

第二章 基本放大电路

自 测 题

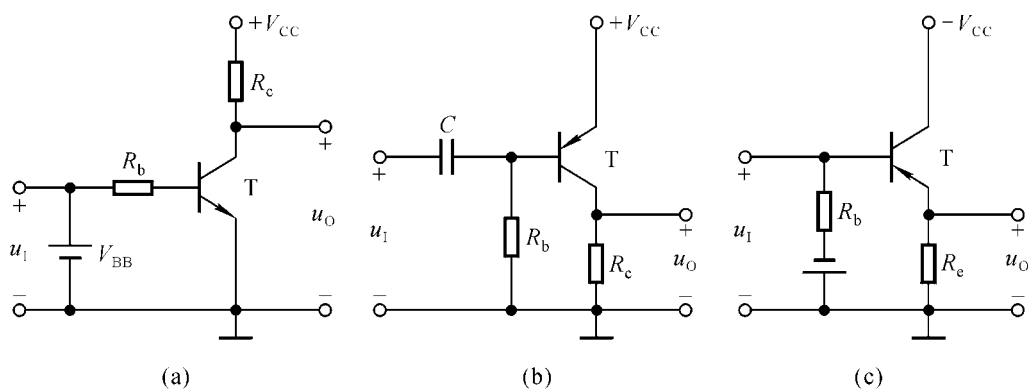
一、在括号内用“√”或“×”表明下列说法是否正确。

- (1) 只有电路既放大电流又放大电压，才称其有放大作用；()
(2) 可以说任何放大电路都有功率放大作用；()
(3) 放大电路中输出的电流和电压都是由有源元件提供的；()
(4) 电路中各电量的交流成份是交流信号源提供的；()
(5) 放大电路必须加上合适的直流电源才能正常工作；()
(6) 由于放大的对象是变化量，所以当输入信号为直流信号时，任何放大电路的输出都毫无变化；()

(7) 只要是共射放大电路，输出电压的底部失真都是饱和失真。()

解：(1) × (2) (3) × (4) × (5) (6) ×
(7) ×

二、试分析图 T2.2 所示各电路是否能够放大正弦交流信号，简述理由。
设图中所有电容对交流信号均可视为短路。



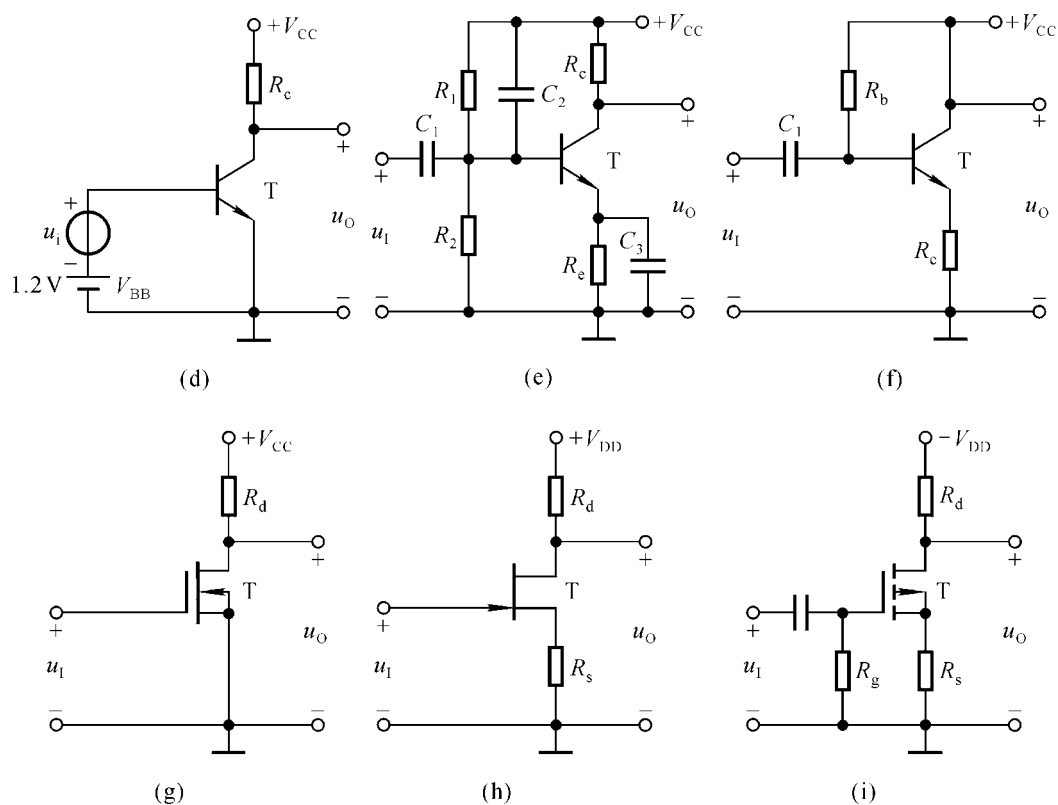


图 T2.2

解：(a) 不能。因为输入信号被 V_{BB} 短路。

(b) 可能。

(c) 不能。因为输入信号作用于基极与地之间，不能驮载在静态电压之上，必然失真。

(d) 不能。晶体管将因发射结电压过大而损坏。

(e) 不能。因为输入信号被 C_2 短路。

(f) 不能。因为输出信号被 V_{CC} 短路，恒为零。

(g) 可能。

(h) 可能。

(i) 不能。因为 T 截止。

三、在图 T2.3 所示电路中，已知 $V_{CC} = 12V$ ，晶体管的 $\beta = 100$ ， $R'_b = 100k$ 。填空：要求先填文字表达式后填得数。

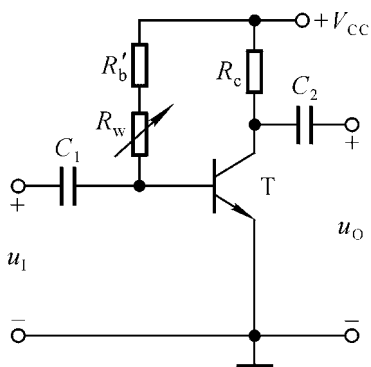


图 T2.3

(1) 当 $\dot{U}_i = 0V$ 时，测得 $U_{BEQ} = 0.7V$ ，若要基极电流 $I_{BQ} = 20 \mu A$ ，则 R'_b 和 R_w 之和 $R_b =$ _____ k ；而若测得 $U_{CEQ} = 6V$ ，则 $R_c =$ _____ k 。

(2) 若测得输入电压有效值 $U_i = 5mV$ 时，输出电压有效值 $U'_o = 0.6V$ ，则电压放大倍数 $\dot{A}_u =$ _____。

若负载电阻 R_L 值与 R_c 相等，则带上负载后输出电压有效值 $U_o =$ _____ $=$ _____ V 。

解：(1) $(V_{CC} - U_{BEQ})/I_{BQ} = 565$ ； $(V_{CC} - U_{CEQ})/\beta I_{BQ} = 3$ 。

