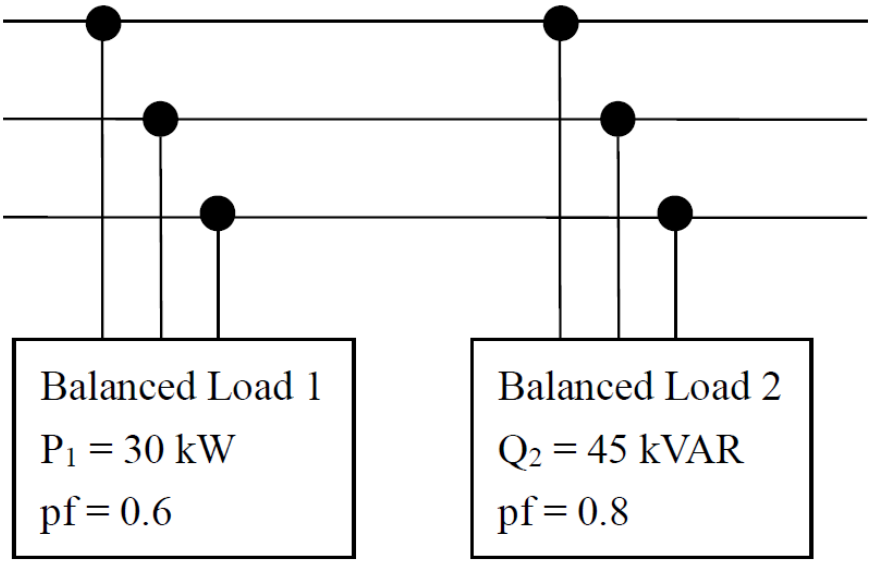
109 年公務人員特種考試警察人員、一般警察人員考試及 109 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試
等別：高員三級考試
類科組：電力工程、電子工程
科目：電路學

一、在圖一電路中，有兩個平衡負載連接到 240-kVrms 60-Hz 三相電源，試求出這個組合負載之總複數功率（total complex power）（S）與總線電流（total line current）。（20 分）



圖一

【擬答】：

$$\overline{S_1} = P_1 + jQ_1 = P_1 + j\frac{P_1}{\cos\theta_1}\sin\theta_1 = 30k + j\frac{30k}{0.6}\times 0.8 = 30k + j40k$$

$$\overline{S_2} = P_2 + jQ_2 = \frac{Q_2}{\sin\theta_2}\cos\theta_2 + jQ_2 = \frac{45k}{0.6}\times 0.8 + j45k = 60k + j45k$$

$$\overline{S_T} = \overline{S_1} + \overline{S_2} = (30k + 60k) + j(40k + 45k) = 90k + j85k \ \ (VA) = 123.79k\angle 43.36^o \ \ (VA)$$

$$S_T = \sqrt{3}V_L I_L \Rightarrow 123.79k = \sqrt{3}\times 240k \times I_L \Rightarrow I_L = 0.298 \ \ (A)$$

∵總阻抗為電感性

$$\therefore \theta_V - \theta_i = 43.36^o$$

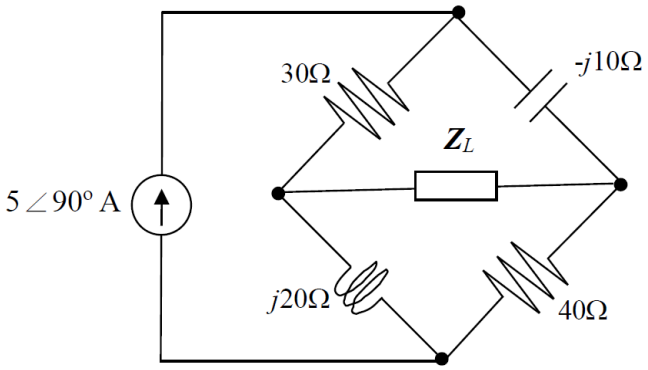
$$\Rightarrow 0^o - \theta_i = 43.36^o$$

