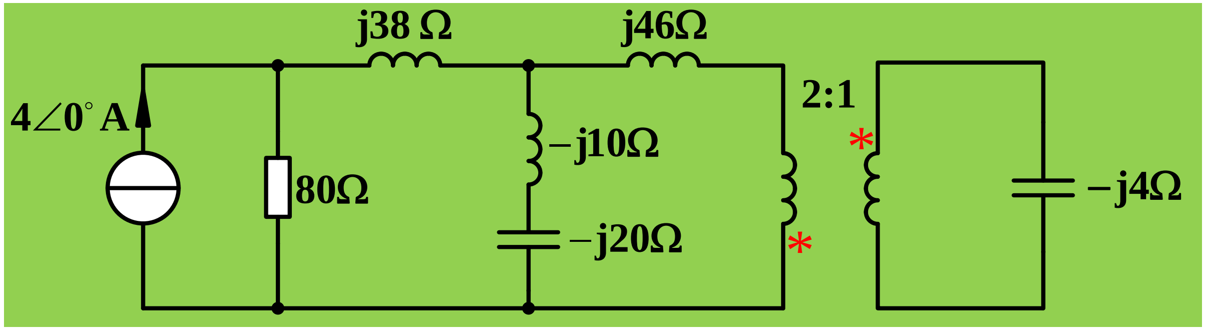
解：画“去耦等效电路”



