

## ※請在答案卷內作答

## 考生請注意：

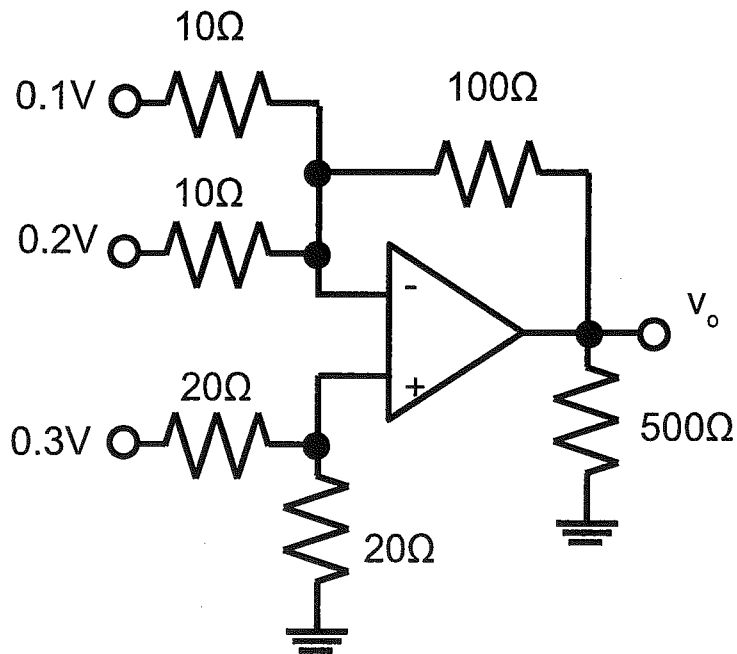
- 本試卷共有20題考題。每題5分，無部分給分。
- 你的答案必須如下圖作答範例所示，由上而下依序寫在答案卷的作答區的第一頁。
- 所有填充題的答案請依題目所給定的單位與精確度要求回答數值，不可以在你的答案上標示單位。若因你擅自標示的單位與題目標示的單位不同，或是答案的數字精確度與題目要求不同，因而導致答案數值不正確，視同答錯，該題以零分計。
- 只要填寫考題所要求的答案，請勿附加計算過程。
- 增益之正負號務必正確標示。
- 常用的工程符號定義： $G=10^9$ 、 $M=10^6$ 、 $k=10^3$ 、 $m=10^{-3}$ 、 $\mu$  (or  $u$ )= $10^{-6}$ 、 $n=10^{-9}$ 、 $p=10^{-12}$ 、 $f=10^{-15}$ 。

## 作答範例

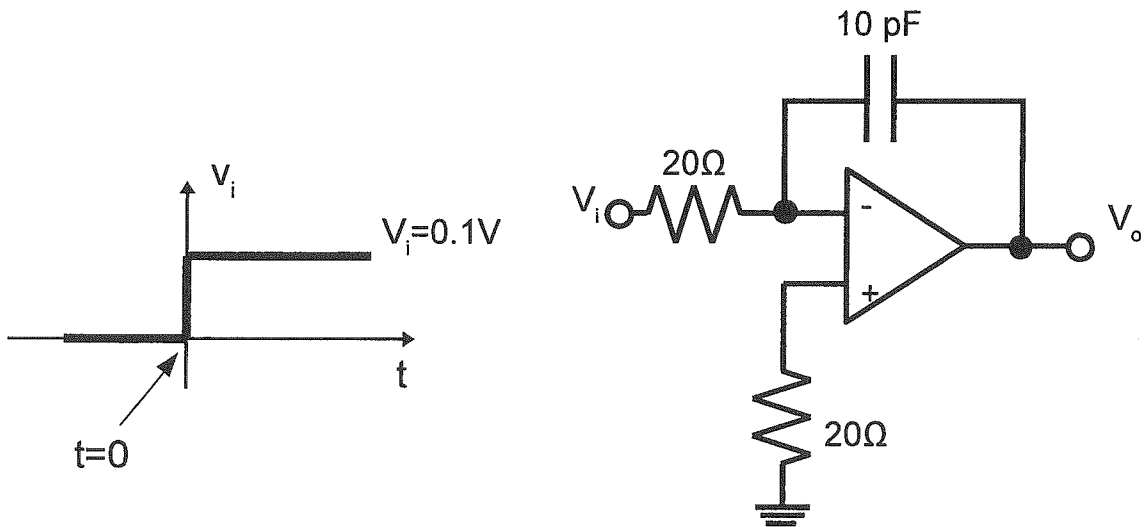
從此處開始寫起
1. 123
2. -1.23
3. 0.7
4. a, b, c
5. a
、 、 、

