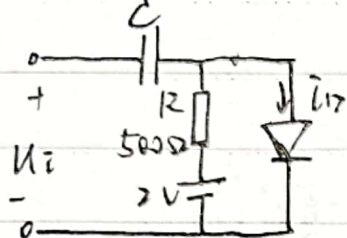


第四章作业

P104.48 二极管导通电压 $U_D = 0.7V$, 常温下 $U_T \approx 26mV$, 电容 C 对交流信号可视为短路; u_i 为正弦波, 有效值为 $10mV$. 试问二极管中流过的交流电的有效值?



二极管中的直流电流

$$I_D = \frac{1}{R}(V - U_D) = \frac{2 - 0.7}{500} = 2.6mA$$

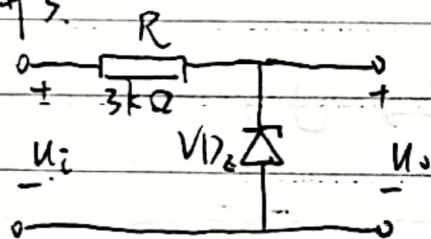
动态电阻 $r_D = \frac{U_T}{I_D} = 10\Omega$

动态电流的有效值: $I_d = \frac{U_i}{r_D} \approx 1mA$

4.9 $U_Z = 8V$.

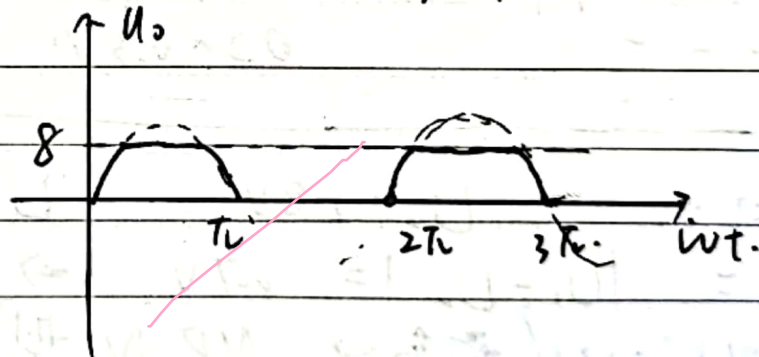
$R = 3k\Omega$. 设 $u_i = 15 \sin \omega t$, 试画出 u_o 的波形。

波形:



正向导通 \Rightarrow 压降为零

反向大于 $8V$ 击穿稳压

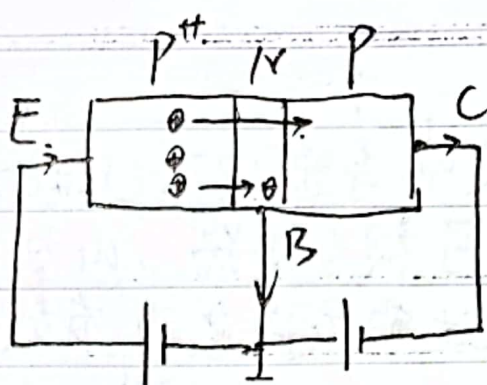
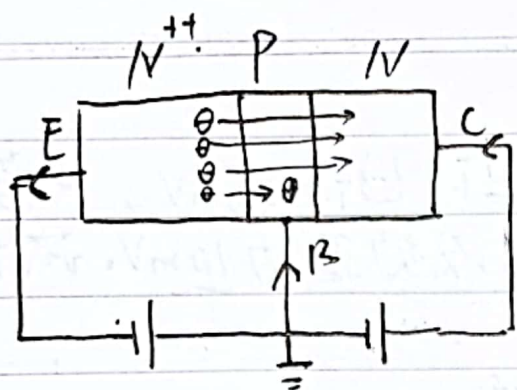


4.11 测得工作在放大电路中几个半导体三极管的三个电极电位 U_1 , U_2 , U_3 分别为下列数值, 判断它们是 NPN 型还是 PNP? 是硅管还是锗管, 确定 e, b, c.