$$\Rightarrow \theta_i = -43.36^o$$

故總線路電流為

$$\overline{I_L} = 0.298\angle -43.36^o \ \ (A)$$

二、在圖二電路中，Z_L 為多少時，可以獲得最大功率轉移，其最大功率為多少？（20 分）



圖二

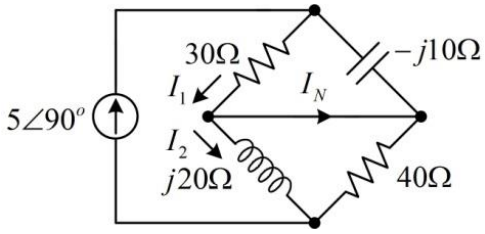
【擬答】：

求 I_N：

$$I_N = I_1 - I_2$$

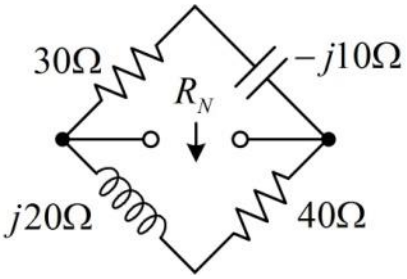
$$= 5\angle 90^o \times \frac{-j10}{30+(-j10)} - 5\angle 90^o \times \frac{40}{j20+40}$$

$$= 3.54\angle -98.13^o \quad (A)$$



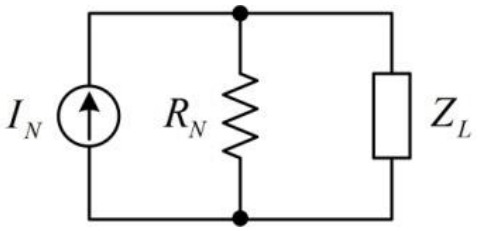
求 Z_N：

$$R_N = (30-j10)//(40+j20) = 20\Omega$$



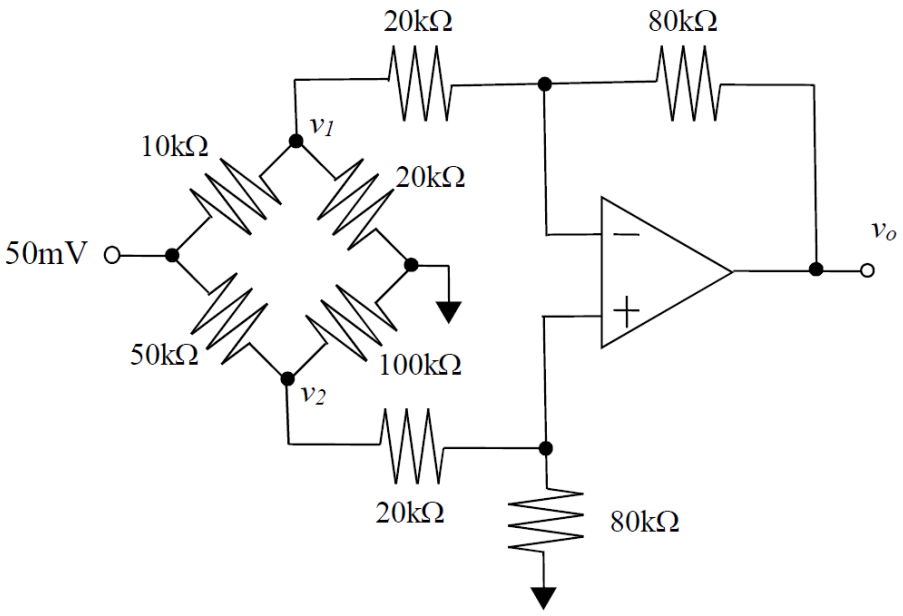
當 $Z_L = R_L = 20\Omega$ 時有 $P_{L\max}$

且 $P_{L\max} = \frac{I_N^2 \times R_N}{4} = \frac{3.54^2 \times 20}{4} = 62.658W$