注意：背面有試題

- 1、給定一個由理想運算放大器以及電阻所組成的電路如下圖。已知輸入訊號分別為  $0.1V$ ,  $0.2V$ ,  $0.3V$ ，請計算輸出電壓  $V_o$  為 \_\_\_\_\_  $V$  (四捨五入取至小數點後第二位)。

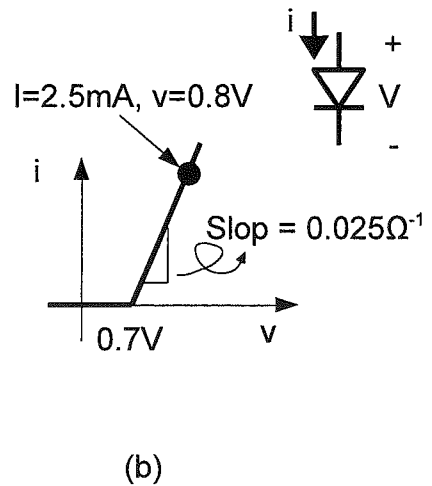
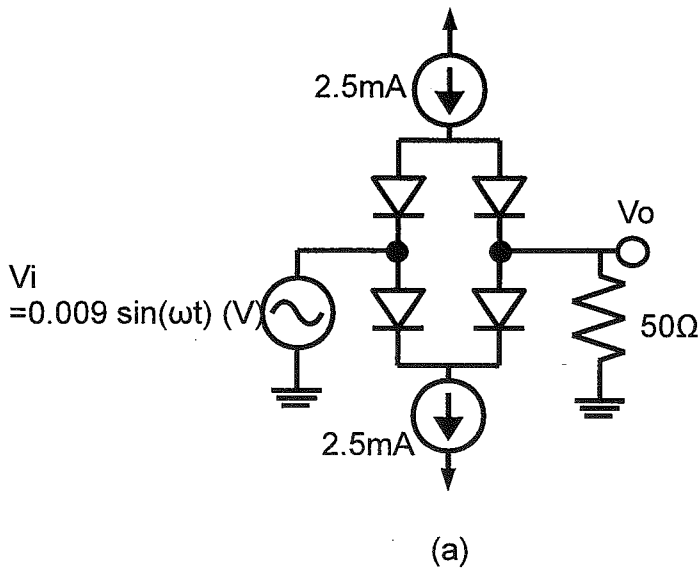


- 2、 給定一個由理想運算放大器構成的積分器如下圖所示。其中該運算放大器的輸出飽和電壓(saturation voltages)為  $\pm 10V$  且其輸出電流被限制在  $\pm 20\text{ mA}$  區間內。此積分器的輸出電壓  $V_o$  以及該  $10\text{ pF}$  電容的跨壓在時間等於 0 時的起始值(initial values)皆等於  $0\text{ V}$ 。若於時間等於 0 的時候從輸入端  $V_i$  輸入一個  $0.1\text{ V}$  的電壓，如下圖左側輸入電壓  $V_i$  的波形所示，試問在時間為 \_\_\_\_\_ ns(依前述單位四捨五入取整數)的時候，此運算放大器的輸出電壓  $V_o$  將達到其飽和電壓其中之一？



