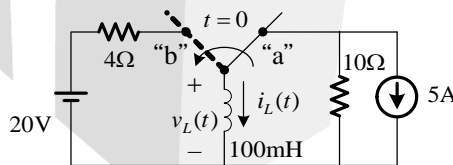


# 《電子學與電路學》

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：頗為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：甚為簡單之基本 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)

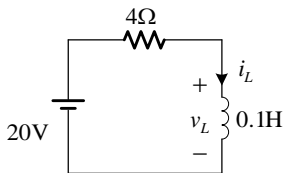


## 【擬答】

(一) 當  $t = 0^-$  時，可得：

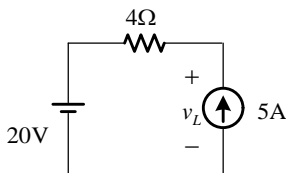
$$i_L(0^-) = -5A \Rightarrow i_L(0^+) = i_L(0^-) = -5A$$

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：



$$v_L(0^+) = (5 \times 4) + 20 = 40V$$

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



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

$$\Rightarrow t_1 = \left( \frac{1}{40} \ln 2 \right) \text{S} \approx 0.0173 \text{S}$$

$$(四) v_L(t_2) = v_L(0^+)e^{-1}$$

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

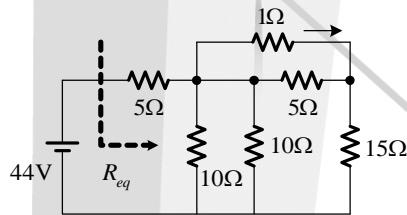
$$\Rightarrow t_2 = \frac{1}{40} \text{S}$$

二、如圖所示電阻電路，請求出：

(一) 等效電阻  $R_{eq} = ?$  (10 分)

(二) 流經  $1\Omega$  電阻之電流  $I = ?$  (5 分)

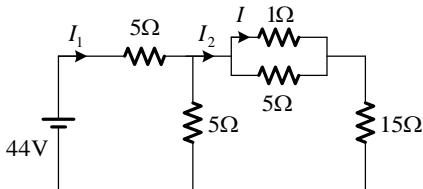
(三) 在  $15\Omega$  電阻上之消耗功率  $= ?$  (5 分)



【擬答】

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

(二)



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

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

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

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

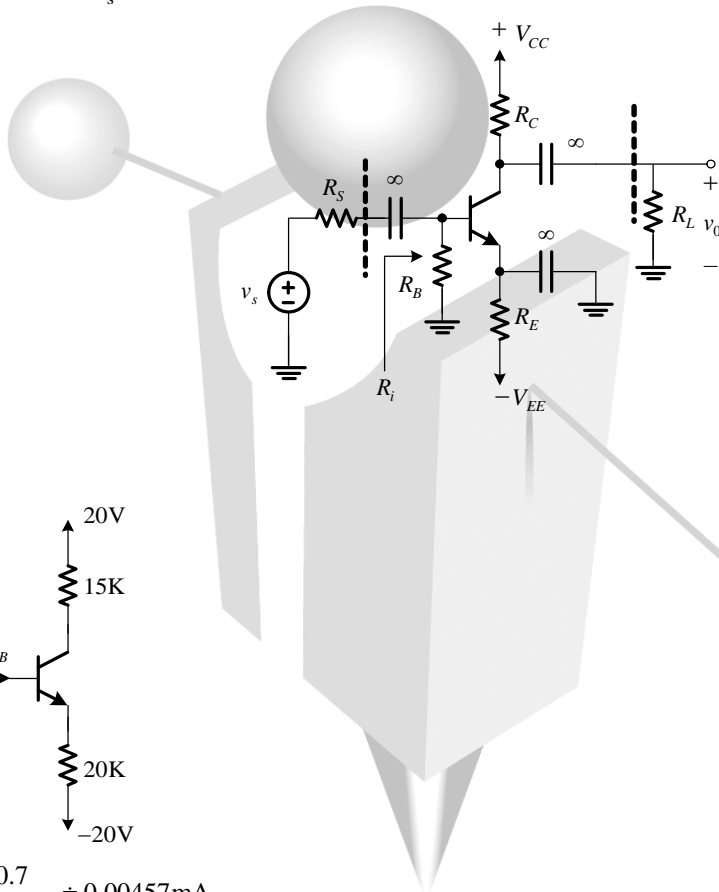
三、如圖所示電路，已知  $R_B = 200\text{k}\Omega$ ， $R_E = 20\text{k}\Omega$ ， $R_C = 15\text{k}\Omega$ ， $V_{CC} = V_{EE} = 20\text{V}$ ，電晶體 BJT 之  $\beta = 200$ ， $V_{BE} = 0.7\text{V}$ ，熱電壓 (thermal voltage)  $V_T = 25\text{mV}$ ，忽略歐利效應 (Early Effect)  $\gamma_0 = \infty$ ，



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

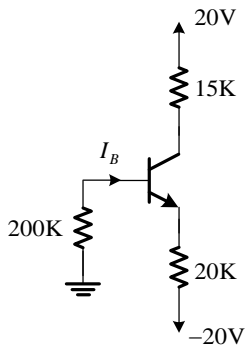
(一) 從  $R_S$  往右側看入之輸入電阻  $R_i = ?$  (5 分)