(2) $-U_o/U_i = -120$ ； $\frac{R_L}{R_c + R_L} \cdot U'_o = 0.3$ 。

四、已知图 T2.3 所示电路中 $V_{CC} = 12V$ ， $R_c = 3k$ ，静态管压降 $U_{CEQ} = 6V$ ；并在输出端加负载电阻 R_L ，其阻值为 $3k$ 。选择一个合适的答案填入空内。

(1) 该电路的最大不失真输出电压有效值 U_{om} _____；

A. 2V

B. 3V

C. 6V

(2) 当 $\dot{U}_i = 1mV$ 时，若在不失真的条件下，减小 R_w ，则输出电压的幅值将 _____；

A. 减小

B. 不变

C. 增大

(3) 在 $\dot{U}_i = 1mV$ 时，将 R_w 调到输出电压最大且刚好不失真，若此时增大输入电压，则输出电压波形将 _____；

A. 顶部失真

B. 底部失真

C. 为正弦波

(4) 若发现电路出现饱和失真，则为消除失真，可将 _____。

A. R_w 减小

B. R_c 减小

C. V_{CC} 减小

解：(1) A (2) C (3) B (4) B

五、现有直接耦合基本放大电路如下：

- A.共射电路 B.共集电路 C.共基电路
D.共源电路 E.共漏电路

它们的电路分别如图 2.2.1、2.5.1(a)、2.5.4(a)、2.7.2 和 2.7.9(a)所示；
设图中 $R_e < R_b$ ，且 I_{CQ} 、 I_{DQ} 均相等。

选择正确答案填入空内，只需填 A、B、……

- (1) 输入电阻最小的电路是 _____，最大的是 _____；
(2) 输出电阻最小的电路是 _____；
(3) 有电压放大作用的电路是 _____；
(4) 有电流放大作用的电路是 _____；
(5) 高频特性最好的电路是 _____；
(6) 输入电压与输出电压同相的电路是 _____；反相的电路是 _____。

解：(1) C, D E (2) B (3) A C D
(4) A B D E (5) C (6) B C E, A D

六、未画完的场效应管放大电路如图 T2.6 所示，试将合适的场效应管接入电路，使之能够正常放大。要求给出两种方案。

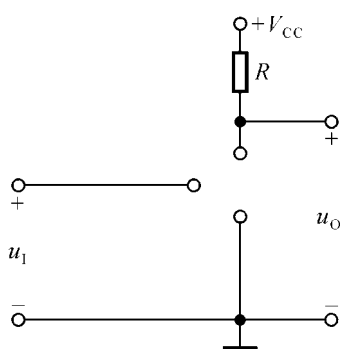
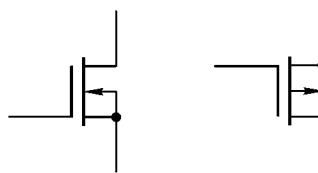


图 T2.6

解：根据电路接法，可分别采用耗尽型 N 沟道和 P 沟道 MOS 管，如解图 T2.6 所示。



解图 T2.6

习 题

2.1 按要求填写下表。

电路名称	连接方式 (e、c、b)			性能比较 (大、中、小)				
	公共极	输入极	输出极	$ \dot{A}_u $	\dot{A}_i	R_i	R_o	其它
共射电路								
共集电路								
共基电路								

解：答案如表所示。

电路名称	连接方式			性能比较 (大、中、小)				
	公共端	输入端	输出端	$ \dot{A}_u $	\dot{A}_i	R_i	R_o	其它
共射电路	e	b	c	大	大	小	大	
共集电路	c	b	e	小	大	大	小	
共基电路	b	e	c	大	小	小	大	频带宽