【10-8】图示正弦稳态电路中，已知 $i_s(t)=4\sqrt{2}\sin 100t\,\text{A}$，试求电流源提供的平均功率。



解：

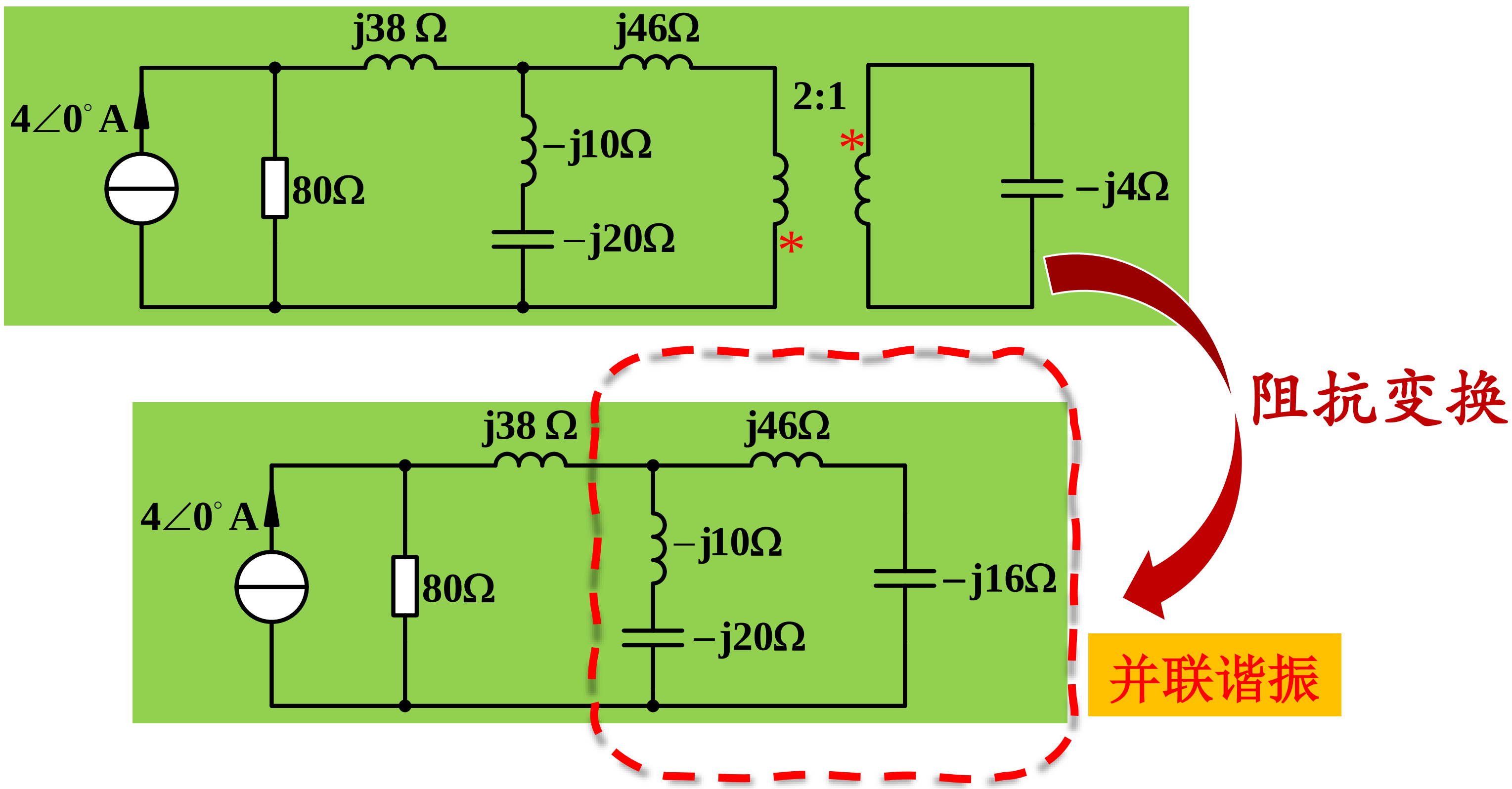


相量模型

习题课——第10章

【10-8】图示正弦稳态电路中，已知 $i_s(t)=4\sqrt{2}\sin 100t$ A，试求电流源提供的平均功率。

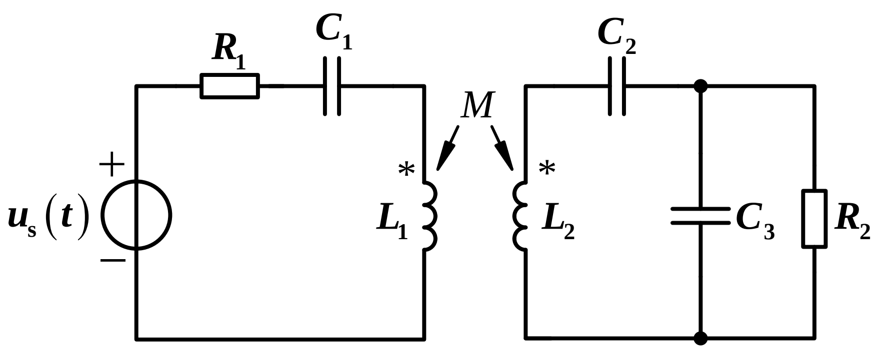
解：



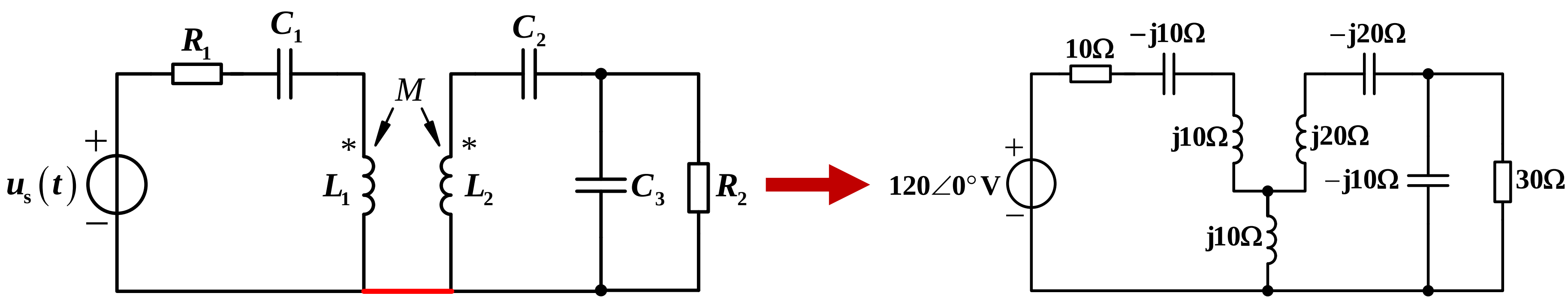
电流源提供功率：

$$P = I^2 \cdot R = I_s^{\ 2} \cdot R = 4^2 \times 80 = 1280\text{W}$$

【10-9】图示稳态电路中，$u_s(t)=120\sqrt{2}\sin 10t\,\mathrm{V}$，$L_1=2\mathrm{H}$，$L_2=3\mathrm{H}$，$M=1\mathrm{H}$，$C_1=C_3=0.01\mathrm{F}$，$C_2=0.005\mathrm{F}$，$R_1=10\Omega$，$R_2=30\Omega$，试用互感消去法求电阻$R_2$的消耗的平均功率$P_{R2}$。



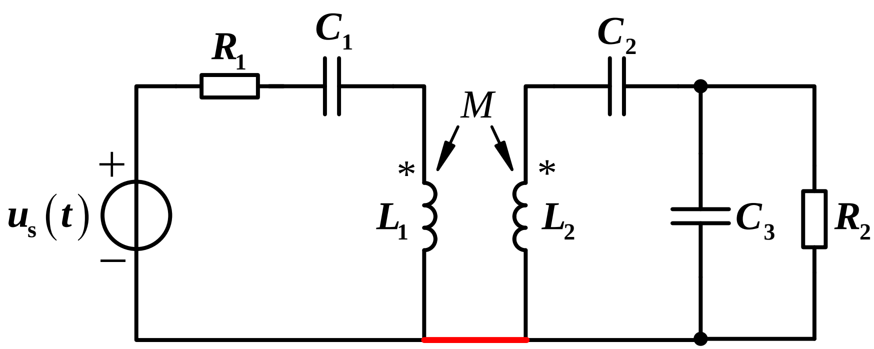
【10-9】图示稳态电路中，$u_s(t)=120\sqrt{2}\sin 10t\,\mathrm{V}$，$L_1=2\mathrm{H}$，$L_2=3\mathrm{H}$，$M=1\mathrm{H}$，$C_1=C_3=0.01\mathrm{F}$，$C_2=0.005\mathrm{F}$，$R_1=10\Omega$，$R_2=30\Omega$，试用互感消去法求电阻$R_2$的消耗的平均功率$P_{R2}$。