判断:

1. PNP & NPN?





$$\bar{i}_E > \bar{i}_C > \bar{i}_B$$

C 极电势最高

E 极电势最低

PN 正偏 $\Rightarrow U_{BE}$ 比较小

$$\bar{i}_E > \bar{i}_C > \bar{i}_B$$

E 极电势最高

C 极电势最低

2. 硅 & 锗

硅的导通压降

$$0.6 \sim 0.8 V$$

锗

$$0.2 \sim 0.3 V$$

$\rightarrow U_{BE}$

$$1) U_1 = 3.5 V \quad U_2 = 2.8 V \quad U_3 = 12 V$$

$$U_{BE} = |U_1 - U_2| = 0.7 V \Rightarrow \text{硅}$$

$$U_C = U_3 = 12 V \text{ 最高} \Rightarrow \text{NPN 型}$$

\therefore 是硅 NPN 型三极管 $c \rightarrow U_3 \quad b \rightarrow U_1 \quad e \rightarrow U_2$

$$2) U_1 = 3 V \quad U_2 = 2.8 V \quad U_3 = 12 V$$

$$U_{BE} = |U_1 - U_2| = 0.2 V \Rightarrow \text{锗}$$

$$U_C = U_3 = 12 V \text{ 最高} \Rightarrow \text{NPN 型}$$

\therefore 是锗 NPN 型三极管

$c \rightarrow U_3 \quad b \rightarrow U_1 \quad e \rightarrow U_2$



3.7. $U_1 = 6V$, $U_2 = 11.3V$, $U_3 = 12V$.

$|U_{BE}| = |U_2 - U_3| = 0.6V$

硅

$U_c = U_1 = 6V$

最小

PNP型

∴ 硅 PNP 型三极管 $c \rightarrow U_1$, $b \rightarrow U_2$, $e \rightarrow U_3$

4) $U_1 = 6V$, $U_2 = 11.8V$, $U_3 = 12V$

$|U_{BE}| = |U_2 - U_3| = 0.2V$

错

$U_c = U_1 = 6V$

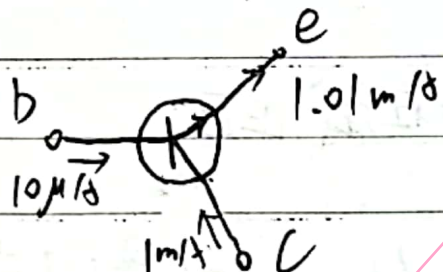
最小

PNP型

∴ 错 PNP 型三极管 $c \rightarrow U_1$, $b \rightarrow U_2$, $e \rightarrow U_3$

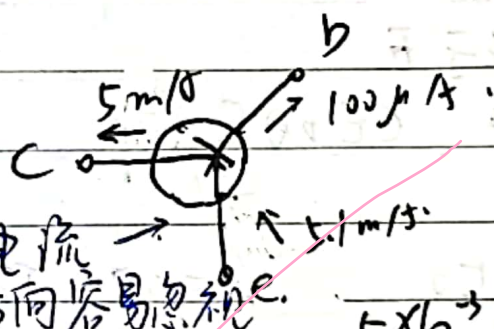
4.12. 测得放大电路中两个电极电流, 求另一电极电流, 标出其方向, 并在圆圈中画, 出管子, 分别求出它们的电流放大系数

a)



$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{1 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-6}} = 100$

