

例 6.17 图 6.19 所示电路,  $t < 0$  时 S 闭合, 电路已工作于稳态, 今于  $t = 0$  时刻打开 S, 求  $t > 0$  时的开关电压  $u(t)$ 。(西北工业大学研究生招生试题)

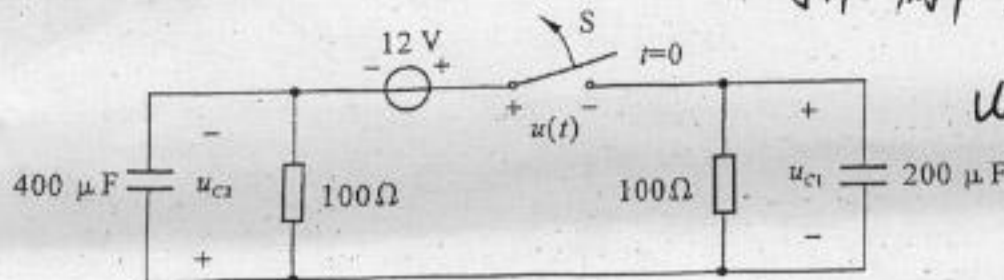
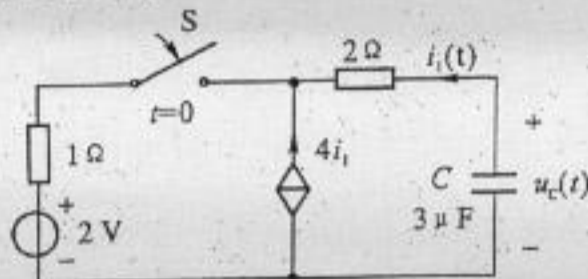


图 6.19

开关打开, 两个一阶电路:

$$u(t) = 12 - u_{C2} - u_{C1} = 12 - 6(e^{-25t} + e^{-50t})$$

例 6.18 图 6.20(a) 所示电路,  $t < 0$  时 S 打开, 已知  $u_C(0^-) = 0$ , 今于  $t = 0$  时刻闭合 S, 求  $t > 0$  时的  $u_C(t)$  和  $i_1(t)$ 。(西北工业大学研究生招生试题)



(a)

图 6.20

$$u_C(t) = 2 - (1 - e^{-\frac{t}{2 \times 10^{-6}}}) \text{ V}$$

$$i_1(t) = -\frac{1}{7} e^{-\frac{t}{2 \times 10^{-6}}} \text{ A}$$

例 6.19 图 6.21 所示电路,  $t < 0$  时 S 打开, 电路已达稳态, 今于  $t = 0$  时刻闭合 S, 求  $t > 0$  时的  $u_C(t)$  和  $i(t)$ 。(清华大学研究生招生试题)

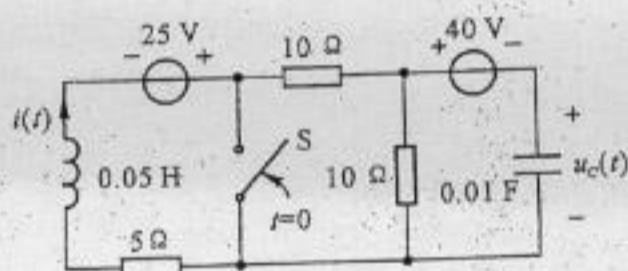
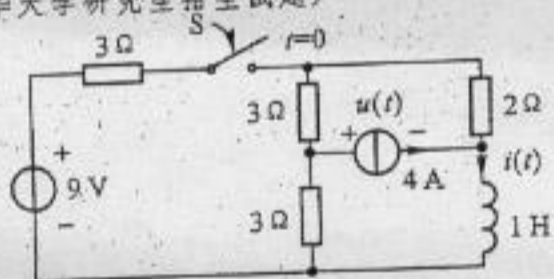


图 6.21

$$i(t) = 5 + (1 - 5)e^{-100t}$$

$$u_C(t) = -40 + (-30 + 40)e^{-20t}$$

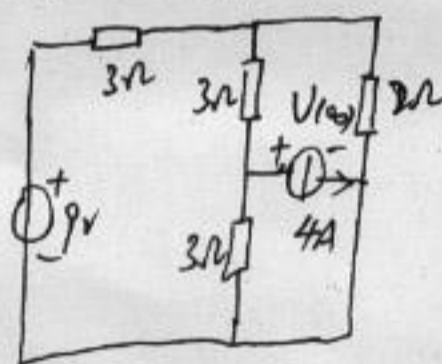
例 6.20 图 6.22(a) 所示电路,  $t < 0$  时 S 打开, 电路已达稳态, 今于  $t = 0$  时刻闭合 S, 求  $t > 0$  时的响应  $u(t)$ 。(清华大学研究生招生试题)



(a)

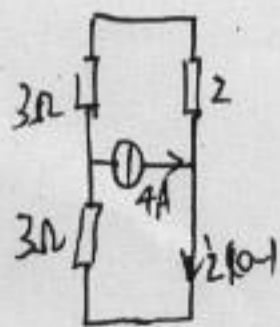
图 6.22

$t \rightarrow \infty$  (b)



(1)

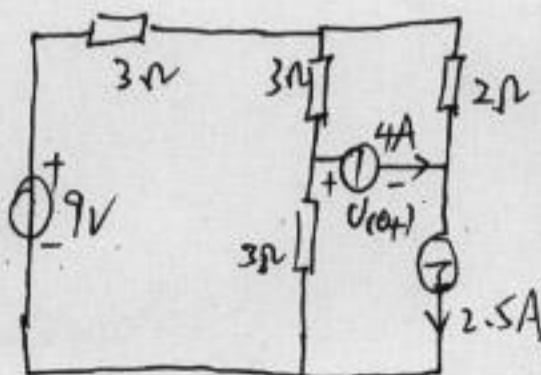
$t = 0^-$



$$i(0^-) = \frac{5}{5+3} \times 4 = 2.5 \text{ (A)}$$

$$i(0^+) = i(0^-) = 2.5 \text{ A}$$

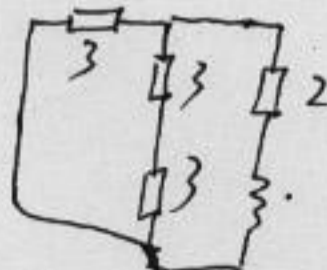
$t = 0^+$



$$u(0^+) = -11.5 \text{ (V)}$$

$$u(\infty) = -5.5 \text{ (V)}$$

$$\tau = \frac{1}{4}$$



$$u(t) = -5.5 + (-11.5 + 5.5)e^{-4t} \text{ (V)}$$

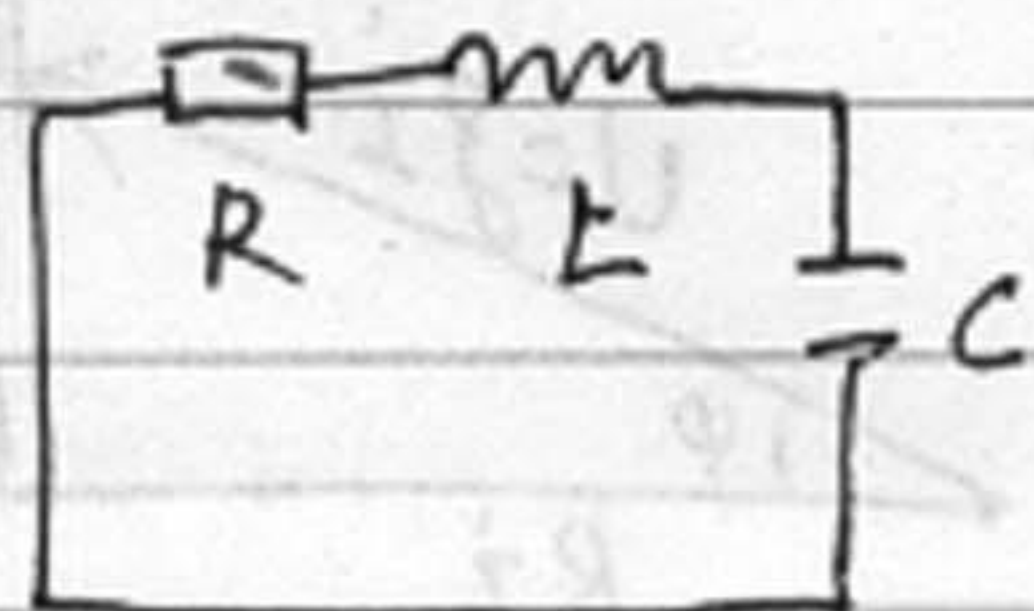
$t > 0$

~~二阶电路~~ 经典法  $\rightarrow$  列微积分方程  $\rightarrow$  解  
拉普拉斯变换法.

(一阶) 三要素法

特征根: 二个不相等的负实数 过阻尼 非振荡  
二个相等的负实数 临界阻尼 非振荡  
二个共轭复数 欠阻尼 振荡  
二个共轭虚数 无阻尼 无阻尼  
振幅振荡

以上部分弱化, 不作为重点, 看了即可.  $\leftarrow$  (老师屁话)



$$R ? 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$



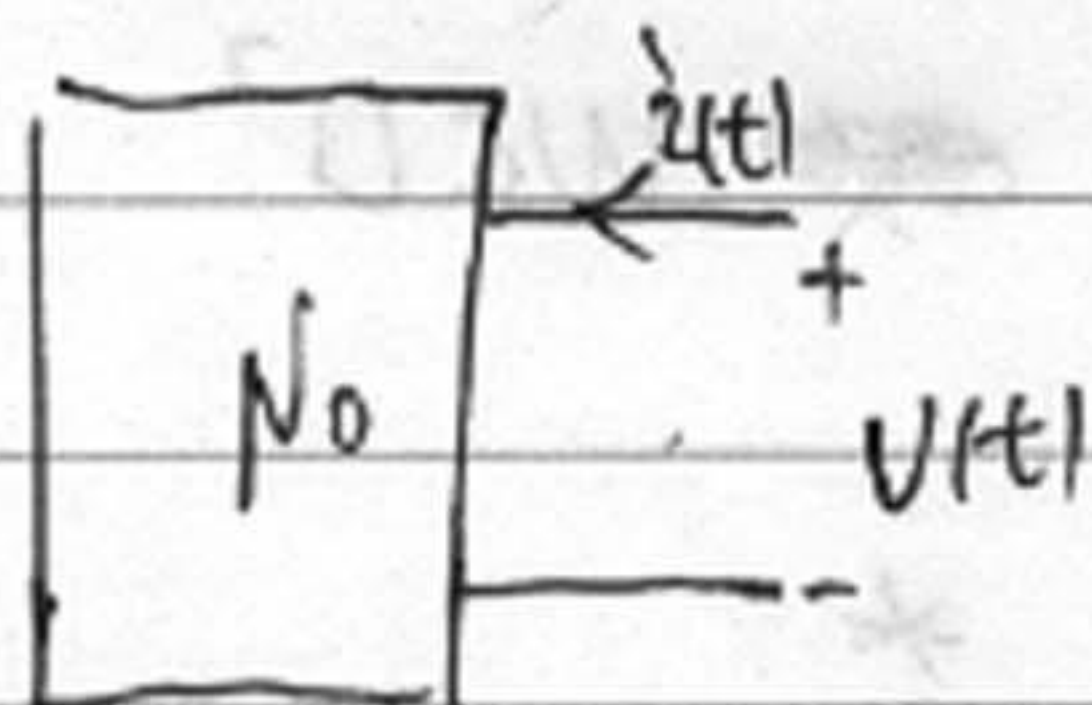
$$G ? 2\sqrt{\frac{C}{L}}$$

二阶电路时域分析 不作考试重点, 清晰基本概念

八章:

$$\dot{U}_{BC} = \dot{U}_{BA} + \dot{U}_{AC} = -\dot{U}_{AB} + \dot{U}_{AC} = \dot{U}_{AC} - \dot{U}_{AB}$$

正弦稳态电路是重点 (九章)



$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}}$$

$$U(t) = U \sin \omega t$$

$$i(t) = \sqrt{2} I \sin(\omega t - \varphi)$$

$Z, Y$  头上无点哦.  $\dot{I}, \dot{U}$  头上有点哦.

$$P(t) = U(t) \cdot i(t) = UI \sin \omega t \sin(\omega t - \varphi)$$

$$= UI [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)]$$

$$= UI \cos \varphi (1 - \cos 2\omega t) - UI \sin \varphi \sin 2\omega t$$

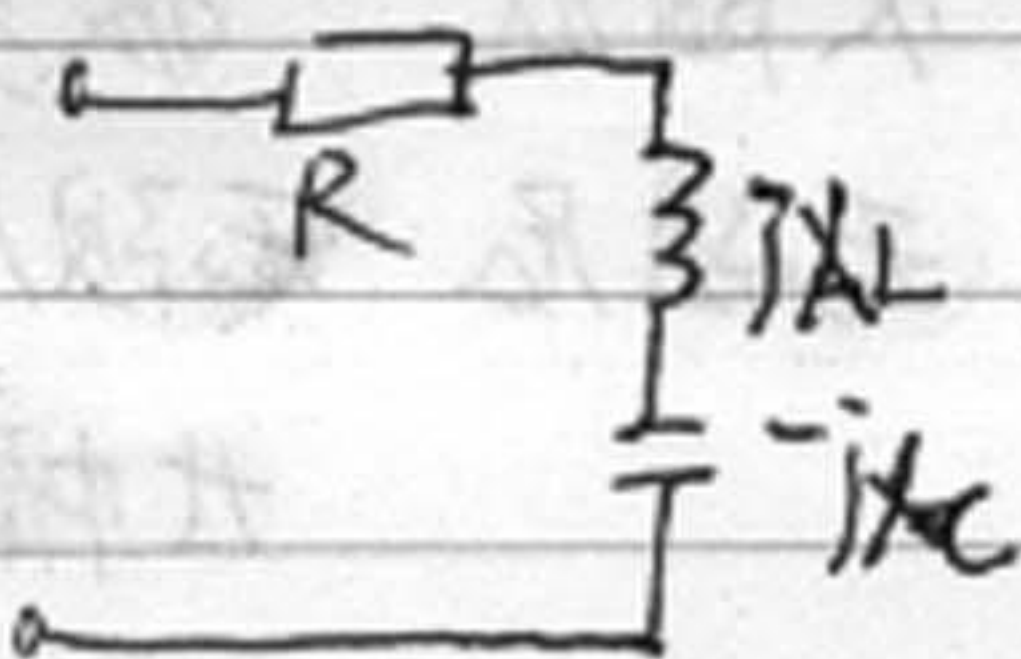
$$P = UI \cos \varphi \text{ (W)}$$

$$Q = UI \sin \varphi \text{ (Var)}$$

$$P_{\text{有功}} = UI \cos \varphi = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

$$S = UI \text{ 视在 (VA)}$$

$$\text{复功率 (为计算需要)} \quad \tilde{S} = P + jQ = S \angle \varphi = \dot{U} \dot{I}^* = \dot{U} \tilde{I} = P + jQ$$



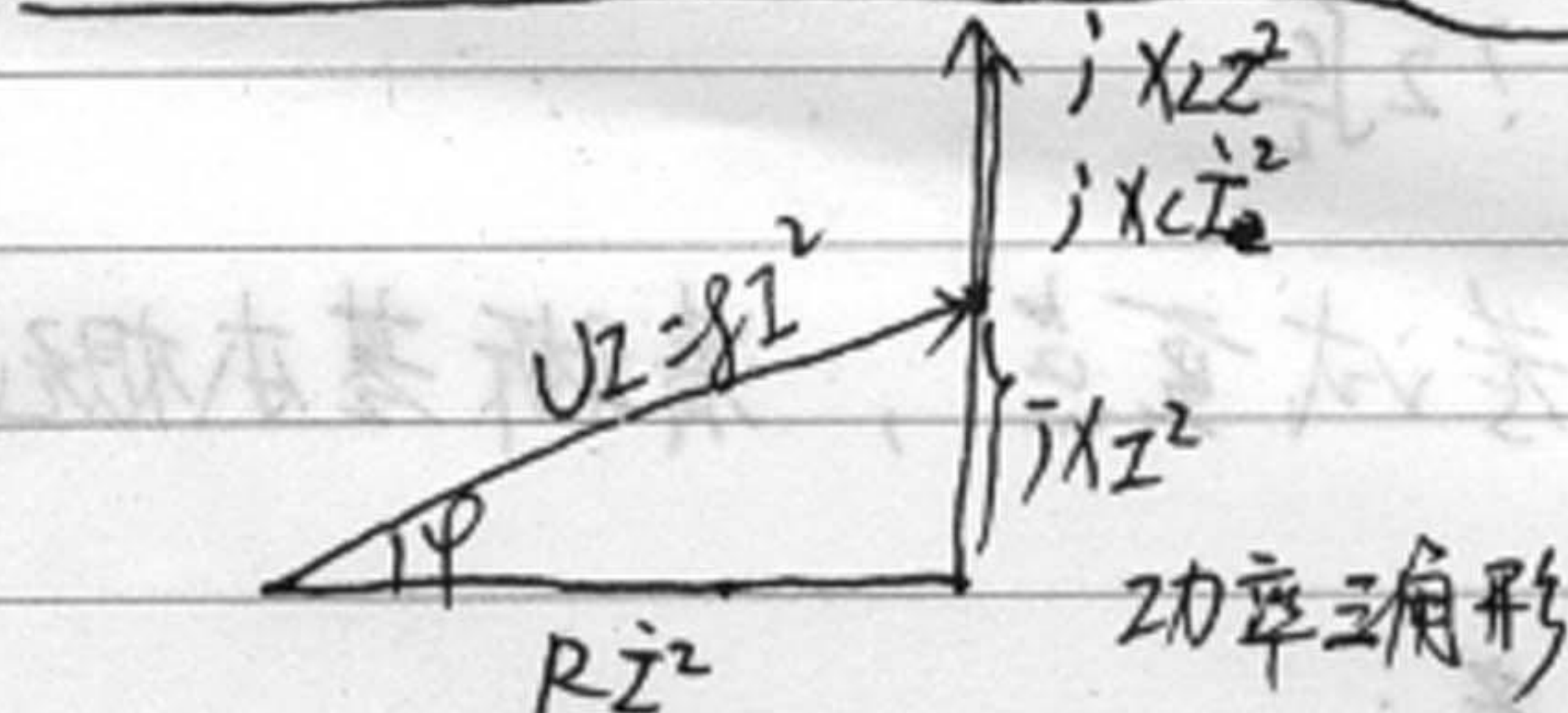
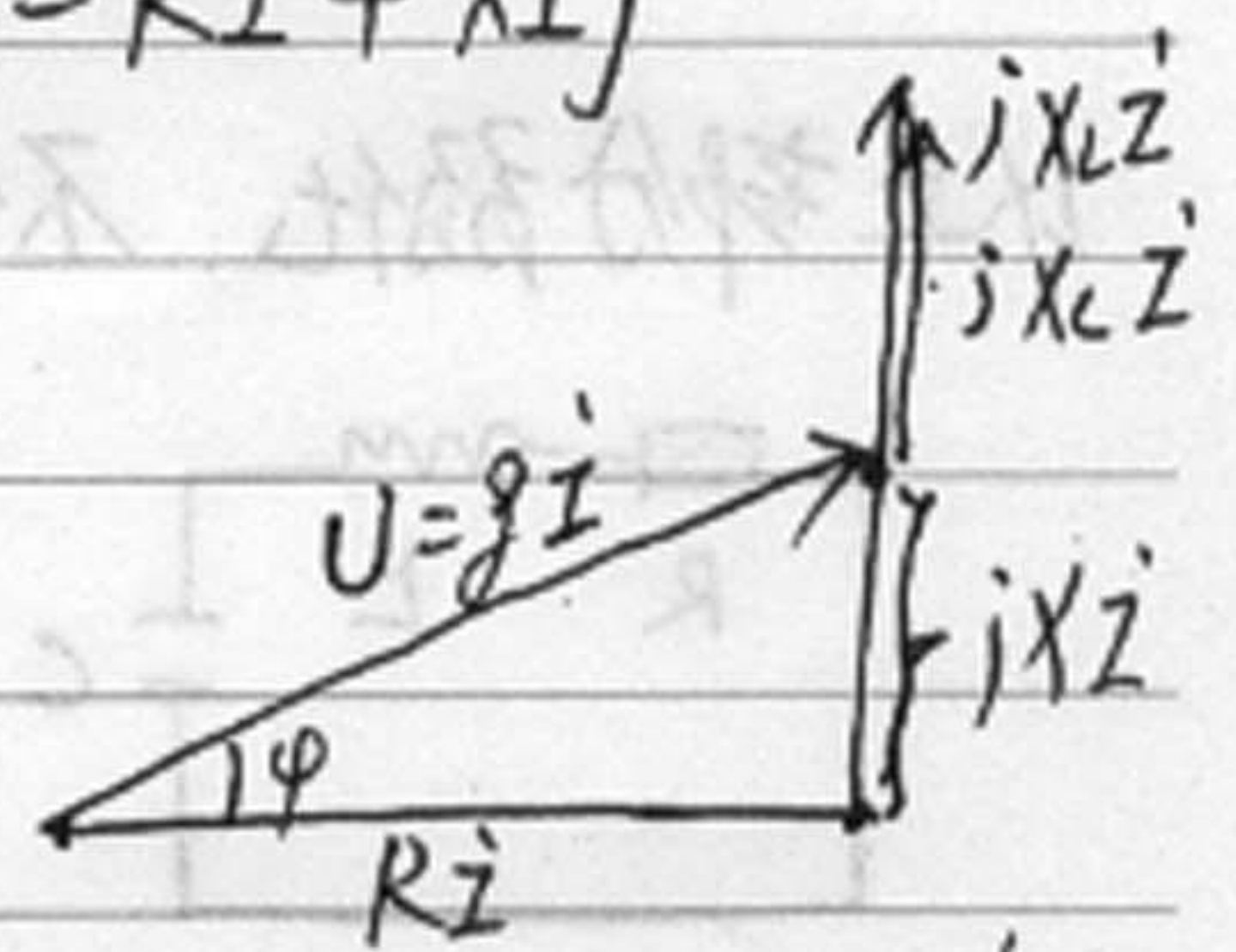
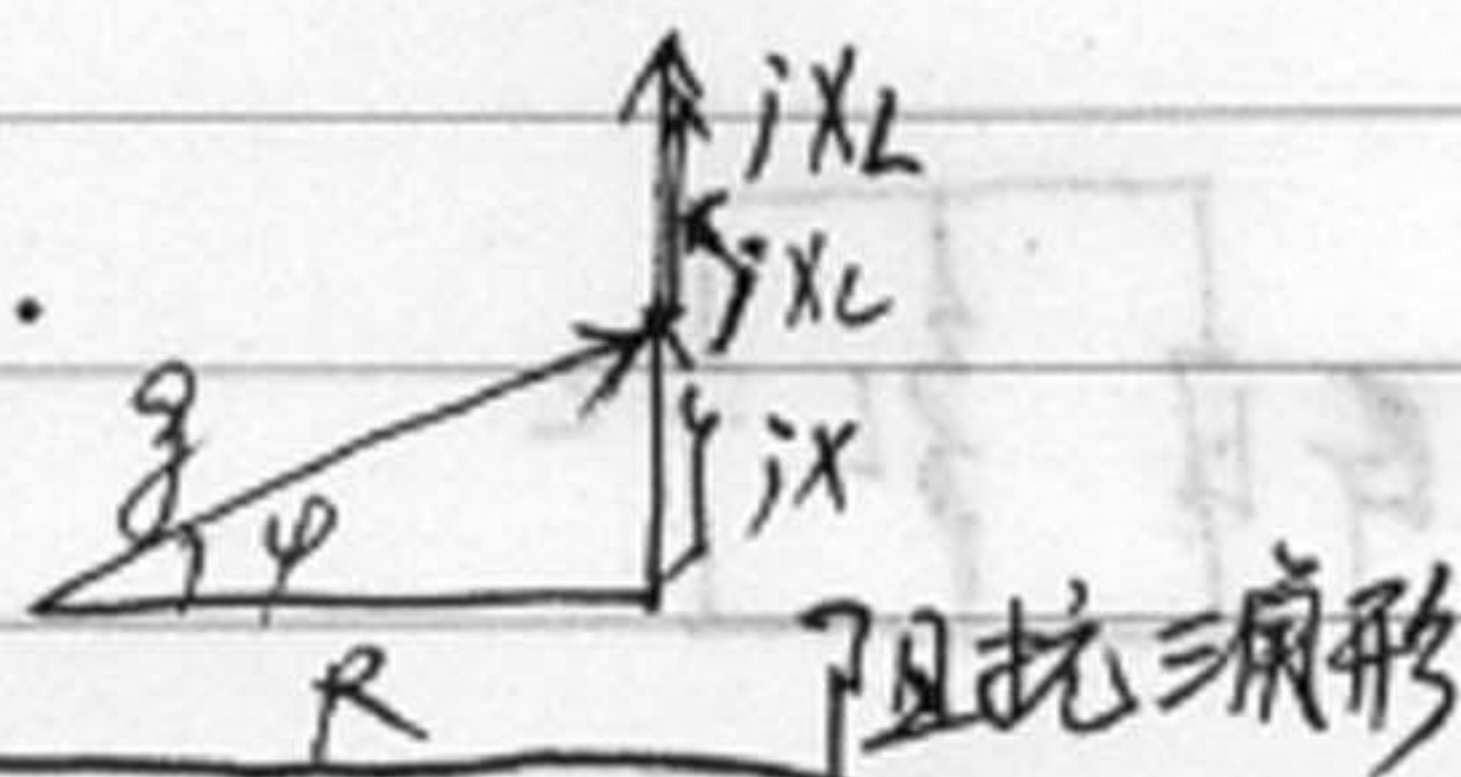
$$Z = R + jX_L - jX_C$$