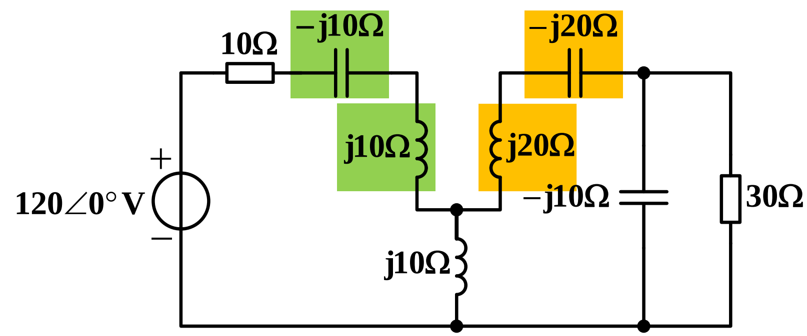


解：　画出去耦等效电路

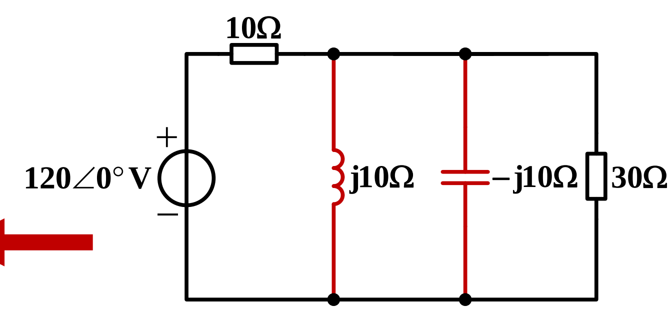
习题课——第10章

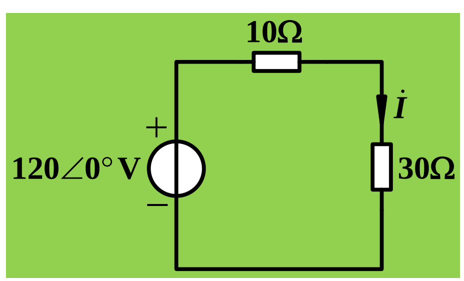
【10-9】图示稳态电路中，$u_s(t)=120\sqrt{2}\sin 10t\,\mathrm{V}$，$L_1=2\mathrm{H}$，$L_2=3\mathrm{H}$，$M=1\mathrm{H}$，$C_1=C_3=0.01\mathrm{F}$，$C_2=0.005\mathrm{F}$，$R_1=10\Omega$，$R_2=30\Omega$，试用互感消去法求电阻$R_2$的消耗的平均功率$P_{R2}$。





解：画出去耦等效电路





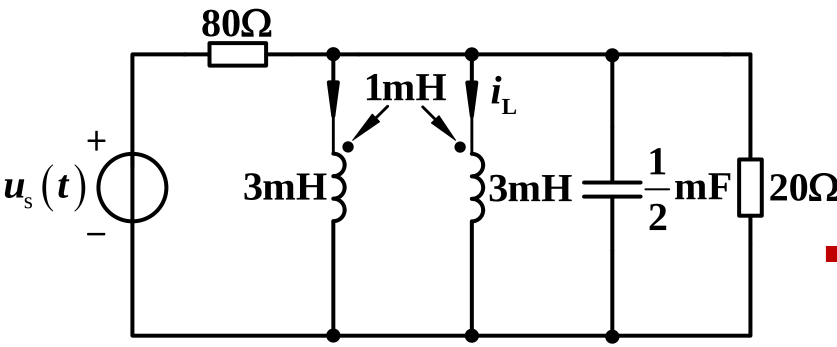
$$\dot{I}=\frac{120}{10+30}=3\mathrm{A}$$