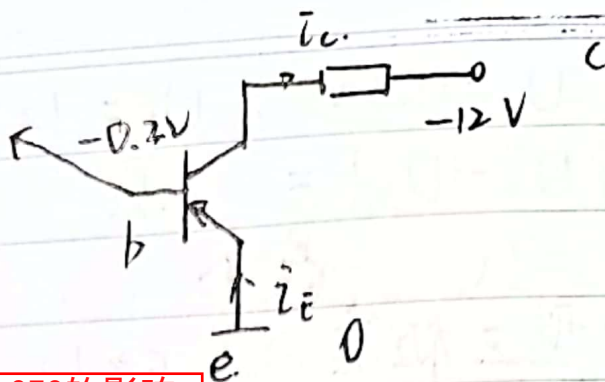
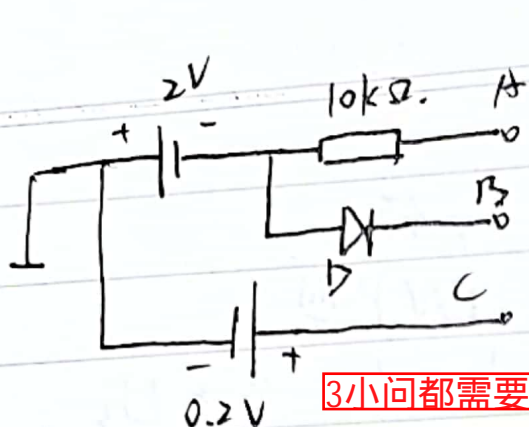
b)



$\beta = \frac{5 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 50$
这里是 PNP 型

4.13 晶体管 $\beta = 50$, $I_{CBO} = 4 \mu A$, 导通时 $U_{BE} = -0.2V$, 问当开关分别接在 A、B、C 三处时, 晶体管处于何种状态? 集电极电流 I_c 为多少? 假设二极管 VD 有理想特性





3小问都需要考虑ICEO的影响

1° 开关位于 A

$$\bar{I}_B = \frac{2 - 0.2}{10k} = 1.8 \times 10^{-4} A$$

$$U_{BE} = -0.2V \Rightarrow U_{B} = -0.2V$$

$$\Rightarrow \bar{I}_C = \bar{I}_B \cdot \beta = 9 \times 10^{-3} A$$

工作在放大区

2° 开关位于 B

基极开路, $I_B = 0, I_C = I_{CE0} = (1 + \beta) I_{CB0}$

$$U_B = 0$$

工作在截止区

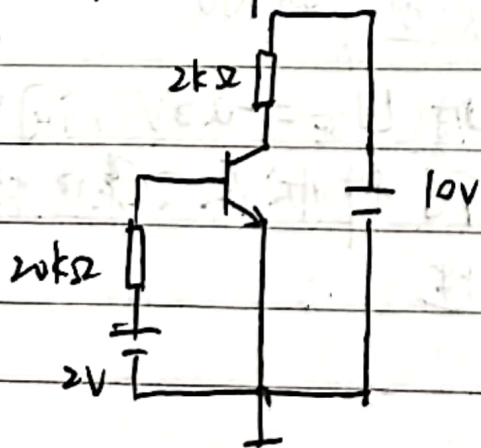
3° 开关位于 C

BE 、 CE 均反偏

工作在截止区

4.15. $\beta = 50$ $U_{BE} = 0.7$ 估算 I_C, U_{CE} , 判断工作在哪个区, 并将工作点画在图中的输出特性曲线上.

a)



$$\bar{I}_B = \frac{2 - 0.7}{20k} = 6.5 \times 10^{-5} = 65 \mu A$$

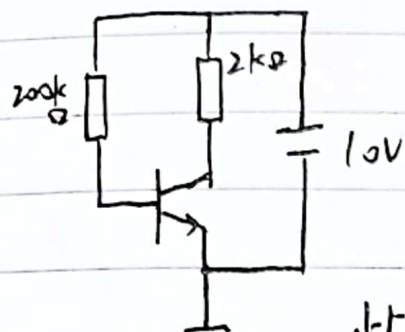
$$\bar{I}_C = \beta \bar{I}_B = 65 \times 50 = 3.25 mA$$

$$U_C = 10 - 2 \times 10^3 \times 3.25 \times 10^{-3} = 10 - 6.5 = 3.5V$$



工作在放大区

b)



$$I_{B3} = \frac{10 - 0.7}{200k} = 4.65 \times 10^{-5} A = 46.5 \mu A$$

取一个饱和与放大的临界点

此时 U_{CES} 较小 (假导通)

