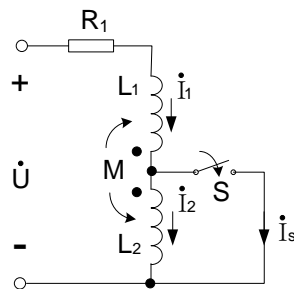


第十章 具有耦合电感的电路

一、是非题

(注:请在每小题后[]内用“√”表示对,用“×”表示错)

1. 在如图所示电路中,当S闭合后,则有 $I_1 = I_S$, $I_2 = 0$ 。 [×]



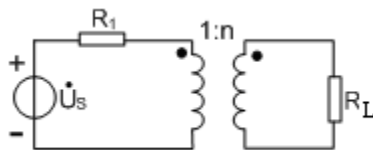
解:要考虑互感电压的作用, $I_2 \neq 0$ 。

2. 空心变压器副绕组如接感性负载,则反映到原绕组的引入电抗一定是容性电抗。 [√]

解:反映到原绕组的引入阻抗 $= \omega^2 M^2 / Z_{22}$ 。

3. 空心变压器中反映阻抗 $\omega^2 M^2 / Z_{22}$ 的正负号与同名端及电流参考方向有关。 [×]

4. 如图所示电路中,若要使 R_L 获得最大功率,则必须选择 $n = \sqrt{R_1 / R_L}$ [×]



解: $R_1 = (1/n)^2 R_L$, $n = (R_L / R_1)^{1/2}$

5. 理想变压器在任何情况下,初级电压与次级电压有不变的相位关系。 [√]

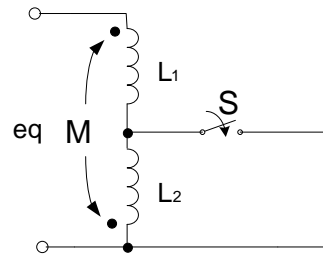
6. 理想变压器即不消耗能量,也不贮存能量。 [√]

二、选择题

(注:在每小题的备选答案中选择适合的答案编号填入该题空白处,多选或不选按选错论)

1. 互感电路如图所示, $L_1 = 4\text{mH}$, $L_2 = 9\text{mH}$, $M = 3\text{mH}$, S 断开的情况下, $L_{eq} = \underline{(C)} \text{mH}$, S 闭合的情况下, $L_{eq} = \underline{(A)} \text{mH}$ 。

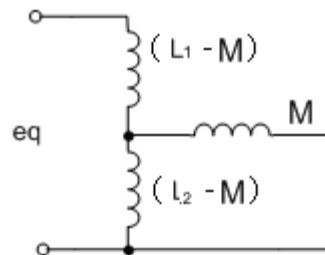
(A) 3 (B) 4 (C) 7 (D) 13 (E) 19



解：S 断开的情况下， L_1 和 L_2 是逆向串联，

$$L_{eq} = L_1 + L_2 - 2M = 7 \text{ mH};$$

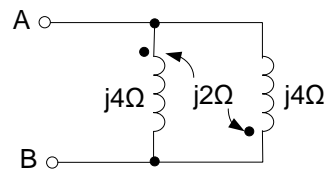
S 闭合的情况下，画去耦等效图如下，



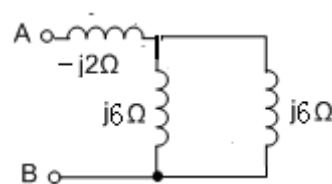
$$L_{eq} = L_1 - M + (L_2 - M)M/L_2 = 3 \text{ mH}$$

2. 如图所示二端网络的等效复阻抗 $Z_{AB} = \underline{(B)} \Omega$

- (A) $j2$ (B) $j1$ (C) $j3$



解：去耦等效图如下，



3. 两个自感系数为 L_1 、 L_2 的耦合电感，其互感系数 M 的最大值为 (D)。

- (A) $L_1 L_2$; (B) $(L_1 + L_2)/2$; (C) $(L_1 - L_2)/2$; (D) $\sqrt{L_1 L_2}$

解： $K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = 1$, 故其互感系数 M 的最大值为 $\sqrt{L_1 L_2}$ 。