2.2 分别改正图 P2.2 所示各电路中的错误，使它们有可能放大正弦波信号。要求保留电路原来的共射接法和耦合方式。

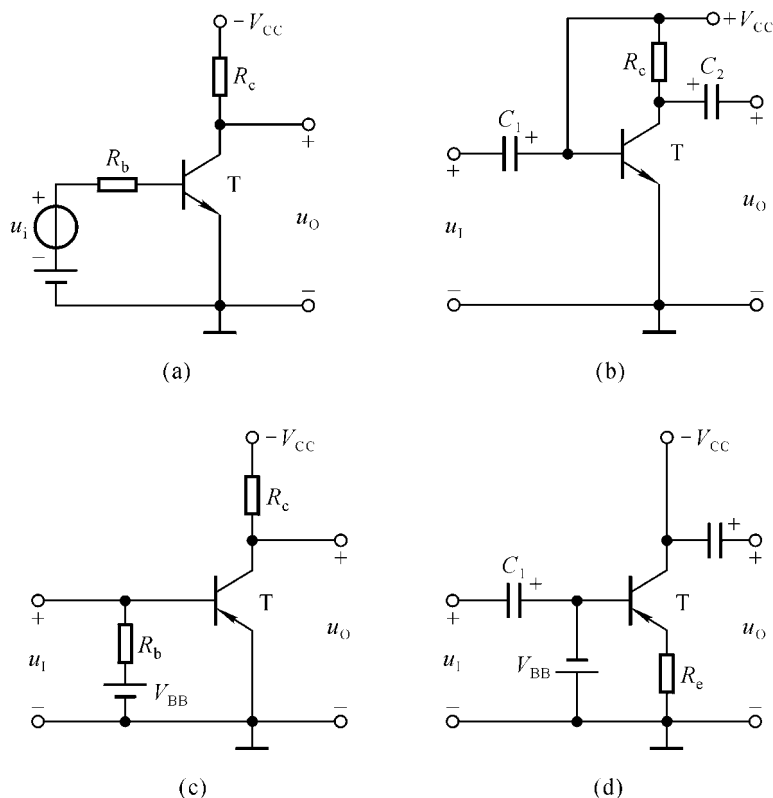


图 P2.2

解：(a) 将 $-V_{CC}$ 改为 $+V_{CC}$ 。

(b) 在 $+V_{CC}$ 与基极之间加 R_b 。

(c) 将 V_{BB} 反接，且在输入端串联一个电阻。

(d) 在 V_{BB} 支路加 R_b ，在 $-V_{CC}$ 与集电极之间加 R_c 。

2.3 画出图 P2.3 所示各电路的直流通路和交流通路。设所有电容对交流信号均可视为短路。

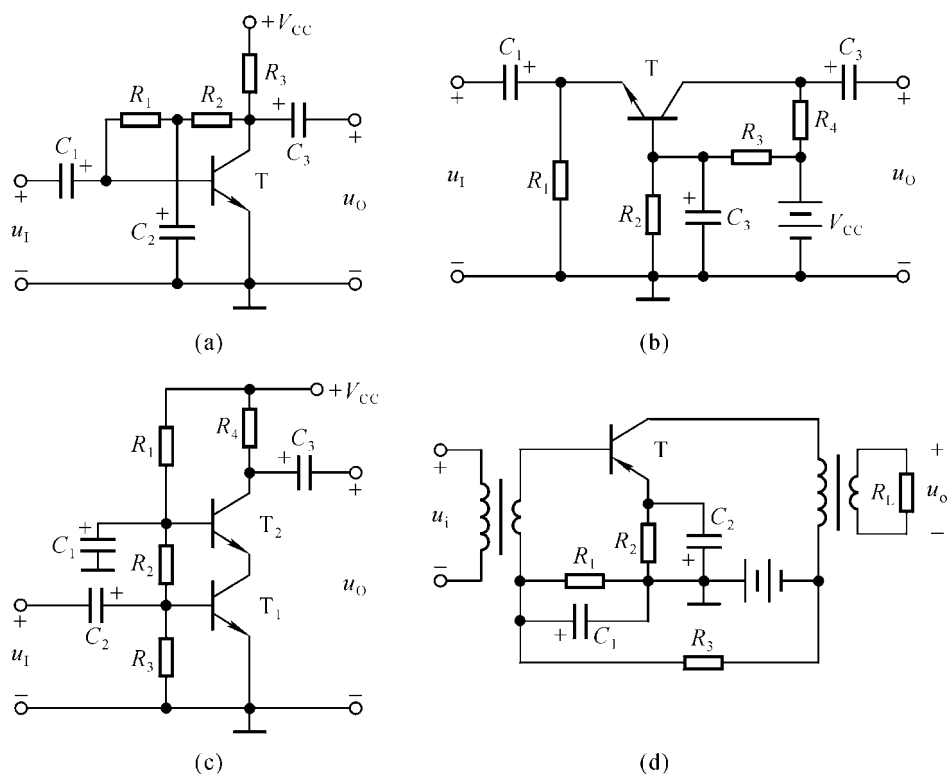
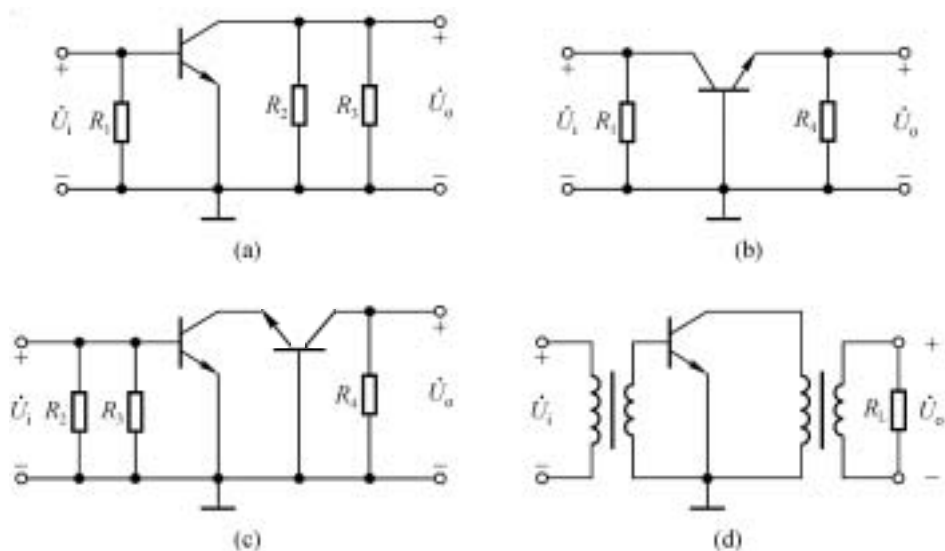


图 P2.3

解：将电容开路、变压器线圈短路即为直流通路，图略。

图 P2.3 所示各电路的交流通路如解图 P2.3 所示；



解图 P2.3

2.4 电路如图 P2.4 (a) 所示，图 (b) 是晶体管的输出特性，静态时 $U_{BEQ} = 0.7\text{V}$ 。利用图解法分别求出 $R_L = \quad$ 和 $R_L = 3\text{k}\Omega$ 时的静态工作点和最大不失真输出电压 U_{om} (有效值)。

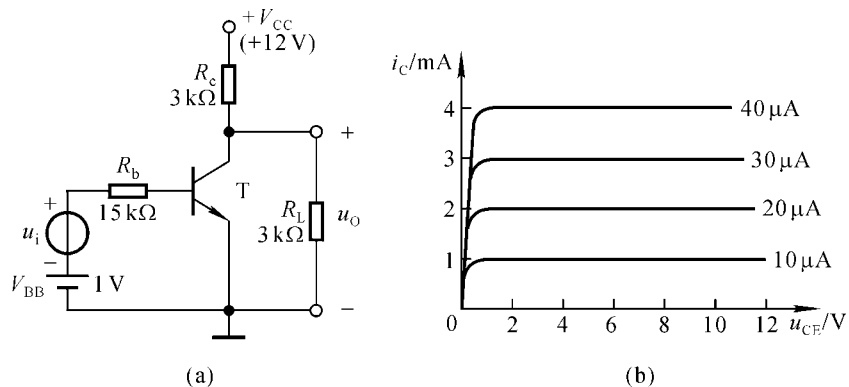
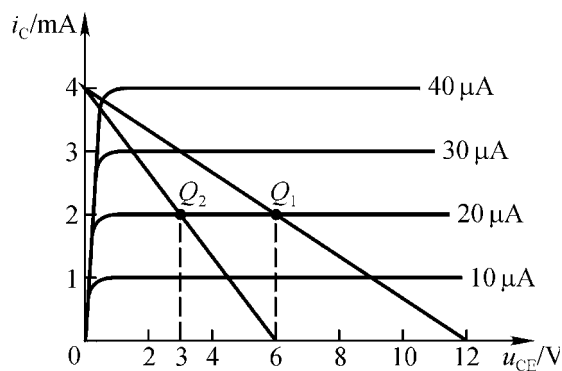


图 P2.4

解：空载时： $I_{BQ} = 20\mu\text{A}$ ， $I_{CQ} = 2\text{mA}$ ， $U_{CEQ} = 6\text{V}$ ；最大不失真输出电压峰值约为 5.3V ，有效值约为 3.75V 。

带载时： $I_{BQ} = 20\mu\text{A}$ ， $I_{CQ} = 2\text{mA}$ ， $U_{CEQ} = 3\text{V}$ ；最大不失真输出电压峰值约为 2.3V ，有效值约为 1.63V 。

如解图 P2.4 所示。



解图 P2.4

2.5 在图 P2.5 所示电路中, 已知晶体管的 $\beta = 80$, $r_{be} = 1\text{k}\Omega$, $\dot{U}_i = 20\text{mV}$; 静态时 $U_{BEQ} = 0.7\text{V}$, $U_{CEQ} = 4\text{V}$, $I_{BQ} = 20\mu\text{A}$ 。判断下列结论是否正确, 凡对的在括号内打“√”, 否则打“×”。