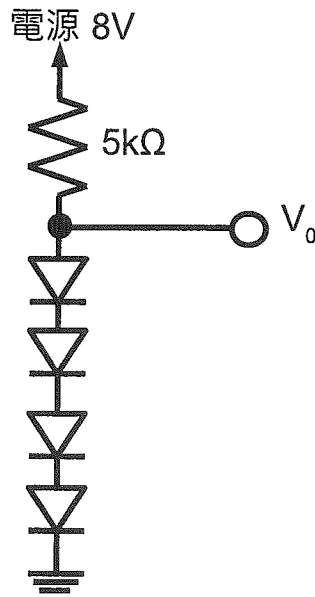
注意:背面有試題

3、下圖(a)是一個由二極體(diodes)所構成的電路。其中四個二極體特性皆同。這些二極體在順向偏壓小於 0.7V 時的電流為零，而在其順向偏壓大於 0.7V 時，其電流和電壓做圖的斜率為  $0.025 \Omega^{-1}$  (二極體的完整電壓電流特性圖請參考下圖(b))。現在於輸入端輸入一振幅為 0.009 V 的低頻交流電壓源  $V_i(t) = 0.009 \times \sin(\omega t)$  (V)，忽略二極體的寄生電容的影響，試求輸出端電壓 ( $V_o$ ) 的交流振幅為 \_\_\_\_\_ mV (四捨五入取整數)



注意:背面有試題

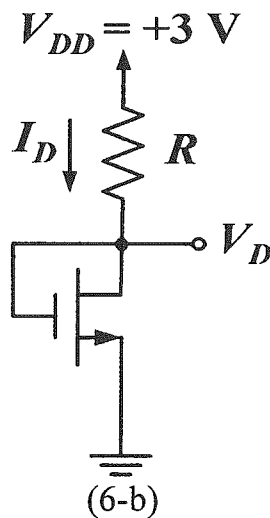
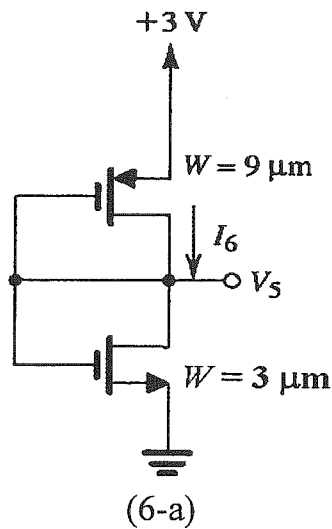
- 4、下圖是一個由一個  $5k\Omega$  的電阻以及四個特性相同的二極體所構成的偏壓產生電路。令 thermal voltage  $V_T = kT/q = 0.025V$  且這些二極體的電流電壓公式中的  $n$  值 = 1。此四顆串聯的二極體產生了一個直流輸出電壓  $V_0 = 3V$ ，試計算當此 8V 的電源有了  $\pm 51 mV$  的變異時，其輸出電壓  $V_0$  的變異為  $\pm$  \_\_\_\_\_ mV (四捨五入取整數)



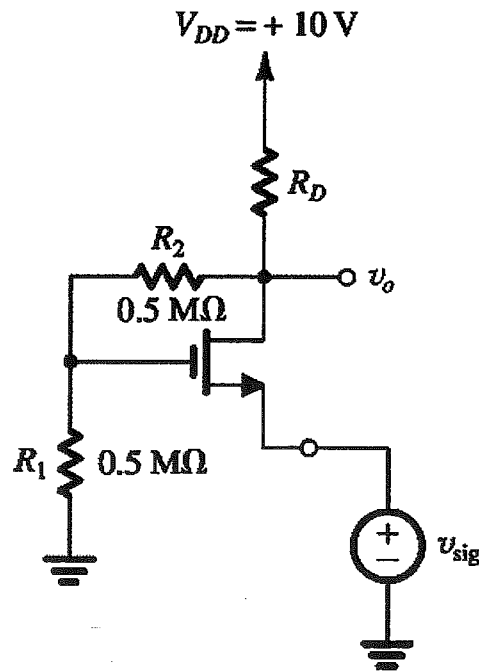
- 5、以下對MOSFETs的敘述，哪些是正確的？(可複選，全對才給分。)
- (a) 當MOSFET製造技術從一代換到另一代時，則藉由保持MOSFET相同的通道寬長比，一定可產生相同的電流電壓特性。
  - (b) 通道長度調變參數( $\lambda$ )決定MOSFET操作在飽和區時其輸出特性曲線( $I_{DS}-V_{DS}$ )的斜率。通道長度調變參數越大，則操作在飽和區的N型MOSFET的小訊號輸出電阻就越小。
  - (c) 因為MOSFET的閘極沒有直流電流，所以MOSFET放大器可以使用非常大的閘極偏壓電阻。又因為MOSFET的閘極是直流開路，所以沒有交流訊號可通過它。
  - (d) 在不考慮通道長度調變效應的情形下，當增強型(enhancement-type) N型MOSFET由三極區(triode region)進入飽和區(saturation region)的交界處時，其在汲極端的通道深度變為零，稱為通道夾止(channel pinched off)，此時該N型MOSFET的汲極-源極電壓差  $v_{DS}$  必等於其閘極-源極電壓差  $v_{GS}$  與其臨界電壓  $V_t$  之差。
  - (e) 增強型(enhancement-type)MOSFET有兩個相互競爭的電場，通過閘極下方絕緣層材料的電場主要負責感應通道，而汲極至源極的電場則試圖從通道中抽取出源極發射的載子。