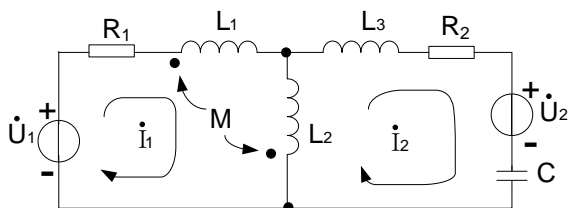
4. 图示电路中, 网孔 1 的方程为 (C)。

(A) $(R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2) \dot{I}_1 - j2\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_1$

(B) $(R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2) \dot{I}_1 + j2\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_1$

(C) $(R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2) \dot{I}_1 + j\omega M \dot{I}_2 - j\omega L_2 \dot{I}_2 - j2\omega M \dot{I}_1 = \dot{U}_1$

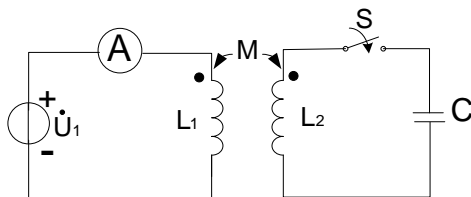
(D) $(R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2)\dot{I}_1 - j\omega M\dot{I}_2 - j\omega L_2\dot{I}_2 + j\omega M\dot{I}_1 = \dot{U}_1$



解: $(R_1 + j\omega L_1 + j\omega L_2)\dot{I}_1 - j\omega M\dot{I}_1 + j\omega M\dot{I}_2 - j\omega L_2\dot{I}_2 - j\omega M\dot{I}_1 = \dot{U}_1$

5. 图示电路中, 当S闭合时电流表读数(D)。

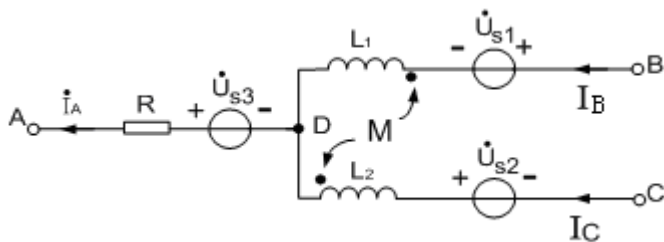
(A) 增大 (B) 减小 (C) 不变 (D) 不能确定



解: 当S断开时, $\dot{I} = \frac{\dot{U}_1}{j\omega L_1}$

当S闭合时, $\dot{I} = \frac{\dot{U}_1}{j\omega L_1 + \frac{(\omega M)^2}{j\omega L_2 - j\frac{1}{\omega C}}}$

6. 图示电路中, 角频率为 ω , 则电压相量 $\dot{U}_{CD} =$, $\dot{U}_{AB} =$



(A) $-R\dot{I}_A + \dot{U}_{S3} - j\omega L_1\dot{I}_B - \dot{U}_{S1} + j\omega M\dot{I}_C$ (B) $-R\dot{I}_A + \dot{U}_{S3} - j\omega L_1\dot{I}_B - \dot{U}_{S1} - j\omega M\dot{I}_C$

(C) $-\dot{U}_{S2} + j\omega L_2\dot{I}_C + j\omega M\dot{I}_B$ (D) $-\dot{U}_{S2} + j\omega L_2\dot{I}_C - j\omega M\dot{I}_B$

解: $\dot{U}_{CD} = -\dot{U}_{S2} + j\omega L_2\dot{I}_C - j\omega M\dot{I}_B$,

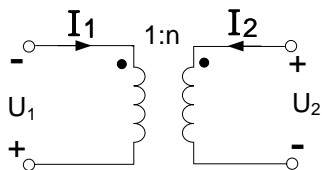
$\dot{U}_{AB} = -R\dot{I}_A + \dot{U}_{S3} - j\omega L_1\dot{I}_B + j\omega M\dot{I}_C - \dot{U}_{S1}$ 。

