

习题

7.1.1 在同一个磁芯上绕三组线圈，绕向如图 7.1 所示，他们的电感量各位 L_1 ， L_2 ， L_3 ，之间的互感各为 M_{12} ， M_{23} ， M_{31} 。(1) 对线圈 1,2,3 分别标上同名端标记；(2) 设线圈分别通过电流 i_1 ， i_2 ， i_3 ，其方向如图所示，求三组线圈的端电压 \dot{U}_1 ， \dot{U}_2 ， \dot{U}_3 ；电源角频率为 ω (rad/s)

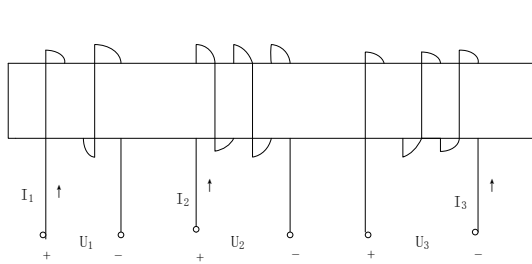


图6.34

图 7.1 习题 7.1.1 的图

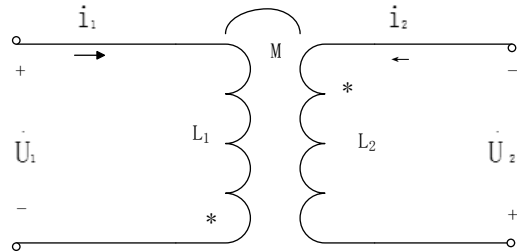
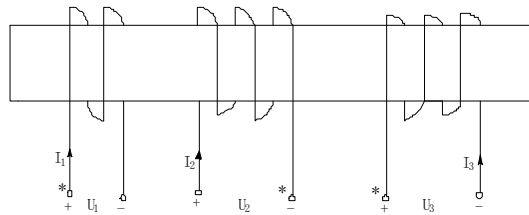


图6.35

图 7.2 习题 7.1.2 的图

解：(1) 同名端标记如下图所示



$$(2) \dot{U}_1 = j\omega L_1 \dot{I}_1 - j\omega M_{12} \dot{I}_2 - j\omega M_{13} \dot{I}_3$$

$$\dot{U}_2 = j\omega L_2 \dot{I}_2 - j\omega M_{12} \dot{I}_1 + j\omega M_{23} \dot{I}_3$$

$$\dot{U}_3 = -j\omega L_3 \dot{I}_3 + j\omega M_{13} \dot{I}_1 - j\omega M_{23} \dot{I}_2$$

7.1.2.图 7.2 所示电路中， $L_1=1\text{H}$ ， $L_2=0.25\text{H}$ ， $M=0.5\text{H}$ ，求 u_2 。(1) $i_1=5\sin 2t\text{A}$ ， $i_2=0$ ；(2) $i_1=0$ ， $i_2=3\sin 2t\text{A}$ ；(3) $i_1=5\sin 2t\text{A}$ ， $i_2=3\sin 2t\text{A}$ 。

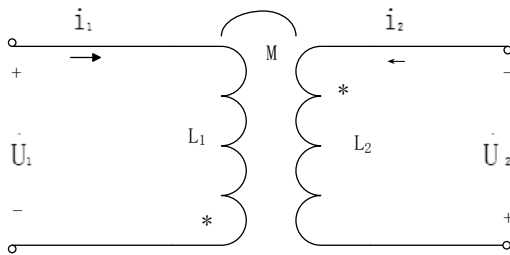


图6.35

图 7.2 习题 7.1.2 的图

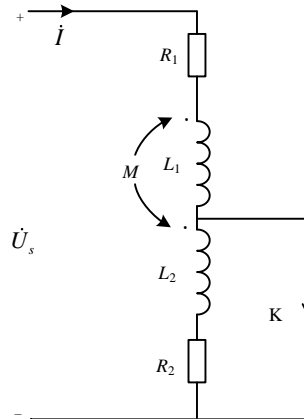


图 7.3 习题 7.2.1 的图

解: $\dot{U}_2 = j\omega L_2 \dot{I}_2 - j\omega M \dot{I}_1$, $\omega L_2 = 0.5$, $\omega M = 1$ 。