$$\dot{U} = R\dot{I} + jX_L\dot{I} - jX_C\dot{I}$$

$$= R + jX$$

$$= R\dot{I} + X\dot{I}j$$

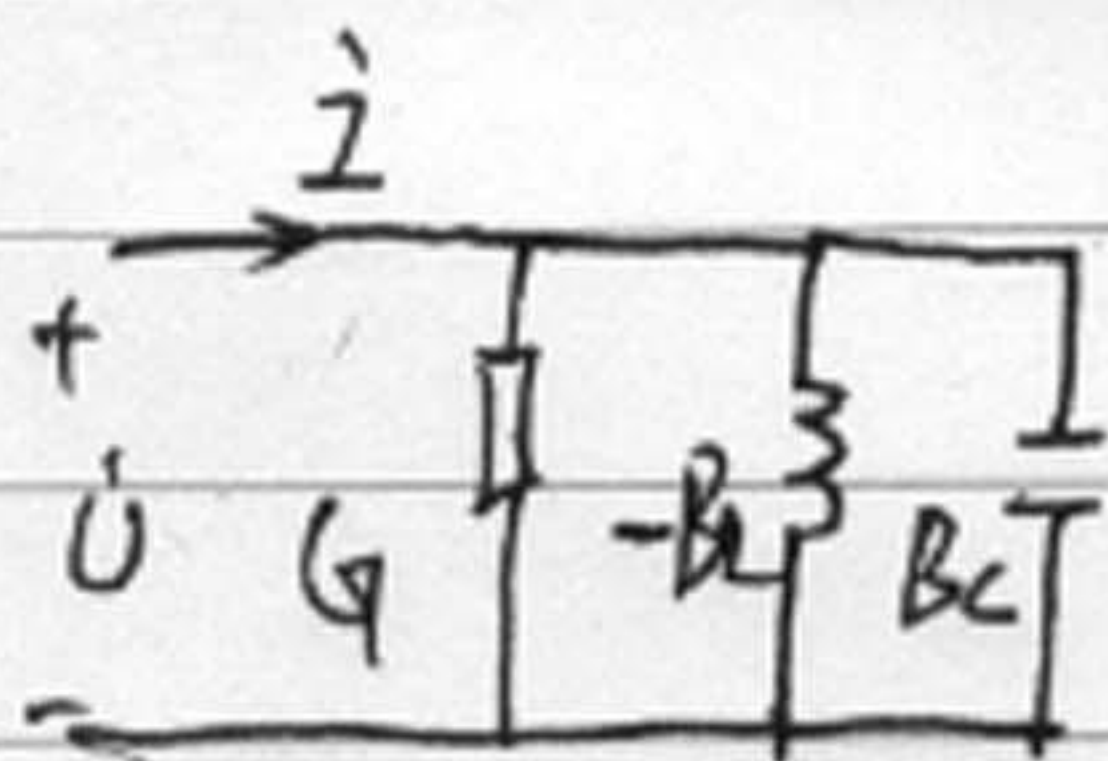
$$= g \angle \varphi$$



$$P_R = RI^2 \quad Q_R = 0$$

$$P_L = 0 \quad Q_L = X_L Z^2$$

$$P_C = 0 \quad Q_C = -X_C Z^2 \text{ (注意负号)}$$



$$P_R = U^2 G \quad Q_R = 0$$

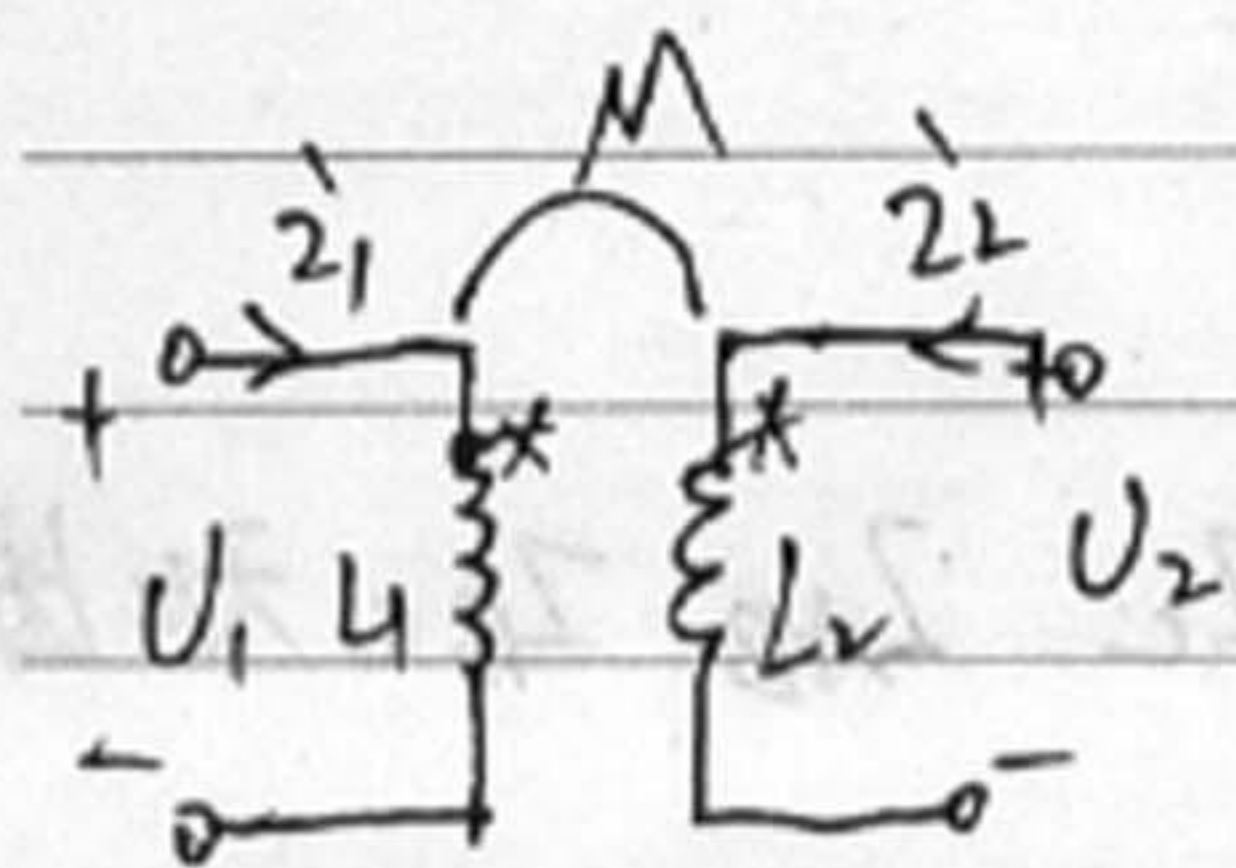
$$P_L = 0 \quad Q_L = -B_L U^2 = \frac{U^2}{\omega L}$$

$$Y = G - jB_L + jB_C = G + jB$$

$$P_C = 0 \quad Q_C = +B_C U^2 = \omega C U^2$$

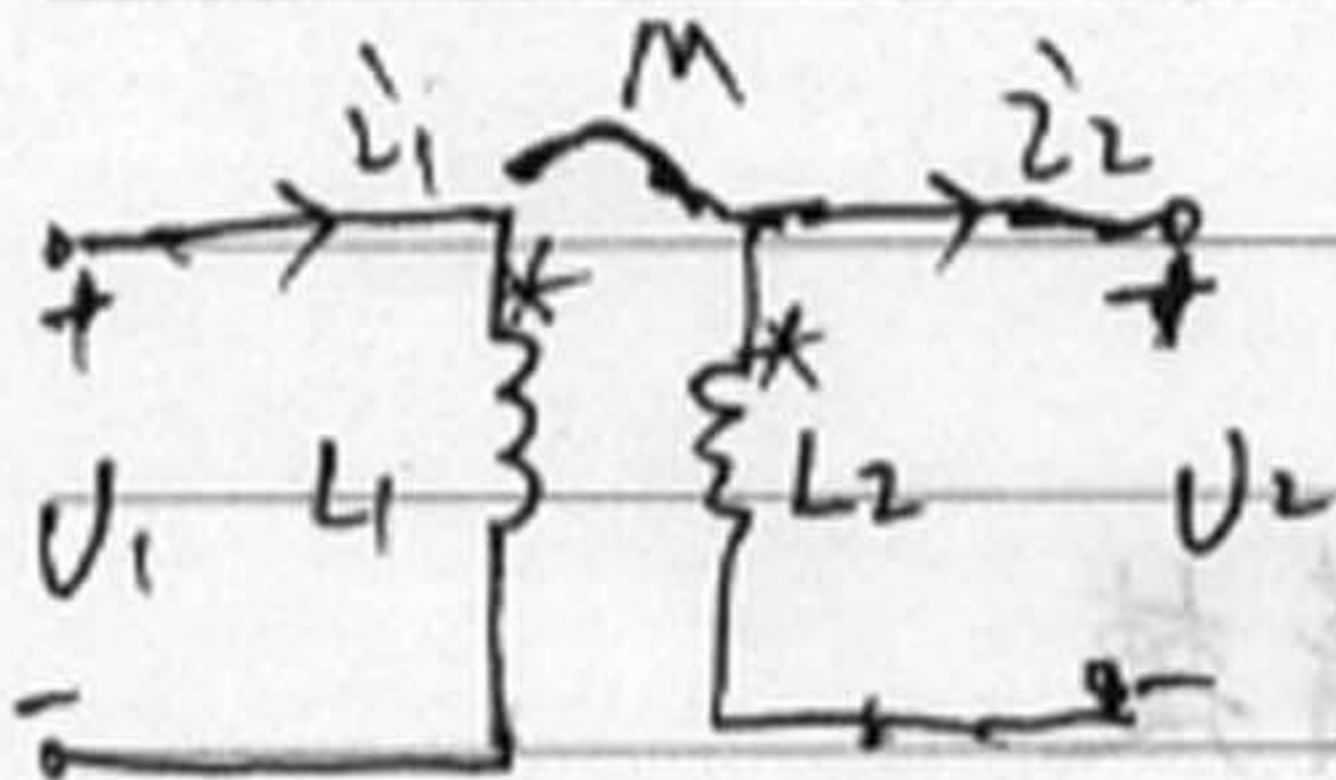
要考谐振  $\Delta \Delta \Delta$

功率 < 最大功率  $Z_L = \frac{1}{Z_S}$   
谐振  $\leftarrow$  串  
并



100P.

$$1. \begin{cases} U_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ U_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \end{cases} \quad M > 0$$



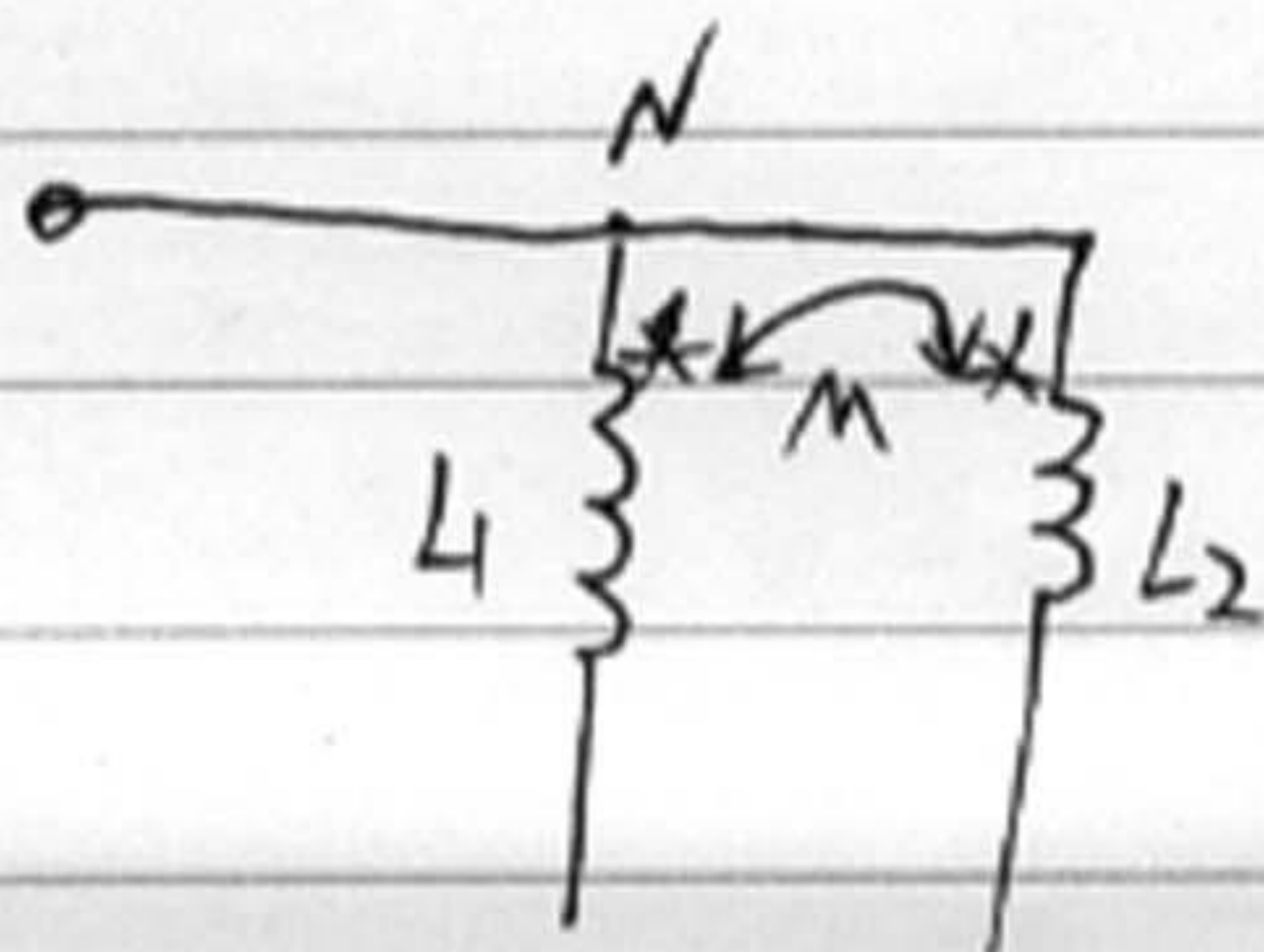
$$2. \begin{cases} U_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ -U_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \end{cases} \quad M < 0$$

资料上的方式

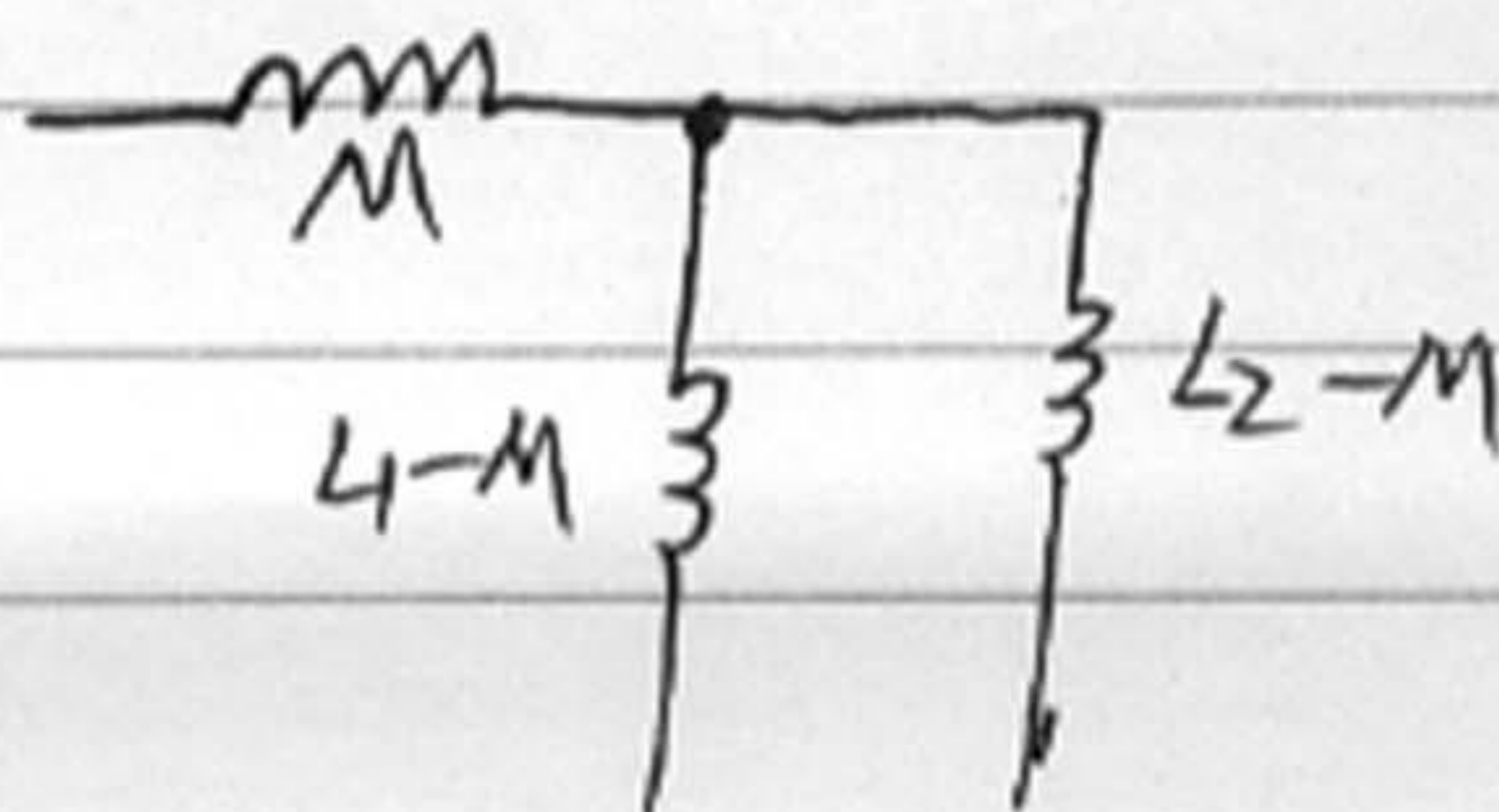
$$\begin{cases} U_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - |M| \frac{di_2}{dt} \\ -U_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} - |M| \frac{di_1}{dt} \end{cases}$$

耦合电感要牢记以下几个: (足够了)

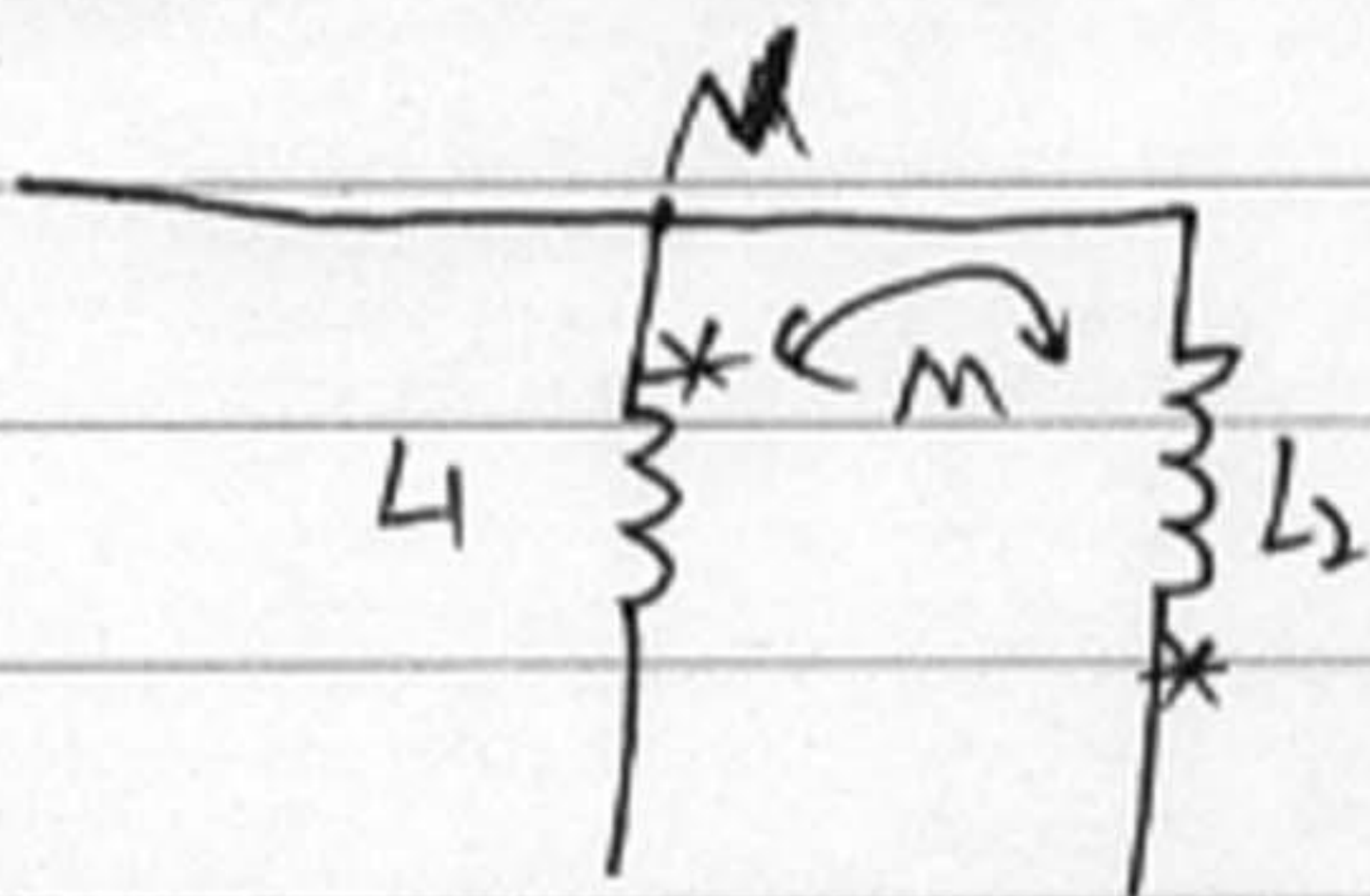
(1) 单侧同名端连接



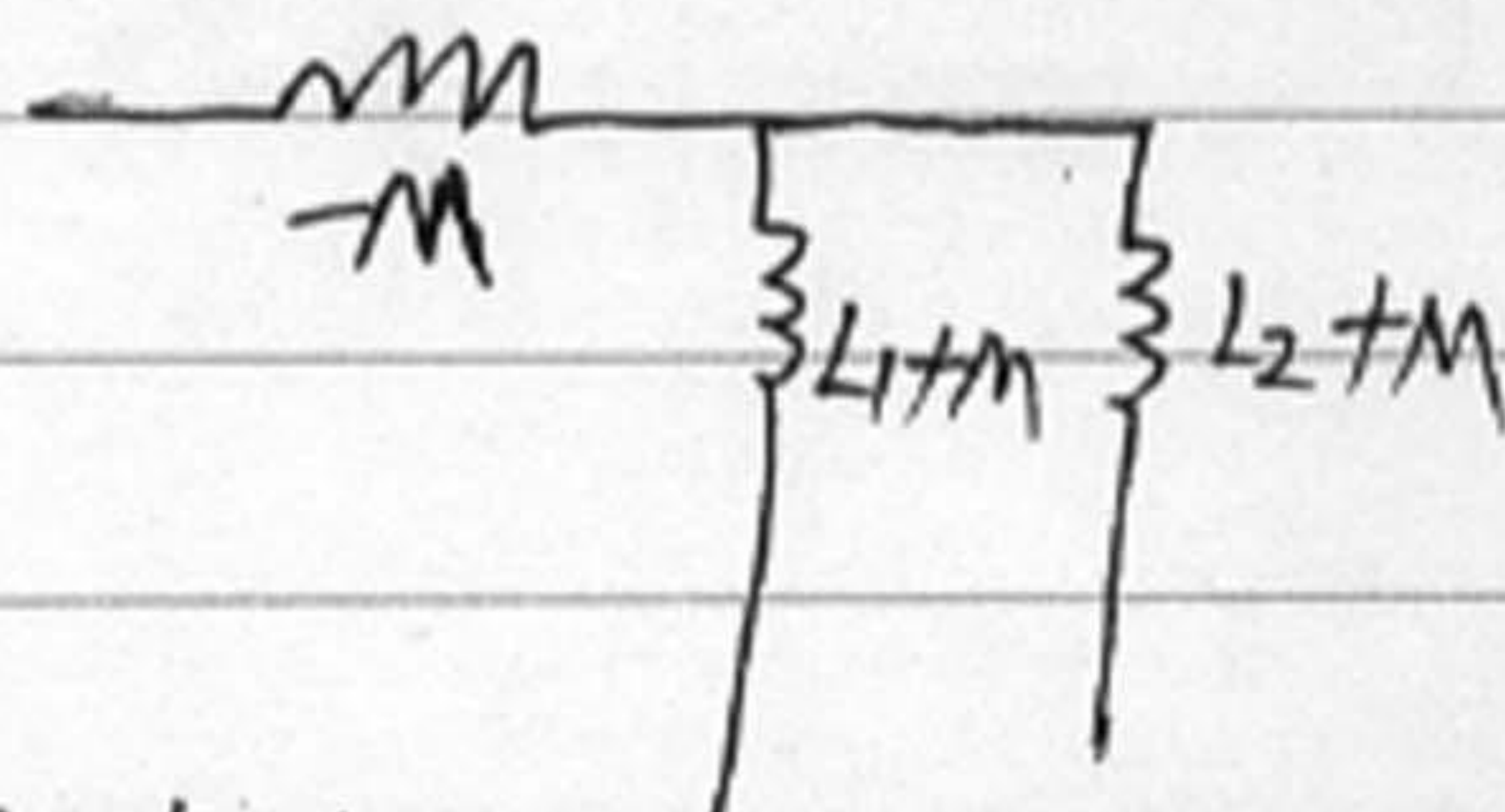
消耦.



(2) 单侧异名端连接:

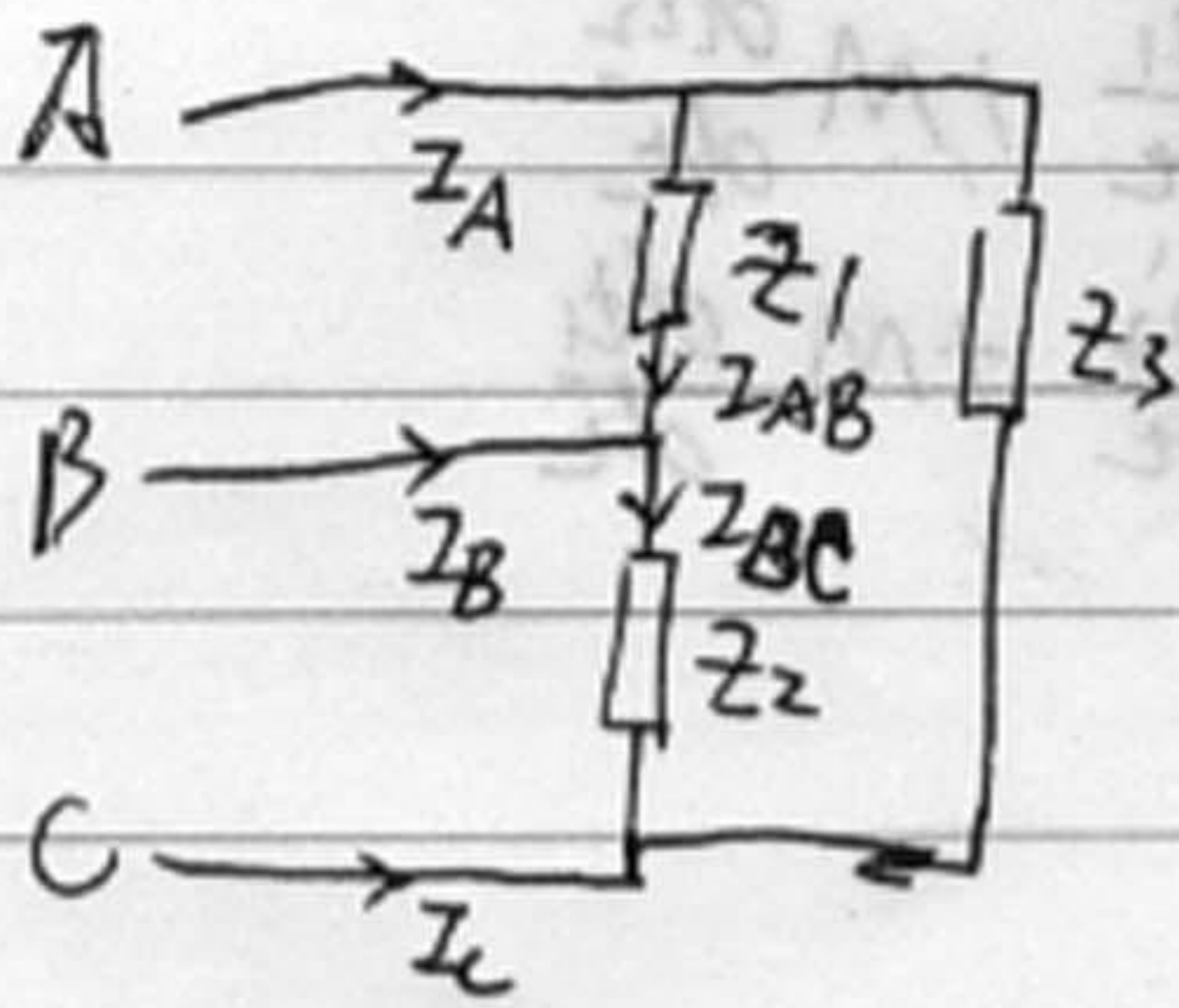


消耦



★! 最大功率定律一定要记住. 戴维南等效后. 负载什么时候功率最大. 最大功率为多少

# 三相电路



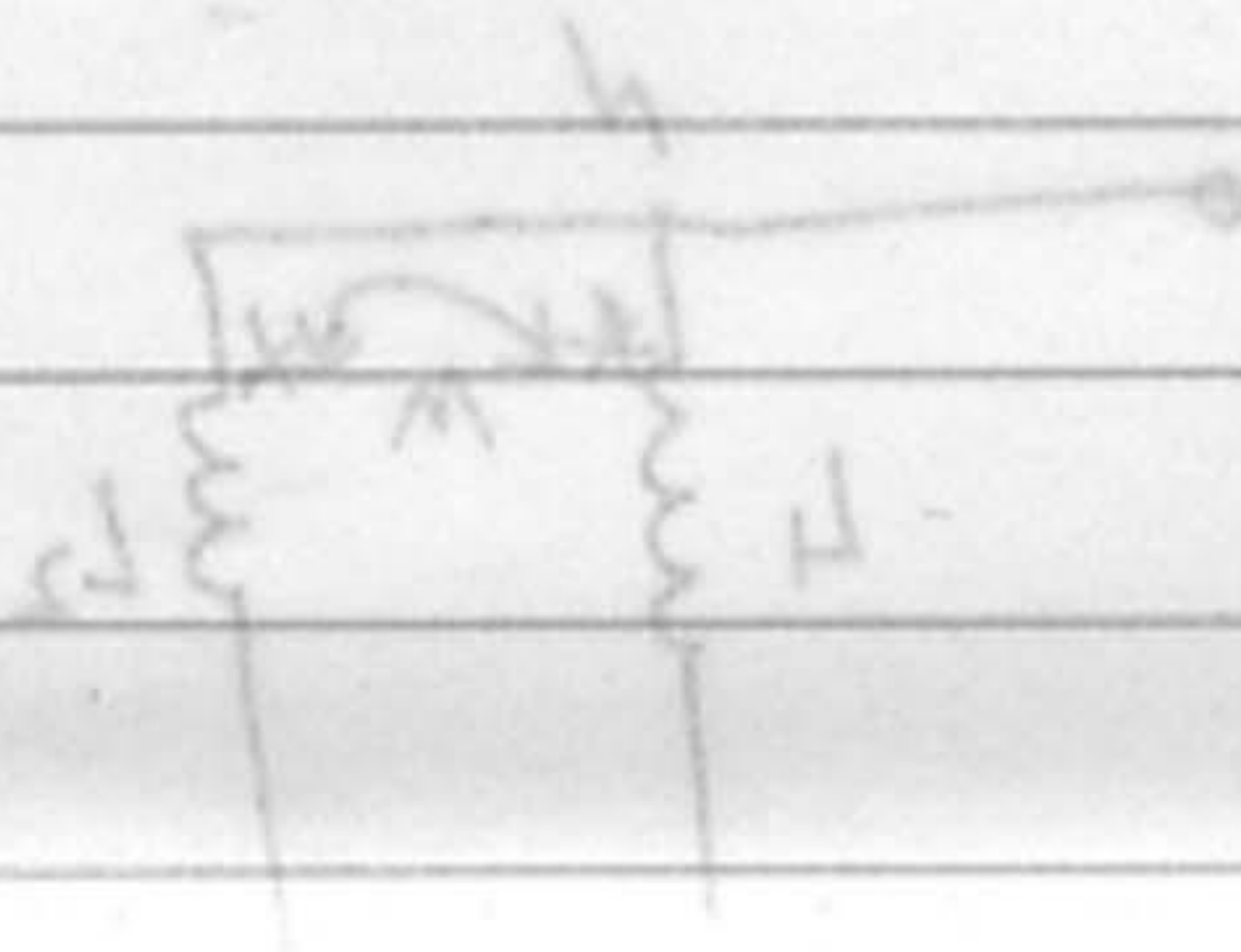
$Z_3$  断后,  $I_A, I_B, I_C, I_{AB}, I_{BC}$  和断前有什么变化?