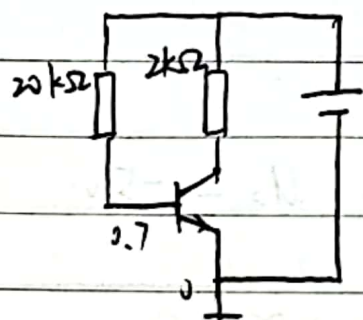
一个类似的开启电流 $I_{BS} = \frac{1}{\beta} \times \frac{10 - U_{CES}}{2k} \approx 100 \mu A$

$I_B < I_{BS}$ 在放大区

$$I_C = \beta I_B = 50 \times 46.5 \mu A = 2.325 mA$$

$$U_{CE} = 10 - 2 \times 10^3 \times 2.325 \times 10^{-3} = 5.3 V$$

c)



$$I_{BS} = \frac{1}{\beta} \frac{10 - U_{CES}}{2k} = \frac{1}{50} \times \frac{10 - 0.7}{2k} = 0.1 mA$$

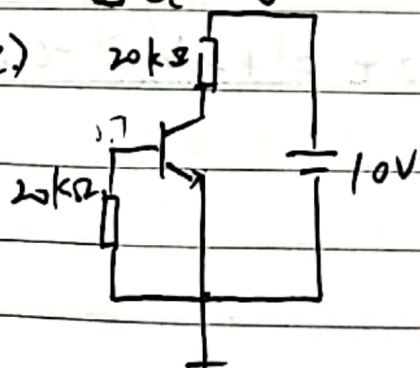
$$I_B = \frac{10 - 0.7}{20k} \approx 0.465 mA > I_{BS}$$

工作在饱和区

$$U_{CE} = 0$$

$$I_C = \frac{10}{2k} = 5 mA$$

e)