6、以下敘述，哪些是正確的？(可複選，全對才給分。)

- (a) 當增強型(enhancement-type)N型MOSFET的閘極-源極電壓差  $v_{GS}$  比臨界電壓大，且汲極-源極電壓差  $v_{DS}$  趨近於零時，此N型MOSFET的行為相當於是受到  $v_{GS}$  控制的電阻；其通道電導(conductance)正比於  $v_{GS} - V_t$  而汲極電流正比於  $(v_{GS} - V_t)v_{DS}$ ，其中  $V_t$  為臨界電壓。
- (b) 當增強型(enhancement-type) N型MOSFET 的閘極-源極電壓差  $v_{GS}$  大於臨界電壓  $V_t$  且外加的汲極-源極電壓差  $v_{DS}$  明顯上升時，感應的通道會形成錐形的形狀(tapered shape)，且它的電阻會隨著  $v_{DS}$  增加而減少。
- (c) 下圖(6-a)電路，MOSFETs的通道長皆為1微米，通道寬如下圖(a)上之標示，MOSFETs的參數為  $\mu_n C_{ox} = 3\mu_p C_{ox} = 270\mu A/V^2$ ，N型MOSFET的臨界電壓為 0.5 V，P型MOSFET的臨界電壓為 -0.5 V，在不考慮通道長度調變效應的情形下，則電流  $I_6 = 0.405$  mA，電壓  $V_5 = 1.5$  V。
- (d) 如下圖(6-b)之電路，若一N型MOSFET的通道長為0.64微米，通道寬為4微米， $\mu_n C_{ox} = 200\mu A/V^2$  且臨界電壓  $V_t = 0.6$  V，在不計通道長度調變效應的情形下，此時若欲設計圖中之  $I_D$  為0.1 mA，則  $V_D$  需為1 V。
- (e) 以上皆對。



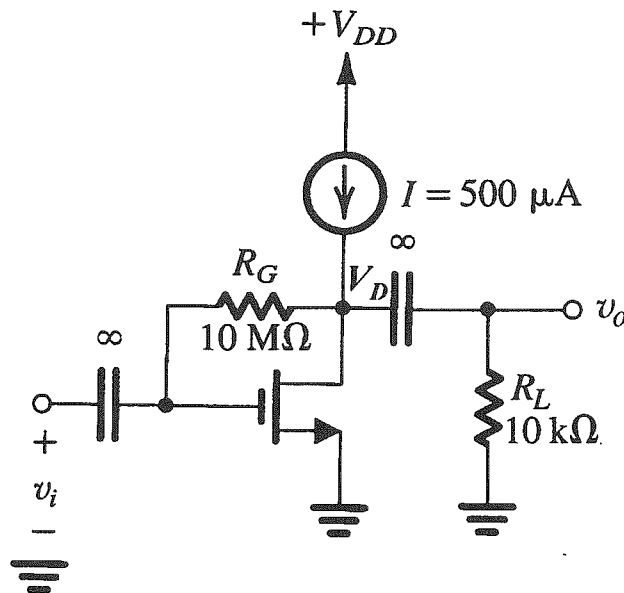
- 7、如下圖， $v_{sig}$  為直流電壓為零的交流小信號輸入電壓源，假設 MOSFET 的臨界電壓為  $0.6\text{ V}$ ， $\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 5\text{ mA/V}^2$ ，過驅(overdrive)電壓  $V_{ov} = 0.4\text{ V}$ ，轉導  $g_m = 2\text{ mA/V}$ ， $R_D = 20\text{ k}\Omega$ ，若不計通道長度調變(channel-length modulation)效應，則小信號增益  $v_o/v_{sig} = \underline{\hspace{2cm}}\text{ V/V}$  (請標正負號，四捨五入取至小數點後第一位)。





