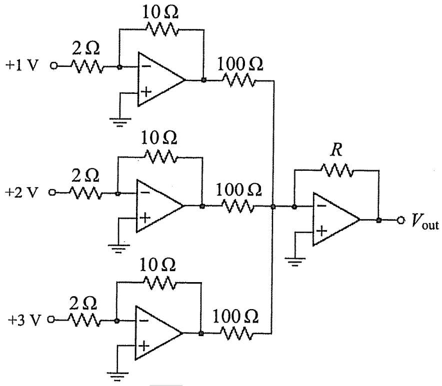
103 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：電力工程、電子工程、電信工程
科 目：電路學

一、參考圖一之理想運算放大器電路，R 的數值為多少時，可得 V_{out}=10V。



圖一

【擬答】：

設上、中、下 OPA 之輸入電壓為 V_{i1}、V_{i2}、V_{i3}

輸出電壓即為 $V_{o1}=V_{i1}\cdot(\frac{-10}{2})$，$V_{o2}=V_{i2}\cdot(\frac{-10}{2})$，$V_{o3}=V_{i3}\cdot(\frac{-10}{2})$

又 $V_{out}=V_{o1}\cdot(-\frac{R}{100})+V_{o2}\cdot(-\frac{R}{100})+V_{o3}\cdot(-\frac{R}{100})$

$$=-5V_{i1}\cdot(-\frac{R}{100})+(-5V_{i2})\cdot(-\frac{R}{100})+(-5V_{i3})\cdot(-\frac{R}{100})$$

$$=\frac{R}{20}(V_{i1}+V_{i2}+V_{i3})=\frac{R}{20}(1+2+3)=\frac{R}{4}=10$$

R=40Ω

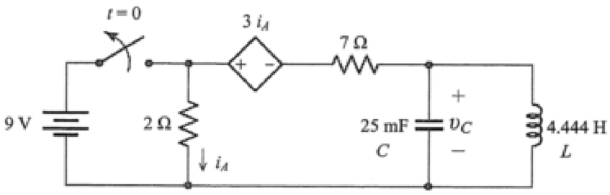
二、如圖二所示電路中的開關在 t=0 前已經關閉了一段時間。試求：

(一) $i_A(0^-)$

(二) $i_A(0^+)$

(三) $\upsilon_c(0^-)$

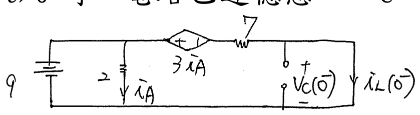
(四)在 $t>0$ 時，與 L 及 C 並聯的等效電阻值。



圖二

【擬答】：

t>0 時，電路已達穩態　　C：open　　L：short（開關 SW：close）



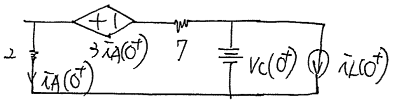
$i_A=9/2=4.5A$

$Vc(0^-)$=0.9=3×4.5+7×$i_L(0^-)$，$i_L(0^-)$=-0.64286A

(一) $i_A(0^-)$=4.5A

(二) $i_A(0^+)$=0A

t>0+時瞬間電路（SW　open）



$V_C(0^+)=V_C(0^-)=0$，by KVh 方程　$2i_A+7i_A-3i_A=0$，$i_A(0^+)=0A$

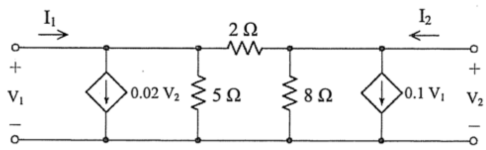
㈢ $v_C(0^-)=0V$

㈣ t >0 時 SW 為 open，電路為無源網路（無獨立電源）

故 $V_C(t)=0V$　故 L 及 C 並聯的等效電阻為 0Ω

三、㈠試求圖三所示雙埠網路之 z 參數。

㈡若 $I_1=I_2=1A$，試求電壓增益 $\frac{V_2}{V_1}$。



圖三

【擬答】：

令最低點為 0V（接電）

V_1 點 KCL 方程為

$$\frac{V_1-V_2}{2}+\frac{V_1}{5}+0.02V_1=I_1$$

$$\frac{V_2-V_1}{2}+\frac{V_2}{8}+0.1V_1=I_2$$

$$\Rightarrow\begin{bmatrix}\frac{1}{2}+\frac{1}{5}+0.02 & -\frac{1}{2}\\ 0.1-\frac{1}{2} & \frac{1}{2}+\frac{1}{8}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}V_1\\V_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}I_1\\I_2\end{bmatrix}\Rightarrow Y\cdot IV=I\text{，}Z=Y^{-1}$$

㈠ Z 參數 $=\begin{bmatrix}0.72 & -0.5\\ -0.4 & 0.625\end{bmatrix}^{-1}=\dfrac{\begin{bmatrix}0.625 & 0.5\\ 0.4 & 0.72\end{bmatrix}}{0.72\times0.625-0.4\times0.5}=\begin{bmatrix}2.5 & 2\\ 1.6 & 2.88\end{bmatrix}\Omega$