三相电路考的不难, 但基本关系要搞清楚

$$\frac{150}{50} |M| - \frac{150}{50} |N| = 10$$

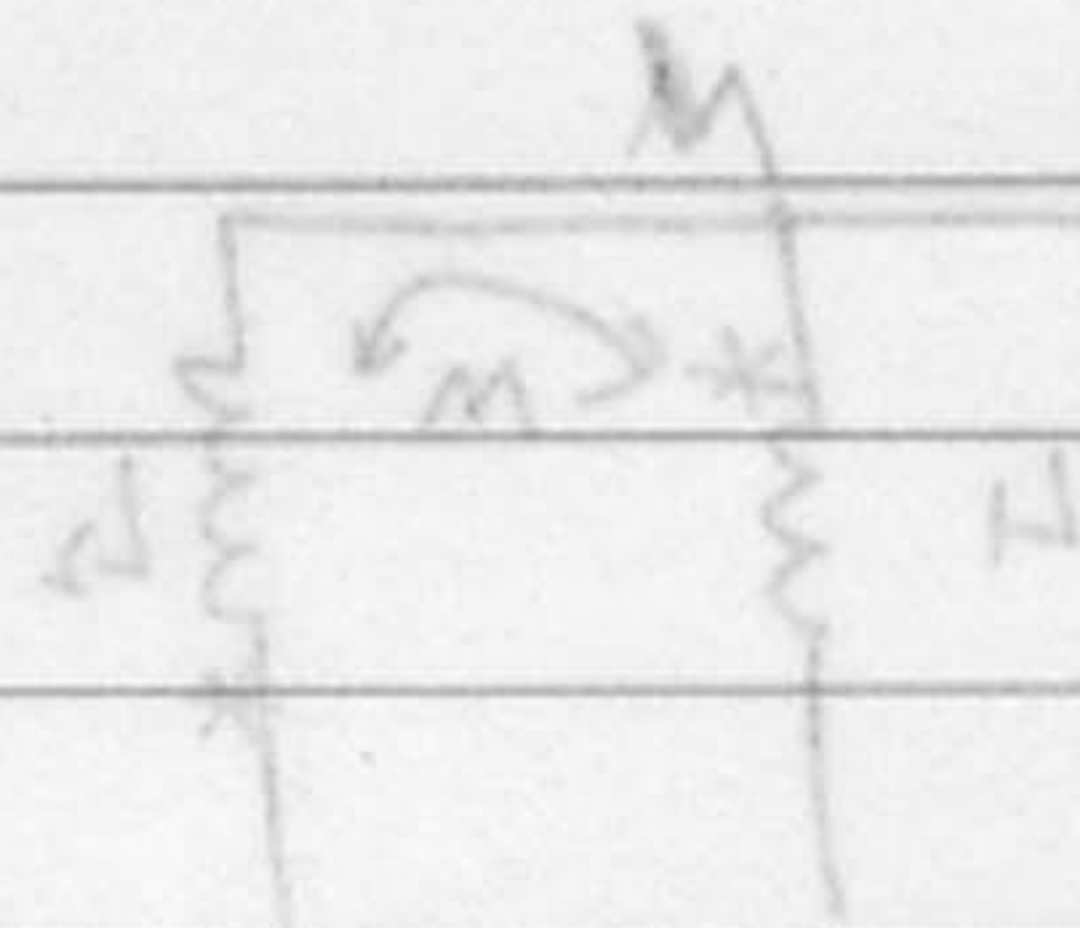
$$\frac{150}{50} |M| - \frac{150}{50} |N| = 10$$

(2) 断后:  $I_A, I_B, I_C$  和断前有什么变化?



断后:  $I_A, I_B, I_C$  和断前有什么变化?

断后:  $I_A, I_B, I_C$  和断前有什么变化?



断后:  $I_A, I_B, I_C$  和断前有什么变化?

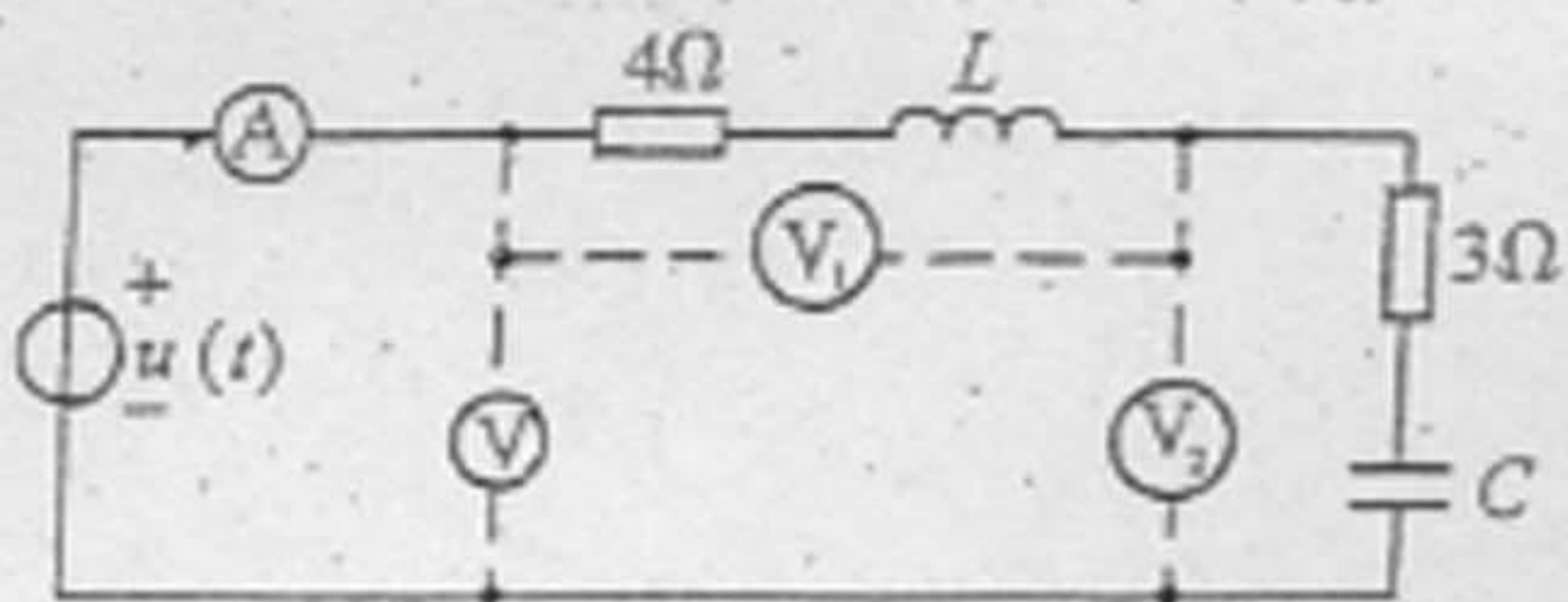
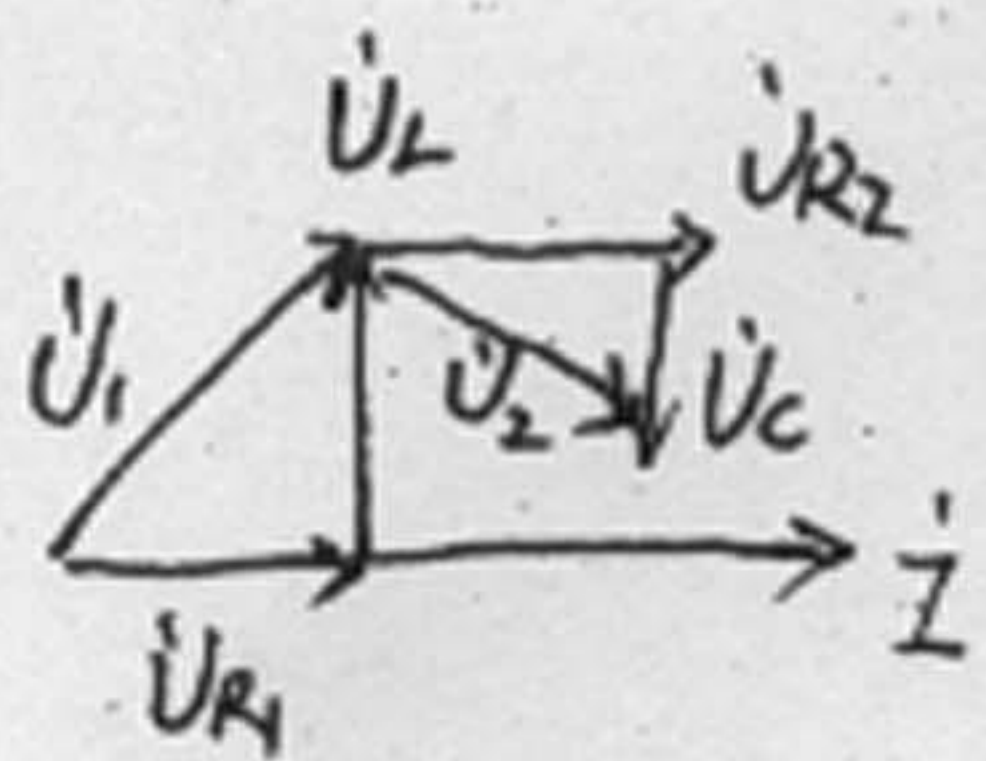
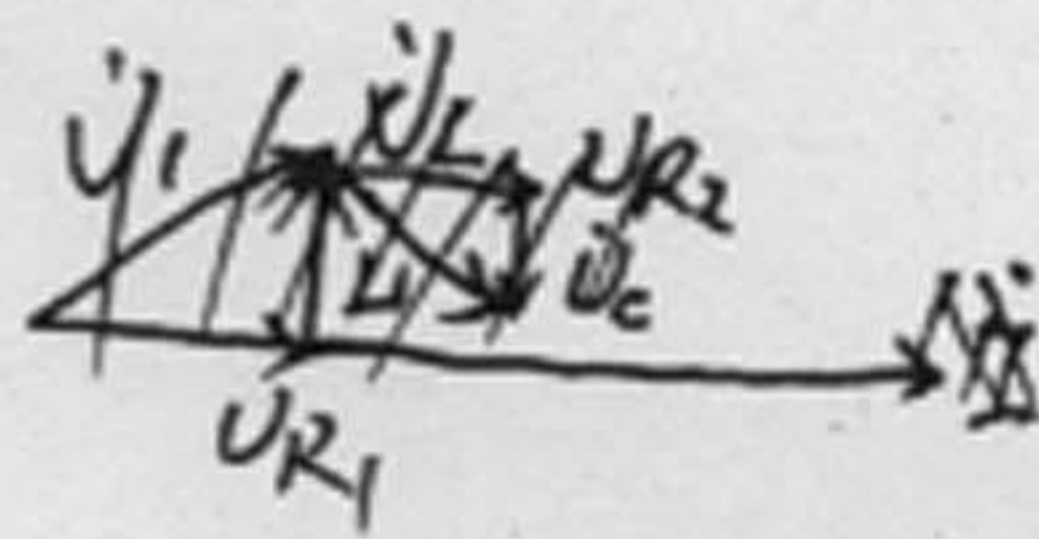


图 8.6

把握串联2恒定  $I = 2\angle 0^\circ$



$$\begin{cases} U_1 = 17 \\ U_{R1} = 8 \\ U_L = 15 \end{cases} \quad \begin{cases} U_{R2} = 6 \\ U_C = 8 \\ U_2 = 10 \end{cases}$$

$\Rightarrow U$  的实部 8+6

虚部 15-8

$$\Rightarrow U = \sqrt{14^2 + 7^2} = 15.65(V)$$

例 8.9 图 8.7 所示电路, 已知  $j\omega L = j10\Omega$ ,  $\frac{1}{j\omega C} = -j5\Omega$ ,  $R = 10\Omega$ , 若  $U_s$  的初相角为  $0^\circ$ , 则电流  $I_R$  的

初相角等于( ). (西安电子科技大学期末考试题)

$$\dot{U}_s = 10\angle 0^\circ$$

$$KVL: j\omega(LR + jC) + 10\dot{I}_R = \dot{U}_s \quad (1)$$

$$-j5\dot{I}_C = 10\dot{I}_R \quad (2)$$

$$\dot{I}_C = j2\dot{I}_R \quad (3)$$

$$\dot{U}_s = [j10(1+j2) + 10]\dot{I}_R$$

$$= [j10 - 20 + 10]\dot{I}_R$$

$$= [-10 + j10]\dot{I}_R = 10\sqrt{2}\angle 135^\circ \dot{I}_R$$

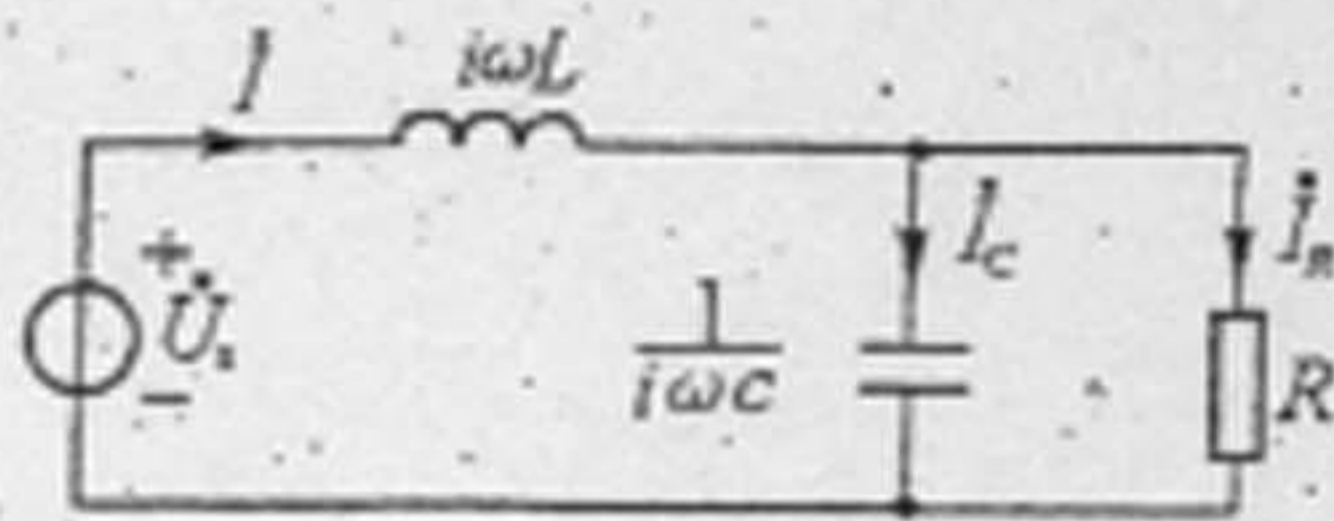


图 8.7

例 8.10 图 8.8 所示电路, 已知  $I = 3\angle 30^\circ A$ , 求  $I_s$ . (西北工业大学期末考试题)

先判断电桥平衡 (交流存在相角和幅值平衡)

$$\dot{I} = \frac{1}{1+j2}\dot{I}_s + \frac{j2}{1-j2}\dot{I}_s = \frac{3}{5}\dot{I}_s \quad \dot{I}_s = \frac{5}{3}\dot{I} = 5\angle 30^\circ$$

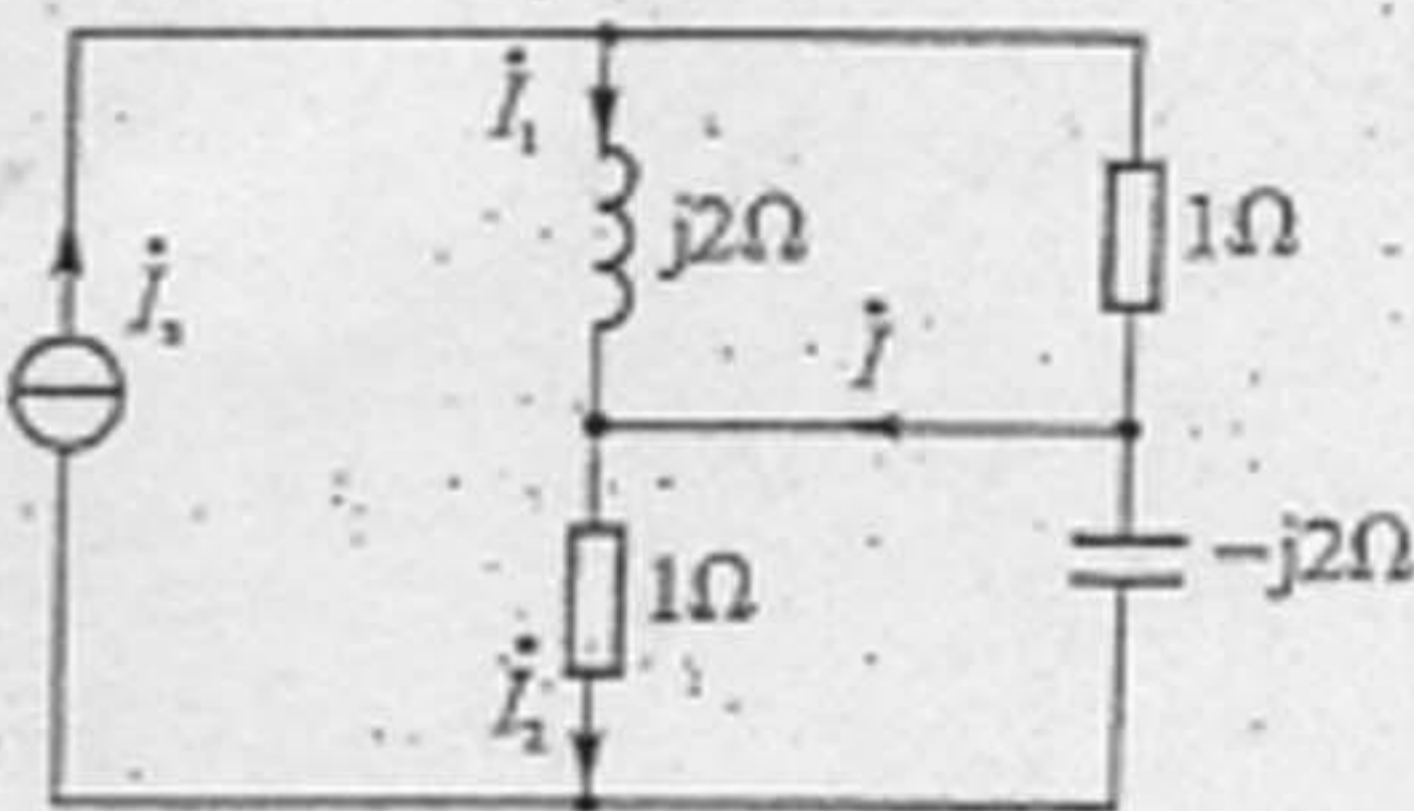
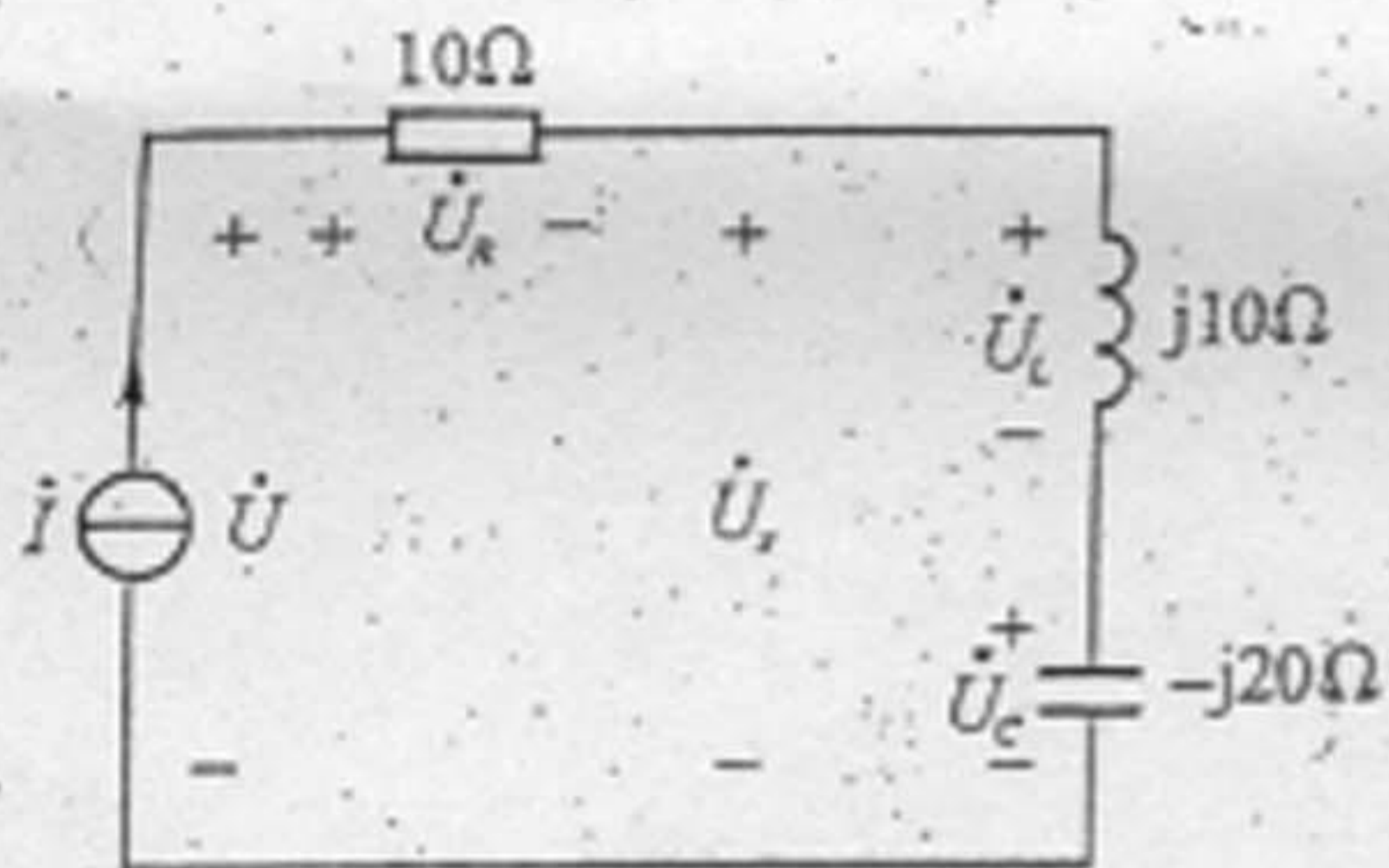


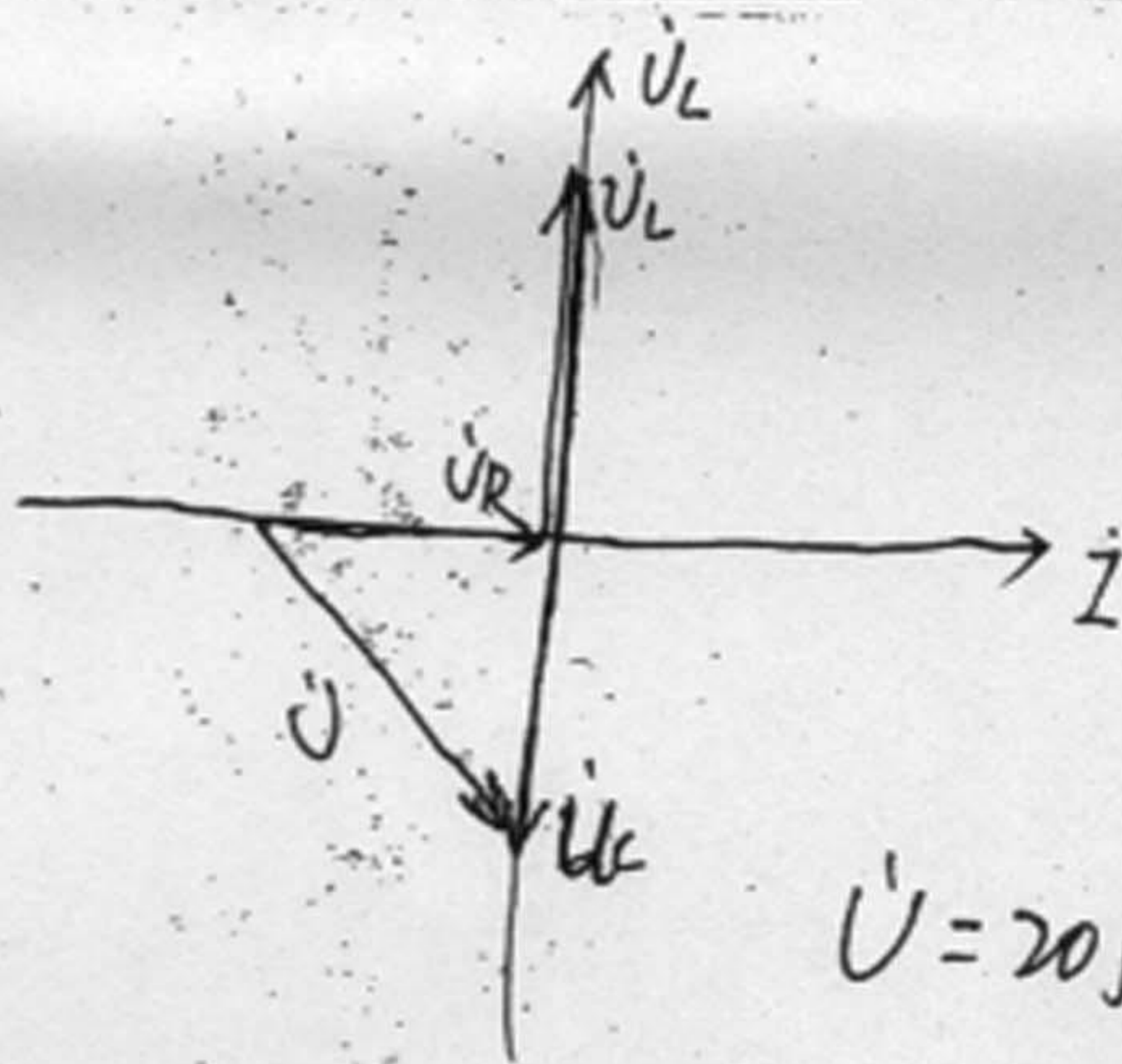
图 8.8

例 8.11 图 8.9 所示电路, 已知  $I = 2\angle 0^\circ A$ , 求  $\dot{U}_R$ ,  $\dot{U}_L$ ,  $\dot{U}_C$ ,  $\dot{U}_X$ ,  $\dot{U}$ , 并画相量图. (西北工业大学期末考试题)



(a)

图 8.9



$$\dot{U} = 20\sqrt{2}\angle -45^\circ$$

本章内容十分丰富,有深度,有广度,有难度,是电路理论极其重要的组成部分,学好本章内容对于学好电路理论课程至关重要,是考试考研的重点、热点、难点,是必考的内容,而且题型各种各样,有填空题、选择题,有分析计算题。分析计算题有正向思维题,有反向思维题,反向思维题出现的更多,而且试题容量大,难度大,技巧性与综合性很强,往往要求把解析法和相量图法结合运用,又是复数运算,试题中电路的“花样”五彩缤纷。电路中经常含有受控源和运算放大器。所以要求考生在平时学习和考前复习时,一定要把基本概念理解透彻,牢记公式,熟练解题,加强反向思维的思考和实践。

例 9.9 图 9.9(a) 所示电路,求  $Z$  为何值时能获得最大功率  $P_m$ ,  $P_m$  的值多大?(西安交通大学研究生招生试题)