8、如下圖，其中兩個電容的值為無限大，如果該MOSFET的臨界電壓之大小為  $0.8\text{ V}$ ，通道長度調變參數  $\lambda = 0.01\text{ V}^{-1}$ ，當電流  $I = 500\ \mu\text{A}$  時，MOSFET的汲極電壓  $V_D = 1.3\text{ V}$ 。以下敘述哪些是正確的？(可複選，全對才給分。)

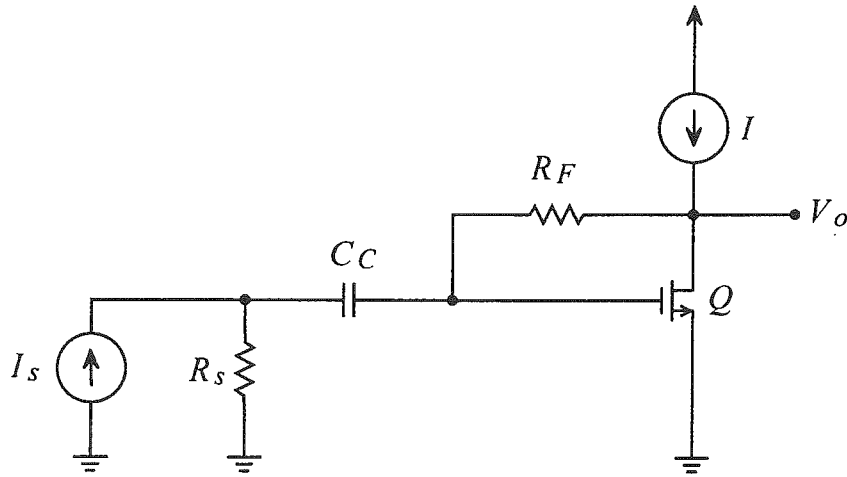
- (a) 電壓增益  $v_o/v_i = -19\text{ V/V}$  (四捨五入取整數)。
- (b) 如果電流  $I$  上升到  $1.28\text{ mA}$ ，則過驅電壓  $v_{OV} = 0.5\text{ V}$ 。
- (c) 如果電流  $I$  上升到  $1.28\text{ mA}$ ，則汲極電壓  $V_D = 1.6\text{ V}$ 。
- (d) 如果電流  $I$  上升到  $1.28\text{ mA}$ ，則轉導  $g_m = 2\text{ mA/V}$ 。
- (e) 如果電流  $I$  上升到  $1.28\text{ mA}$ ，則電壓增益  $v_o/v_i = -28\text{ V/V}$  (四捨五入取整數)。



9、有一個放大器，它的額定增益 $A$ 為  $1000 \text{ V/V}$ 。當工作溫度從  $25^\circ\text{C}$  到  $75^\circ\text{C}$  改變時，增益會有  $\pm 10\%$  的改變。如果使用此放大器利用負回授方式設計出一額定增益為  $10 \text{ V/V}$  的閉迴路放大器，則工作溫度從  $25^\circ\text{C}$  到  $75^\circ\text{C}$  改變時，該閉迴路放大器增益變化量為下列何者？（單選）

- (a)  $\pm 20\%$
- (b)  $\pm 10\%$
- (c)  $\pm 2\%$
- (d)  $\pm 1\%$
- (e)  $\pm 0.2\%$
- (f)  $\pm 0.1\%$
- (g)  $\pm 0.02\%$
- (h)  $\pm 0.01\%$

- 10、下圖為一轉阻(transresistance)回授放大器，其中電流源  $I$  為一理想直流電流源。已知 MOSFET  $Q$  的  $g_m = 4.5 \text{ mA/V}$ ,  $r_o = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_F = 20 \text{ k}\Omega$ ,  $C_C = \infty$ , 以及  $R_S = 5 \text{ k}\Omega$ 。令  $A_f \equiv V_o/I_s$ , 則  $|A_f| = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega$  (四捨五入取整數)。