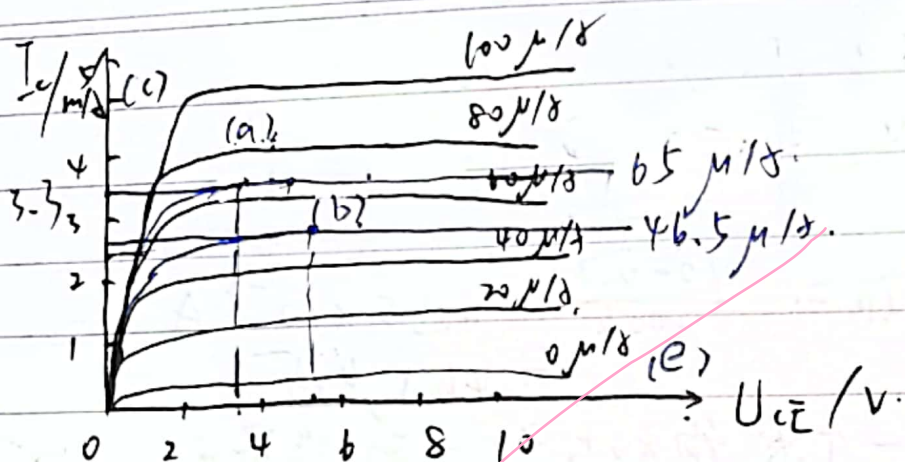


工作在截止区

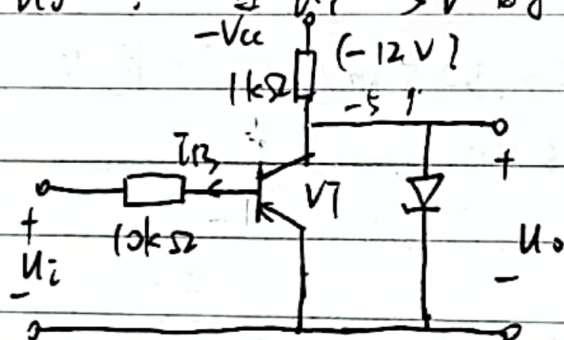
$$I_C = 0$$

$$U_{CE} = 10 V$$





4.17 $\beta = 50$ $|U_{BE}| = 0.2V$, 饱和管压降 $|U_{CES}| = 0.1V$,
 稳压管 $U_Z = 5V$, 正向导通电压 $U_D = 0.5V$, Q: 当 $U_i = 0V$ 时
 $U_o = ?$ 当 $U_i = -5V$ 时 $U_o = ?$



1° $U_i = 0V$ 时 截止 稳压管击穿 $U_o = -5V$.

2° $U_i = -5V$ 时 放大 $U_B = -0.2V$.

$$I_B = \frac{5 - 0.2}{10k} = 4.8 \times 10^{-4} A = 0.48 mA$$

$$I_C = 50 \times 0.48 = 24 mA$$

$$U_{CE} = -12 + 10^3 \times 24 \times 10^{-3} = -12 + 24 = 12V > -0.2V$$

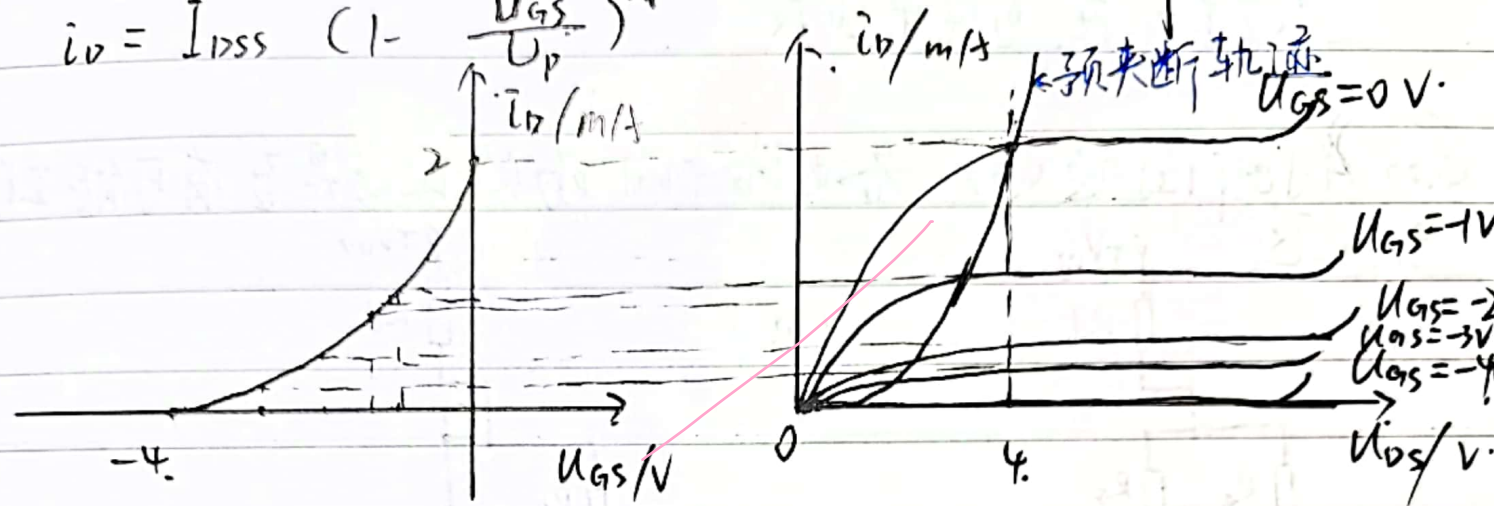
不符 \Rightarrow 工作在饱和区

$$\Rightarrow U_o = -0.1V$$



4.18. 已知某结型场效应管 $I_{DSS} = 2\text{mA}$, $V_p = -4\text{V}$. 画出转移特性曲线和输出特性曲线, 并近似画出预夹断轨迹