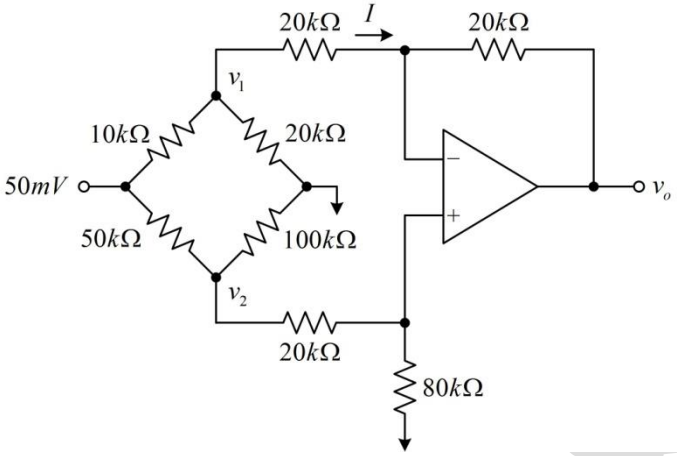
全國最大公教職網站 http://www.public.com.tw

三、在圖三的理想運算放大器電路中，試求出輸出電壓v_o。（20 分）



圖三

【擬答】：



$$V_2 = 50m \times \frac{[100k\,//\,(20k+80k)]}{50k+[100k\,//\,(20k+80k)]} = 25mV$$

$$V_+ = V_2 \times \frac{80k}{20k+80k} = 25m \times \frac{80}{100} = 20mV = V_-$$

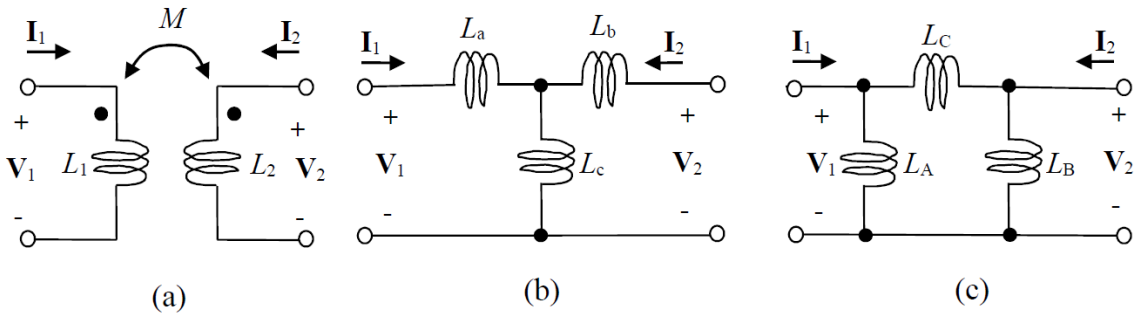
$$\frac{V_1-50m}{10k}+\frac{V_1}{20k}+\frac{V_1-20m}{20k}=0 \Rightarrow V_1 = 30mV$$

$$I = \frac{V_1-20m}{20k} = \frac{30m-20m}{20k} = 5\times10^{-7}A$$

$$V_o = 20m - I\times80k = -20mV$$

全國最大公教職網站 http://www.public.com.tw

四、在圖四(a)之線性變壓器電路中，試求圖四(b)等效 T 電路之（L_a，L_b，L_c）與圖四(c)等效π電路之（L_A，L_B，L_C），其中等效 T 電路之關係為 V=[M]I，等效π電路之關係為 I=[M]V。（20分）



圖四

【擬答】：

$$V_1 = j\omega L_1 I_1 + j\omega M I_2$$
$$V_2 = j\omega M I_1 + j\omega L_2 I_2$$
$$\Rightarrow$$
$$I_1 = \frac{L_2}{j\omega(L_1L_2 - M^2)}V_1 - \frac{M}{j\omega(L_1L_2 - M^2)}V_2$$
$$I_2 = \frac{M}{j\omega(L_1L_2 - M^2)}V_1 - \frac{L_1}{j\omega(L_1L_2 - M^2)}V_2$$

T 電路

$$V_1 = j\omega(L_a + L_c)I_1 + j\omega L_c I_2$$
$$V_2 = j\omega L_c I_1 + j\omega(L_b + L_c)I_2$$

