《電子學與電路學》

試題評析	今年考題重點電路學著重於開關及簡單直流電器，皆屬傳統題目，而電子學則著重於 BJT 小信號 AC 分析，波形產生器及 FET DC 偏壓分析。
	第一題：考生須會簡單一階直流開關電路基本解析觀念。 第二題：頗爲簡單之直流電路分析（並非直流網路）。 第三題：BJT 完整分析，包括直流偏壓分析及交流小信號 AC 分析。 第四題：方波／三角波產生器，考生須了解比較器及電容非線性充放電方程式之解析，方有能力求解振盪頻率。 第五題：甚爲簡單之基本 FET 直流偏壓電路分析。

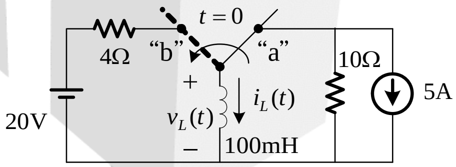
一、如圖所示電路，開關於 $t<0$ 時已置於位置“a”很久且已達穩定，在 $t=0$ 時將開關理想切換至位置“b”，請求出：

（一）當 $t \geq 0$ 之電感電流公式 $i_L(t)=$？（5 分）

（二）在 $t=0^+$ 之電感電壓初始值 $v_L(0^+)=$？（5 分）

（三）當電感電壓值達到 $v_L(t_1)=20V$ 時之 $t_1=$？（5 分）

（四）當電感電壓值達到 $v_L(t_2)=v_L(0^+)\cdot e^{-1}V$ 時之 $t_2=$？（5 分）

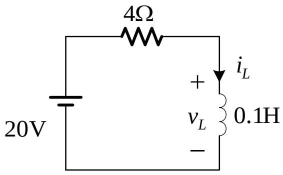


【擬答】

(一)當 $t=0^-$ 時，可得：

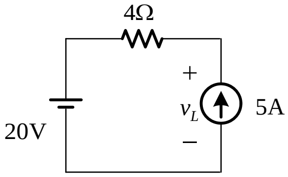
$i_L(0^-)=-5A \Rightarrow i_L(0^+)=i_L(0^-)=-5A$

當 $t>0$ 時：



$$i_L(t)=i_L(\infty)+[i_L(0^+)-i_L(\infty)]e^{-\frac{R}{L}t}=5+(-5-5)e^{-\frac{4}{0.1}t}=(5-10e^{-40t})A$$

(二)當 $t=0^+$ 時，可得：



$v_L(0^+)=(5\times4)+20=40A$

(三) $v_L(t)=0.1\dfrac{di_L(t)}{dt}=0.1\dfrac{d}{dt}(5-10e^{-40t})=40e^{-40t}V$

高點律師司法官班　http://www.license.com.tw/lawyer/
北市開封街一段 2 號 8 樓・02-23115586(代表號)

$\Rightarrow 20 = 40e^{-40t_1}$

$\Rightarrow t_1 = \left(\frac{1}{40}\ell n2\right)S \doteqdot 0.0173S$

(四) $v_L(t_2) = v_L(0^+)e^{-1}$

$\Rightarrow 40e^{-40t_2} = 40e^{-1}$

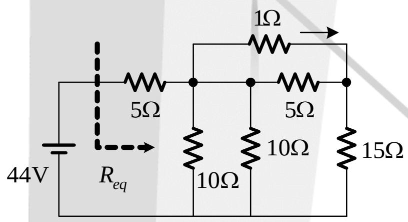
$\Rightarrow t_2 = \frac{1}{40}S$

二、如圖所示電阻電路，請求出：

(一)等效電阻 R_{eq} = ？（10 分）

(二)流經 1Ω電阻之電流 I = ？（5 分）

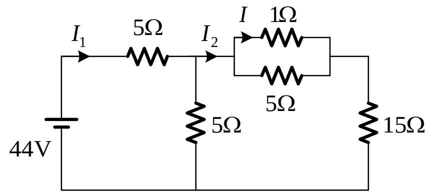
(三)在 15Ω電阻上之消耗功率=？（5 分）



【擬答】

(一) $R_{eq} = 5 + \left[5 // \left(15 + \frac{5}{6}\right)\right] = \frac{44}{5}\Omega$