(1) $u_2 = -5 \cos 2t$

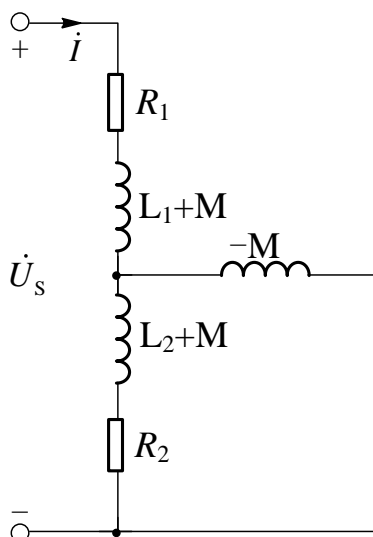
(2) $u_2 = \frac{3}{2} \cos 2t$

(3) $u_2 = -\frac{7}{2} \cos 2t$

7.2.1 图 7.3 所示电路中, $R_1=5\ \Omega$, $R_2=8\ \Omega$, $\omega L_1=15\ \Omega$, $\omega L_2=25\ \Omega$, $\omega M=6\ \Omega$, 电源电压 $\dot{U}_s = 50\angle 0^\circ\text{V}$ 。求开关断开和闭合时的电流 \dot{I} 。

解: 开关断开时 $\dot{U}_s = \dot{I}(R_1 + R_2) + j\omega(L_1 + L_2 + 2M)\dot{I}$, 则 $\dot{I} = 1.52\angle -75.96^\circ\text{A}$

开关闭合时解耦电路如下图所示



所以 $\dot{I} = 7.8\angle -51.48^\circ\text{A}$

7.2.2 图 7.4 所示电路中, 已知 $R_1=X_1=X_2=5\ \Omega$, $X_3=4\ \Omega$, $X_M=2\ \Omega$, 在 $I_3=5\text{A}$ 时, 若使 x_2 上电压等于 0。问必须与 x_2 串联接入多大的阻抗 Z ? 并求电路的输入电压和各支路电流。

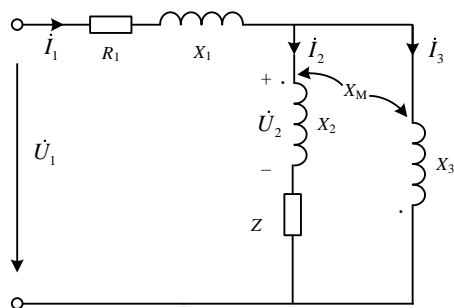


图 7.4 习题 7.2.2 的图

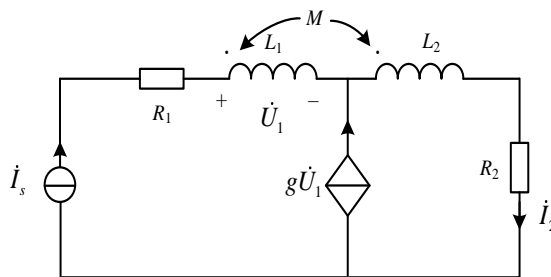


图 7.5 习题 7.2.3 的图

解: $\dot{U}_Z = 0 = jX_2 \dot{I}_2 - jX_M \dot{I}_3$

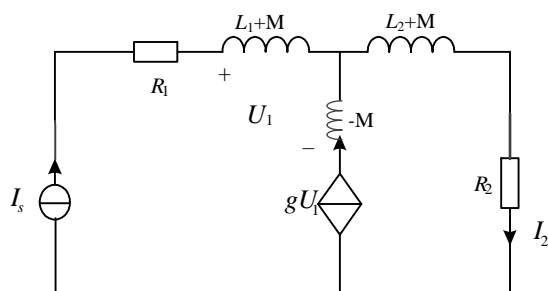
$\dot{I}_Z Z = jX_3 \dot{I}_3 - jX_M \dot{I}_2 = \dot{U}_3$