$\because$

$$L_a + L_c = L_1$$
$$L_c = M$$
$$L_b + L_c = L_2$$

$\therefore$

$$L_a = L_1 - M$$
$$L_b = L_2 - M$$
$$L_c = M$$

π電路

$$I_1 = \frac{V_1}{j\omega L_A} + \frac{V_1 - V_2}{j\omega L_c}$$
$$\Rightarrow I_1 = (\frac{1}{j\omega L_A} + \frac{1}{j\omega L_c})V_1 - \frac{1}{j\omega L_c}V_2$$

$$I_2=\frac{V_2}{j\omega L_B}+\frac{V_2-V_1}{j\omega L_c}$$

$$\Rightarrow I_2=-\frac{1}{j\omega L_c}V_1+(\frac{1}{j\omega L_B}+\frac{1}{j\omega L_c})V_2$$

$$\because \frac{1}{j\omega L_A}+\frac{1}{j\omega L_C}=\frac{L_2}{j\omega(L_1L_2-M^2)}$$

$$\frac{1}{j\omega L_c}=\frac{M}{j\omega(L_1L_2-M^2)}$$

$$\frac{1}{j\omega L_B}+\frac{1}{j\omega L_C}=\frac{L_1}{j\omega(L_1L_2-M^2)}$$

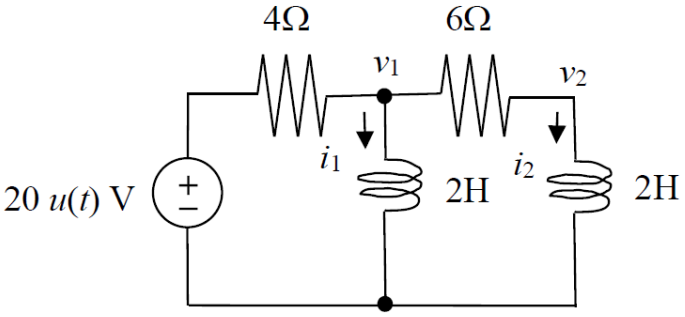
$\therefore$

$$L_A=\frac{L_1L_2-M^2}{L_2M}$$

$$L_B=\frac{L_1L_2-M^2}{L_1M}$$

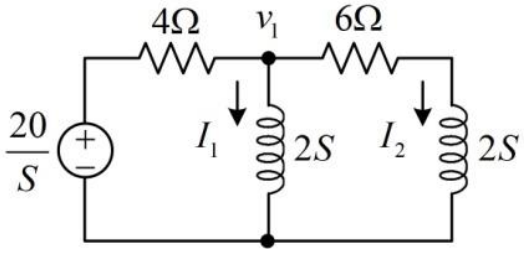
$$L_C=\frac{L_1L_2-M^2}{M}$$

五、在圖五的電路中，試求出 i_1 與 i_2, $t>0$。（20 分）



圖五

【擬答】：



全國最大公教職網站 http://www.public.com.tw

$$\frac{v_1-\frac{20}{S}}{4}+\frac{v_1}{2S}+\frac{v_1}{6+2S}=0\Rightarrow v_1=\frac{20S+60}{S^2+7S+6}$$

$$I_1=\frac{v_1}{2S}=\frac{20S+60}{2S\cdot(S^2+7S+6)}=\frac{10S+30}{S(S+1)(S+6)}=\frac{5}{S}+\frac{-4}{S+1}+\frac{-1}{S+6}$$

$$i(t)=L^{-1}\{\frac{5}{S}+\frac{-4}{S+1}+\frac{-1}{S+6}\}=[5-4e^{-t}-e^{-6t}]u(t)(A)$$

$$I_2=\frac{v_1}{2S+6}=\frac{20S+60}{(2S+6)(S^2+7S+6)}=\frac{10}{(S+1)(S+6)}=\frac{2}{S+1}+\frac{-2}{S+6}$$

$$i_2(t)=L^{-1}\{\frac{2}{S+1}+\frac{-2}{S+6}\}=[2e^{-t}-2e^{-6t}]u(t)\ \ (A)$$

公職王