(二)



$$I_1 = \frac{44}{\frac{44}{5}} = 5A$$

$$I_2 = \frac{5}{5 + \left(15 + \frac{5}{6}\right)} I_1 = \frac{6}{5}A$$

$$I = \frac{5}{1+5} I_2 = 1A$$

(三) $P_{15\Omega} = I_2^2 \times 15 = \left(\frac{6}{5}\right)^2 \times 15 = \frac{108}{5}W$

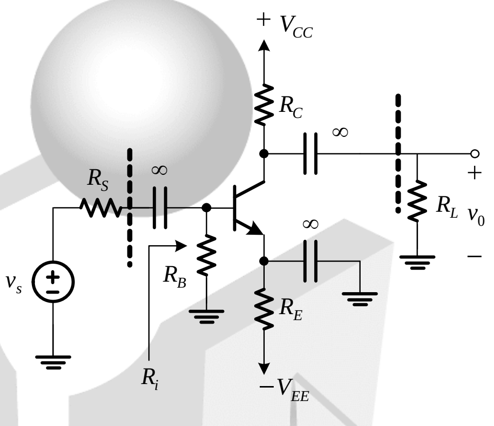
三、如圖所示電路，已知 $R_B = 200k\Omega$，$R_E = 20k\Omega$，$R_C = 15k\Omega$，$V_{CC} = V_{EE} = 20V$，電晶體 BJT 之 $\beta = 200$，$V_{BE} = 0.7V$，熱電壓（thermal voltage）$V_T = 25mV$，忽略歐利效應（Early Effect）$\gamma_0 = \infty$，

高點律師司法官班 http://www.license.com.tw/lawyer/
北市開封街一段 2 號 8 樓 • 02-23115586(代表號)

$R_S = 20k\Omega$，$R_L = 20k\Omega$，請求出在小訊號模型下：

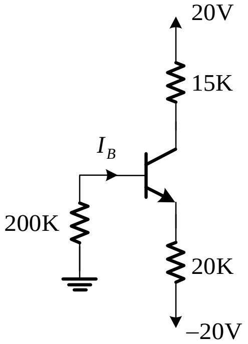
(一)從 R_S 往右側看入之輸入電阻 $R_i = ?$（5 分）

(二)電壓增益 $A_v = \frac{v_0}{v_s} = ?$（15 分）



【擬答】

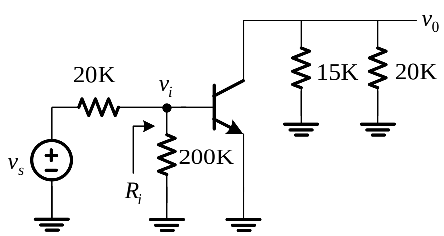
DC 分析：



$$I_B = \frac{0-(-20)-0.7}{200+(1+200)\times 20} \doteqdot 0.00457\text{mA}$$

$$\gamma_\pi = \frac{V_T}{I_B} = \frac{25\text{mA}}{0.00457\text{mA}} \doteqdot 5.47k\Omega$$