令 $\dot{I}_3 = 5 \angle 0^\circ \text{ A}$

则 $\dot{I}_2 = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$, $Z = j8 \Omega$, $\dot{U}_3 = 16 \angle -90^\circ \text{ V}$, $\dot{I}_1 = 7 \angle 0^\circ \text{ A}$, $\dot{U}_1 = 37 \angle 18.92^\circ \text{ V}$ 。

7.2.3 图 7.5 电路中, \dot{I}_s 为角频率 ω 的正弦电流源, 求 \dot{I}_2

解: 解耦电路为:



$$\dot{U}_1 = j\omega(L_1 + M)\dot{I}_s + j\omega M g \dot{U}_1 \quad (1)$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_s + g \dot{U}_1 \quad (2)$$

联合式 (1) (2) 可得:

$$\dot{I}_2 = \frac{1 + j\omega L_1 g}{1 - j\omega M g} \dot{I}_s$$

7.2.4 作出图 7.6 电路的去耦等效电路。如果 R_1 , L_1 , R_2 , L_2 , R_3 , L_3 是已知的, 以及 $M_{12} = M_{13} = M_{23} = M$ 。

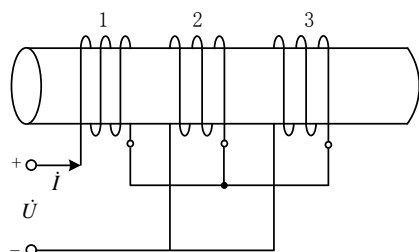


图 7.6 习题 7.2.4 的图

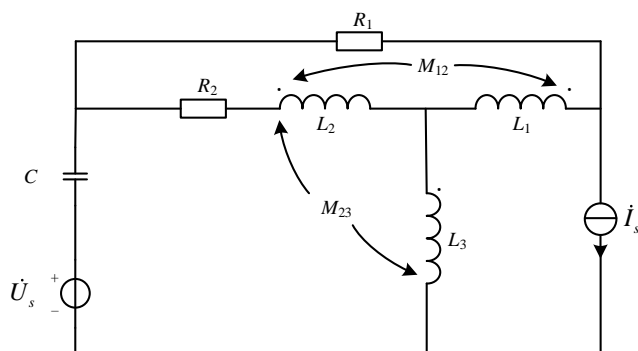
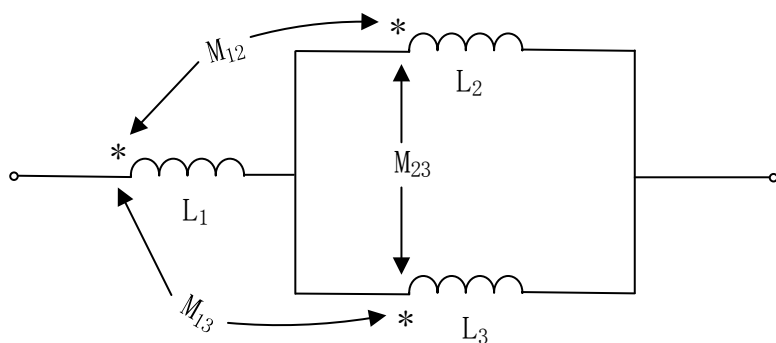
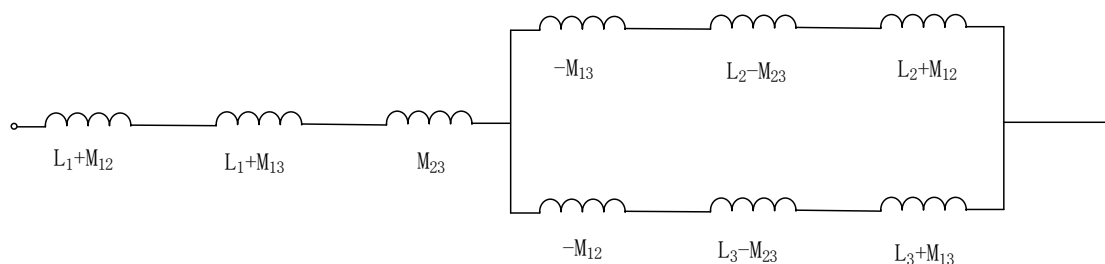