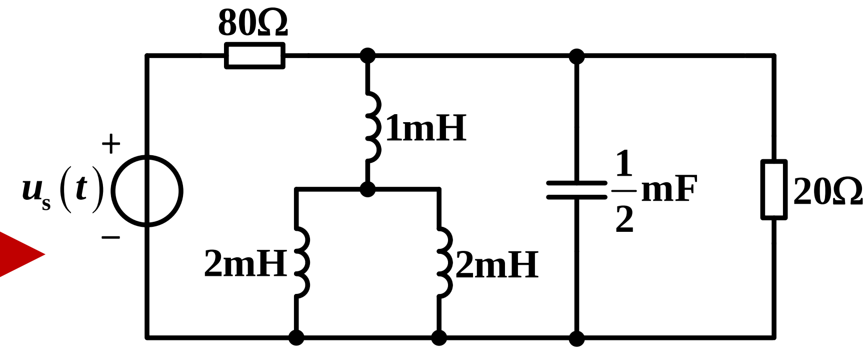
$$P_{R2}=I^2R$$

$$=3^2\times 30=270\mathrm{W}$$

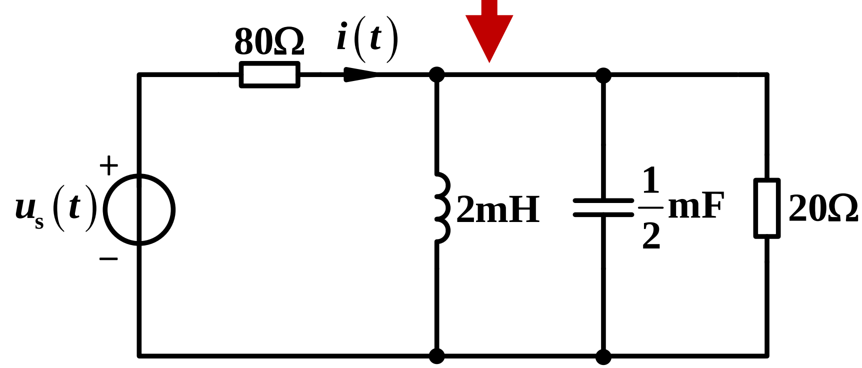
【10-10】图示稳态电路中，$u_s(t)=100\sqrt{2}\sin 1000t$ V， 试用互感消去法求：