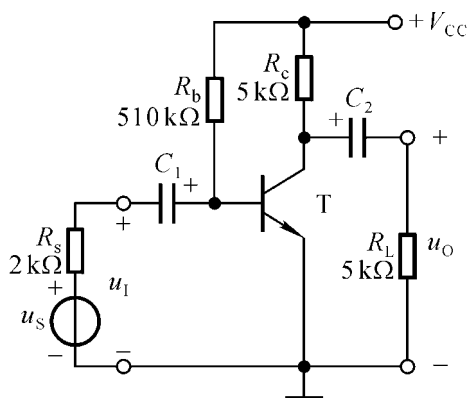


图 P2.5

- | | |
|---|---|
| (1) $\dot{A}_u = -\frac{4}{20 \times 10^{-3}} = -200$ () | (2) $\dot{A}_u = -\frac{4}{0.7} \approx -5.71$ () |
| (3) $\dot{A}_u = -\frac{80 \times 5}{1} = -400$ () | (4) $\dot{A}_u = -\frac{80 \times 2.5}{1} = -200$ () |
| (5) $R_i = (\frac{20}{20})\text{k}\Omega = 1\text{k}\Omega$ () | (6) $R_i = (\frac{0.7}{0.02})\text{k}\Omega = 35\text{k}\Omega$ () |
| (7) $R_i \approx 3\text{k}\Omega$ () | (8) $R_i \approx 1\text{k}\Omega$ () |
| (9) $R_o \approx 5\text{k}\Omega$ () | (10) $R_o \approx 2.5\text{k}\Omega$ () |
| (11) $\dot{U}_s = 20\text{mV}$ () | (12) $\dot{U}_s = 60\text{mV}$ () |

解：(1) × (2) × (3) × (4) (5) × (6) ×
 (7) × (8) (9) (10) × (11) × (12)

2.6 电路如图 P2.6 所示，已知晶体管 $\beta = 50$ ，在下列情况下，用直流电压表测晶体管的集电极电位，应分别为多少？设 $V_{CC} = 12V$ ，晶体管饱和管压降 $U_{CES} = 0.5V$ 。

- (1) 正常情况 (2) R_{b1} 短路 (3) R_{b1} 开路
 (4) R_{b2} 开路 (5) R_C 短路

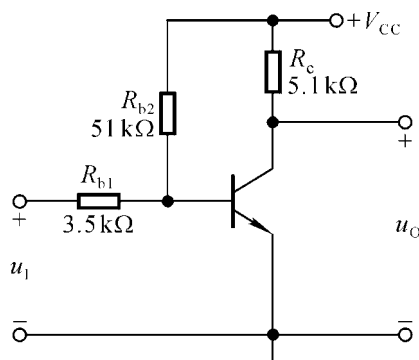


图 P2.6

解：设 $U_{BE} = 0.7V$ 。则

- (1) 基极静态电流

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b2}} - \frac{U_{BE}}{R_{b1}} \approx 0.022mA$$

$$U_C = V_{CC} - I_C R_C \approx 6.4V$$

- (2) 由于 $U_{BE} = 0V$ ，T 截止， $U_C = 12V$ 。

- (3) 临界饱和基极电流

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{\beta R_C} \approx 0.045mA$$

实际基极电流

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_{b2}} \approx 0.22mA$$

由于 $I_B > I_{BS}$ ，故 T 饱和， $U_C = U_{CES} = 0.5V$ 。

- (4) T 截止， $U_C = 12V$ 。

- (5) 由于集电极直接接直流电源， $U_C = V_{CC} = 12V$

2.7 电路如图 P2.7 所示，晶体管的 $\beta = 80$ ， $r_{bb'} = 100\ \Omega$ 。分别计算 $R_L = 5\text{k}\Omega$ 和 $R_L = 3\text{k}\Omega$ 时的 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 。

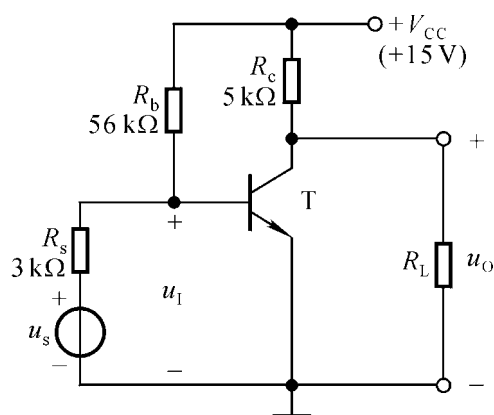


图 P2.7

解 2.7 在空载和带负载情况下，电路的静态电流、 r_{be} 均相等，它们分别为

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b} - \frac{U_{BEQ}}{R} \approx 22\ \mu\text{A}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.76\text{mA}$$

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26\text{mV}}{I_{EQ}} \approx 1.3\text{k}\Omega$$

空载时，静态管压降、电压放大倍数、输入电阻和输出电阻分别为

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c \approx 6.2\text{V}$$

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta R_c}{r_{be}} \approx -308$$

$$R_i = R_b \quad r_{be} \approx r_{be} \approx 1.3\text{k}\Omega$$

$$\dot{A}_{us} \approx \frac{r_{be}}{R_s + r_{be}} \cdot \dot{A}_u \approx -93$$

$$R_o = R_c = 5\text{k}\Omega$$

$R_L = 5\text{k}\Omega$ 时，静态管压降、电压放大倍数分别为

$$U_{CEQ} = \frac{R_L}{R_c + R_L} - I_{CQ}(R_c + R_L) \approx 2.3V$$

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} \approx -115$$

$$\dot{A}_{us} \approx \frac{r_{be}}{R_s + r_{be}} \cdot \dot{A}_u \approx -47$$

$$R_i = R_b \quad r_{be} \approx r_{be} \approx 1.3k\Omega$$

$$R_o = R_c = 5k\Omega$$

2.8 在图 P2.7 所示电路中，由于电路参数不同，在信号源电压为正弦波时，测得输出波形如图 P2.8 (a)、(b)、(c) 所示，试说明电路分别产生了什么失真，如何消除。

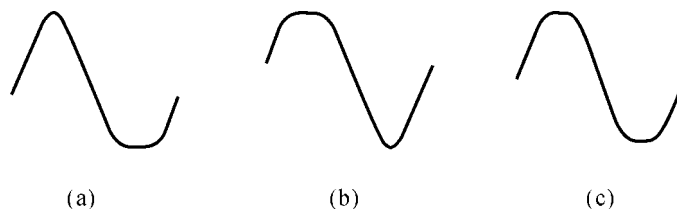


图 P2.8

解：(a) 饱和失真，增大 R_b ，减小 R_c 。

(b) 截止失真，减小 R_b 。

(c) 同时出现饱和失真和截止失真，应增大 V_{CC} 。

2.9 若由 PNP 型管组成的共射电路中，输出电压波形如图 P2.8 (a)、(b)、(c) 所示，则分别产生了什么失真？

解：(a) 截止失真；(b) 饱和失真；(c) 同时出现饱和失真和截止失真。

2.10 已知图 P2.10 所示电路中晶体管的 $\beta = 100$, $r_{be}=1k$ 。

(1) 现已测得静态管压降 $U_{CEQ} = 6V$, 估算 R_b 约为多少千欧 ;

(2) 若测得 \dot{U}_i 和 \dot{U}_o 的有效值分别为 $1mV$ 和 $100mV$, 则负载电阻 R_L 为多少千欧 ?