注意绕行方向。

7. 理想变压器端口上的电压、电流参考方向如图所示, 则其伏安特性为(A)。

(A) $U_2 = -nU_1$, $I_2 = (-1/n)I_1$; (B) $U_2 = nU_1$, $I_2 = (-1/n)I_1$;

(C) $U_2 = nU_1$, $I_2 = (1/n)I_1$;



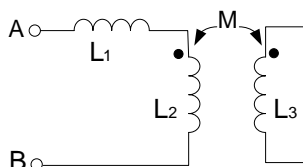
解：记住标准形式的伏安特性，用 $(-U_1)$ 代替 U_1 即可。

$$-U_1 = 1/n U_2, \quad I_1 = -n I_2。$$

三、填空题

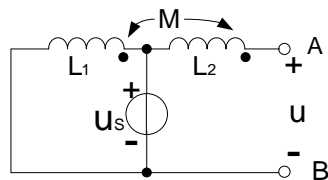
(注：请将正确答案填入空白处，不必写求解过程或说明其原因)

1. 如图所示电路中， $L_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。



解： $L_1 + L_2 - \frac{M * M}{L_3}$

2. 图示正弦稳态电路中，已知 $u_s = 8\sin 10t$ V， $L_1 = 0.5$ H， $L_2 = 0.3$ H， $M = 0.1$ H。可求得 A B 端电压 $u = \underline{\hspace{2cm}}$

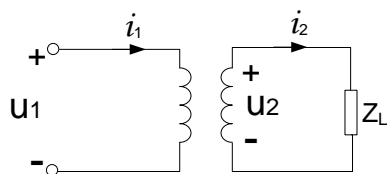


解： $\dot{U} = j\omega M \frac{\dot{U}_s}{j\omega L_1} + \dot{U}_s = 1.2\dot{U}_s$,

$u = 1.2 * 8\sin 10t = 9.6 \sin 10t$ V。

四、计算题

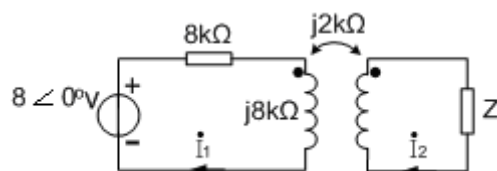
1. 在如图所示电路中， $Z_L = 8 \Omega$ 的扬声器接在输出变压器的二次侧。已知 $N_1 = 300$ 匝， $N_2 = 100$ 匝，信号源电压 $u_1 = 6$ V，内阻 $R_S = 100 \Omega$ 。试求信号源输出的功率。



解：理解信号源输出的功率，即为扬声器消耗的功率。

$$P = [6 / (100 + 72)] * [6 / (100 + 72)] * 72 = 87.6 \text{ mW}。$$

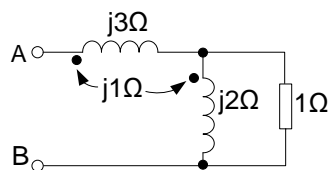
4. 图示电路中， $\dot{I}_2 = 4 \angle 0^\circ \text{ mA}$ ，求电流 \dot{I}_1 。