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



【擬答】

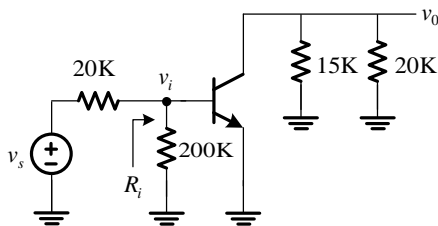
DC 分析：



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

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

(一) AC 分析：



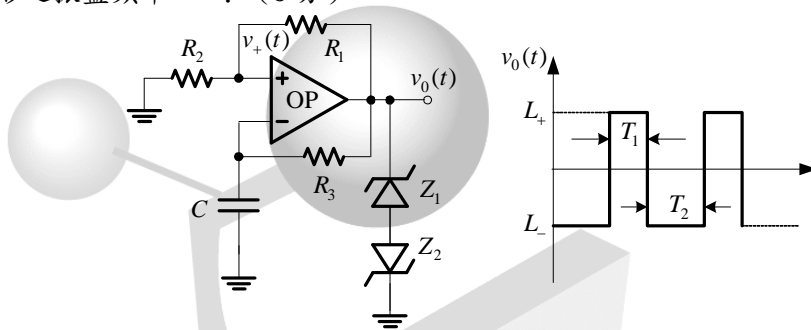
$$R_i = 200 \text{K} // 5.47 \text{K} = 5.324 \text{k}\Omega$$

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

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  $V_{Z1} = 15\text{V}$  ,  $V_{Z2} = 10\text{V}$  , 導通電壓  $V_D = 0\text{V}$  ,  $C = 0.025\mu\text{F}$  ,  $R_1 = R_2 = 400\text{k}\Omega$  ,  $R_3 = 800\text{k}\Omega$  , 請求出：



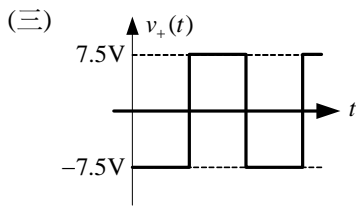
- (一) 輸出電壓  $v_0$  之最大值  $L_+$  = ? (5 分)  
 (二) 輸出電壓  $v_0$  之最小值  $L_-$  = ? (5 分)  
 (三) 繪出 OP “+” 輸入端之波形圖  $v_+(t)$ ，同時標示出最大及最小值。(5 分)  
 (四) 輸出波形之振盪頻率  $f$  = ? (5 分)



## 【擬答】

(一)  $L_+ = v_{Z1} + v_{D2} = 15 + 0 = 15V$

(二)  $L_- = -(v_{Z2} + v_{D1}) = -(15 + 0) = -15V$



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

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

$$= 2 \times 800 \times 10^3 \times 0.025 \times 10^{-6} \ln\left(\frac{1+\frac{1}{2}}{1-\frac{1}{2}}\right) S \doteq 4.394 \times 10^{-2} S$$

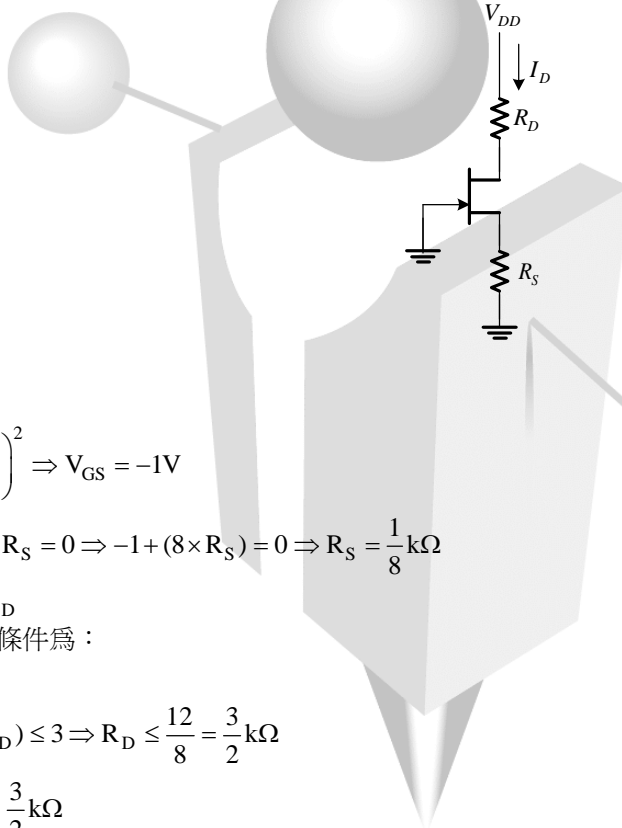


五、如圖所示電路  $V_{DD} = 15V$ ，工作點電流  $I_D = 8mA$ ，已知 n-通道 JFET 之夾止電壓(pinch-off voltage)

$V_P = -3V$ ， $I_{DSS} = 18mA$ ，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】

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

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

$$(二) V_D = 15 - 8 \times R_D$$

工作在飽和區條件為：

$$V_{GS} \leq V_P$$

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

$$\text{得：} R_{D(max)} = \frac{3}{2} k\Omega$$