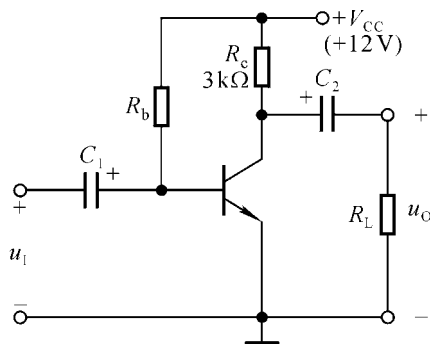


图 P2.10

解 : (1) 求解 R_b

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - U_{CEQ}}{R_c} = 2mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta} = 20\mu A$$

$$R_b = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{I_{BQ}} \approx 565k\Omega$$

(2) 求解 R_L :

$$\dot{A}_u = -\frac{U_o}{U_i} = -100 \quad \dot{A}_u = -\frac{\beta R'_L}{r_{be}} \quad R'_L = 1k\Omega$$

$$\frac{1}{R_c} + \frac{1}{R_L} = 1 \quad R_L = 1.5k\Omega$$

2.11 在图 P2.10 所示电路中，设静态时 $I_{CQ} = 2\text{mA}$ ，晶体管饱和管压降 $U_{CES} = 0.6\text{V}$ 。试问：当负载电阻 $R_L =$ 和 $R_L = 3\text{k}$ 时电路的最大不失真输出电压各为多少伏？

解：由于 $I_{CQ} = 2\text{mA}$ ，所以 $U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_c = 6\text{V}$ 。

空载时，输入信号增大到一定幅值，电路首先出现饱和失真。故

$$U_{om} = \frac{U_{CEQ} - U_{CES}}{\sqrt{2}} \approx 3.82\text{V}$$

$R_L = 3\text{k}\Omega$ 时，当输入信号增大到一定幅值，电路首先出现截止失真。故

$$U_{om} = \frac{I_{CQ}R'_L}{\sqrt{2}} \approx 2.12\text{V}$$

2.12 在图 P2.10 所示电路中，设某一参数变化时其余参数不变，在表中填入 增大 减小或 基本不变。

参数变化	I_{BQ}	U_{CEQ}	$ \dot{A}_u $	R_i	R_o
R_b 增大					
R_c 增大					
R_L 增大					

解：答案如解表 P2.12 所示。

解表 P2.12 所示

参数变化	I_{BQ}	U_{CEQ}	$ \dot{A}_u $	R_i	R_o
R_b 增大					
R_c 增大					
R_L 增大					

2.13 电路如图 P2.13 所示，晶体管的 $\beta = 100$ ， $r_{bb'} = 100 \Omega$ 。

- (1) 求电路的 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o ；
 (2) 若电容 C_e 开路，则将引起电路的哪些动态参数发生变化？如何变化？

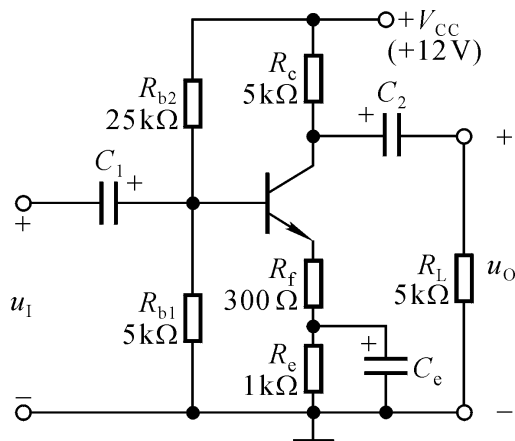


图 P2.13

解：(1) 静态分析：

$$U_{BQ} \approx \frac{R_{b1}}{R_{b1} + R_{b2}} \cdot V_{CC} = 2V$$

$$I_{EQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_f + R_e} \approx 1mA$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{EQ}}{1 + \beta} \approx 10\mu A$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_f + R_e) = 5.7V$$

动态分析：

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26mV}{I_{EQ}} \approx 2.73k\Omega$$

$$\dot{A}_u = - \frac{\beta(R_c \parallel R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)R_f} \approx -7.7$$

$$R_i = R_{b1} \parallel R_{b2} \parallel [r_{be} + (1 + \beta)R_f] \approx 3.7k\Omega$$

$$R_o = R_c = 5k\Omega$$

(2) R_i 增大， $R_i \approx 4.1k\Omega$ ； $|\dot{A}_u|$ 减小， $\dot{A}_u \approx - \frac{R_L'}{R_f + R_e} = -1.92$ 。

2.14 试求出图 P2.3 (a) 所示电路 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。

解： Q 点为

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_1 + R_2 + (1 + \beta)R_c}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - (1 + \beta)I_{BQ}R_c$$

\dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$\dot{A}_u = -\beta \frac{R_2 R_3}{r_{be}}, \quad R_i = r_{be} \parallel R_1, \quad R_o = R_2 \parallel R_3$$

2.15 试求出图 P2.3 (b) 所示电路 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。设静态时 R_2 中的电流远大于 T 的基极电流。

解： Q 点：

$$I_{BQ} = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} V_{CC} - U_{BEQ} \right) / [R_2 \parallel R_3 + (1 + \beta)R_1]$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}R_c + U_{BEQ}$$

\dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$\dot{A}_u = \frac{\beta R_4}{r_{be}}$$

$$R_i = R_1 \parallel \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

$$R_o = R_4$$

2.16 试求出图 P2.3 (c) 所示电路 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。设静态时 R_2 中的电流远大于 T_2 管的基极电流且 R_3 中的电流远大于 T_1 管的基极电流。

解：两只晶体管的静态电流、管压降分析如下：

$$\begin{aligned} I_{BQ1} &\approx \frac{V_{CC} - U_{BEQ1}}{R_1 + R_2} - \frac{U_{BEQ1}}{R_3} \\ I_{CQ2} &\approx I_{CQ1} = \beta I_{BQ1} \\ U_{CQ2} &= V_{CC} - I_{CQ2} R_4 \\ U_{BQ2} &\approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_{CC} - U_{BEQ1}) + U_{BEQ1} \\ U_{CEQ1} &= U_{BQ2} - U_{BEQ2} \\ U_{CEQ2} &= U_{CQ2} - U_{BQ2} + U_{BEQ2} \end{aligned}$$

\dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分析如下：

$$\begin{aligned} \dot{A}_{u1} &= -\frac{\beta_1 \cdot \frac{r_{be2}}{1 + \beta_2}}{r_{be1}} \\ \dot{A}_{u2} &= \frac{\beta_2 R_4}{r_{be2}} \\ \dot{A}_u &= \dot{A}_{u1} \dot{A}_{u2} \\ R_i &= R_2 \parallel R_3 \parallel r_{be1} \\ R_o &= R_4 \end{aligned}$$

2.17 设图 P2.17 所示电路所加输入电压为正弦波。试问：

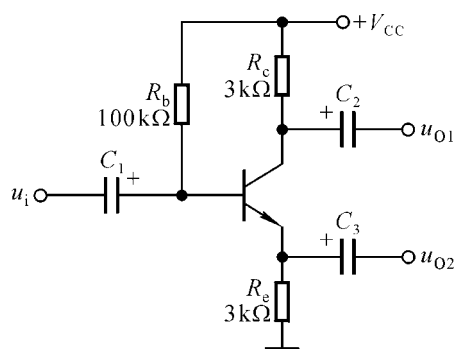


图 P2.17

(1) $\dot{A}_{u1} = \dot{U}_{o1} / \dot{U}_i$? $\dot{A}_{u2} = \dot{U}_{o2} / \dot{U}_i$?