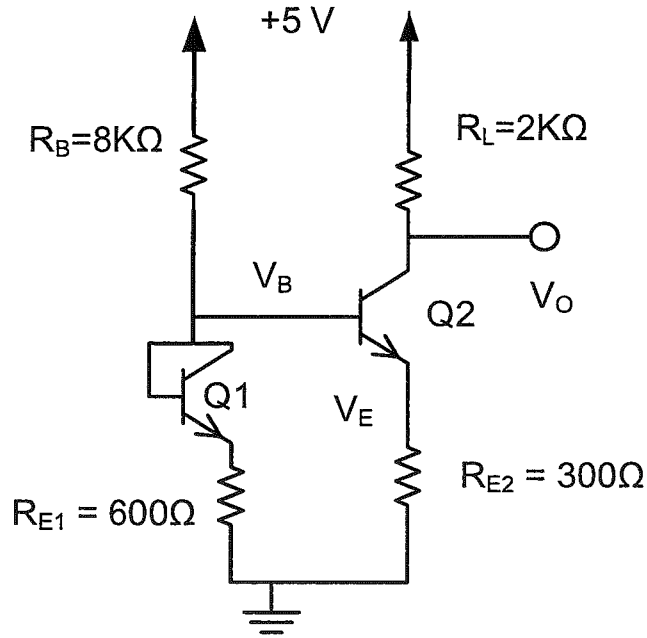
11、考慮一個單極點運算放大器，其低頻增益  $A_0$  為  $10^5$  V/V 以及極點(pole) 頻率  $f_p$  為 10 Hz，除前述兩項特性之外，該運算放大器其他特性皆為理想（輸入阻抗無限大、輸出阻抗為零等等）。假如將該運算放大器和電阻連接成一低頻閉迴路增益為 100 V/V 之非反相放大器，請問頻率為下列何者時，其迴路增益  $|A(f)\beta|$  的大小最接近 1？（單選）（ $A(f)$  為運算放大器增益的頻率響應， $\beta$  為回授因數且其值與頻率無關）

- (a) 10 Hz
- (b)  $10^2$  Hz
- (c)  $10^3$  Hz
- (d)  $10^4$  Hz
- (e)  $10^5$  Hz

12、一個多極點的放大器的主極點(dominant pole)頻率在 1MHz，且其直流開迴路增益為 100 dB。我們想使用此放大器與電阻實現一閉迴路增益為 20 dB 的回授放大器，且此回授放大器的回授因數 $\beta$ 與頻率無關。為了使所實現的該閉迴路回授放大器穩定，我們採取加入一個新的主極點方式來補償該多極點放大器的頻率響應。請問新加入的主極點要放在下列哪一個頻率上才能保證該閉迴路回授放大器穩定而且相位邊限(Phase Margin)最接近 $45^\circ$ ? (單選)

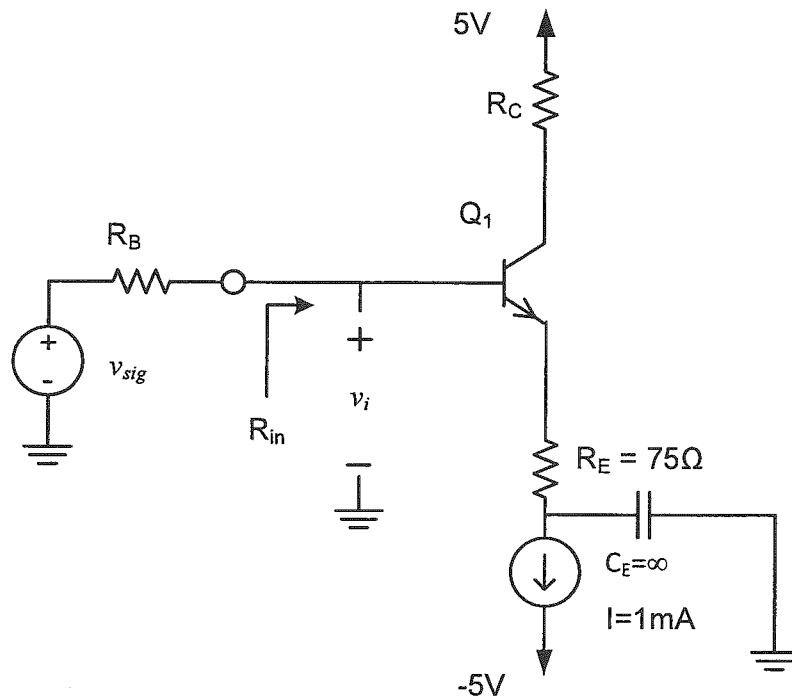
- (a) 1 Hz
- (b) 10 Hz
- (c) 100 Hz
- (d) 1 kHz
- (e) 10 kHz
- (f) 100 kHz
- (g) 1 MHz