（1）80Ω电阻消耗的功率； （2）电流i_L。





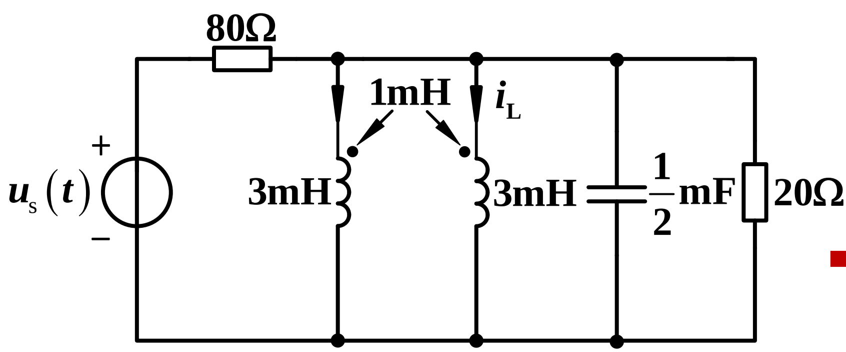
解： 画出去耦等效电路

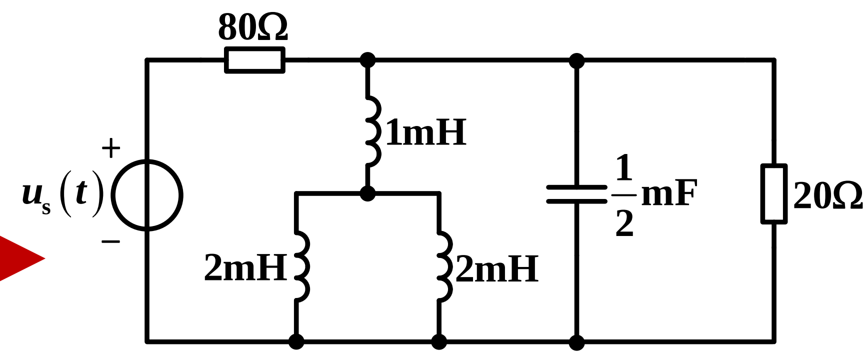


习题课——第10章

【10-10】图示稳态电路中，$u_s(t)=100\sqrt{2}\sin 1000t$ V，试用互感消去法求：

（1）80Ω电阻消耗的功率；（2）电流i_L。



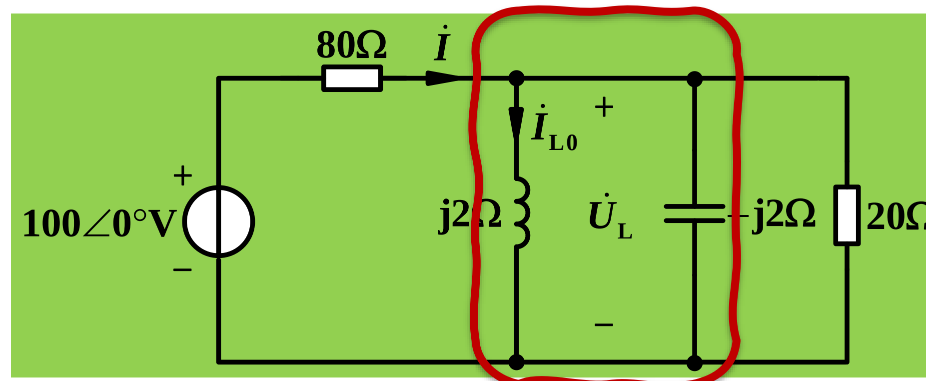


解： 画出去耦等效电路

（1）求80Ω电阻消耗的功率

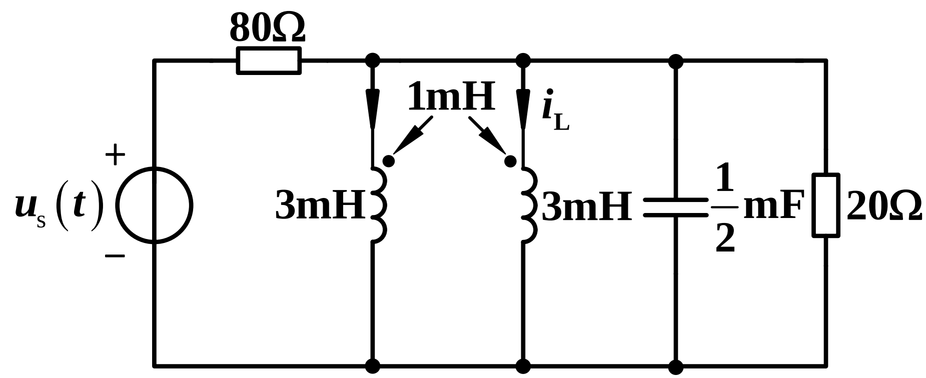
$$\dot{I}=\frac{100\angle 0^\circ}{80+20}=1\angle 0^\circ \text{A}$$

$$P=1^2\times 80=80\text{W}$$



并联谐振

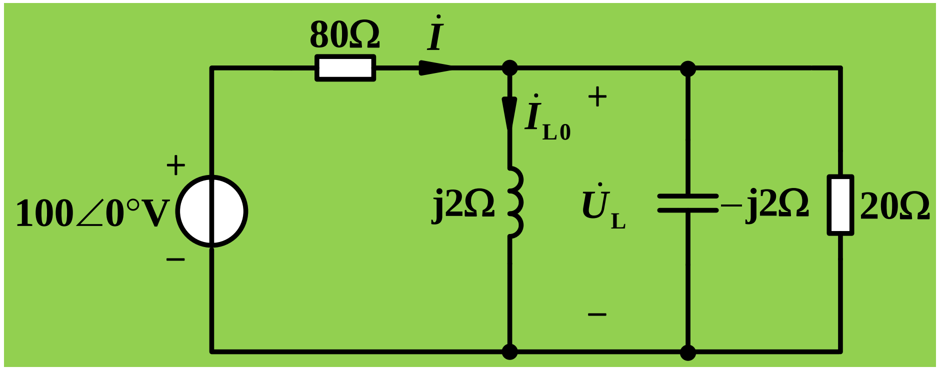
（2）求电流 i_L



$$\dot{U}_L = 20\dot{I} = 20\angle 0°\text{V}$$

$$\dot{I}_{L0} = \frac{20}{\text{j}2} = -\text{j}10\text{A}$$ 如何求 i_L ?