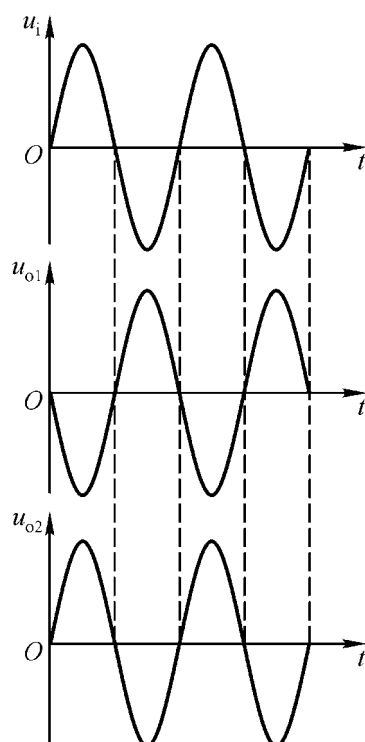
(2) 画出输入电压和输出电压 u_i 、 u_{o1} 、 u_{o2} 的波形；

解：(1) 因为通常 $\beta \gg 1$ ，所以电压放大倍数分别应为

$$\dot{A}_{u1} = -\frac{\beta R_c}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} \approx -\frac{R_c}{R_e} = -1$$

$$\dot{A}_{u2} = \frac{(1 + \beta)R_e}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} \approx +1$$

(2) 两个电压放大倍数说明 $u_{o1} = -u_i$ ， $u_{o2} = u_i$ 。波形如解图 P1.17 所示。



解图 P1.17

2.18 电路如图 P2.18 所示，晶体管的 $\beta = 80$ ， $r_{be} = 1k$ 。

(1) 求出 Q 点；

(2) 分别求出 $R_L =$ 和 $R_L = 3k$ 时电路的 \dot{A}_u 和 R_i ；

(3) 求出 R_o 。

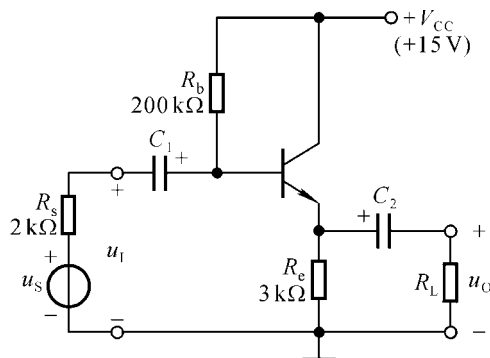


图 P2.18

解：(1) 求解 Q 点：

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e} \approx 32.3\mu A$$

$$I_{EQ} = (1 + \beta)I_{BQ} \approx 2.61mA$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{EQ}R_e \approx 7.17V$$

(2) 求解输入电阻和电压放大倍数：

$R_L =$ 时

$$R_i = R_b \parallel [r_{be} + (1 + \beta)R_e] \approx 110k\Omega$$

$$\dot{A}_u = \frac{(1 + \beta)R_e}{r_{be} + (1 + \beta)R_e} \approx 0.996$$

$R_L = 3k$ 时

$$R_i = R_b \parallel [r_{be} + (1 + \beta)(R_e \parallel R_L)] \approx 76k\Omega$$

$$\dot{A}_u = \frac{(1 + \beta)(R_e \parallel R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e \parallel R_L)} \approx 0.992$$

(3) 求解输出电阻：

$$R_o = R_e \parallel \frac{R_s \parallel R_b + r_{be}}{1 + \beta} \approx 37\Omega$$

2.19 电路如图 P2.19 所示，晶体管的 $\beta = 60$ ， $r_{bb'} = 100 \Omega$ 。

(1) 求解 Q 点、 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o ；

(2) 设 $U_s = 10\text{mV}$ (有效值)，问 $U_i = ?$ $U_o = ?$ 若 C_3 开路，则 $U_i = ?$ $U_o = ?$

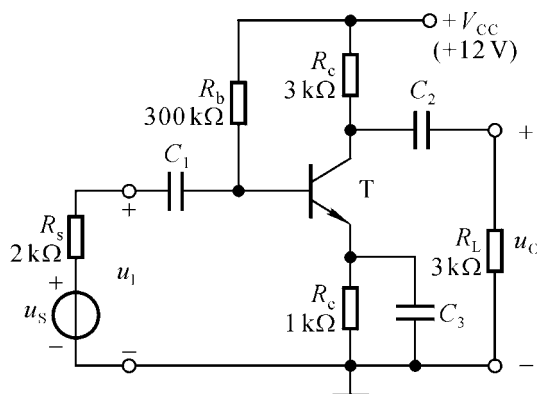


图 P2.19

解：(1) Q 点：

$$I_{BQ} = \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b + (1 + \beta)R_e} \approx 31\mu\text{A}$$

$$I_{CQ} = \beta I_{BQ} \approx 1.86\text{mA}$$

$$U_{CEQ} \approx V_{CC} - I_{EQ}(R_c + R_e) = 4.56\text{V}$$

\dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的分析：

$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta)\frac{26\text{mV}}{I_{EQ}} \approx 952\Omega$$

$$R_i = R_b \parallel r_{be} \approx 952\Omega$$

$$\dot{A}_u = -\frac{\beta(R_c \parallel R_L)}{r_{be}} \approx -95$$

$$R_o = R_c = 3\text{k}\Omega$$

(2) 设 $U_s = 10\text{mV}$ (有效值)，则

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 3.2\text{mV}$$

$$U_o = |\dot{A}_u| U_i \approx 304\text{mV}$$

若 C_3 开路，则

$$R_i = R_b \quad [r_{be} + (1 + \beta)R_e] \approx 51.3\text{k}\Omega$$

$$\dot{A}_u \approx -\frac{R_c}{R_e} \frac{R_L}{R_e} = -1.5$$

$$U_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot U_s \approx 9.6\text{mV}$$