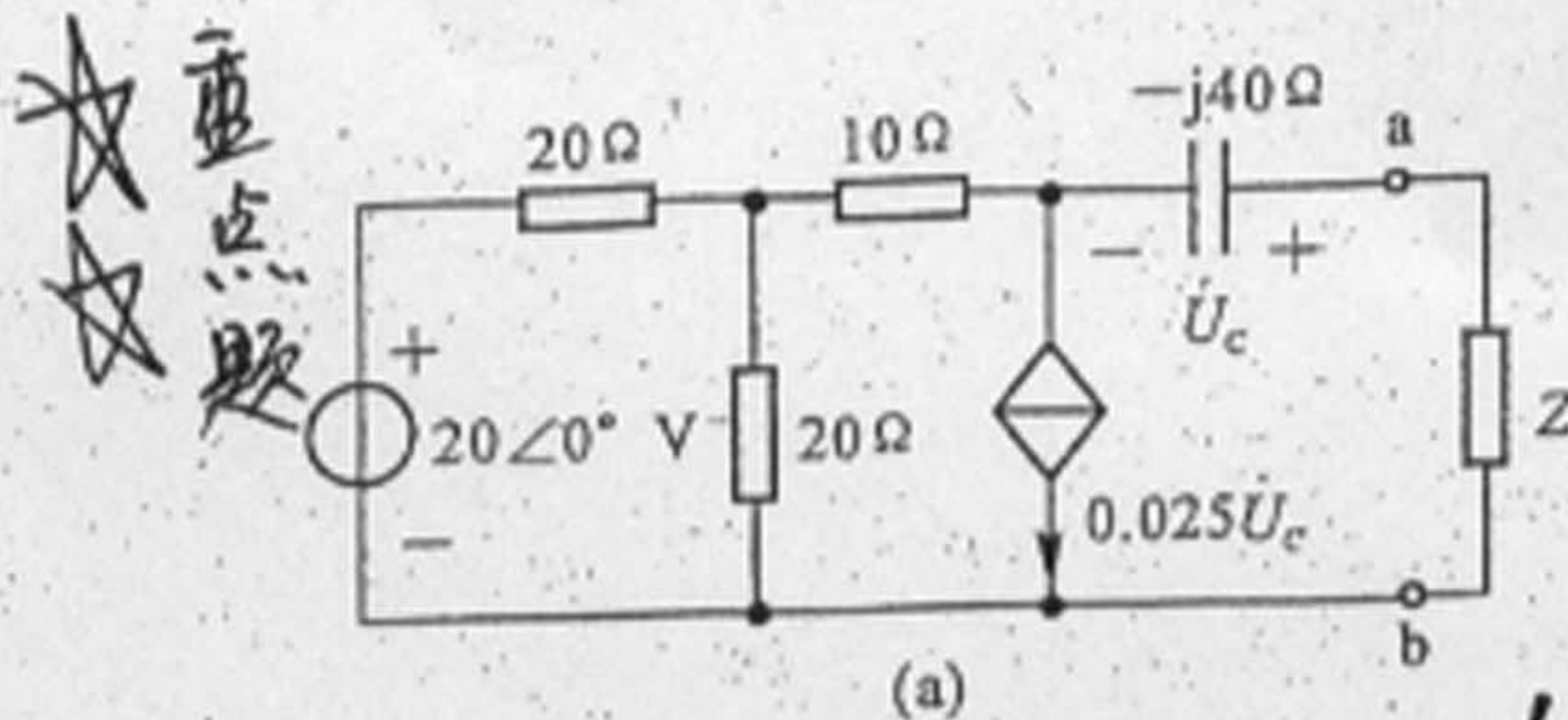


图 9.9

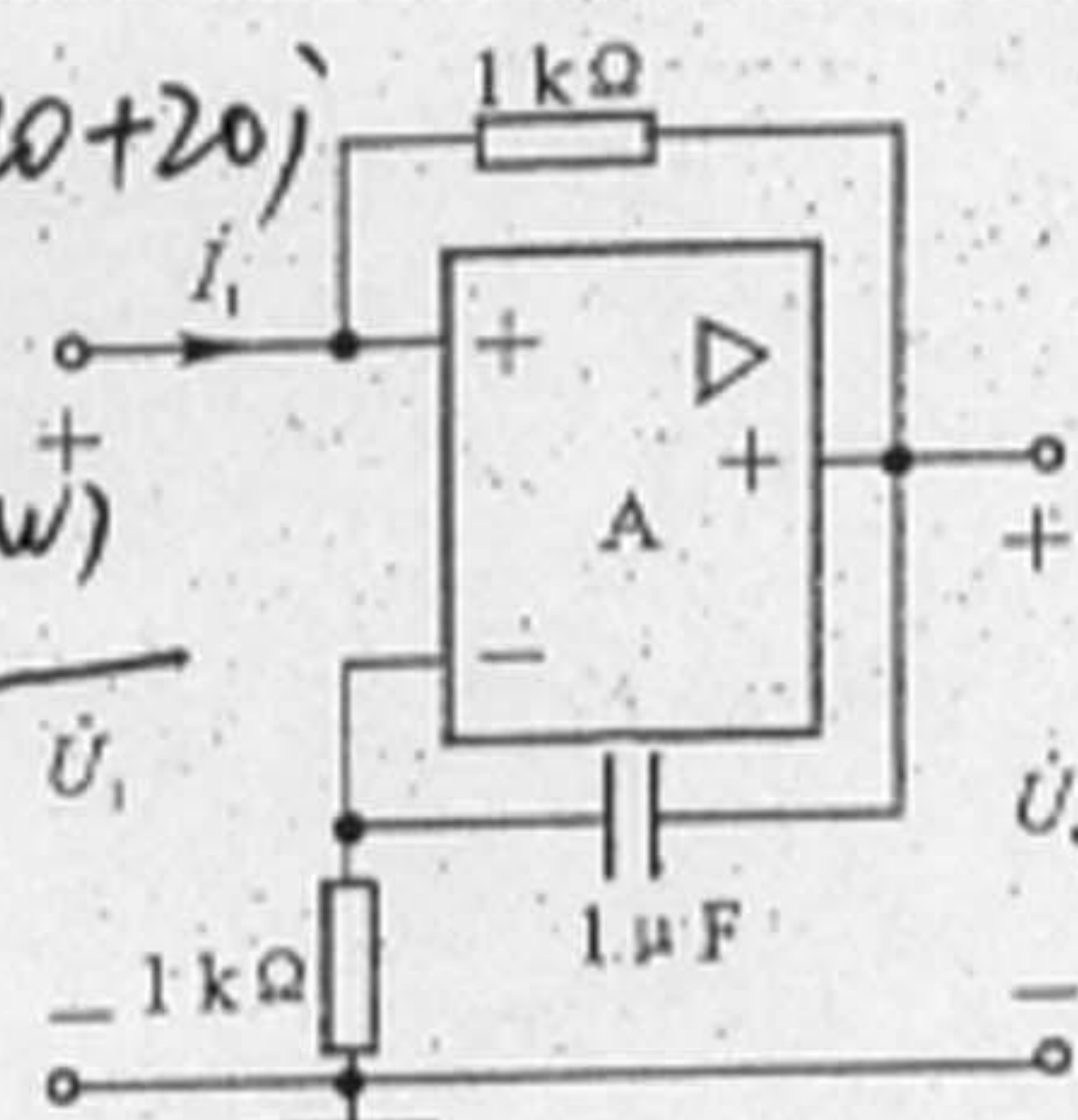
用戴维南等效.  $U_{oc} = \frac{1}{2}U_s = 10\angle 0^\circ$

$$U_s = -j40I_s + 20[I_s - 0.025U_s] \times (-j40 \cdot I_s)$$

$$\frac{U_s}{I_s} = -j40 + 20(1 + j40 \times 0.025) = 20 - 20j (\Omega)$$

$$故 Z = Z_s = 20 + 20j$$

$$P_m = \frac{U_{oc}^2}{4R_s} = 1.25 (W)$$



例 9.10 图 9.10 所示电路,求端口的输入阻抗  $Z_i$ , 已知  $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ .

(西安交通大学研究生招生试题)

$$\dot{U}_1 = \frac{1000}{1000 - j\frac{1}{\omega C}} \dot{U}_o$$

$$Z_i = \frac{\dot{U}_1 - \dot{U}_o}{\dot{I}_1} = \frac{(\frac{1000 - j\frac{1}{\omega C}}{1000} - 1) \dot{U}_o}{\frac{\dot{U}_o}{1000}} \Rightarrow Z_i = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = -j10^3$$

例 9.11 图 9.11(a) 所示电路,已知  $\omega = 10^3 \text{ rad/s}$ ,  $Z_s = R_s + jX_s = 50 + j100 \Omega$ ,  $R = 100 \Omega$ ,  $U_s = 100 \text{ V}$ , 现手头只有电容器,试求在  $R$  与电源之间连接一个什么样的电路,才能使  $R$  获得最大功率  $P_m$ , 画出电路图,并求出元件的值和  $P_m$  的值。(西北工业大学研究生招生试题)

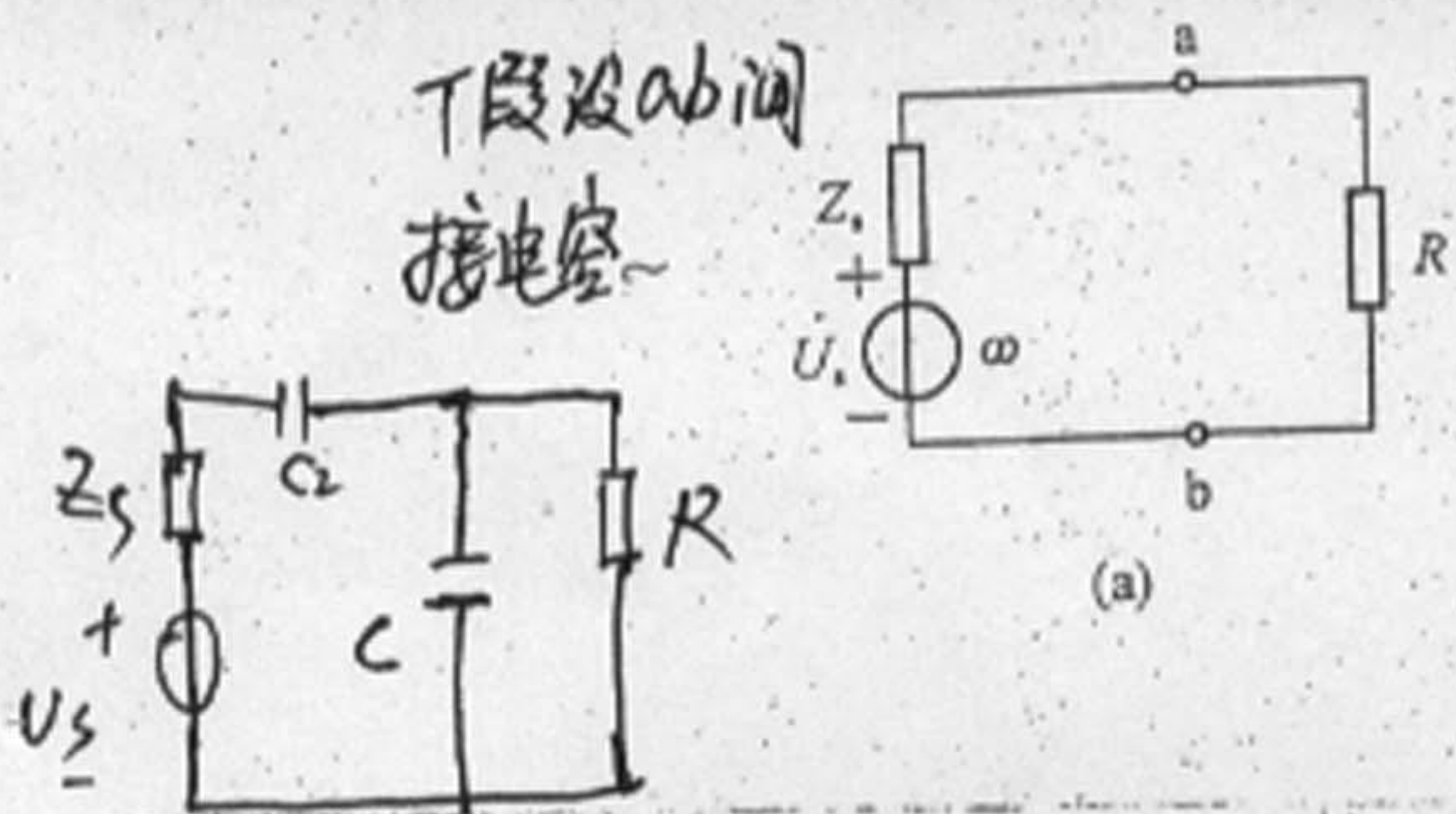
$$Z_{ab} = \frac{R_s + j\omega L}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{1 + j\omega RC} = \frac{R(1 - j\omega RC)}{1 + (\omega RC)^2} = R_{ab} - jX_{ab}$$

$$令 R_{ab} = 50 = \frac{R}{1 + (\omega RC)^2} \rightarrow C = 100 \mu F$$

$$-j\frac{1}{\omega C} - j\frac{\omega RC}{1 + \omega RC} = -j100 \rightarrow C_2 = 20 \mu F$$

$$P_m = \frac{U_s^2}{4R_{ab}} = 50 W$$

图 9.11



例 9.12 图 9.12 所示电路,  $u(t) = 200\sqrt{2}\cos(10^3 t) \text{ V}$ , 求  $L$  的值为多大, 才能使  $i(t) = 0$ 。(北京理工大学研究生招生试题)

学研究生招生试题)

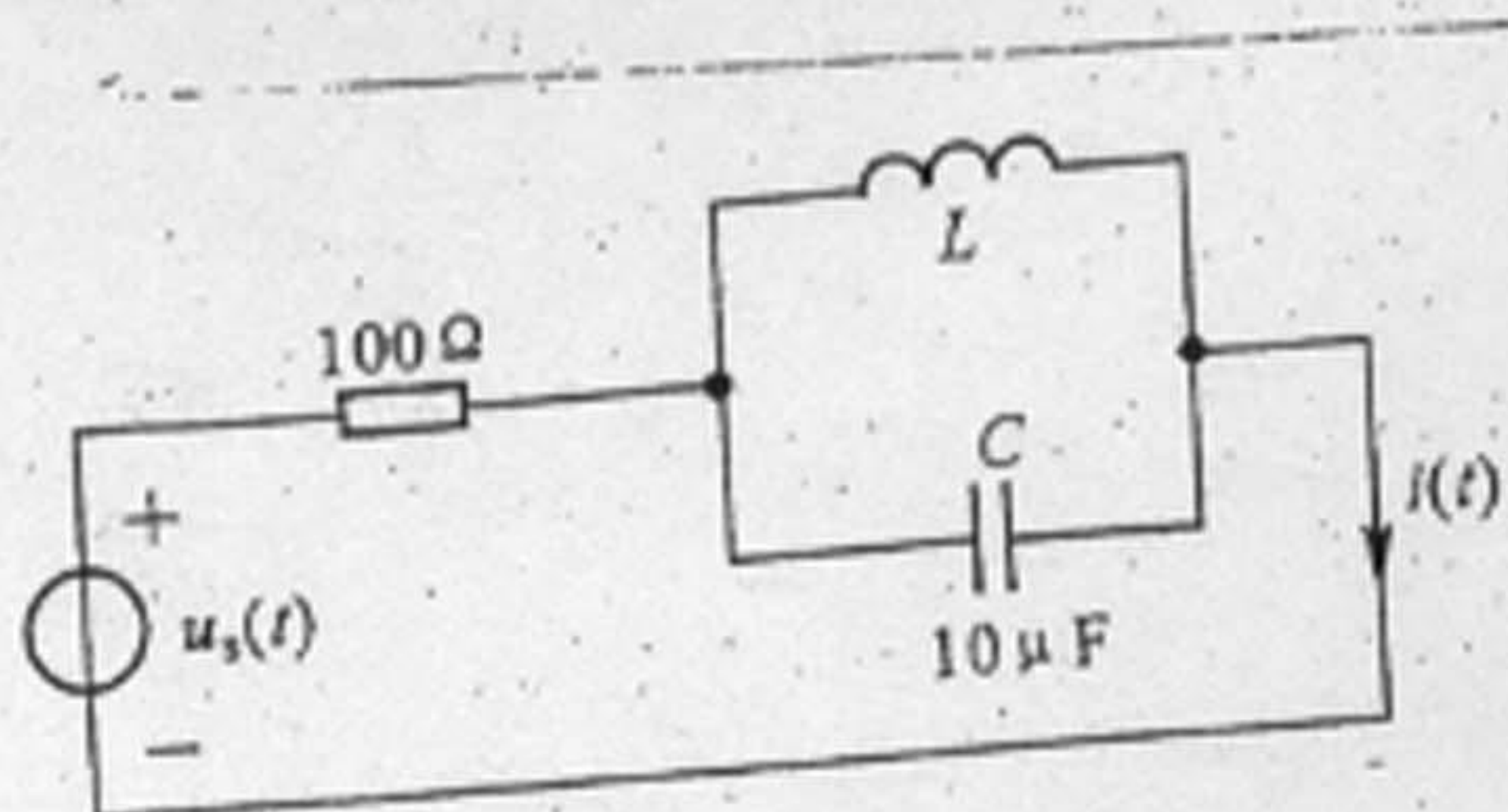
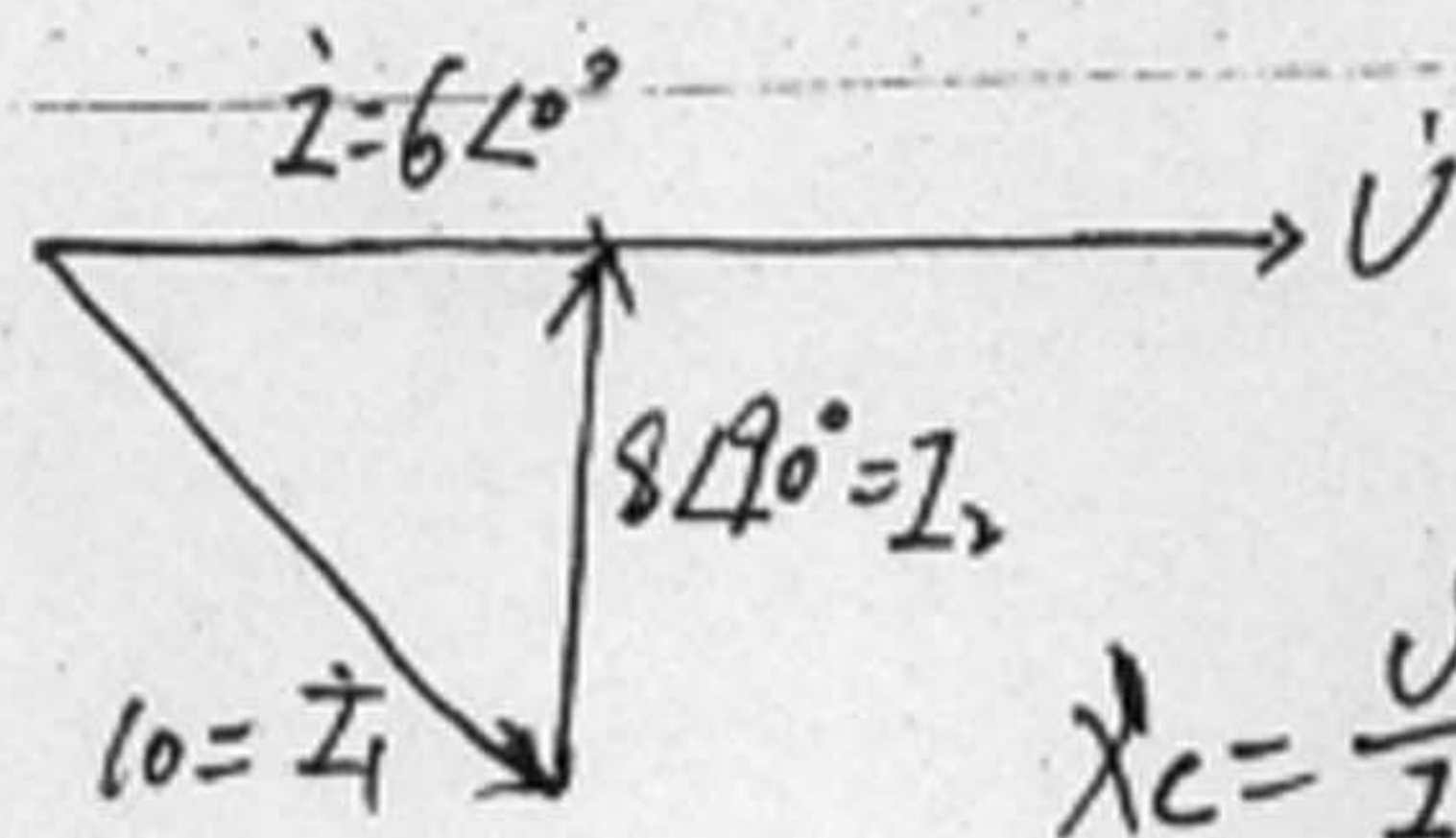
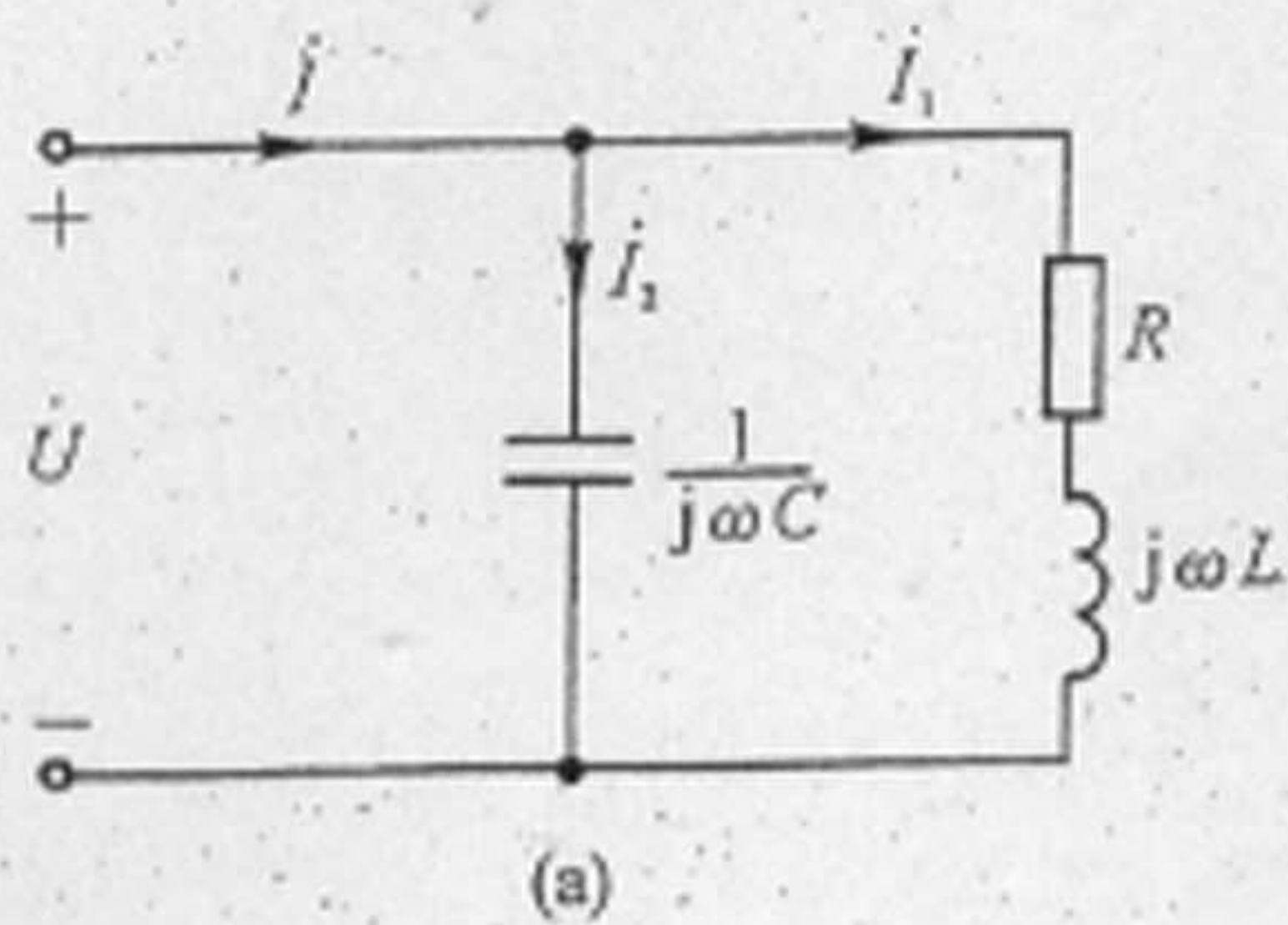


图 9.12

$$L = \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$= 0.1 H$$

例 9.13 图 9.13(a) 所示电路, 已知  $U = 160 \text{ V}$ ,  $\omega = 10^3 \text{ rad/s}$ ,  $I_1 = 10 \text{ A}$ ,  $I = 6 \text{ A}$ ,  $\dot{U}$  与  $\dot{I}$  同相位, 求  $R$ ,  $L$ ,  $C$  和  $I_2$  的值。(西北工业大学研究生招生试题)



$$X_C = \frac{U}{I_2} = \frac{160}{8} = 20 \Omega$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = 50 \times 10^{-6} \text{ (F)} \quad Z_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{160 \angle 0^\circ}{10 \angle -53.1^\circ} = 16 \angle 53.1^\circ = 9.6 + j12.8$$

图 9.13

例 9.14 图 9.14 所示正弦稳态电路, 电流表 (A) 的示数为零, (A) 的示数为 1 A (有效值), 求电压源电压  $u_s(t)$ 。(清华大学研究生招生试题)

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 100 \text{ rad/s} \quad Z_C = 1 \angle 0^\circ$$

$$\dot{U}_C = -j\omega_0 C \dot{I}_C = -j100 \text{ (V)}$$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_C}{30 + j40} = 2 \angle -43.1^\circ \text{ (A)}$$

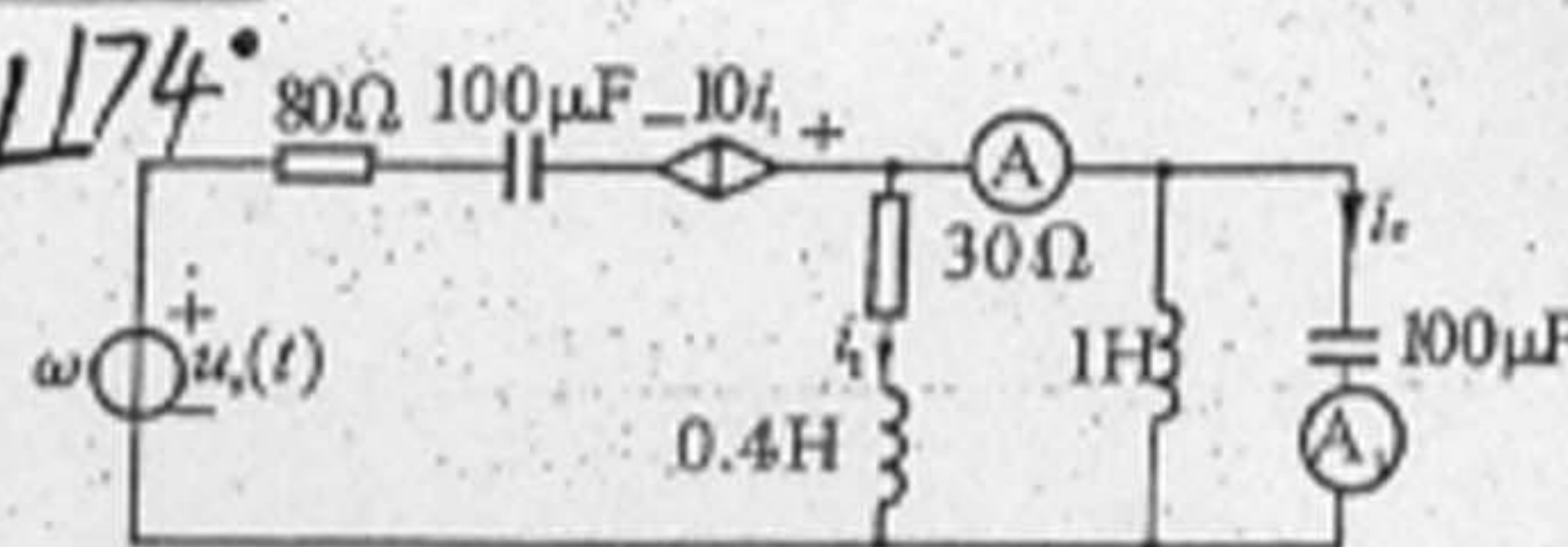


图 9.14

$$R = 9.6 \Omega$$

$$L = \frac{12.8}{\omega} = 12.8 \times 10^{-3} = 1.28 \times 10^{-2} \text{ H}$$