【★】回到原电路求 i_L

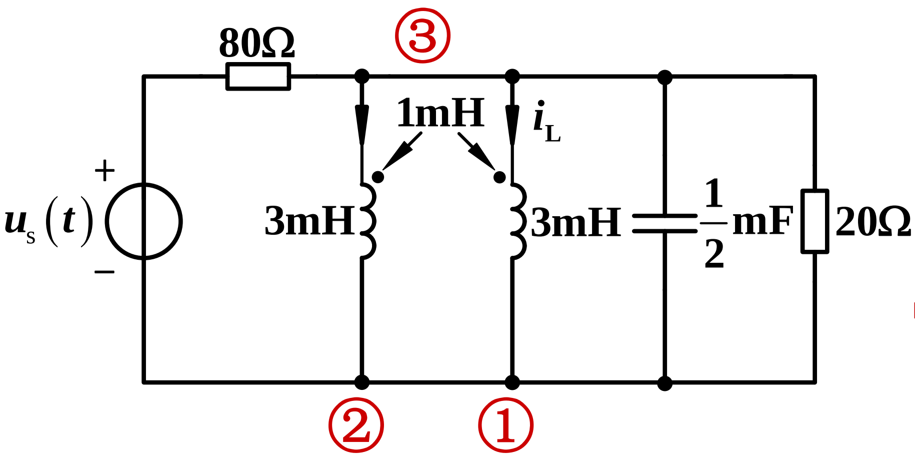


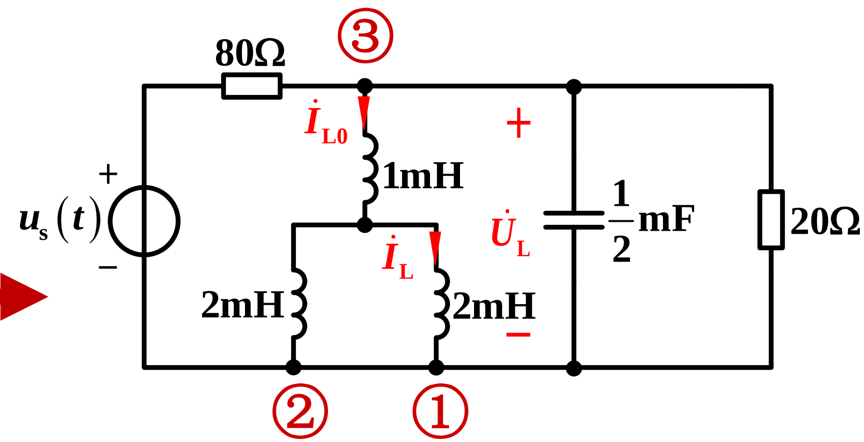
$$\dot{I}_L = \frac{\dot{I}_{L0}}{2} = -\text{j}5\text{A}$$

$$i_L(t) = 5\sqrt{2}\sin(1000t - 90°)\text{A}$$

【思考】若两个电感值不相等，应该如何计算 i_L ?

【思考】若两个电感值不相等，应该如何计算i_L？

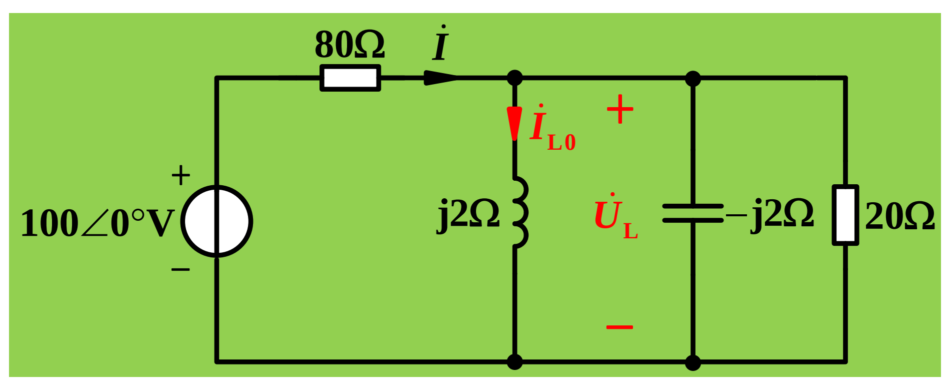




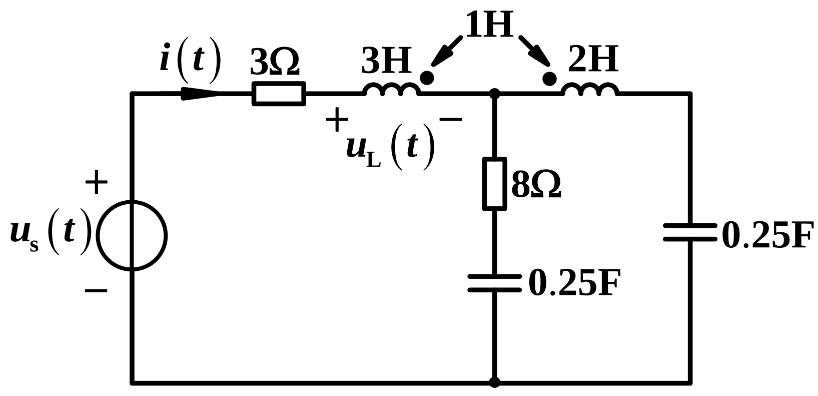
$$\dot{U}_L = 20\angle 0°\text{V} \qquad \dot{I}_{L0} = -\text{j}10\text{A}$$