$$U_o = |\dot{A}_u| U_i \approx 14.4\text{mV}$$

2.20 改正图 P2.20 所示各电路中的错误，使它们有可能放大正弦波电压。要求保留电路的共漏接法。

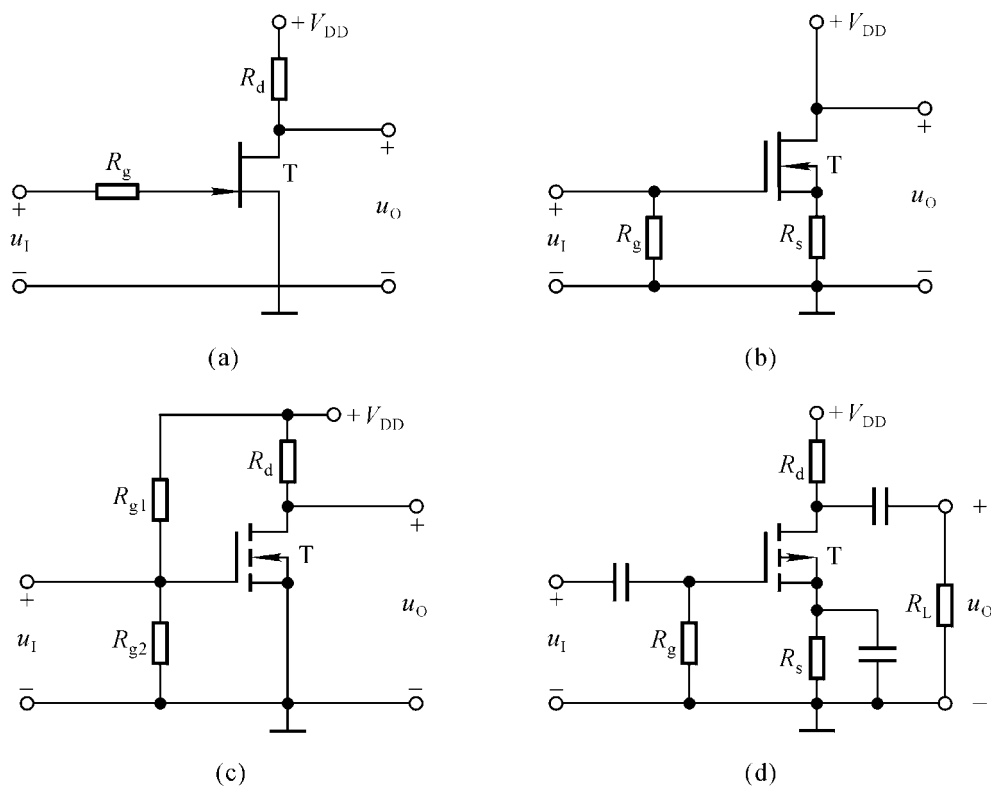


图 P2.20

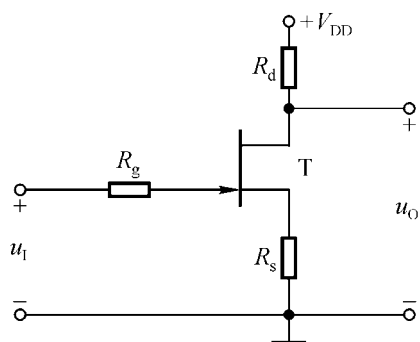
解：(a) 源极加电阻 R_s 。

(b) 漏极加电阻 R_D 。

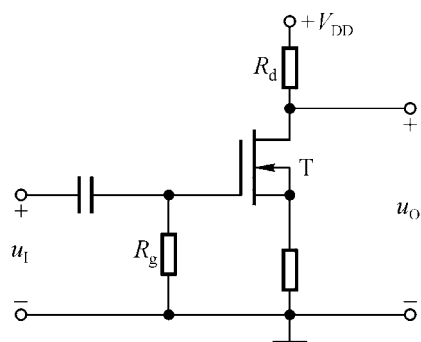
(c) 输入端加耦合电容。

(d) 在 R_g 支路加 $-V_{GG}$ ， $+V_{DD}$ 改为 $-V_{DD}$

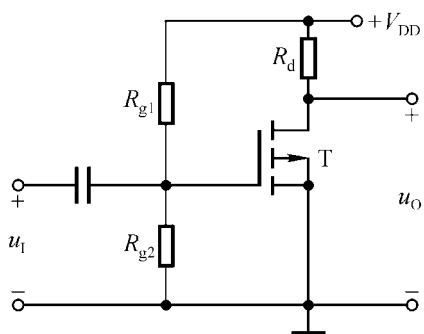
改正电路如解图 P2.20 所示。



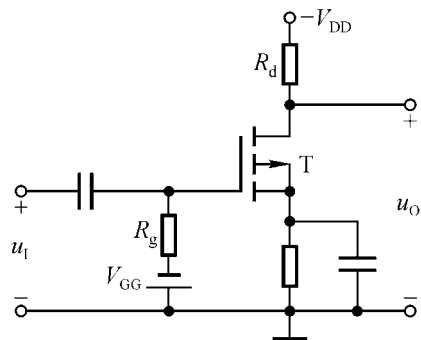
(a)



(b)



(c)



(d)

解图 P2.20

2.21 已知图 P2.21(a)所示电路中场效应管的转移特性和输出特性分别如图 (b) (c)所示。

(1) 利用图解法求解 Q 点；

(2) 利用等效电路法求解 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 。

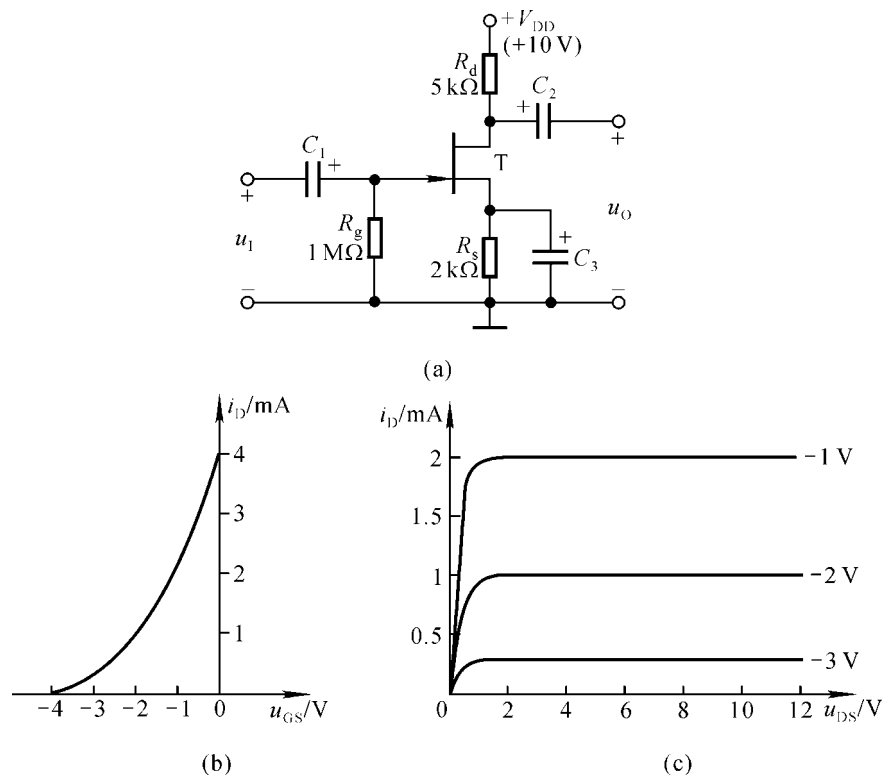
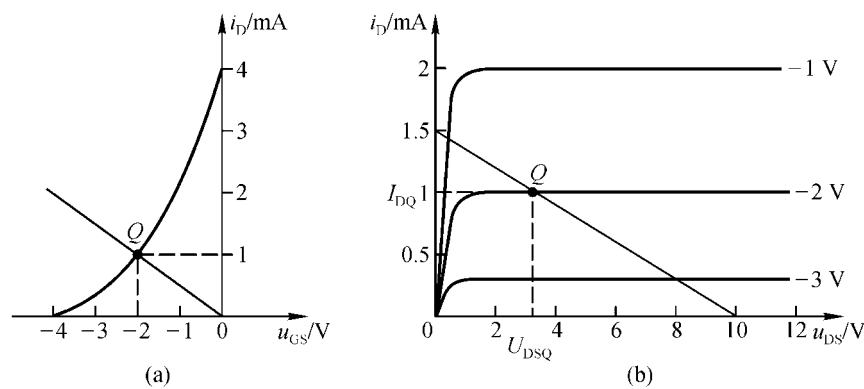