例 9.15 图 9.15 所示电路, 已知电源角频率  $\omega = 1000 \text{ rad/s}$ , 求输入阻抗  $Z_{in}$ 。(西安交通大学研究生招生试题)

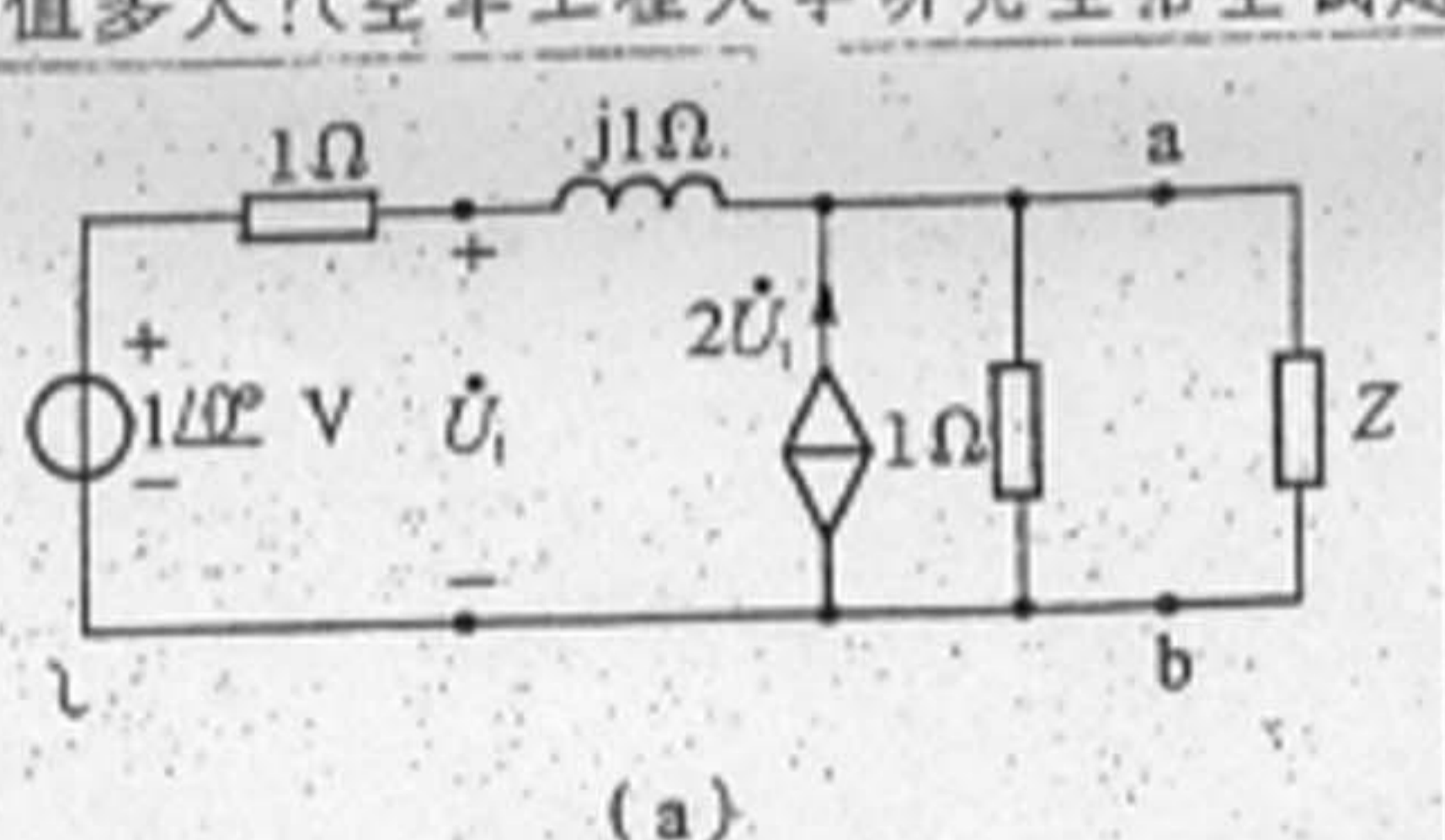


图 9.16

$$U_{oc} = 2 - j$$

$$Z_e = 1 + j$$

$$Z = \frac{Z_e}{2}$$

$$P_m = \frac{5}{4} \text{ W}$$

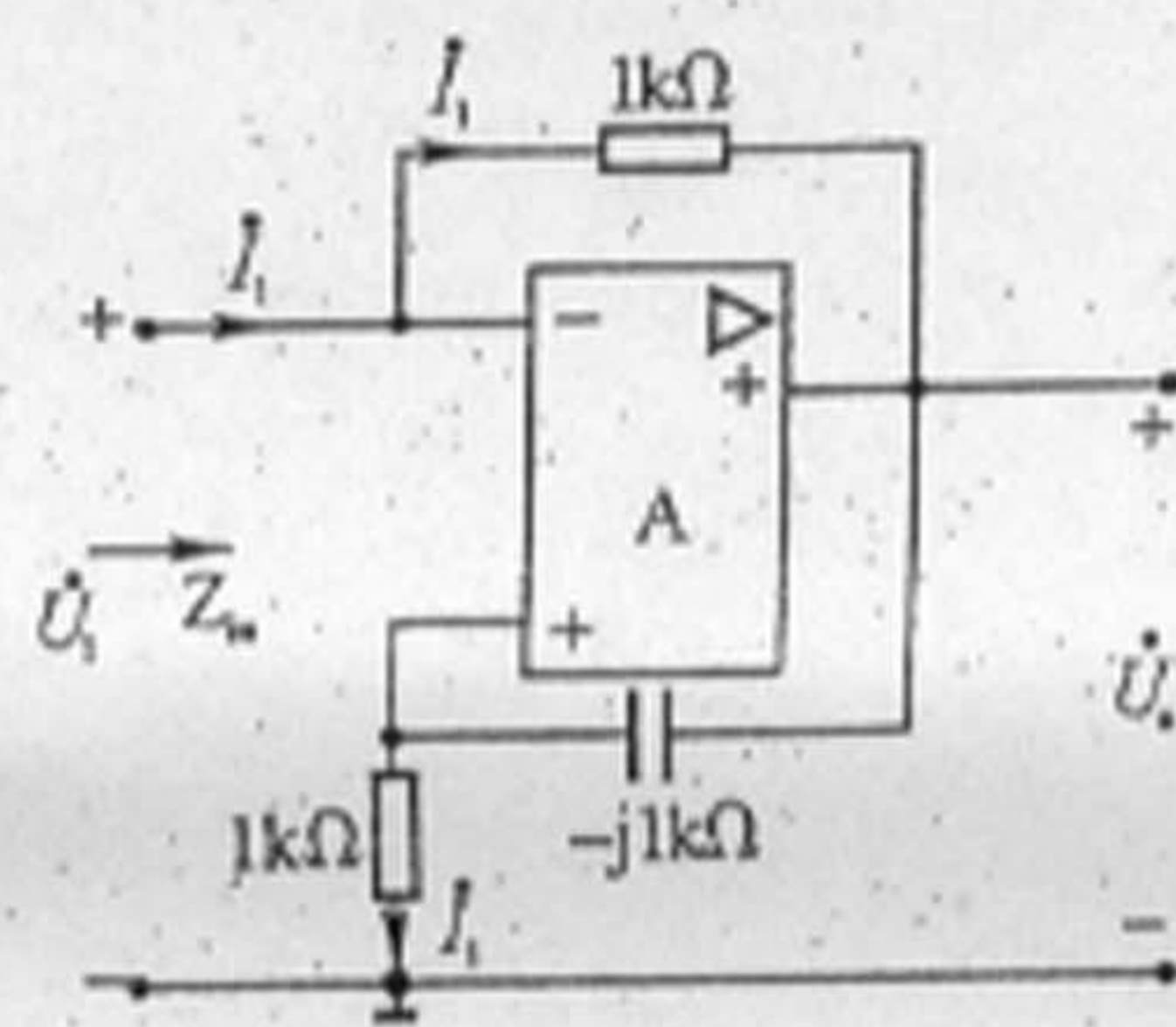


图 9.15

例 9.16 图 9.16(a) 所示电路, 求阻抗  $Z$  为何值时能获得最大功率  $P_m$ ,  $P_m$  的值多大?(空军工程大学研究生招生试题)

例 9.17 图 9.17(a) 所示电路, 求电压  $\dot{U}$  和电压源  $\dot{U}_s$ , 电流源  $\dot{I}_s$  各自发出的功率。(西安电子科技大学期末考试题)

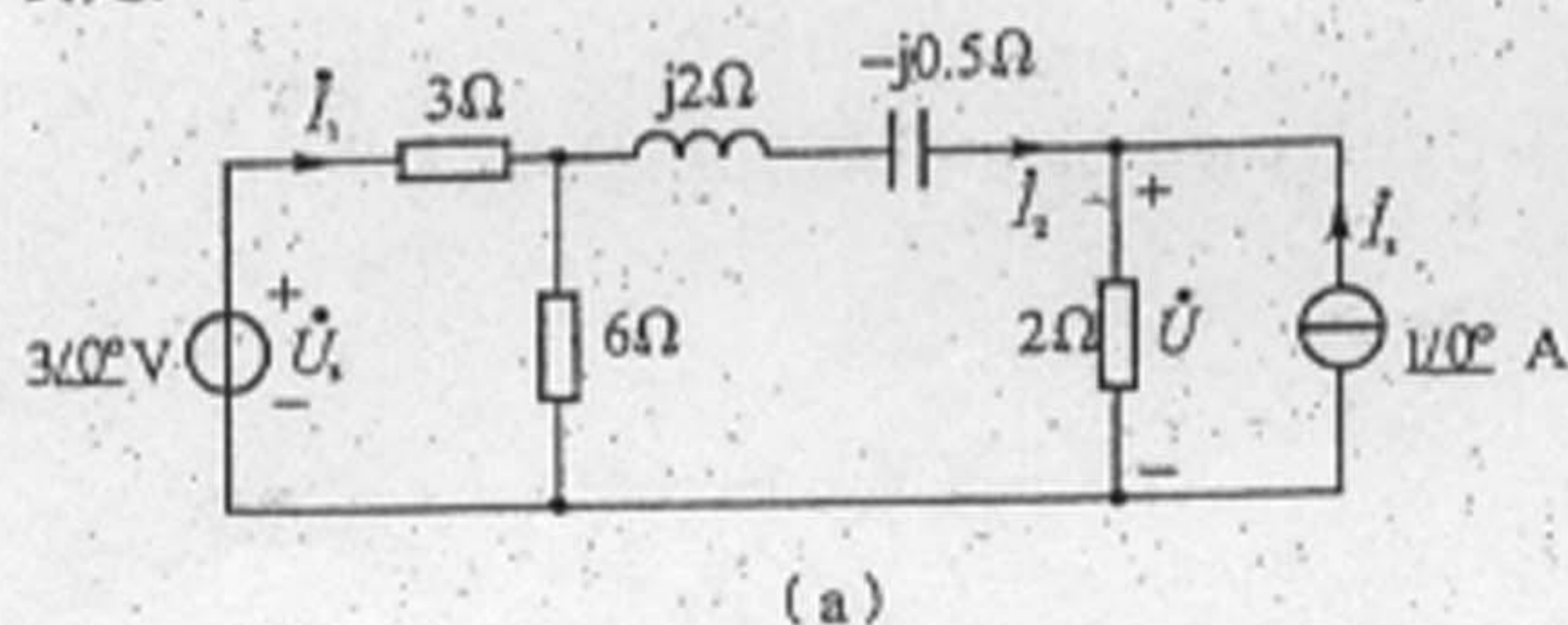


图 9.17

$$P_{U_s} = 2 \text{ W}$$

$$P_{I_s} = 1 \text{ W}$$

例 9.18 图 9.18 所示电路, 求电路的固有谐振角频率  $\omega_0$ 。(清华大学研究生招生试题)

$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = \frac{j0.5\omega L + 0.5I(-j\frac{1}{10^4\omega})}{\dot{I}}$$

$$= j0.5\omega - j\frac{0.5}{10^4\omega} = 0 \Rightarrow \omega_0^2 = 10^4 \Rightarrow \omega_0 = 100$$

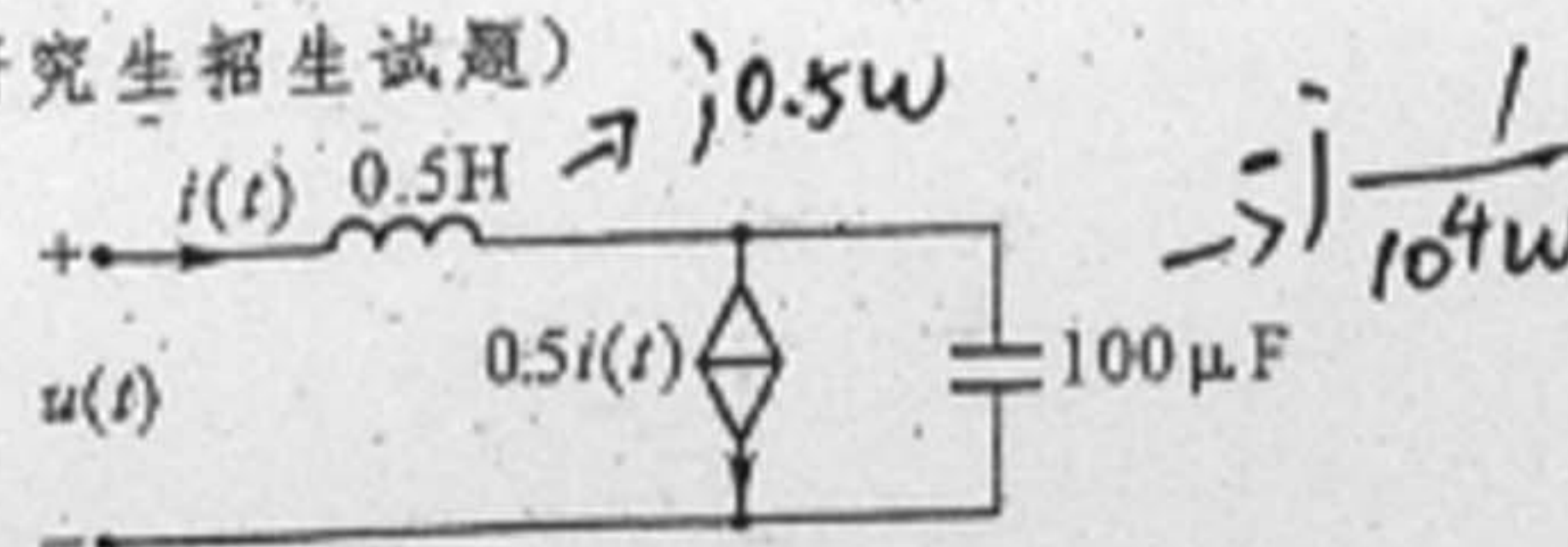


图 9.18

例 10.15 图 10.15(a) 所示电路, 求  $Z$  为何值时能得到最大功率  $P_m$ ,  $P_m$  的值多大? (西安电子科技大学  
期末考试题)

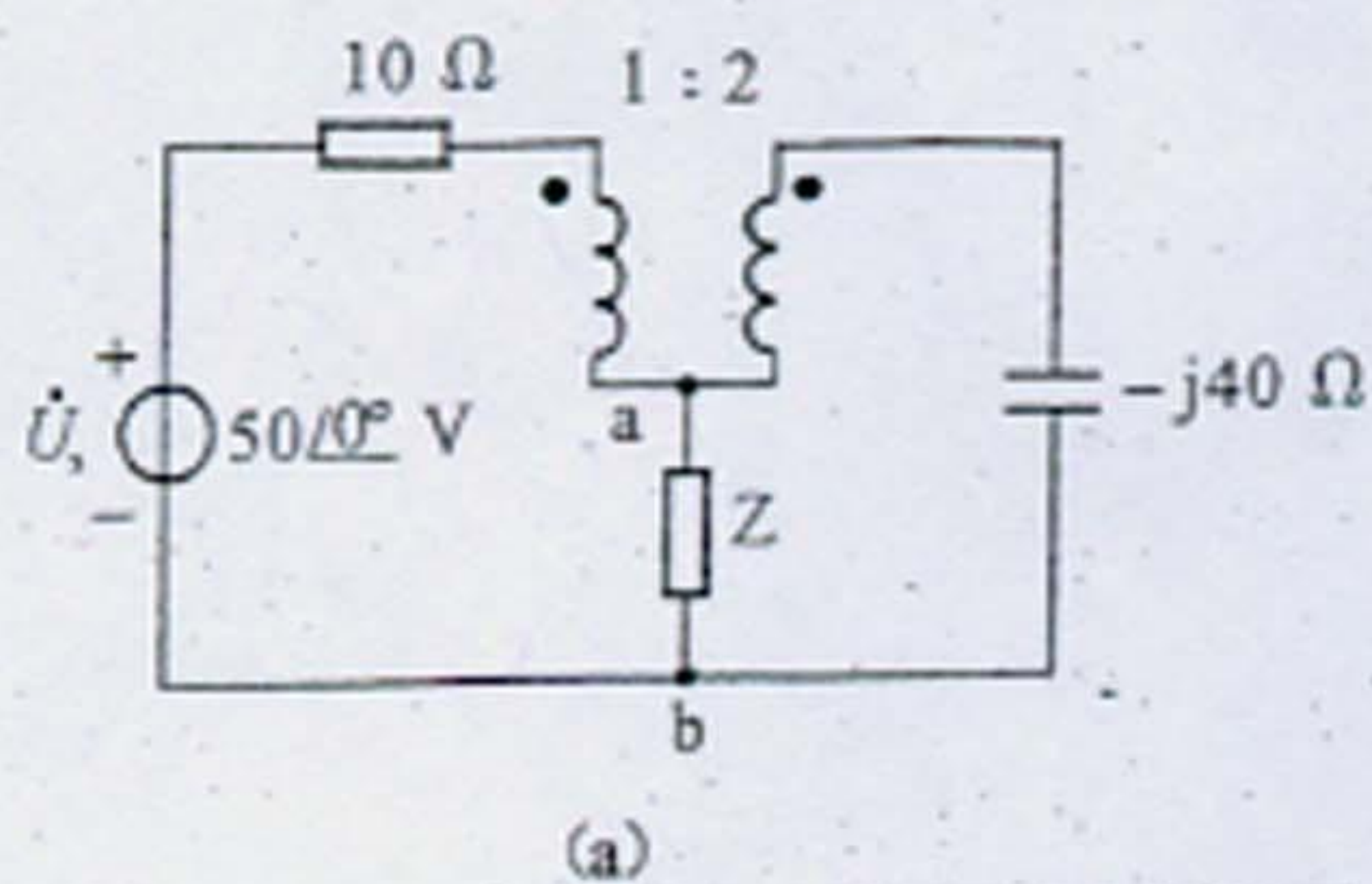
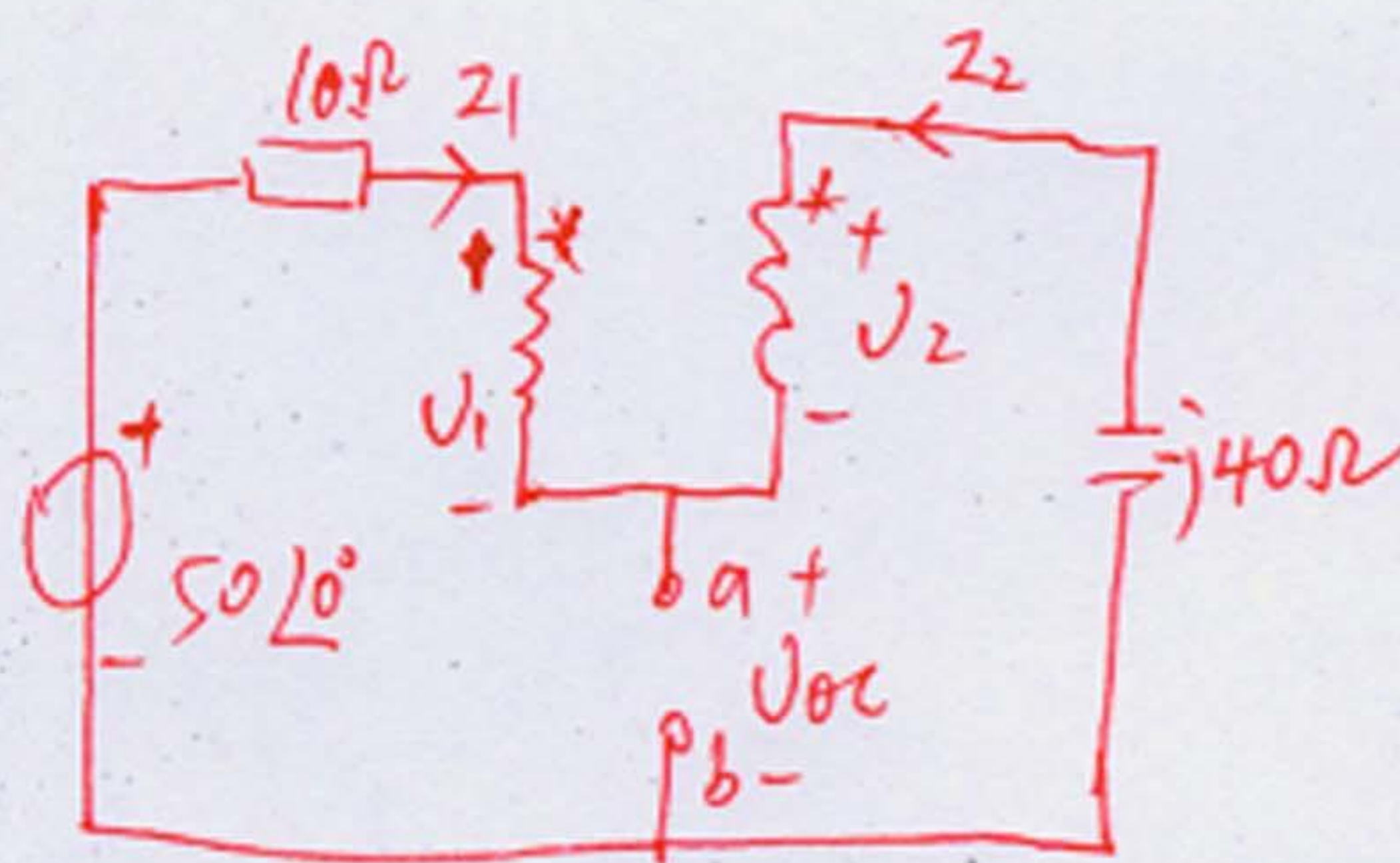


图 10.15

此题如此直接  
不可用等效阻抗来解

求  $U_{oc}$



$$\textcircled{1} \frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{2} \quad \frac{U_1}{-U_2} = 2$$

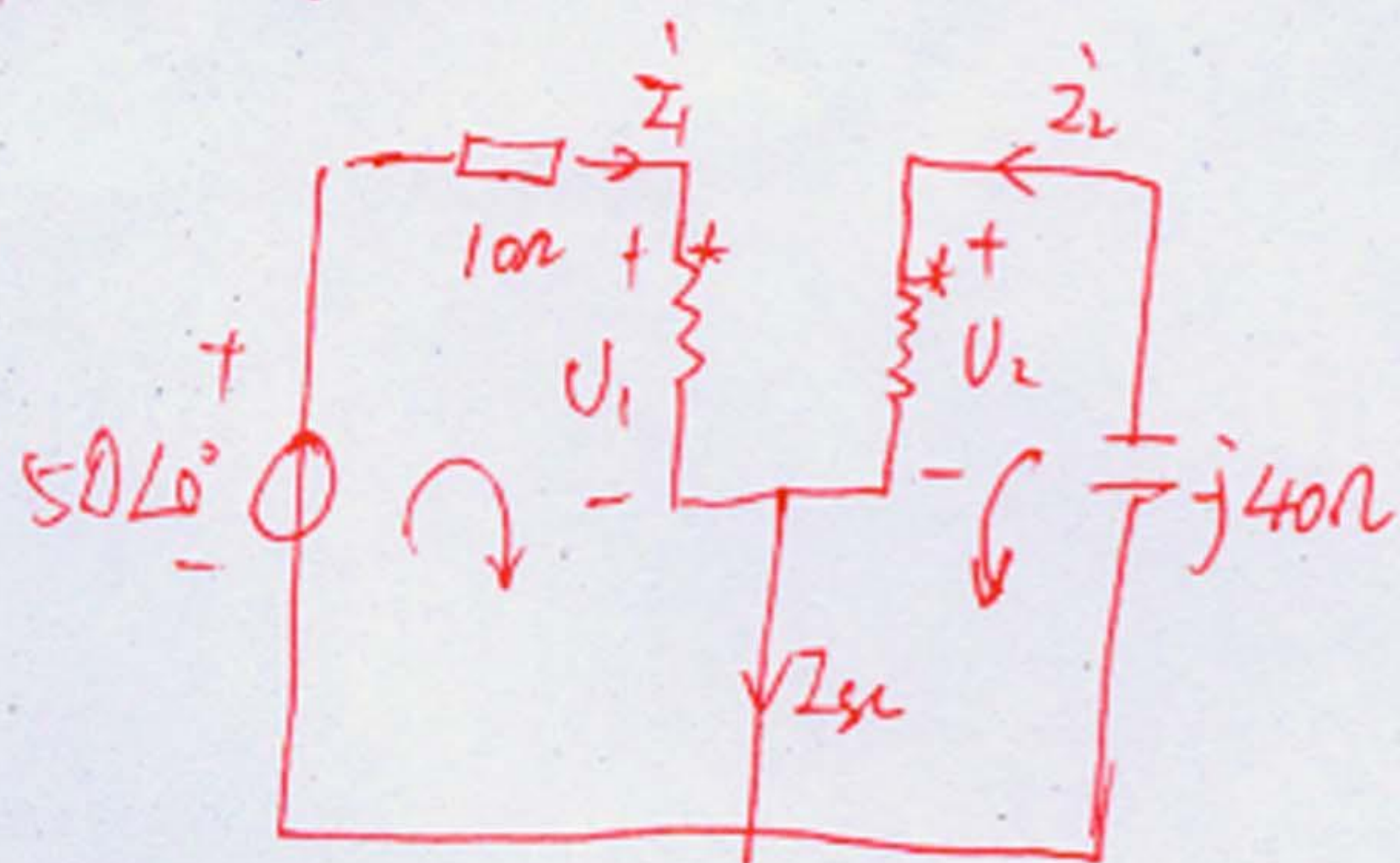
$$\textcircled{2} i_1 + i_2 = 0 \quad U_2 - 2U_1 = 0 \Rightarrow i_2 = 0$$

$$\textcircled{3} U_1 - U_2 = U_s \quad U_2 = 2U_1$$

$$U_s = -U_1$$

$$U_{oc} = -U_2 = -2U_1 = 2U_s = 100\angle 0^\circ$$

(2) 求  $I_{sc}$ :



$$I_{sc} = i_1 + i_2 = -i_2$$

用回路法算电流

$$I_{sc} = \frac{5}{2\sqrt{2}} \angle 45^\circ \text{ (A)}$$

$$Z_e = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 40(1+j)$$

$$P_m = \frac{U_{oc}^2}{4R} = 62.5 \text{ W}$$

本章内容在很大程度上是为强电专业提供知识储备的,因此对强电专业和弱电专业的学习要求是不同的。对强电专业的学习要求必须是深刻理解和掌握并会熟练计算,对弱电专业的学习则要求一般了解,只需知道三相发电、供电、用电知识,会进行简单、基本的运算即可,反映在考试考研上,这种格局和定位大体也会是如此。弱电专业的试题会较为简单,强电专业的试题容量和难度会较大些,而且作为课程的一个知识点,不论试题难易程度如何,一般都会有试题出现,以体现对课程内容和知识点的全覆盖。

例 11.7 图 11.6(a) 所示电路,三相电源对称,  $U_{\text{线}} = 380 \text{ V}$ ,  $R$  消耗的功率  $P_R = 220 \text{ W}$ ,  $X_L = 110 \Omega$ ,  $X_C = 110 \Omega$ 。(1) 求  $I_A, I_B, I_C$ ; (2) 求三相总功率  $P_{\Sigma}$ ; (3) 用相量图法求中线电流  $I_0$ 。(西北工业大学研究生招生试题)