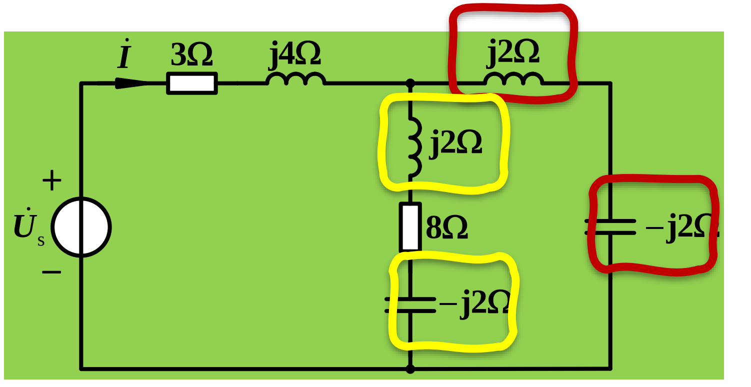
$$\dot{I}_L = \frac{\dot{U}_L - \dot{I}_{L0}\cdot \text{j}1}{\text{j}2} = -\text{j}5\text{A}$$

$$i_L(t) = 5\sqrt{2}\sin(1000t - 90°)\text{A}$$

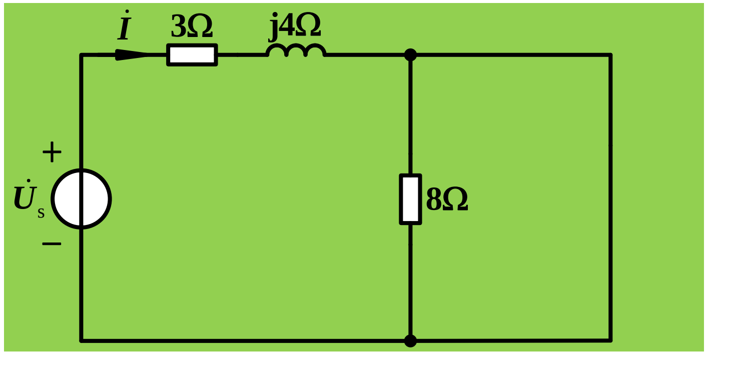


【10-11】图示稳态电路中，$u_s(t)=10\sqrt{2}\sin 2t\,\text{V}$，求电流$i(t)$和电压$u_L(t)$。





去耦等效电路



解： 画出去耦等效电路

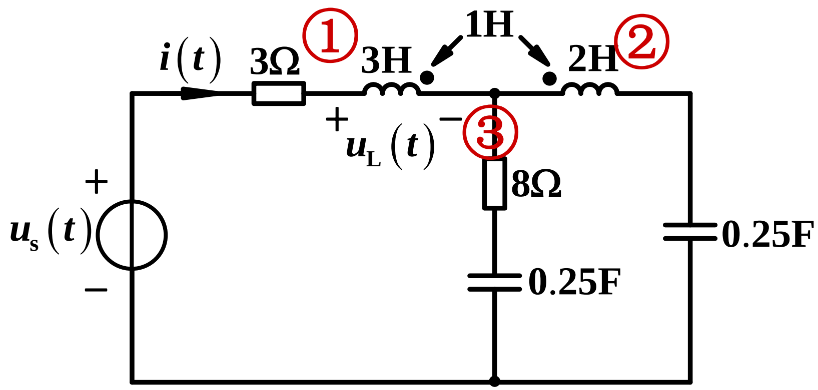
（1）求$i(t)$

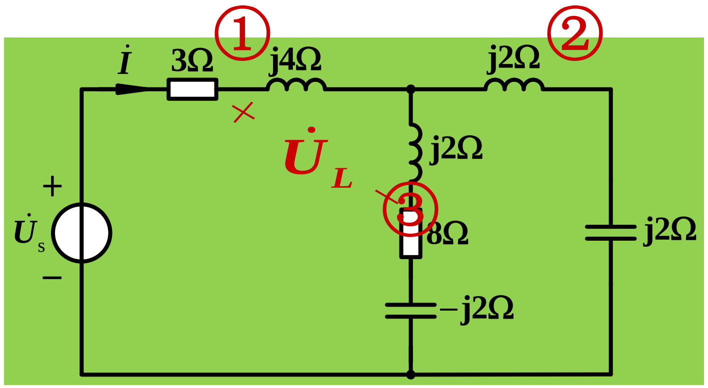
$$\dot{I}=\frac{\dot{U}_s}{3+\text{j}4}=\frac{10\angle 0^\circ}{3+\text{j}4}$$