图 P2.21

解：(1) 在转移特性中作直线 $u_{GS} = -i_D R_S$ ，与转移特性的交点即为 Q 点；读出坐标值，得出 $I_{DQ} = 1\text{mA}$ ， $U_{GSQ} = -2\text{V}$ 。如解图 P2.21 (a) 所示。



解图 P2.21

在输出特性中作直流负载线 $u_{DS} = V_{DD} - i_D (R_D + R_S)$, 与 $U_{GSQ} = -2V$ 的那条输出特性曲线的交点为 Q 点, $U_{DSQ} = 3V$ 。如解图 P2.21 (b) 所示。

(2) 首先画出交流等效电路 (图略), 然后进行动态分析。

$$g_m = \left. \frac{\partial i_D}{\partial u_{GS}} \right|_{U_{DS}} = \frac{-2}{U_{GS(off)}} \sqrt{I_{DSS} I_{DQ}} = 1 \text{mA/V}$$

$$\dot{A}_u = -g_m R_D = -5$$

$$R_i = R_g = 1 \text{M}\Omega$$

$$R_o = R_D = 5 \text{k}\Omega$$

2.22 已知图 P2.22 (a) 所示电路中场效应管的转移特性如图 (b) 所示。求解电路的 Q 点和 \dot{A}_u 。

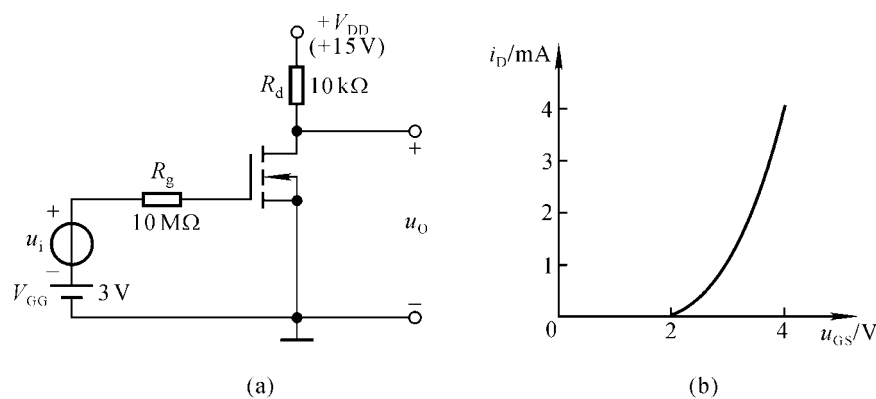


图 P2.22

解:(1) 求 Q 点:

根据电路图可知, $U_{GSQ} = V_{GG} = 3V$ 。

从转移特性查得, 当 $U_{GSQ} = 3V$ 时的漏极电流

$$I_{DQ} = 1 \text{mA}$$

因此管压降 $U_{DSQ} = V_{DD} - I_{DQ} R_D = 5V$ 。

(2) 求电压放大倍数:

$$g_m = \frac{2}{U_{GS(th)}} \sqrt{I_{DQ} I_{D0}} = 2 \text{mA/V}$$

$$\dot{A}_u = -g_m R_D = -20$$

2.23 电路如图 P.23 所示，已知场效应管的低频跨导为 g_m ，试写出 \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式。

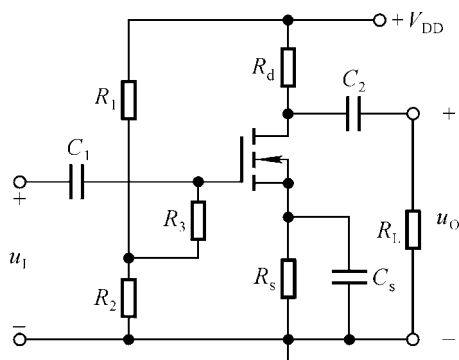


图 P2.23

解： \dot{A}_u 、 R_i 和 R_o 的表达式分别为

$$\dot{A}_u = -g_m(R_D \parallel R_L)$$

$$R_i = R_3 + R_1 \parallel R_2$$

$$R_o = R_D$$

2.24 图 P2.24 中的哪些接法可以构成复合管？标出它们等效管的类型（如 NPN 型、PNP 型、N 沟道结型……）及管脚（b、e、c、d、g、s）。

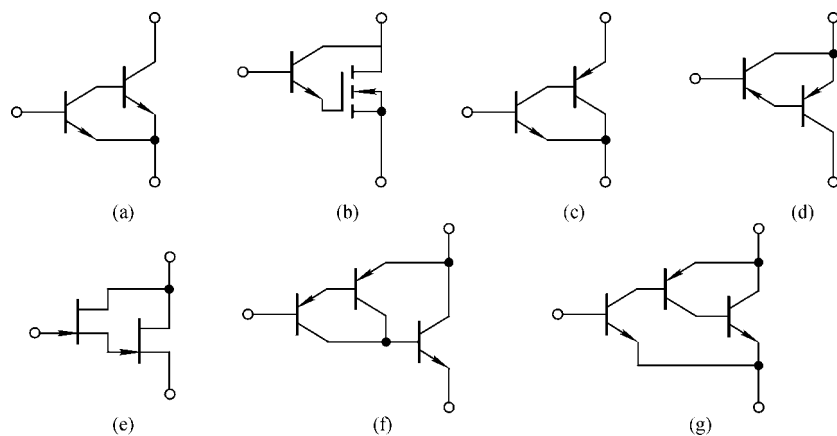


图 P2.24

解：(a) 不能。 (b) 不能。

(c) 构成 NPN 型管，上端为集电极，中端为基极，下端为发射极。

(d) 不能。 (e) 不能。

(f) PNP 型管，上端为发射极，中端为基极，下端为集电极。

(g) 构成 NPN 型管，上端为集电极，中端为基极，下端为发射极。