图 7.7 习题 7.2.5 的图

解: 由题可知其耦合电路如下图所示,

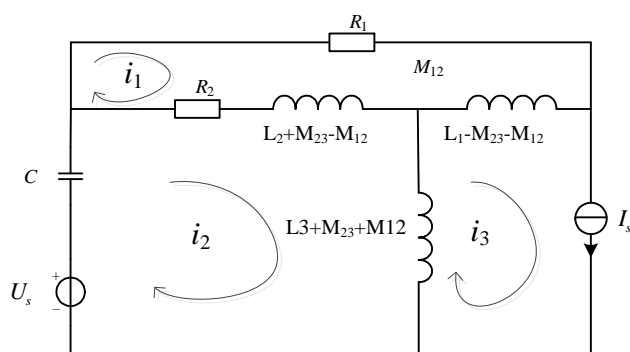


其去耦等效电路如下图所示，



7.2.5 试列写出图 7.7 所示电路的相量形式的回路电流方程，电源角频率为 $\omega(\text{rad/s})$ 。回路方向均为顺时针。

解：去耦电路为：



$$\begin{cases} R_1 i_1 + j\omega(L_1 - M_{23} - M_{12})(i_1 - i_3) + [j\omega(L_2 + M_{23} - M_{12}) + R_2](i_1 - i_2) = 0 \\ U_s = -j\frac{1}{\omega C}i_2 + [j\omega(L_2 + M_{23} - M_{12}) + R_2](i_2 - i_1) + j\omega(L_3 + M_{23} + M_{12})(i_2 - i_3) \\ i_3 = I_s \end{cases}$$

7.3.1. 在图 7.8 电路中，已知 $\dot{I}_s = 2\angle 45^\circ \text{ A}$ ， $R_1 = R_2 = 10 \Omega$ ， $\omega L_1 = \omega L_2 = 40 \Omega$ 。

$1/\omega C_1 = 1/\omega C_2 = \omega M = 20 \Omega$ 。试求：（1）作无互感等效电路；（2） $\dot{I}_{C1} = ?$ ， $\dot{I}_{L2} = ?$ ；

（3）电流源 \dot{I}_s 供出的复功率。

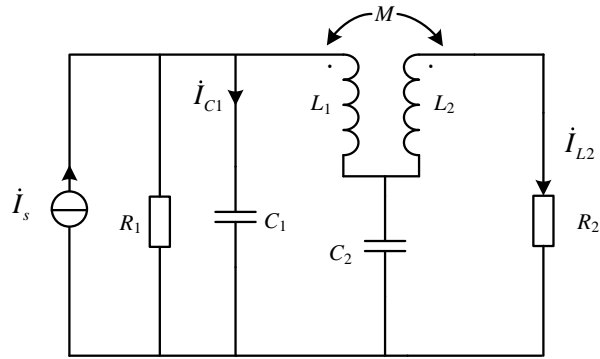
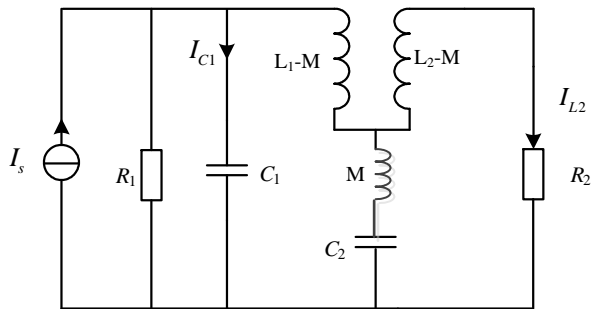


图 7.8 习题 7.3.1 的图



解：

M 和 C_2 发生了串联谐振，其阻抗为 0 ， $(L_1 - M)$ 和 C_1 发生了并联谐振，阻抗为无穷大。

电流源供出的复功率为 $S^* = \dot{U} I_s^* = I_s R_1 I_s^* = 40$

$$\dot{I}_{C1} = \frac{\dot{I}_s R_1}{-j \frac{1}{\omega C_1}} = -\frac{\sqrt{2}}{2} + j \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\dot{I}_{L2} = 0$$