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_p}\right)^2$$

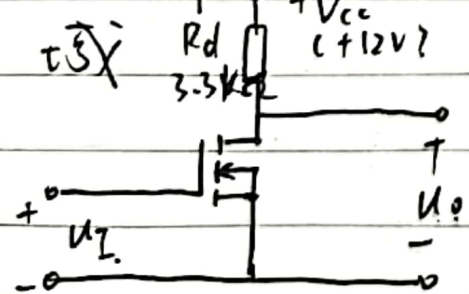


4.19 测得某放大电路中三个 MOS 管的三个电极的电位表工作状态

管号	$U_{GS}(\text{th})/\text{V}$	U_S/V	U_G/V	U_D/V	工作状态
T_1	4	-5	1	3	截止区 X
T_2	-4	3	3	10	恒流区 X
T_3	-4	6	0	5	可变电阻区

注意区分 NMOS 和 PMOS 的判断条件

4.20. 分析当 $U_i = 4\text{V}, 8\text{V}, 12\text{V}$ 三种情况下场效应管工作在什么区



图见书

$U_i = 4\text{V} < 5\text{V}$ 工作在截止区

$U_i = 8\text{V}$ 假设工作在恒流区 $i_D \approx 0.6\text{mA}$

$$U_d = 12 - 3.3 \times 0.6 = 12 - 1.98 \approx 10\text{V}$$

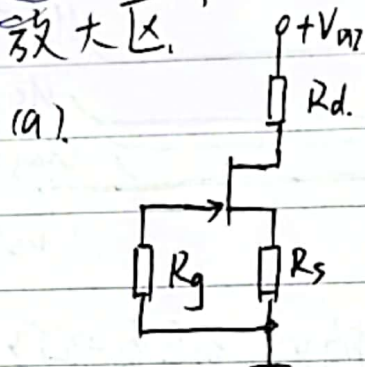
$U_{DS} > U_G - U_{GS} \approx 8 - 5 = 3\text{V} \therefore$ 工作在恒流区

$$U_i = 12V \Rightarrow U_{os} = 12 - 3.3 \times 3.8$$

$$\leq 12 - 5 = 7V$$

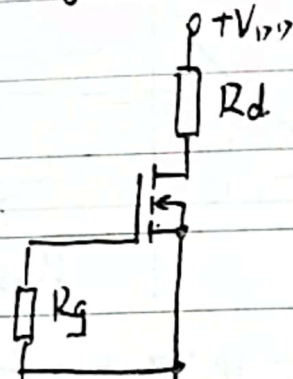
∴ 工作在可变电阻区。

4.22 判断图题 4.22 各电路中的场效应管是否有可能工作在放大区。

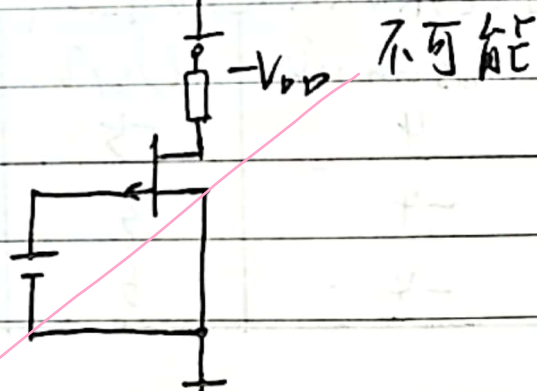


有可能

(b)

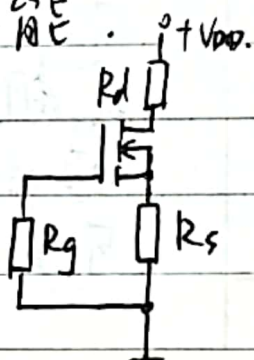


(d)



不可能

(c)



不可能

有可能