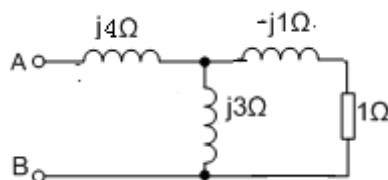
解: $8\angle 0^\circ = (8 + j8)\dot{I}_1 - j2\dot{I}_2 = (8 + j8)\dot{I}_1 - j2 * 4,$

$$\dot{I}_1 = 1\angle 0^\circ \text{ mA}.$$

5. 求图示电路的等值阻抗 Z_{AB}

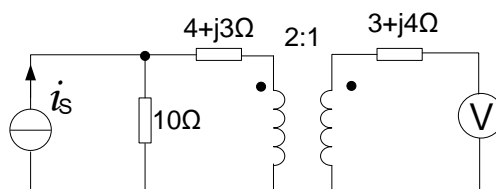


解: 去耦等效图如下:



$$Z_{AB} = j4 + \frac{j3(1 - j1)}{1 + j2} = j4 + \frac{3 + j3}{1 + j2} = 1.8 + j3.4 \Omega.$$

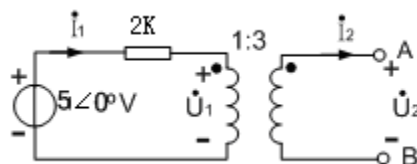
6. 如图所示电路中, 已知: $i_s = 4\sqrt{2} \sin \omega t$ A, 若电压表内阻为无穷大, 求电压表的读数为多少?



解: 变压器是理想的变压器, $I_2 = 0\text{A}$, $I_1 = -1/2 * I_2 = 0\text{A}$,

$$U_1 = 40\text{V}, U_2 = 20\text{V}.$$

7. 求下列情况下, 如图所示电路中的 \dot{U}_1 和 \dot{I}_1 ; (1) A B 两端短路 (2) A B 两端开路。

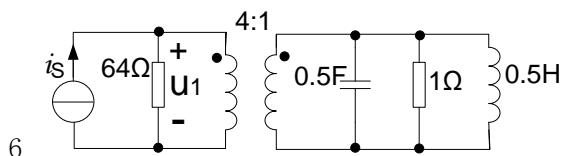


解: 变压器是理想的变压器,

$$(1) \text{ A B 两端短路, } \dot{U}_2 = 0, \dot{U}_1 = 0; \text{ 和 } \dot{I}_1 = \frac{5\angle 0^\circ}{2} = 2.5\angle 0^\circ \text{ mA}$$

(2) A B 两端开路, $\dot{I}_2 = 0, \dot{I}_1 = 0$; 和 $\dot{U}_1 = 5\angle 0^\circ \text{V}$

@8. 如图所示电路, 已知 $i_s = 2\cos 2t \text{ A}$ 。试求初级电压 U_1 。

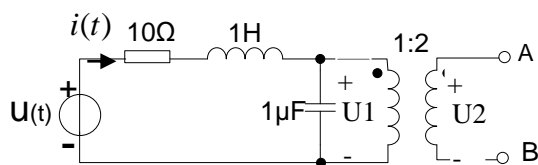


解: $Y = 1 + j\omega C - j\frac{1}{\omega L} = 1 + j - j = 1\text{S},$

$Z = 1/Y = 1\Omega; Z_i = 16\Omega,$

$u_1 = \frac{16 \times 64}{16 + 64} 2\cos 2t = 25.6\cos 2t \text{ V}。U_1 = 18.1\text{V}.$

9. 图示电路中 $u(t) = 0.1\sqrt{2}\sin \omega t \text{ V}$, $\omega = 1000\text{rad/s}$, 理想变压器之比为 1:2, 求 A B 间戴维南等效电路。 (注意 $\sin \omega t$ 与相量的对应关系)



解: $j\omega L = j1000\Omega, -j1/\omega C = -j1000\Omega$

$Z = R + j\omega L - j1/\omega C = 10\Omega;$

$i(t) = 10\sqrt{2}\sin \omega t \text{ mA}。 \dot{I} = 10\angle -90^\circ$

$\dot{U}_1 = -j\frac{1}{\omega C}\dot{I} = 10\angle 180^\circ \text{ V}, \quad \dot{U}_{oc} = \dot{U}_2 = 20\angle 180^\circ \text{ V},$

$Z_{EQ} = 4(10 + j1000) * (-j1000) / (10) = (400 - j4) \text{ K}\Omega。$