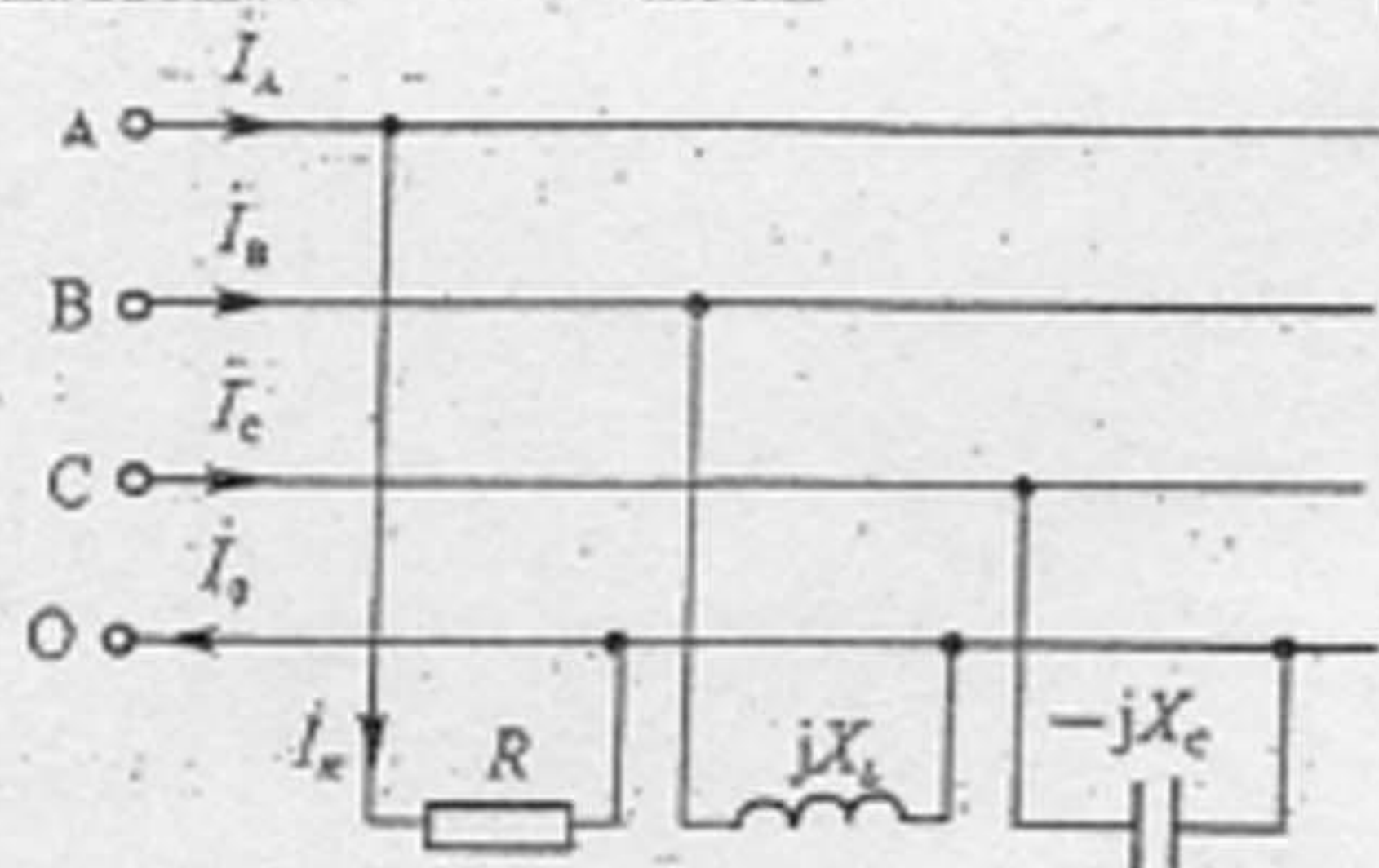


图 11.6

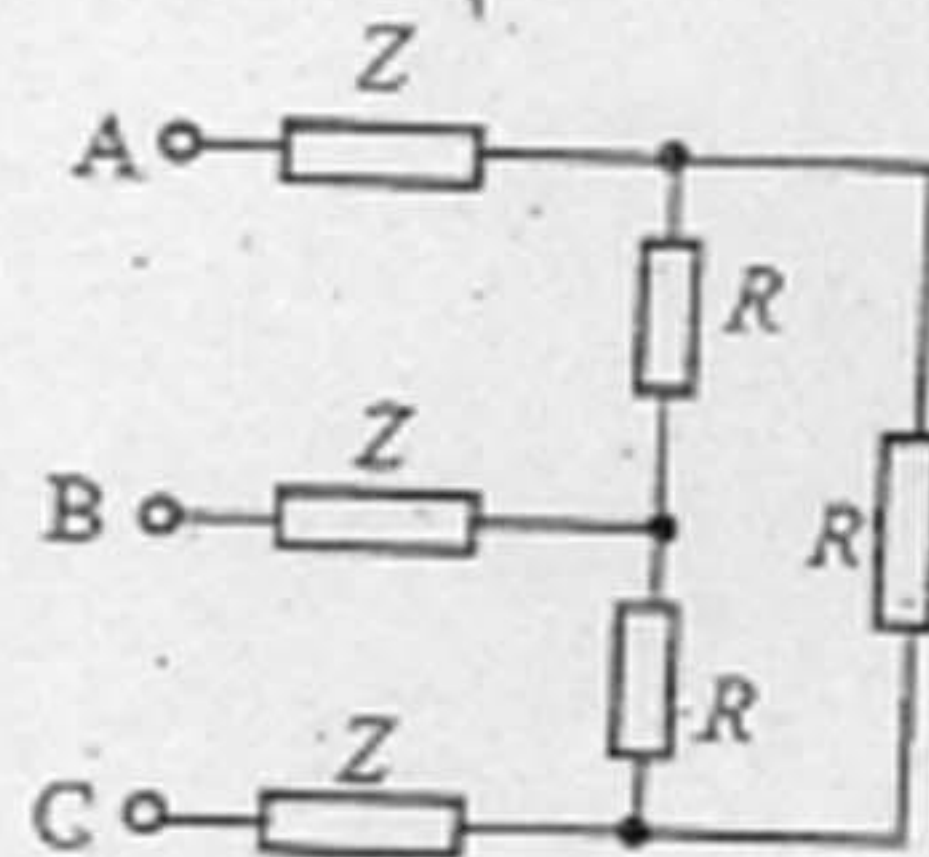
①  $\dot{U}_P = 220$  → 即为电阻功率

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ$$

$$P_A = 220 = U_A \cdot I_A$$

$$I_A = 1$$

$$\dot{I}_A = 1 \angle 0^\circ$$



(a)

$\Delta$ -Y 变换  
(要掌握)

$$P = 1737.6$$

$$Q = 2316.8$$

图 11.7

$$\dot{U}_B = 220 \angle -120^\circ \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_B}{110j} = 2 \angle -150^\circ$$

$$\dot{U}_C = 220 \angle 120^\circ \quad \dot{I}_C = 2 \angle -90^\circ$$

$$\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$$

例 11.8 图 11.7(a) 所示三相对称电路,  $R = 3 \Omega$ ,  $Z = 2 + j4 \Omega$ ,  $U_{\text{线}} = 380 \text{ V}$ 。求三相电源供给的总功率

$P_{\Sigma}$  及电路吸收的总无功功率  $Q_{\Sigma}$ 。(西安交通大学研究生招生试题)

$$= \sqrt{3} I_B R = I_A = 2.46 = 2.46$$

例 11.9 图 11.8 所示电路,三相电源对称,  $U_{\text{线}} = 380 \text{ V}$ ,  $Z_1 = -j12 \Omega$ ,  $Z_2 = 3 + j4 \Omega$ 。求三相负载吸收

的总功率  $P_{\Sigma}$  及  $A_1, A_2$  的示数。(西安交通大学研究生招生试题)

$$\dot{I}_0 = 2.46 \angle 180^\circ$$

$$\dot{I}_2 \text{ 消耗的功率} = 3 R_2 I_2^2 = 17424 \text{ W} \quad A_2 = 0 \quad A_1 = 55 \text{ A}$$

例 11.10 对称三相电路如图 11.9(a) 所示,  $U_{\text{线}} = 380 \text{ V}$ ,  $Z = 20 + j20 \Omega$ , 三相电动机功率为  $1.7 \text{ kW}$ ,

$\cos \varphi = 0.82$ 。(1) 求  $I_A, I_B, I_C$ ; (2) 求三相电源发出的总功率; (3) 若用两瓦计法测三相总功率,画出接线图。

(清华大学研究生招生试题)

看两瓦计法测功率

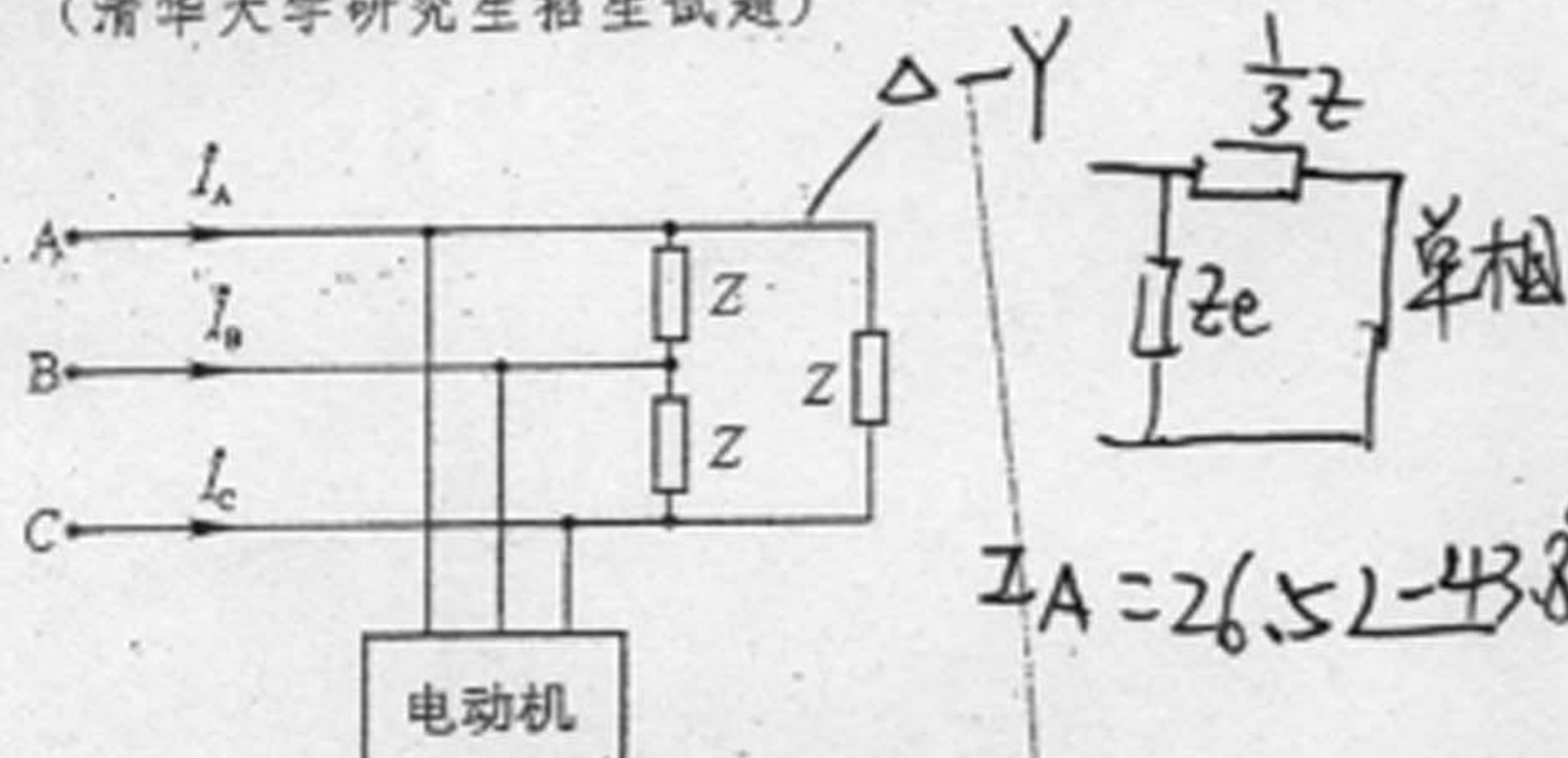


图 11.9

(a)

$$\dot{I}_A = 26.5 \angle -43.8^\circ \text{ A}$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 26.5 \cos(0^\circ - 43.8^\circ)$$

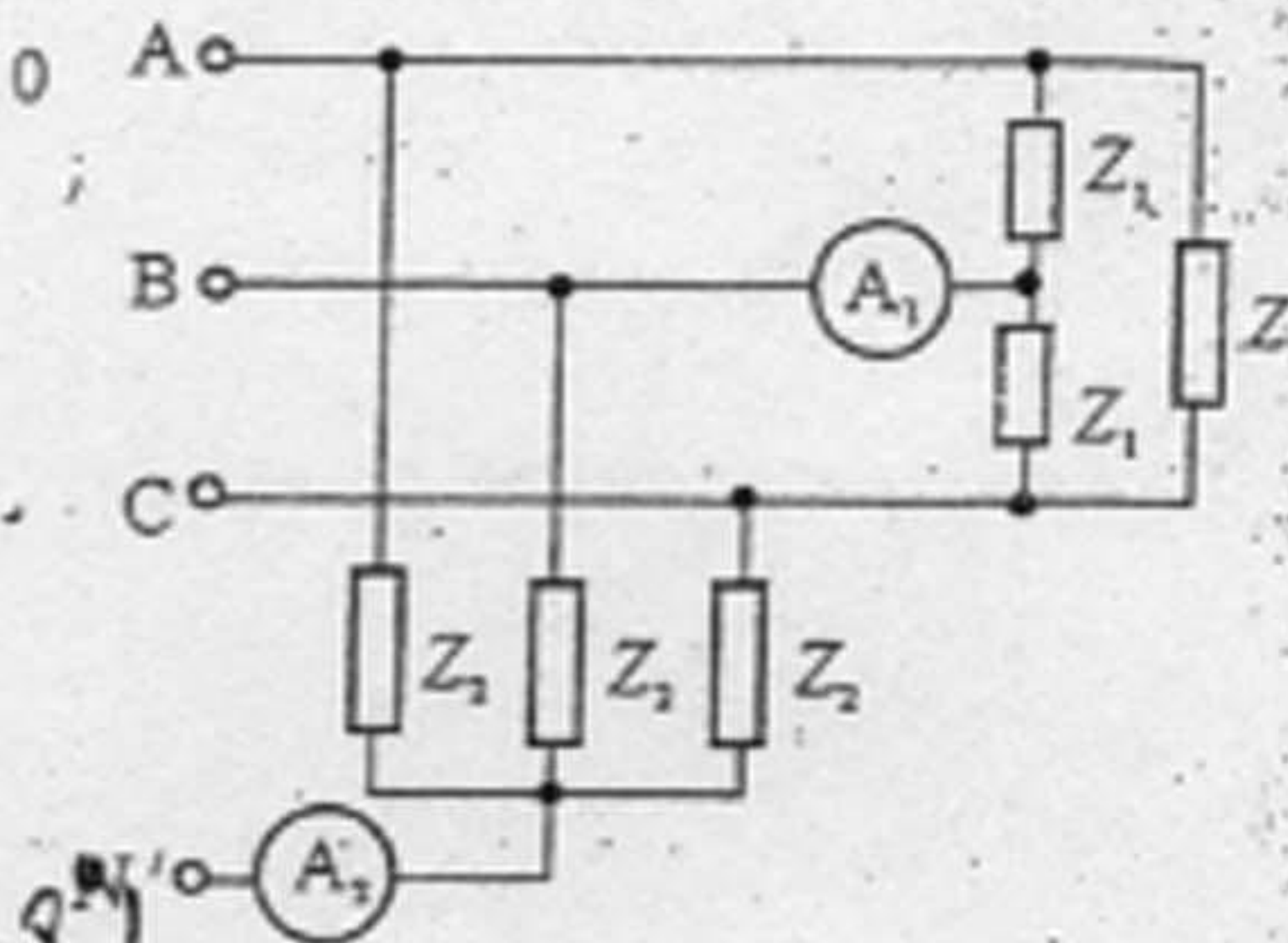


图 11.8

例 11.11 图 11.10 所示对称三相电路,  $U_{\text{线}} = 220 \text{ V}$ ,  $Z = 3 + j4 = 5 \angle 53.1^\circ \Omega$ 。求三相阻抗吸收的总有功功率和总无功功率。(南京航空航天大学期末考试题)

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \quad \dot{I}_A = 132 \angle -53.1^\circ$$

$$S = \dot{U}_A \dot{I}_A^*$$

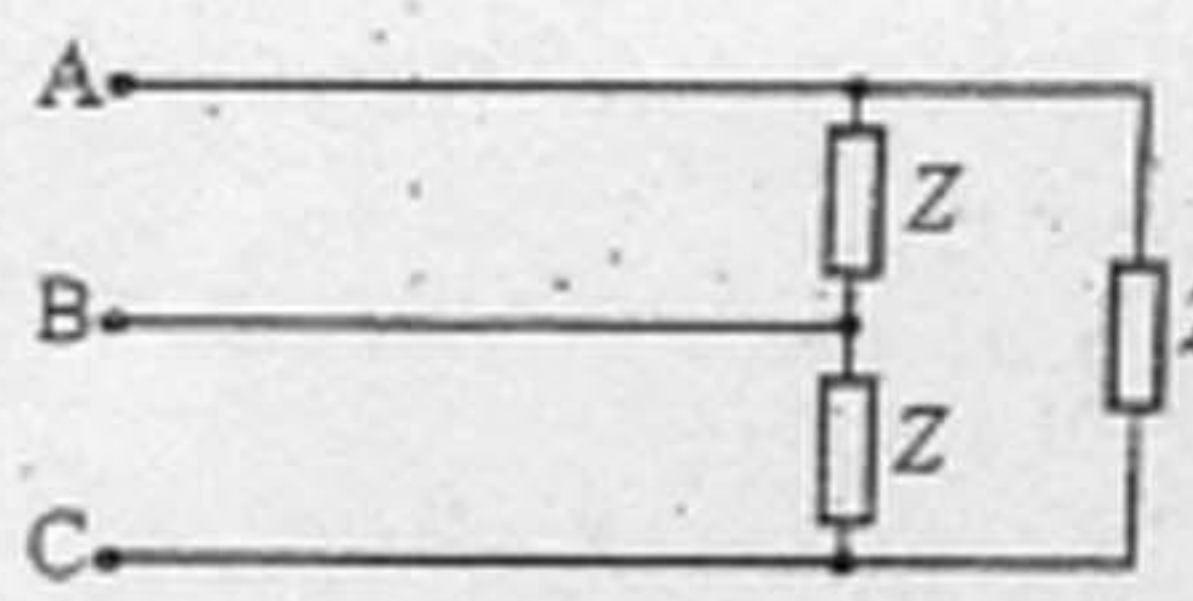
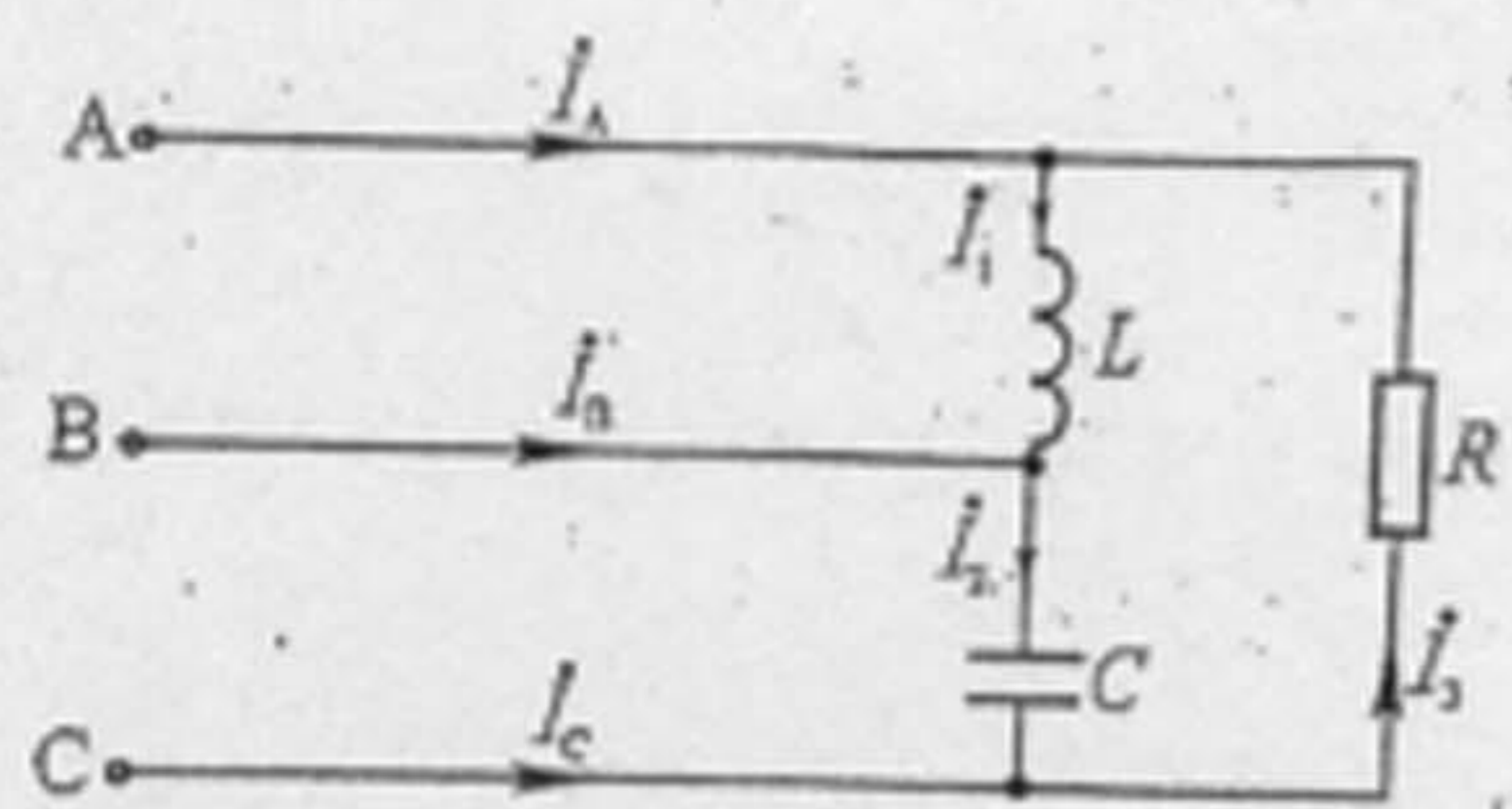


图 11.10

例 11.12 图 11.11(a) 所示电路, 三相电压源对称, 已知负载中各相电流均为 2 A, 求各线电流, 画出相量图。(西北工业大学研究生招生试题)



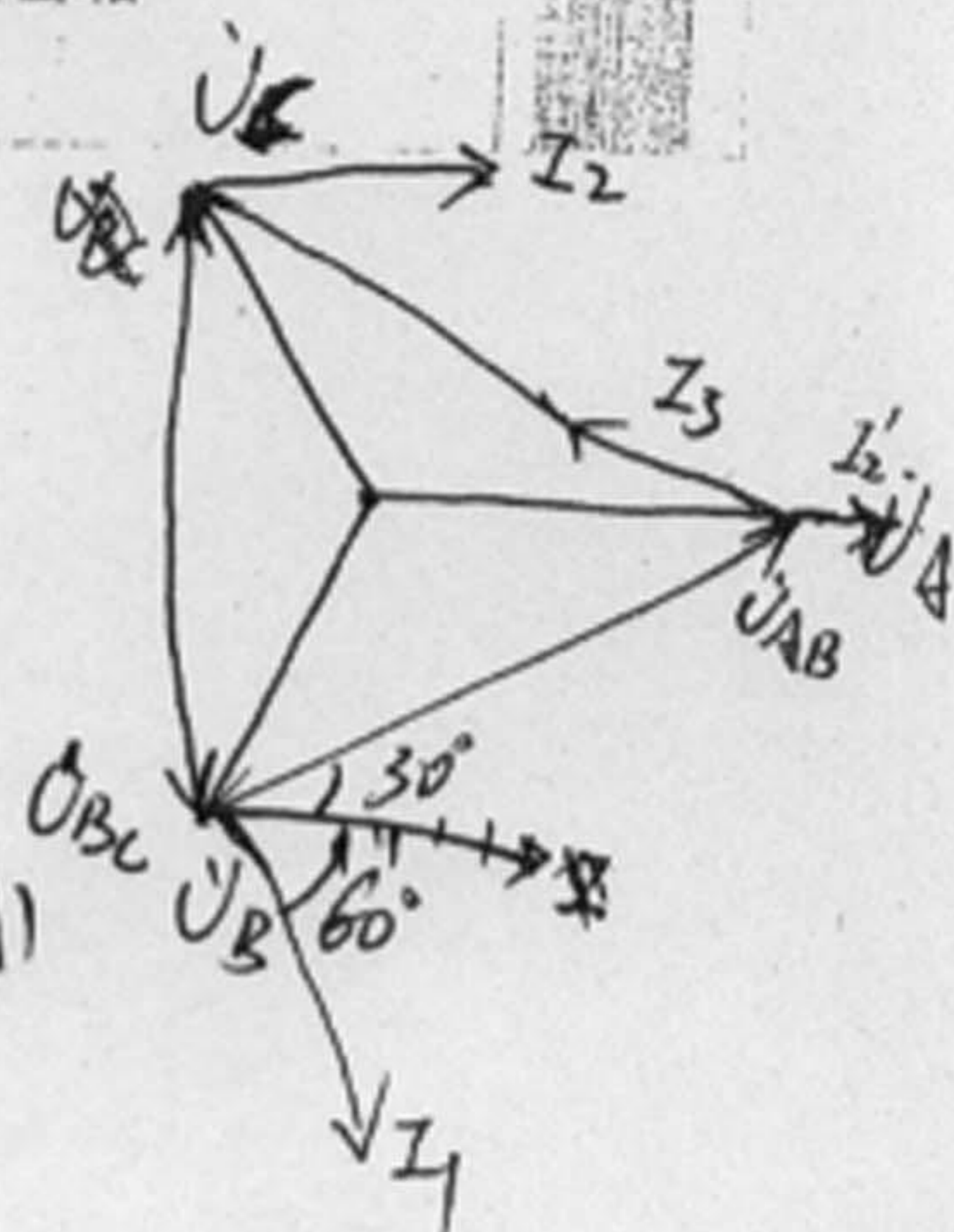
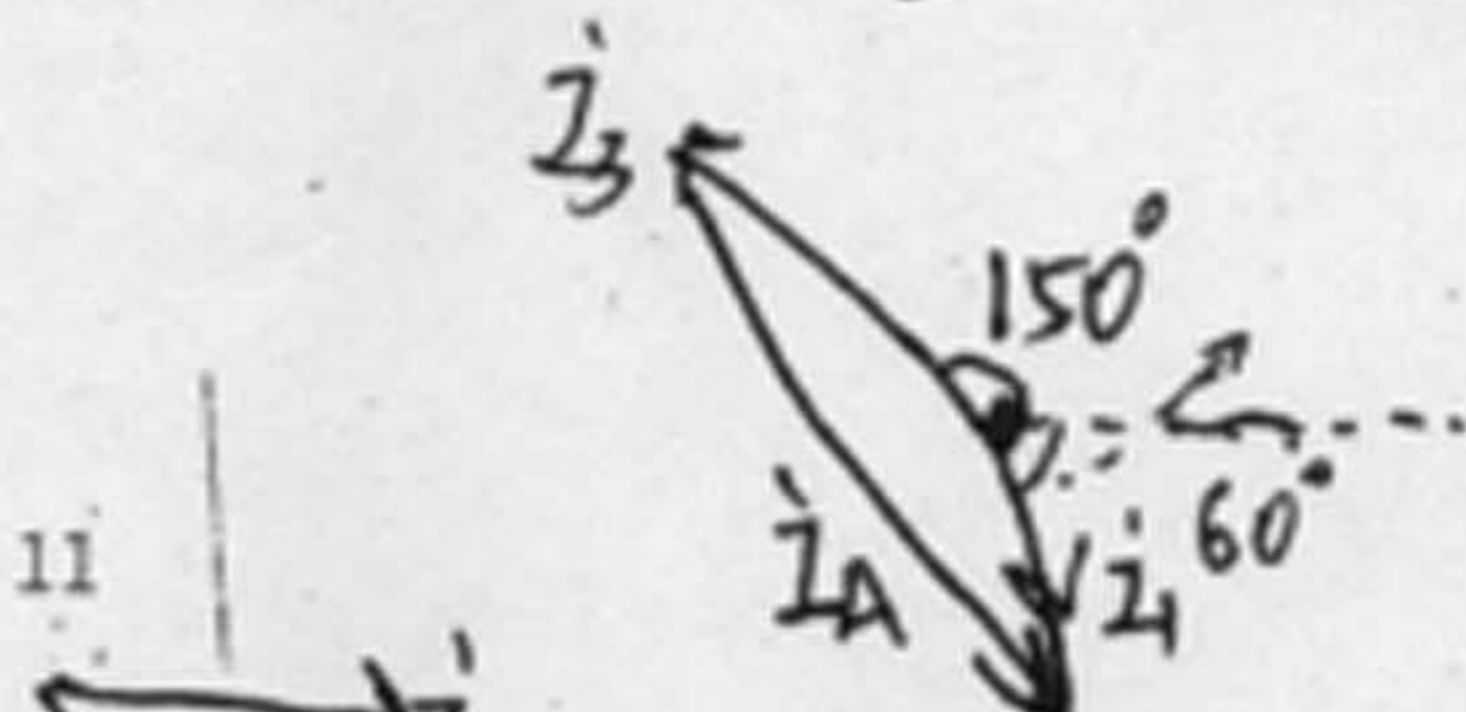
(a)

$$I_1 = \frac{U_{AB}}{jX_L} = 2 \angle -60^\circ$$

$$I_2 = \frac{U_{BC}}{-jX_C} = 2 \angle 0^\circ$$

$$I_3 = 2 \angle 150^\circ$$

$$\textcircled{1} \dot{I}_A = \dot{I}_1 - \dot{I}_3 = 2 \angle 150^\circ - 2 \angle -45^\circ \text{ (A)}$$



$$\textcircled{2} \dot{I}_B = \dot{I}_2 - \dot{I}_1 = 2 \angle 60^\circ \text{ (A)}$$

$$\textcircled{3} \dot{I}_C = \dot{I}_3 - \dot{I}_2 = 3.86 \angle 160^\circ \text{ (A)}$$