$$=\frac{10\angle 0^\circ}{5\angle 53.1^\circ}=2\angle -53.1^\circ\ \text{A}$$

$$i(t)=2\sqrt{2}\sin\left(2t-53.1^\circ\right)\ \text{A}$$

【10-11】图示稳态电路中，$u_s(t)=10\sqrt{2}\sin 2t\mathrm{V}$，求电流$i(t)$和电压$u_L(t)$。





解：（2）求u_L

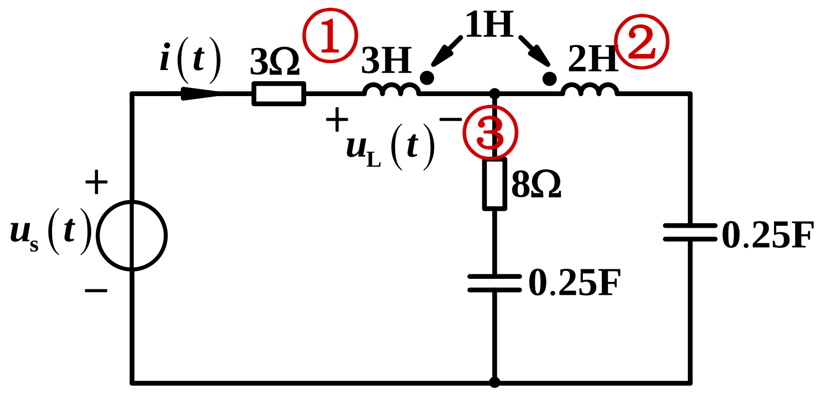
如何计算u_L?

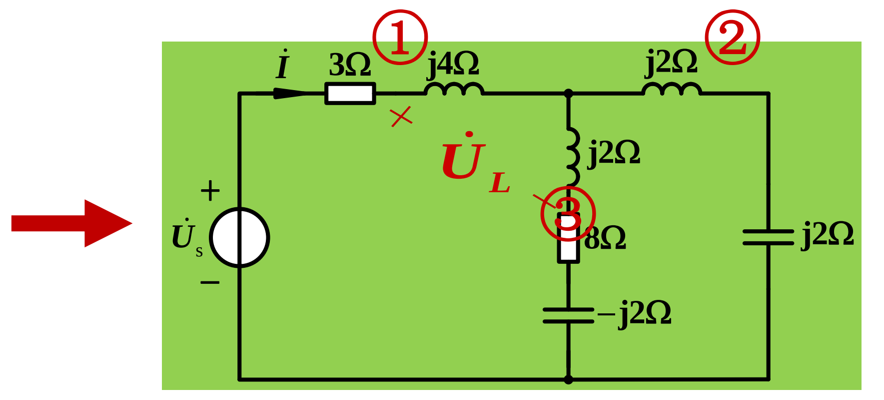
回到原电路?

这次不这么做！！！

【★】由于在等效电路中易找到$u_L(t)$，就不必再回到原电路了！

【10-11】图示稳态电路中，$u_s(t)=10\sqrt{2}\sin 2t\,\mathrm{V}$，求电流$i(t)$和电压$u_L(t)$。



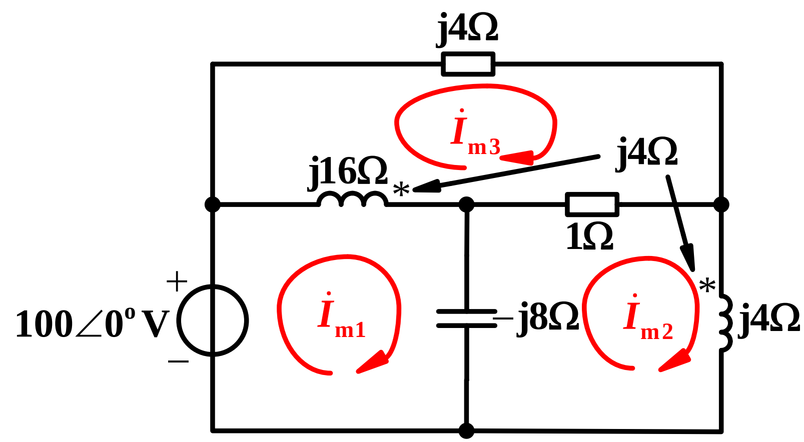


解：（2）求u_L

$$\dot{U}_L=\dot{I}\times j4+0\times j2=2\angle-53.1^\circ\times j4=8\angle 36.9^\circ\,\mathrm{V}$$

$$u_L(t)=8\sqrt{2}\sin\left(2t+36.9^\circ\right)\mathrm{V}$$

【10-12】含耦合电感的电路如图所示，列写电路的网孔电流方程。（仅用网孔电流表示）



解：

$$(j16-j8)\dot I_{m1}+j8\dot I_{m2}-j16\dot I_{m3}=100\angle 0^\circ+j4\dot I_{m2}$$

$$j8\dot I_{m1}+(1+j4-j8)\dot I_{m2}-\dot I_{m3}=+j4(\dot I_{m1}-\dot I_{m3})$$

$$-j16\dot I_{m1}-\dot I_{m2}+(j16+j4+j4)\dot I_{m3}=-j4\dot I_{m2}$$

$$\Rightarrow\begin{cases} j8\dot I_{m1}+j4\dot I_{m2}-j16\dot I_{m3}=100\angle 0^\circ \\ j4\dot I_{m1}+(1-j4)\dot I_{m2}+(j4-1)\dot I_{m3}=100\angle 0^\circ \\ -j16\dot I_{m1}+(j4-1)\dot I_{m2}+j24\dot I_{m3}=0 \end{cases}$$