即 $Z_{11}=2.5\Omega$，$Z_{12}=2\Omega$，$Z_{21}=1.6\Omega$，$Z_{22}=2.88\Omega$

㈡ $\begin{bmatrix}2.5 & 2\\ 1.6 & 2.88\end{bmatrix}\begin{bmatrix}I_1\\I_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}V_1\\V_2\end{bmatrix}$，$\begin{bmatrix}2.5 & 2\\ 1.6 & 2.88\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}4.5\\4.48\end{bmatrix}$

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{4.48}{4.5}=0.9956$$

四、有一個平衡的三相系統，其線對線電壓為 240 Vrms，供應兩組並聯的三相負載，其中一組△接，每相負載（$12+j1$）kΩ，以及一組 Y 接，每相負載（$5+j3$）kΩ。以 V_{ab} 線對線電壓為參考。試求：

㈠線電流。

㈡總負載的功率因數。

㈢總負載所吸收的功率。

【擬答】：

㈠ $S=S_Y+S_\Delta=\dfrac{|V\ell|^2}{Z_Y^{\ *}}+3\dfrac{|V\ell|^2}{Z_\Delta^{\ *}}=\dfrac{240^2}{(5+j3)^*}+\dfrac{3\times240^2}{(12+j)^*}$

$=23.619\underline{|15.4}°=|S|\underline{|\theta}\ (VA)$

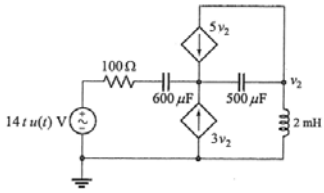
$|S|=\sqrt{3}|V\ell||I\ell|$，$23.6189=\sqrt{3}\times240\times|I\ell|$，

$|I\ell|=0.0568A$

㈡ $PF=\cos\theta=\cos(15.4°)=0.964$ 落後

㈢總功率為 23.6198 VA

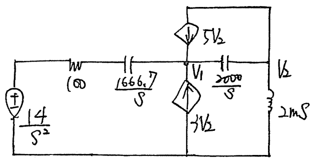
五、假設圖四之電路中，沒有任何的初始儲能。試求在 t =100ms 時，v_2的數值。



圖四

【擬答】：

S-domain circuit



$$\frac{V_1-\frac{14}{S^2}}{100+\frac{1666.7}{S}}+\frac{V_1-V_2}{\frac{2000}{S}}+(-5V_2)+(-3V_2)=0$$

$$5V_2+\frac{V_2-V_1}{\frac{2000}{S}}+\frac{V_2}{2mS}=0$$

$$\begin{bmatrix}\frac{S}{2000}+\frac{1}{100+\frac{1666.7}{S}} & -8-\frac{S}{2000}\\ -\frac{S}{2000} & \frac{S}{2000}+5+\frac{500}{S}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}V_1\\ V_2\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{14}{S^2(100+\frac{1666.7}{S})}\\ 0\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\frac{14}{100S^2+1666.7S}\\ 0\end{bmatrix}$$

by Cramer’s Rule

$$V_2=\frac{\begin{vmatrix}\frac{S}{2000}+\frac{S}{100S+1666.7} & \frac{14}{100S^2+1666.7}\\ -\frac{S}{2000} & 0\end{vmatrix}}{\begin{vmatrix}\frac{S}{2000}+\frac{S}{100S+1666.7} & -8-\frac{S}{2000}\\ -\frac{S}{2000} & \frac{S}{2000}+5+\frac{500}{S}\end{vmatrix}}=\frac{\frac{14S}{2000(100S^2+1666.7S)}}{\frac{S^2}{2000^2}+\frac{5S}{2000}+\frac{1}{4}+\frac{S}{100S+1666.7(\frac{S}{2000}+5+\frac{500}{S})}}-\frac{8S}{2000}-\frac{S^2}{2000^2}$$

$$V_2=\frac{\frac{14S}{2000(100S+1666.7)}}{\frac{S^2}{2000^2}+\frac{5S}{2000}+\frac{1}{4}+\frac{S}{100S+1666.7}(\frac{S}{2000}+5+\frac{500}{S})-\frac{8S}{2000}-\frac{S^2}{2000}}$$

$$=\frac{14}{-35(100S+1666.7)+500(100S+1666.7)+2000S(\frac{S}{200}+5+\frac{500}{S})}$$

$$=\frac{14}{-299S^2+55000S+1833350}=\frac{14}{-299}\left[\frac{1}{(S+28.82)(S-212.765)}\right]=\frac{-14}{299}\left(\frac{\frac{1}{-241.585}}{5+288.82}+\frac{\frac{1}{241.585}}{S-212.765}\right)$$

$$\sqrt{2}(t)=1.938\times10^{-4}(e^{-28.82t}-e^{212.765t})$$

$$\sqrt{2}(t=100m)=\sqrt{2}(0.1)=-549295.8V$$