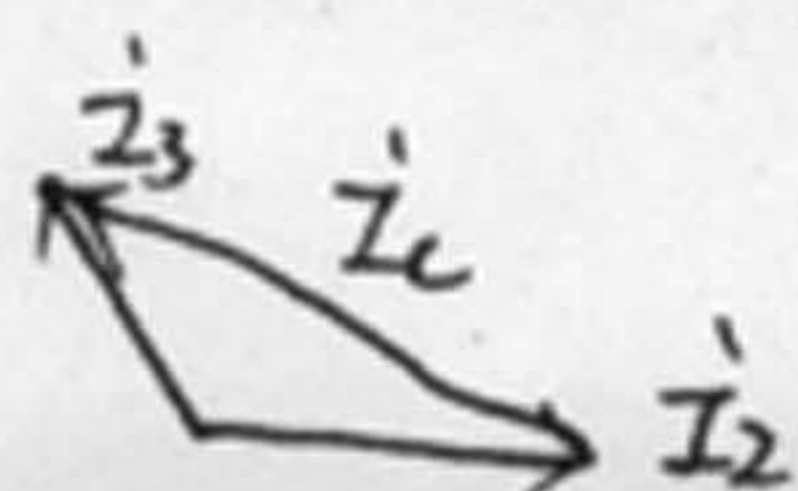


图 11.11

例 11.13 图 11.12 所示三相电路,  $U_{\text{线}} = 380 \text{ V}$ ,  $Z_1 = 30 + j40 \Omega$ ,  $Z_2 = 100 \Omega$ ,  $Z_3 = -j200 \Omega$ ,  $Z_4 = j380 \Omega$ , 求 (1)  $A_1$  和  $A_2$  的示数; (2) 求三相电源发出的平均功率  $P_s$ 。(清华大学研究生招生试题)

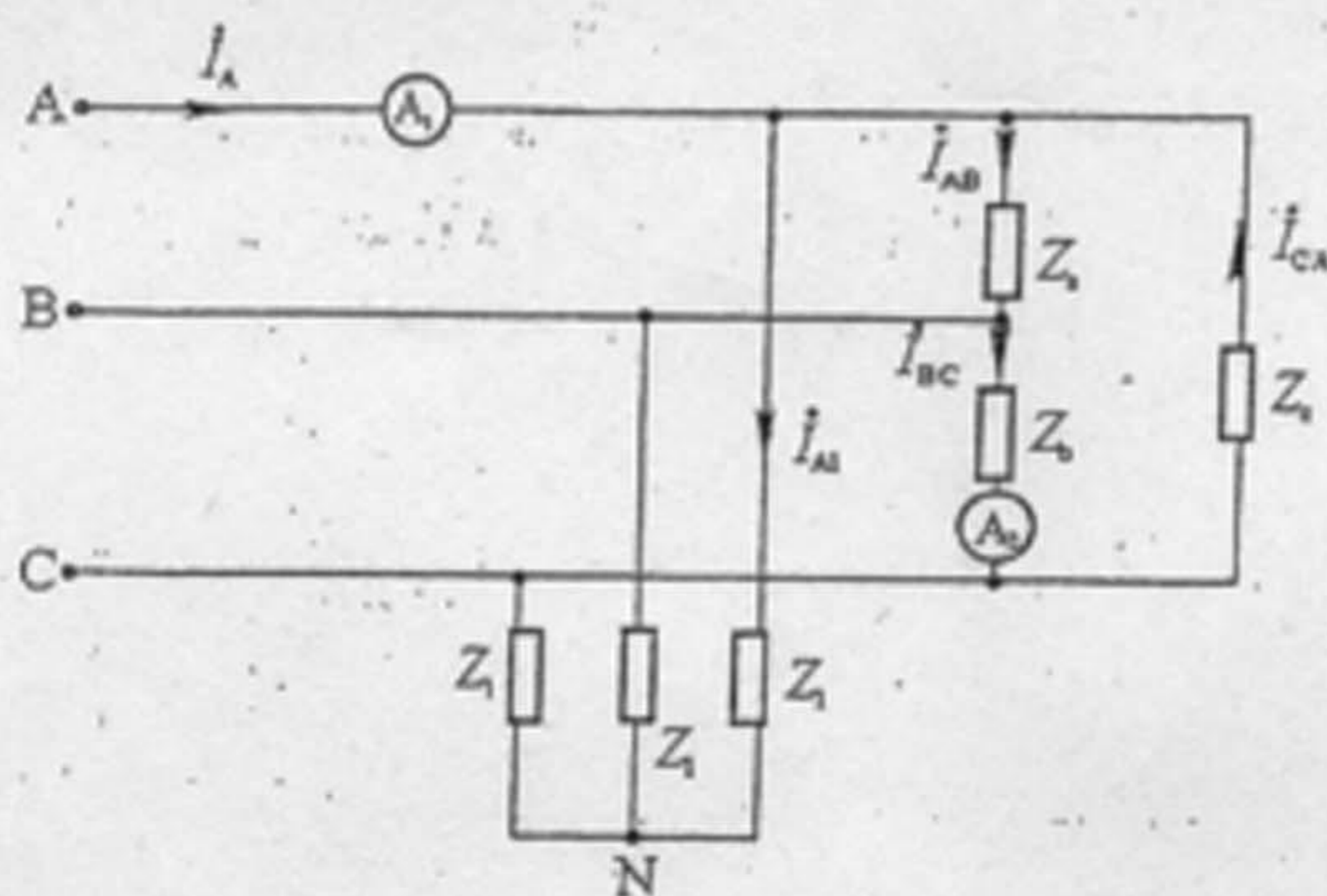


图 11.12

一组对称 一组不对称

$$\dot{I}_A = 2$$

对称的用单相做不对称的直接求取

$$\dot{I}_A = \dot{I}_1 + \dot{I}_{AB} - \dot{I}_{CA} = 5.97 \angle -24.6^\circ \Rightarrow A_2 = 5.97 \text{ A}$$

# 10.2.4 含耦合电感与理想变压器电路的分析计算

电 路	分析计算方法
含耦合电感电路的分析计算方法	1. 直接列写电路方程——回路法 2. 去耦等效电路法 3. 反射阻抗与等效电路法 4. 等效电源定理法
含理想变压器电路的分析计算方法	1. 直接列写电路方程——回路法 2. 阻抗变换法 3. 等效电路法 4. 等效电源定理法

## 10.4 课程考试、考研要点点击

电路中的无源元件除了以前各章介绍的  $R, L, C$  元件外,本章中又介绍了耦合电感元件与理想变压器两种,故共有 5 种。本章的重点内容是耦合电感元件与理想变压器的电路模型与伏安关系以及含耦合电感、含理想变压器电路的分析计算(含瞬态分析计算与稳态分析计算)。由于耦合电感元件与理想变压器也是电路应用中特别多的元件,所以本章的内容也是考试考研的必考内容,既是热点与重点,也是难点,各种题型都会出现,正向思维与反向思维的试题都会有,试题的容量和难度一般都比较大大,解题的思路除运用基本概念外,一般应多采用等效电路法。

例 10.7 图 10.7(a) 所示电路,已知  $u_s(t) = 100\sqrt{2}\sin 10^3 t$  V,  $u_s(t)$  与  $i(t)$  同相位,求  $C$  的值与  $i(t)$ 。(西安交通大学研究生招生试题)

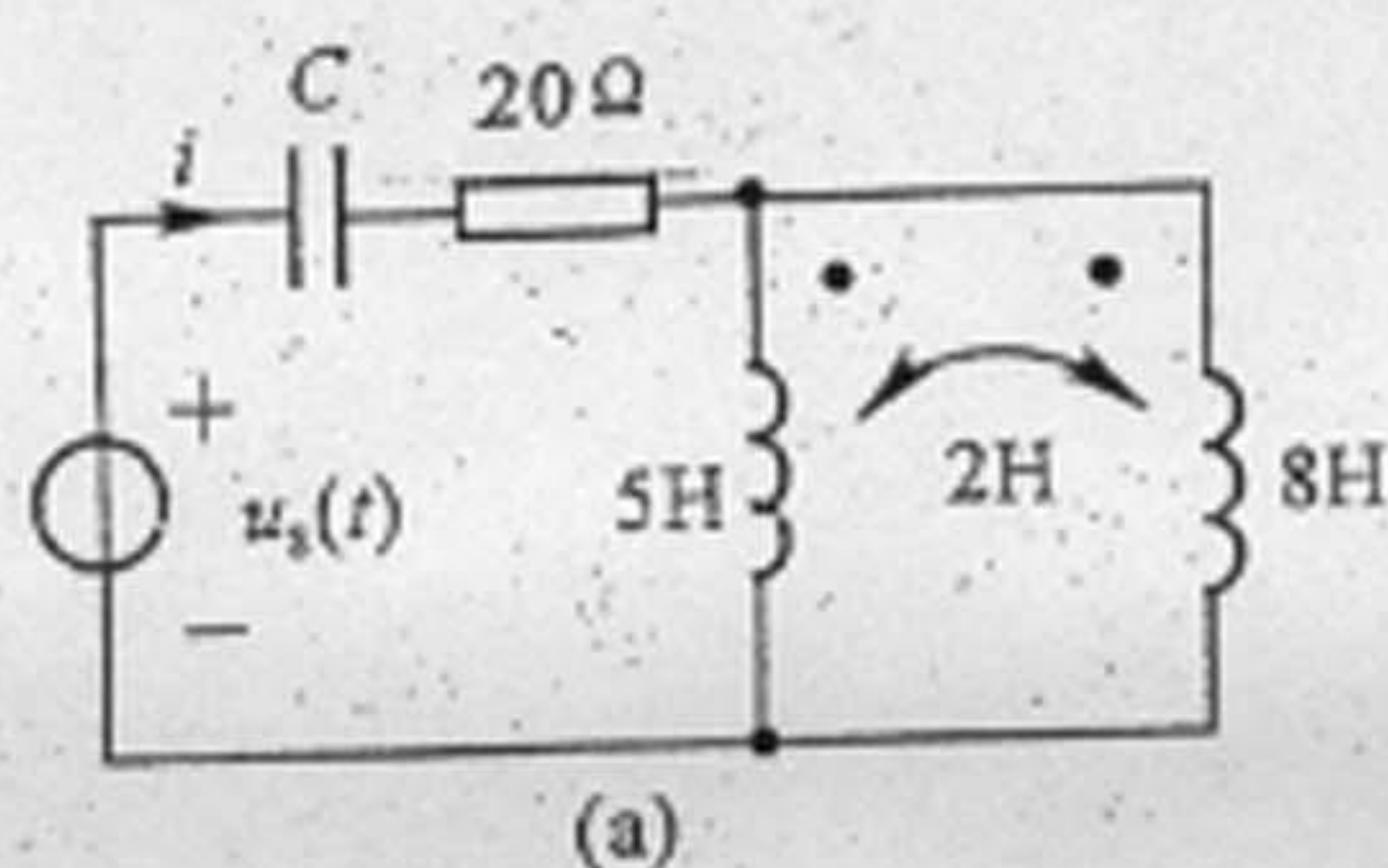


图 10.7

$$I_R = \frac{U_s}{R} = 5 \angle 0^\circ$$

$$L_e = j\omega L + \frac{j5\omega \cdot j8\omega}{j5\omega + j8\omega} = j4 \times 10^3 \text{ H}$$

$$C = \frac{1}{\omega^2 L_e} = 0.25 \times 10^{-6} \text{ (F)}$$

$$i(t) = 50 \sin 10^3 t$$

例 10.8 图 10.8(a) 所示电路,次级开路,  $t < 0$  时  $S$  打开,电路已达稳态。今于  $t = 0$  时刻闭合  $S$ ,在  $t = 1$  s 时  $S$  又打开,求  $t > 0$  时的  $i(t)$  与  $u(t)$ 。(西北工业大学研究生招生试题)

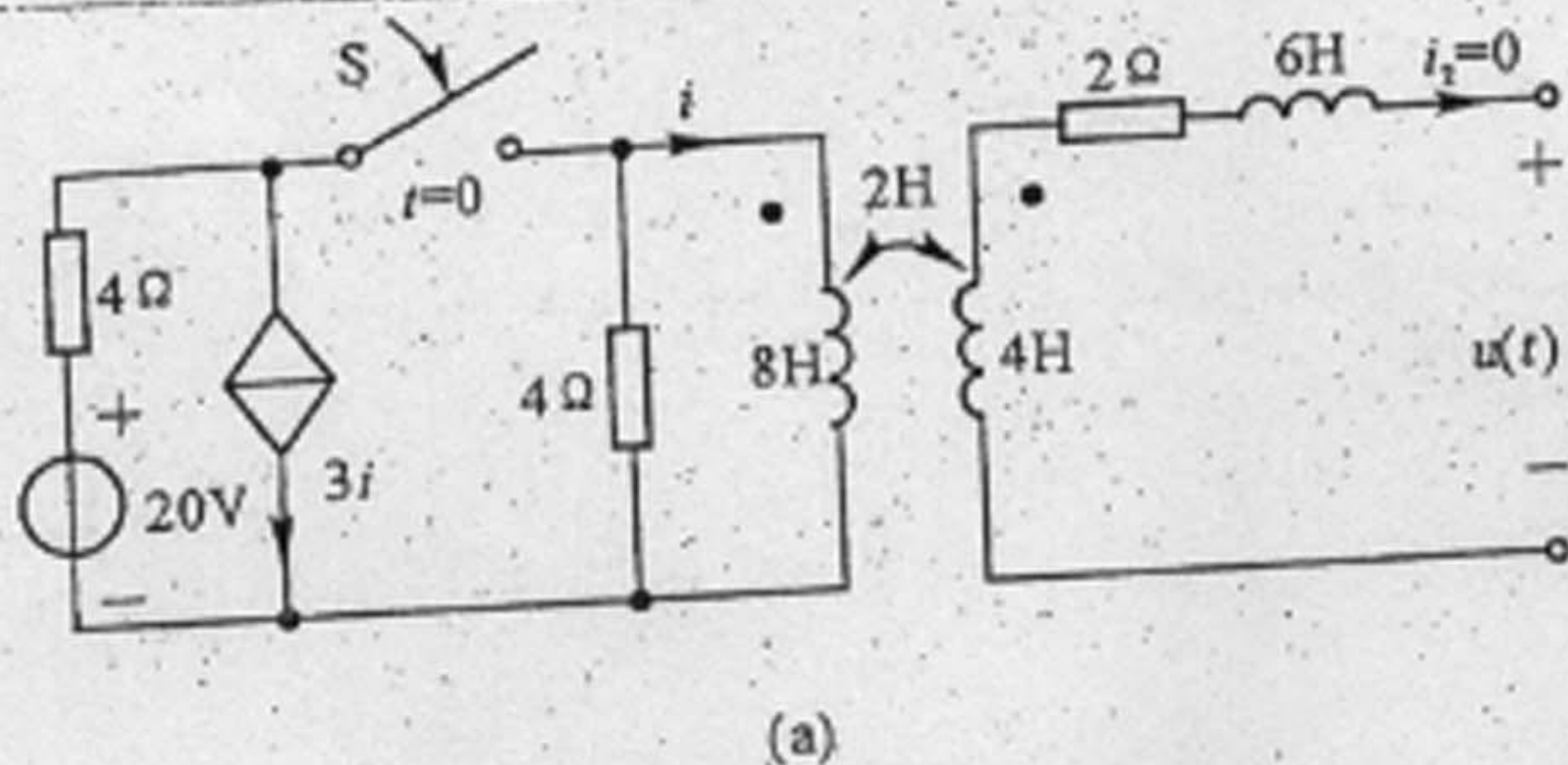


图 10.8

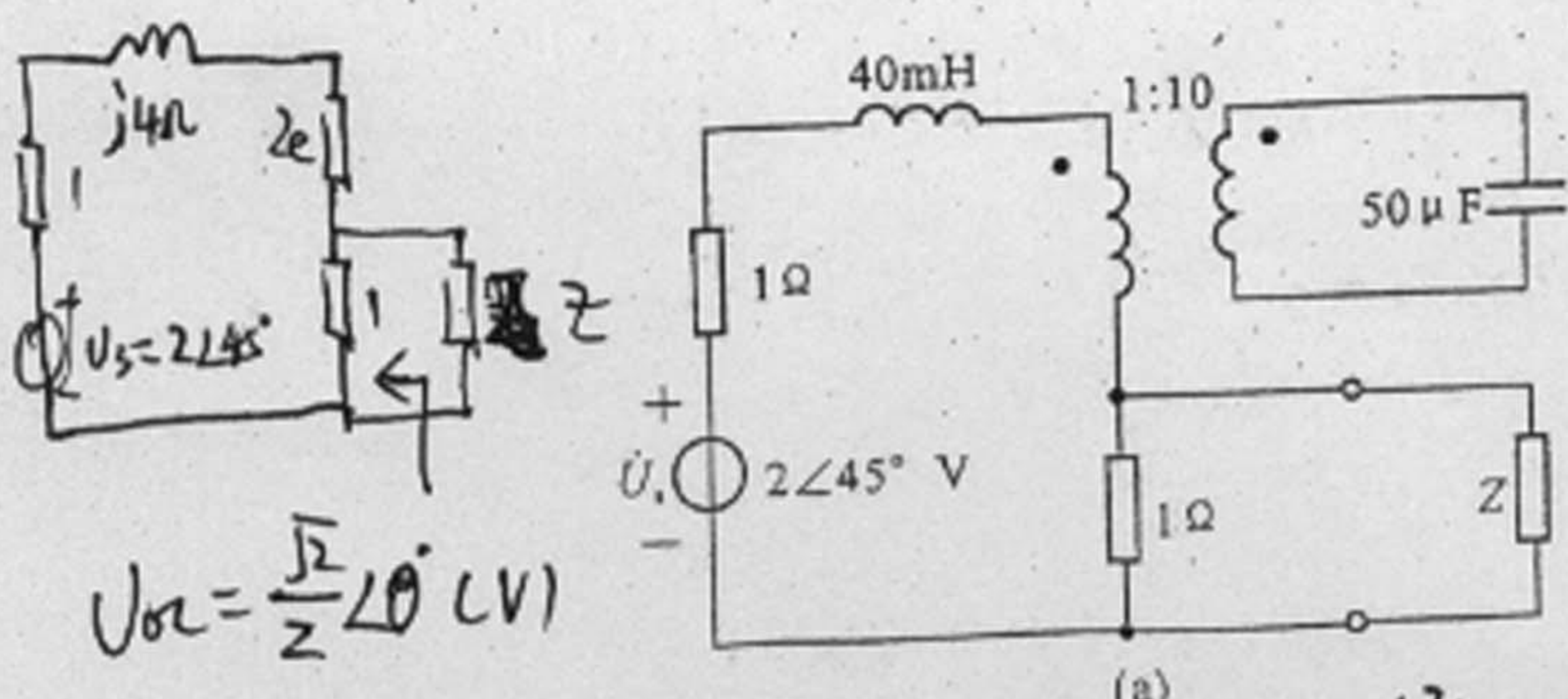
解:

①  $t = 0^-$ :  $i_1(0^-) = 0 = i_1(0^+)$ ,  $i_2(0^-) = i_2(0^+) = 0$

②  $t > 0$ :  $u_{oc} = 10\text{V}$ ,  $R_e = 8\Omega$ ,  $i_1(\infty) = 1.25\text{A}$ ,  $i_2(\infty) = 1.25\text{A}$ ,  $i(t) = 1.25(1 - e^{-t}) \text{ A}$

③  $t > 1$ :  $i_1(1^+) = i_1(1^-) = 1.25(1 - e^{-1}) \text{ A}$ ,  $i_2(1^+) = 0$ ,  $i(t) = 0.79e^{-\frac{t-1}{2}} \text{ A}$ ,  $u(t) = 2 \frac{di(t)}{dt} = 0.79e^{-\frac{t-1}{2}} \text{ V}$

例 10.9 图 10.9(a) 所示电路,  $\omega = 100 \text{ rad/s}$ ,求  $Z$  为何值时能获得最大功率  $P_m$ ,  $P_m$  的值为多大?(西安交通大学研究生招生试题)

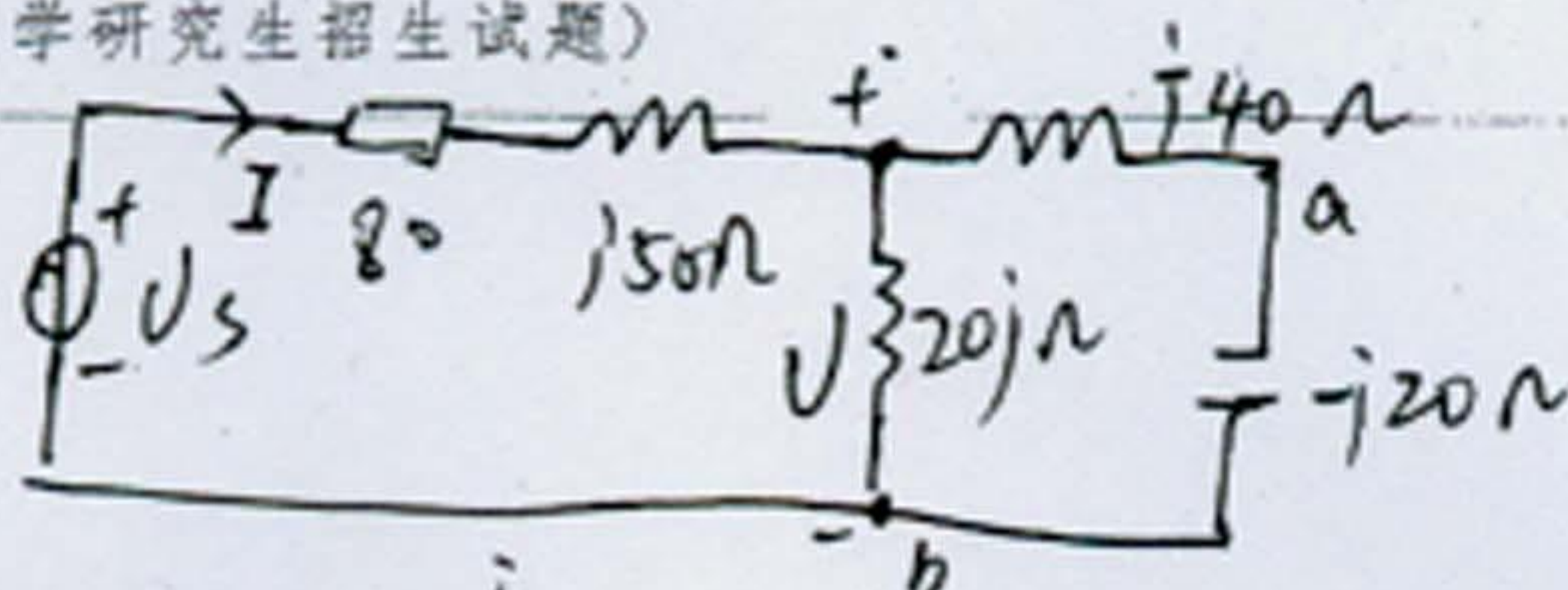
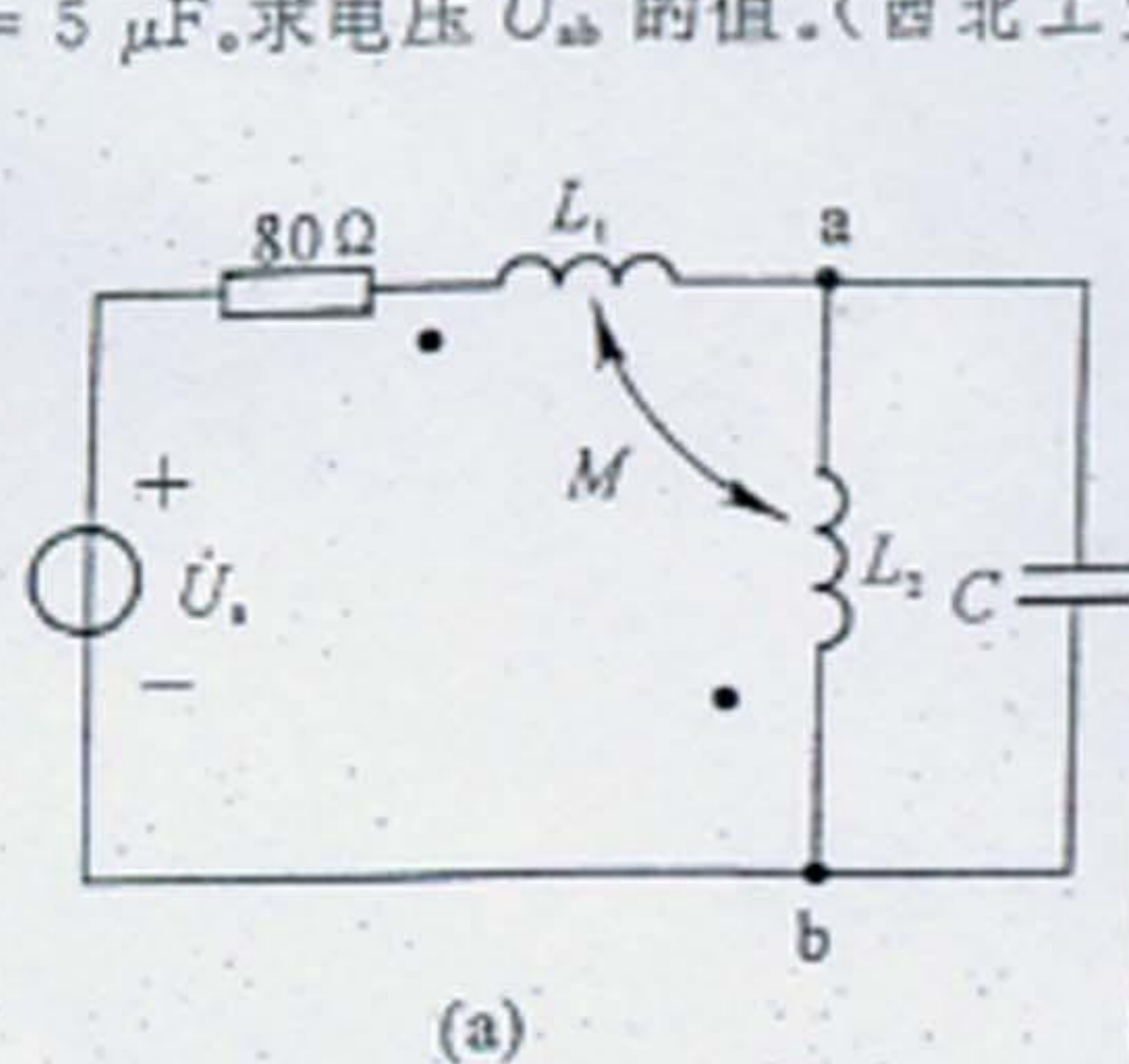


$$U_{oc} = \frac{\sqrt{2}}{2} \angle 0^\circ \text{ (V)}$$

$$R_e = \frac{3+j}{4} (\Omega)$$

$$Z = \frac{3-j}{4}, P_m = \frac{U_{oc}^2}{4R_e}$$

例 10.10 图 10.10(a) 所示电路,  $\omega = 10^4 \text{ rad/s}$ ,  $\dot{U}_s = 100 \angle 0^\circ \text{ V}$ ,  $R = 80 \Omega$ ,  $L_1 = 9 \text{ mH}$ ,  $L_2 = 6 \text{ mH}$ ,  $M = 4 \text{ mH}$ ,  $C = 5 \mu\text{F}$ . 求电压  $\dot{U}_{ab}$  的值. (西北工业大学研究生招生试题)



$$\dot{U} = \frac{10j}{80 + 60j} \times 100 \angle 0^\circ = 10 \angle 19^\circ - 36.9^\circ$$

$$\dot{U}_{ab} = \frac{-20j}{j40 - j20} \cdot \dot{U} = 10 \angle -126.9^\circ$$

例 10.11 图 10.11 所示电路, 已知  $R_1$  吸收的功率  $P_1$  为 10 W, 则  $R_2$  吸收的功率  $P_2 =$  \_\_\_\_\_. (西北工业大学期末考试题)