(一) AC 分析：



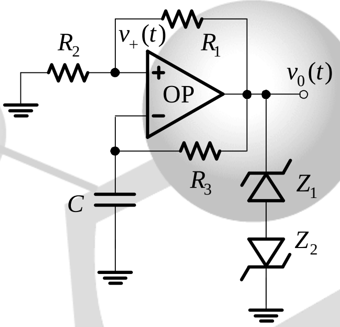
$R_i = 200K // 5.47K = 5.324k\Omega$

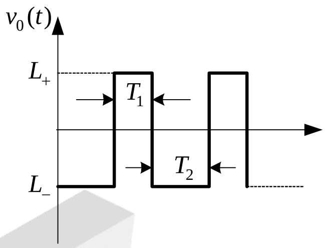
(二) $A_v = \frac{v_0}{v_s} = \frac{v_0}{v_i} \times \frac{v_i}{v_s} = \frac{-200(15//20)}{5.47} \times \frac{R_i}{20+R_i} \doteqdot 65.89$

四、如圖所示振盪電路之 OP 為理想運算放大器，已知稽納二極體之崩潰電壓為 $V_{Z1} = 15V$，$V_{Z2} = 10V$，導通電壓 $V_D = 0V$，$C = 0.025\mu F$，$R_1 = R_2 = 400k\Omega$，$R_3 = 800k\Omega$，請求出：

高點律師司法官班 http://www.license.com.tw/lawyer/
北市開封街一段 2 號 8 樓・02-23115586(代表號)

(一)輸出電壓 v_0 之最大值 $L_+ = ?$（5 分）
(二)輸出電壓 v_0 之最小值 $L_- = ?$（5 分）
(三)繪出 OP "+" 輸入端之波形圖 $v_+(t)$，同時標示出最大及最小值。(5 分)
(四)輸出波形之振盪頻率 $f = ?$（5 分）



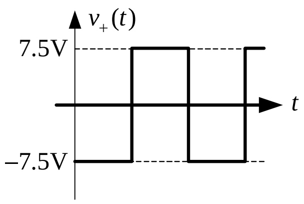


【擬答】

(一) $L_+ = v_{Z_1} + v_{D_2} = 15 + 0 = 15V$

(二) $L_- = -(v_{Z_2} + v_{D_1}) = -(15+0) = -15V$

(三)



$$v_+(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_0(t) = \frac{1}{2} v_0(t)$$

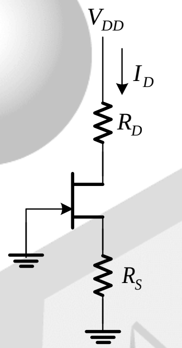
(四) $T = 2R_3C\ell n\left(\frac{1+\beta}{1-\beta}\right)$，$\beta = \frac{R_2}{R_2 + R_1} = \frac{1}{2}$

$$= 2 \times 800 \times 10^3 \times 0.025 \times 10^{-6}\, \ell n \left(\frac{1+\frac{1}{2}}{1-\frac{1}{2}} \right) S \doteqdot 4.394 \times 10^{-2} S$$

五、如圖所示電路 $V_{DD}=15V$，工作點電流 $I_D=8mA$，已知 n-通道 JFET 之夾止電壓(pinch-off voltage) $V_P=-3V$ ，$I_{DSS}=18mA$ ，JFET 於飽和區工作時之電流公式為 $I_D=k\cdot(V_{GS}-V_P)^2$，其中 k 為常數，請求出：

(一)JFET 源極端（Source）之串聯電阻 $R_S=?$（10 分）

(二)JFET 工作於飽和區之最大汲極端（Drain）串聯電阻 $R_D=?$（10 分）



【擬答】

(一) $8=18\left(1-\dfrac{V_{GS}}{-3}\right)^2 \Rightarrow V_{GS}=-1V$

得： $V_{GS}+I_D\cdot R_S=0 \Rightarrow -1+(8\times R_S)=0 \Rightarrow R_S=\dfrac{1}{8}k\Omega$

(二) $V_D=15-8\times R_D$

工作在飽和區條件爲：

$V_{GS}\le V_P$

$\Rightarrow 0-(15-8R_D)\le 3 \Rightarrow R_D\le\dfrac{12}{8}=\dfrac{3}{2}k\Omega$

得： $R_{D(max)}=\dfrac{3}{2}k\Omega$