13、如以下電路圖所示，假設Q1與Q2的電流增益 $I_C/I_B=\beta$ 是無限大且它們的 $V_{BEON}=0.7V$ ，請算出 $V_O=$ \_\_\_\_\_V(四捨五入取整數)。

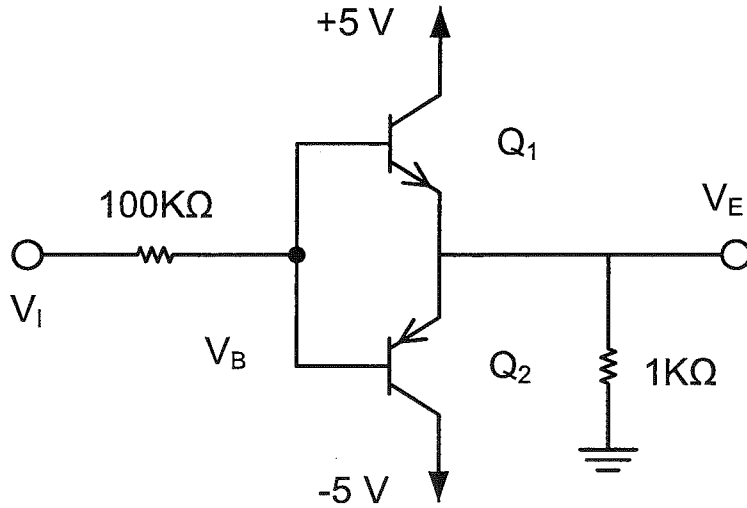


注意:背面有試題

- 14、如以下電路圖所示的放大器， $R_C=3\text{k}\Omega$ ， $R_B=20\text{k}\Omega$ ， $v_{sig}$ 為一小信號交流輸入電壓源，該BJT電晶體操作於主動區時的 $I_C=I_S \exp(V_{BE}/V_T)$ ， $I_C/I_B=\beta=99$ ，thermal voltage  $V_T=25\text{ mV}$ ， $r_o$ =無限大。當該BJT電晶體操作於飽和區時的 $V_{CESAT}=0.2\text{ V}$ 。請算出圖上所標示的放大器的 $R_{in}=\underline{\hspace{2cm}}$   $\text{k}\Omega$ (四捨五入取整數)。



15、如以下電路圖所示，當BJT電晶體 $Q_1$ 及 $Q_2$ 操作於主動模式(active mode)時的 $I_C/I_B=\beta=99$ 且 $|V_{BE}|=0.7V$ 。當 $V_I=2.7V$ ，忽略歐理效應(Early effect)，請求出 $V_B=$ \_\_\_\_\_V(四捨五入取至小數點後第一位)。



注意:背面有試題



16、對npn BJT的敘述，何為正確？（可複選，全對才給分。）

- (a) 射極(Emitter)的摻雜濃度高於基極(Base)的摻雜濃度，電流增益( $I_C/I_B=\beta$ )高。
- (b) 基極寬度(Base width)需要短，電流增益( $\beta$ )才會高。
- (c) 在BJT額定工作溫度範圍內，若溫度上升則其電流增益( $I_C/I_B=\beta$ )變高。
- (d) 當BJT工作在主動(active)區且固定其射極偏壓電流(bias current)的情形下，若溫度上升，則BJT的 $V_{BE}$ 會變大。