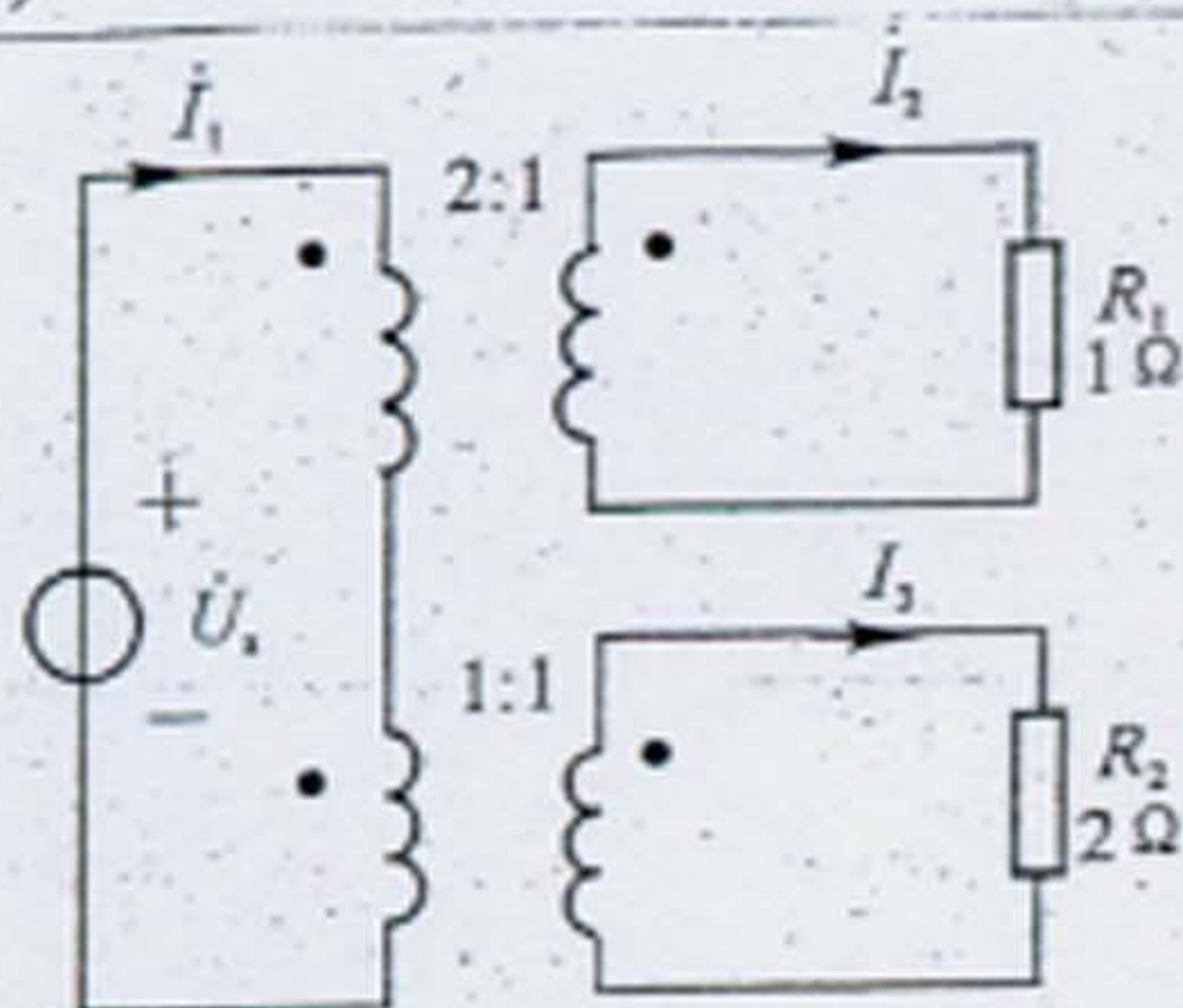
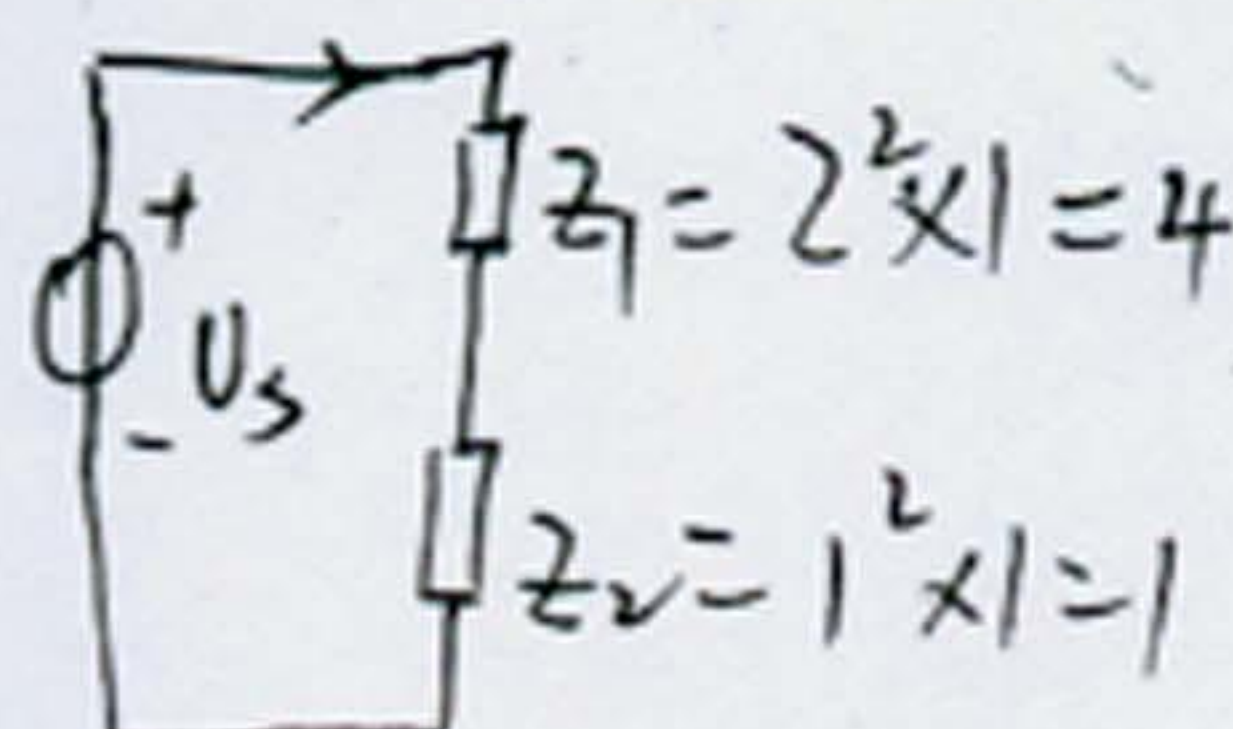


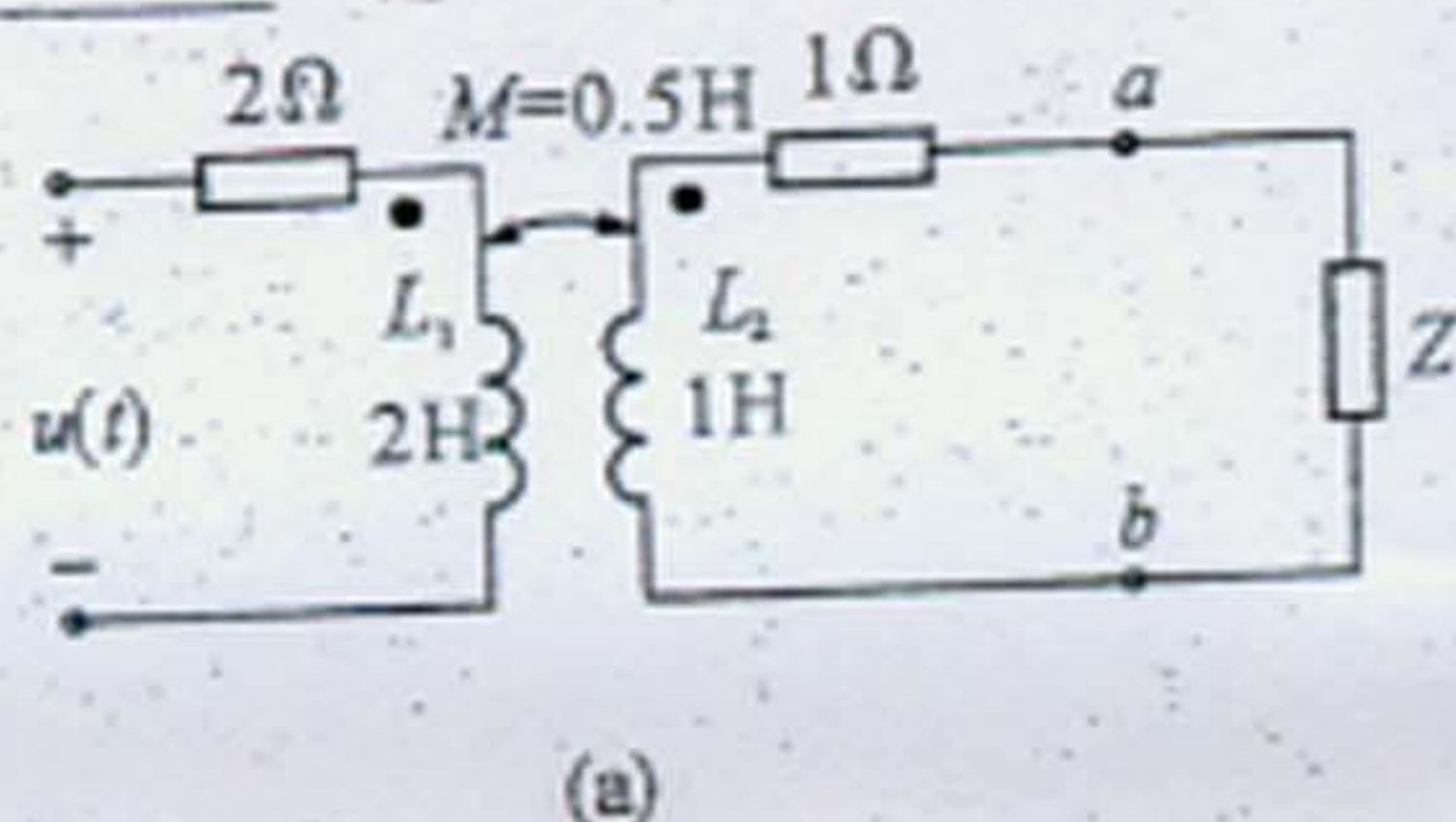
图 10.11



$$4I^2 = 10 \quad I^2 = \frac{5}{2}$$

$$P_2 = 2I^2 = 5 \text{ W}$$

例 10.12 图 10.12(a) 所示电路,  $u(t) = \sqrt{2} \sin t \text{ V}$ . 求  $Z$  为何值时能获得最大功率  $P_m$ ,  $P_m$  的值多大? (清华大学研究生招生试题)



(a)

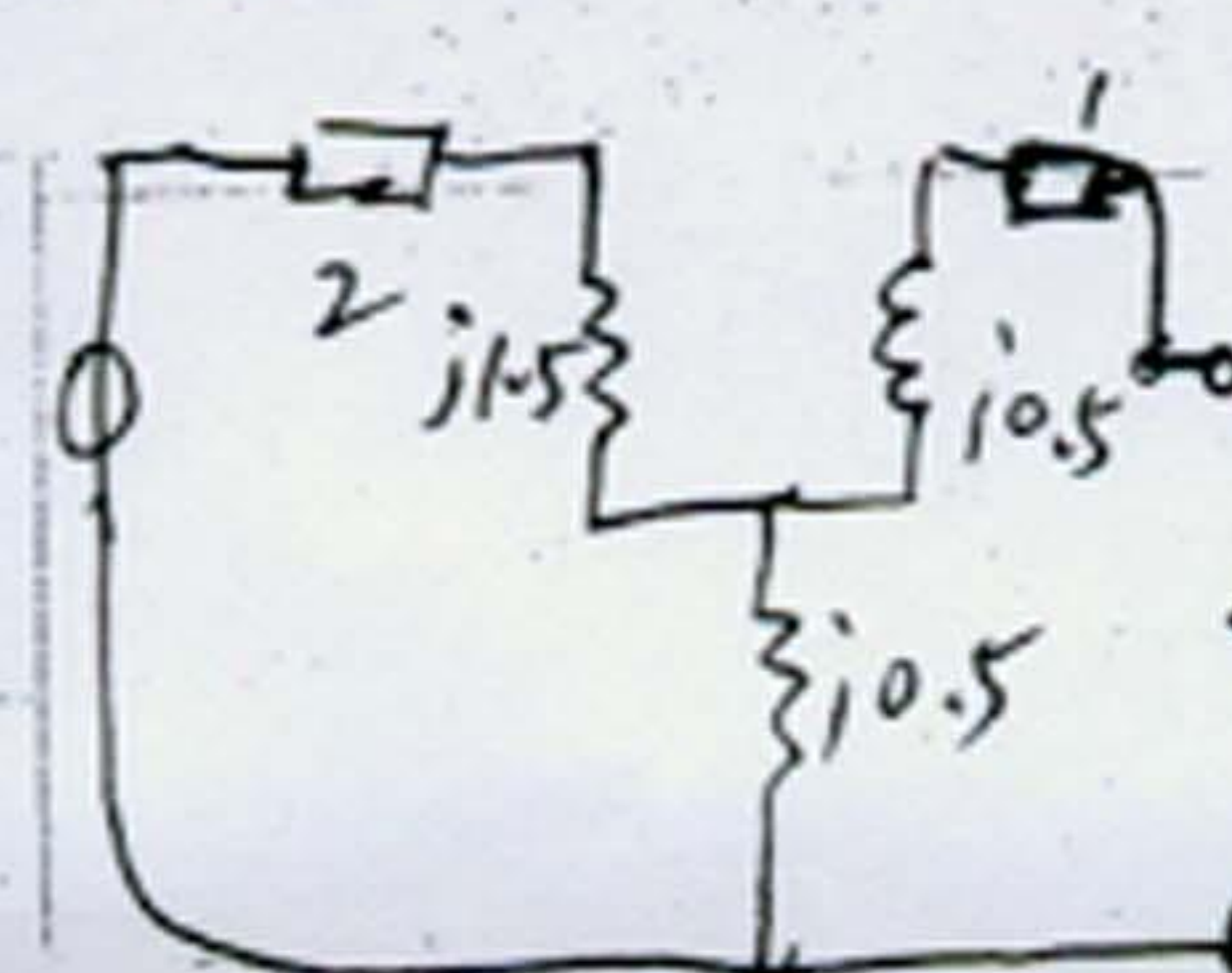


图 10.12

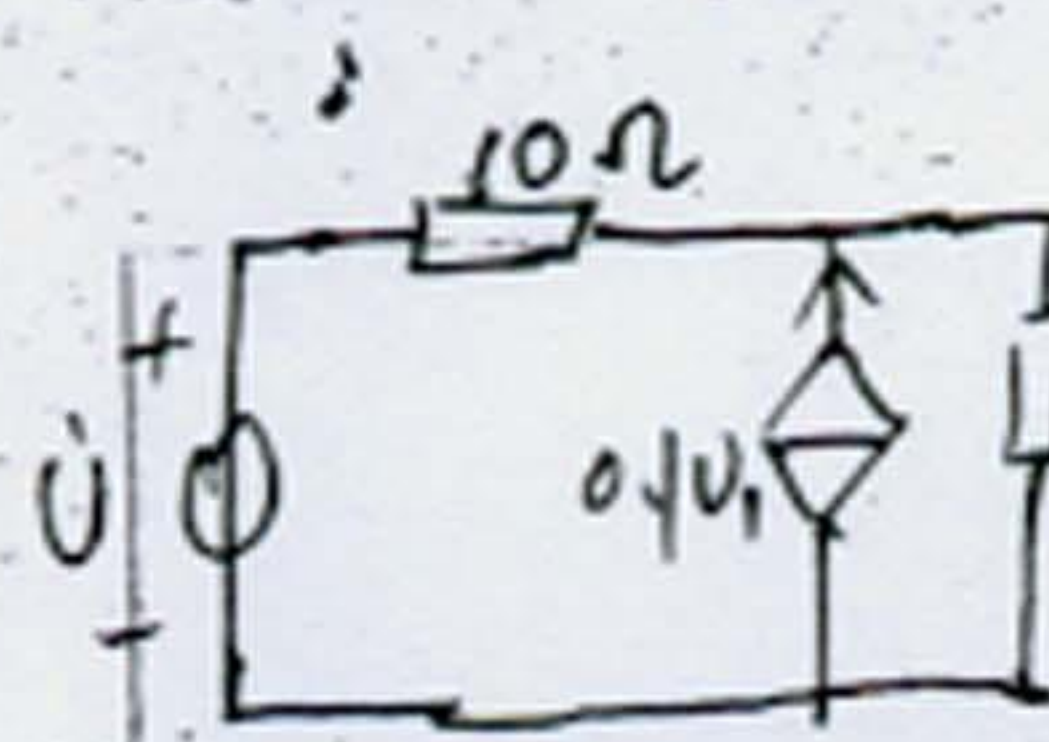
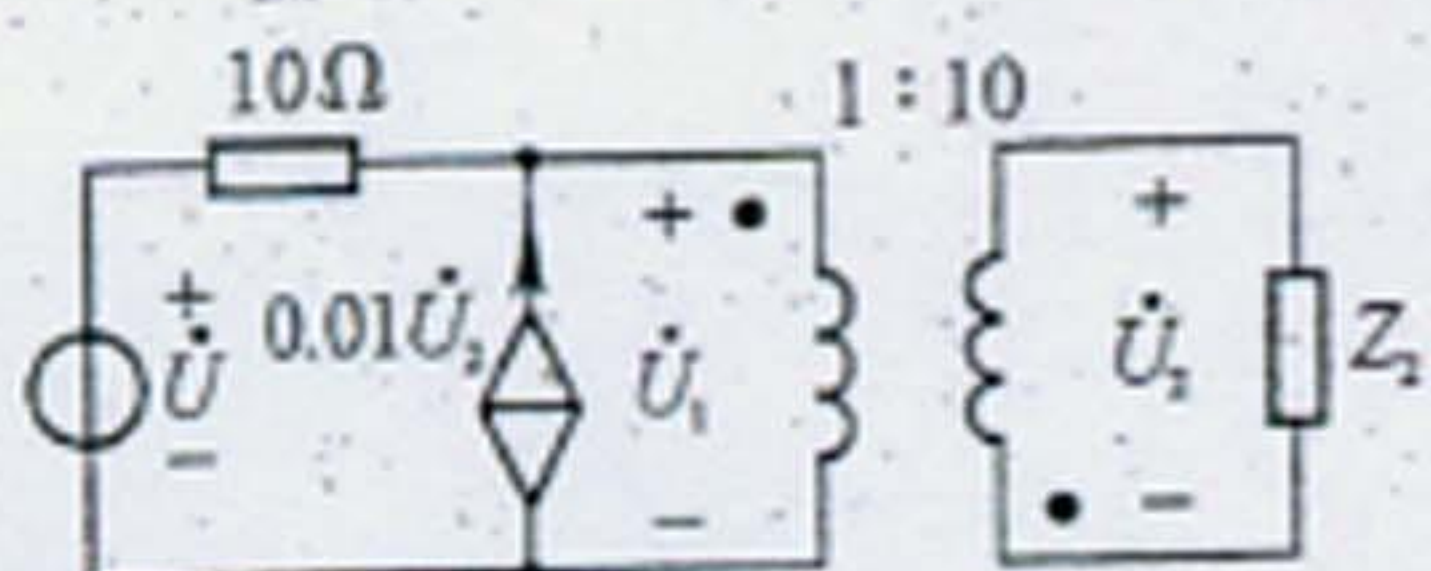
$$U_{oc} = \frac{1}{4\sqrt{2}} \angle 45^\circ$$

$$Z_e = 1.06 + 0.94j (\Omega)$$

$$\text{令 } Z = Z_e^* = 1.06 - 0.94j$$

$$P_m = 0.0074$$

例 10.13 图 10.13(a) 所示电路,  $\dot{U} = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$ ,  $Z_2 = 300 + j400 \Omega$ . 求  $\dot{U}_2$ . (北京理工大学研究生招生试题)



$$\frac{\dot{U}_1}{\dot{U}_2} = -1/10 \quad \Rightarrow \quad \dot{U}_2 = -10\dot{U}_1$$

图 10.13

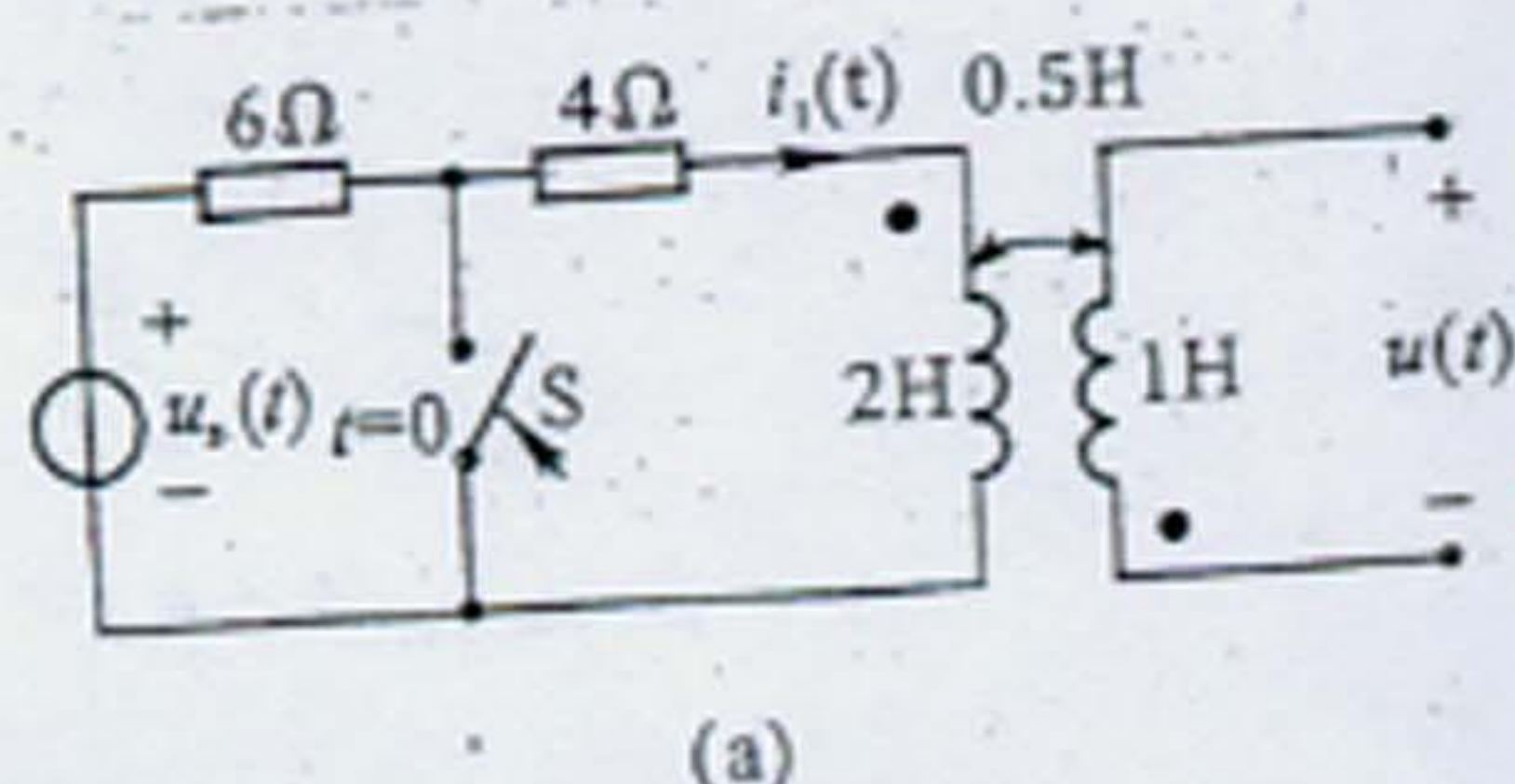
$$Z_e = \frac{1}{10^2} Z_2 = 3 + j4 (\Omega)$$

$$\dot{U}_1 = \frac{1}{0.2 + \frac{1}{3+j4}}$$

$$(\frac{1}{10} + \frac{1}{3+j4})\dot{U}_1 = \frac{\dot{U}}{10} - 0.1\dot{U}_1 \quad \dot{U}_2 = -10\dot{U}_1$$

$$(0.2 + \frac{1}{3+j4})\dot{U}_1 = 1 \angle 0^\circ \quad \dot{U}_2 = 28 \angle -153.4^\circ$$

例 10.14 图 10.14(a) 所示电路,  $u_s(t) = 10 \sin 5t \text{ V}$ ,  $t < 0$  时 S 打开, 电路已工作于稳态. 今于  $t = 0$  时刻闭合 S, 求  $t > 0$  时的开路电压  $u(t)$ . (西安电子科技大学期末考试题)



(a)

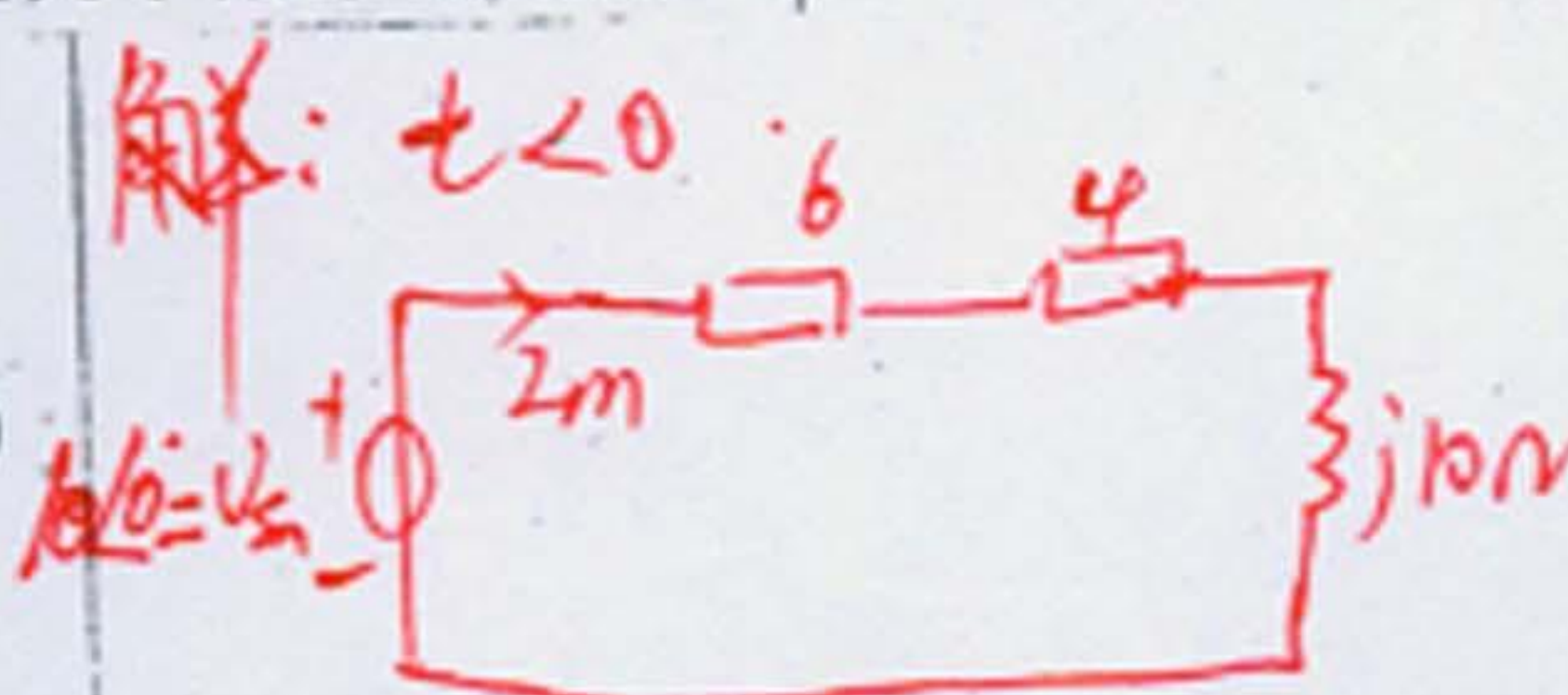


图 10.14

$$Z_m = \frac{10 \angle 0^\circ}{10 + 10j} = \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ$$

$$Z_{L(0-)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin(5t - 45^\circ)$$

$$\dot{Z}_{L(0-)} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin(-45^\circ) = -0.5 \text{ A} = \dot{Z}_{L(0+)}$$

$$t \rightarrow \infty \quad \dot{Z}_{L(\infty)} = 0 \quad \tau = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$\dot{Z}(t) = 0 + (-0.5 - 0)e^{-2t} = -0.5e^{-2t}$$