

# 实验报告

课程名称: 模拟电子技术实验 实验名称: 实验一: 二极管与三极管的功能测试

专业-班级: 自动化1班 学号: 210320111 姓名: 吕家昊

实验日期: 2023 年 4 月 6 日 评分: \_\_\_\_\_

---

教师评语:

助教签字: \_\_\_\_\_

教师签字: \_\_\_\_\_

日期: \_\_\_\_\_

# 实验预习

## 实验预习和实验过程原始数据记录

预习结果审核：\_\_\_\_\_ 原始数据审核：\_\_\_\_\_

(包括预习时，计算的理论数据)

表 1-2 二极管判别记录表格

二极管极性判别	电压值	二极管电阻测量	电阻	二极管电阻测量	电阻
二极管正向电压	0.5847V	二极管正向电阻 (500kΩ 档位)	294.35kΩ	二极管正向电阻 (5MΩ 档位)	0.3012MΩ
二极管反向电压	O.L	二极管反向电阻 (500kΩ 档位)	O.L	二极管反向电阻 (5MΩ 档位)	O.L

表 1-3 晶体管管型判别记录表格

晶体管极性判别	$U_{BE}$	$U_{BC}$	$U_{CE}$	$U_{EB}$	$U_{CB}$	$U_{EC}$	管型
9012	O.L	O.L	O.L	0.7280V	0.7262V	O.L	PNP
9013	0.6980V	0.6999V	O.L	O.L	O.L	O.L	NPN

表 1-4 晶体管的输入特性测试表格

$I_B(\mu A)$ $U_{BE}(V)$ 测试条件	0	2	4	6	10	20	40	60	80
$U_{CE}=0$	0.0014	0.5057	0.5297	0.5398	0.5523	0.5719	0.5927	0.6039	0.6124
$U_{CE}=2V$	0.0014	0.5823	0.6052	0.6213	0.6358	0.6555	0.6762	0.6852	0.6916

表 1-5 晶体管的输出特性曲线测试表格

$U_{CE}(V)$ $I_C(mA)$ 测试条件	0	1	2	3	5	10
$I_B=10\mu A$	1.8535	1.8573	1.8864	1.9051	1.9588	2.1161
$I_B=20\mu A$	2.4546	4.1008	4.1644	4.2961	4.4142	4.8065
$I_B=30\mu A$	6.1697	6.3129	6.4437	6.5441	6.7335	7.5261

测试晶体管三种工作状态的特性：

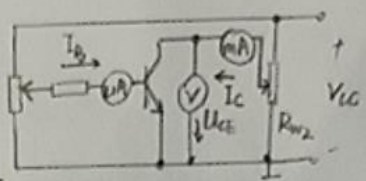
临界饱和时，集电极电流  $I_{CS} = 3.7381mA$  基极电流  $I_{BS} = 19\mu A$ ， $\beta = 196.74$

表 1-6 晶体管的三种工作状态特性测试表格

测试条件	$I_B$	$U_{CE}(V)$	$U_{BE}(V)$	$I_C$	晶体管的工作区域	晶体管的两个结的偏置状态
$I_B > I_{BS}$	20μA	0.5317	0.6554	3.8205mA	饱和区	发射结正偏，集电结正偏
$I_B = 0 \sim I_{BS}$	10μA	4.6009	0.6373	2.4667mA	放大区	发射结正偏，集电结反偏
$I_B = 0$	0	11.978	0.4642	0.0041mA	截止区	发射结反偏，集电结反偏

使用晶体管前需测试特性  
 态变量  $U_{CE}$   $I_B$  分别为常数时可得  
 输入、输出特性曲线  $R_{W1}$  用于调  
 平  $I_B$   $R_{W2}$  调节  $U_{CE}$  保持  $U_{CE}$  = 正数  
 一、实验目的

放大电路中, 调节偏置电阻  $R_b$   
 可调节静态工作点。  
 晶体管直流工作状态可用  $P_m$   
 万用表测量, 截止区时  $U_{CE}$   
 =  $V_{CC}$ , 饱和区  $U_{CE} < U_{BE}$



1. 掌握基本实验仪器的使用, 对万用表, 信号发生器能较熟练地使用
2. 学习二极管, 三极管功能测试方法, 判别晶体管工作状态。
3. 学习三极管输入特性, 输出特性测量方法。

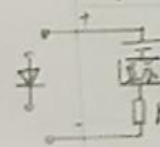
## 二、实验设备及元器件

- 直流稳压电源 1台
- 手持万用表 2台
- 直流微安表(指针式) 1台
- 电阻 4只
- 二极管 1只
- 三极管 2只
- 短接桥, 连接导线 若干
- 实验用9孔插线板 1块

- 1kΩ x 1, 2.2kΩ x 1, 220kΩ x 1
- DP832A
- Fluke F287C, Fluke 17B+
- 0~100 μA
- 200Ω x 1, 1.2kΩ x 1, 25kΩ x 1
- 1N4007 x 1
- 9013 x 1, 9012 x 1
- P8-1, 50148
- 300mm x 298mm
- 330kΩ x 2

## 三、实验原理 (重点简述实验原理, 画出原理图)

### 1. 判断二极管极性



万用表测量二极管时,  $R_0$  为表内导通电阻  
 $U_0$  为表内电源电压, 若红表笔接二极管阳极,  
 黑表笔接阴极, 二极管正向偏置呈低阻, 显  
 示屏显示电压降, 硅管 0.6~0.7V, 锗管 0.3~0.5V  
 若红表笔接阴极, 黑表笔接阳极, 二极管反偏呈高阻 屏  
 显示 0.L 也可用电阻测试端测试, 若红表笔接阳  
 极, 黑表笔接阴极, 阻值在几  $\Omega$  几  $k\Omega$  反之显示 0.L

### 2. 晶体管三极管管脚判别

1) 管型和基极 B 的判断  
 判断基极是公共阳极还是公共阴极, 可知该管是  
 PNP 还是 NPN 型。  
 2) 发射极 E 和集电极 C 的判别  
 将 B 极接 NO 端, 另两脚任意,  
 将 M1, M2 用万用表电阻测试端, 红表笔  
 接 M1, 黑表笔接 M2, 测得电阻小则  $I_c$  大  
 若红表笔接 M2, 电阻大 ( $I_c$  小), 用 M1 为集电极,  
 M2 为发射极, 人体可替代  $R_b$  作用。

## 四、实验过程

(叙述具体实验过程的步骤和方法, 记录实验数据在原始数据表格, 如需要引用原始数据表格, 请标注出表头, 如“实验数据见表 1-”) )

### 1. 二极管判别

万用表测 1N4007 阳极、阴极。  
 用 500kΩ, 5MΩ 档位测量二极  
 管正、反向电阻

### 2. 晶体管管型判别

万用表二极管测试端判别  
 9013, 9012 管型

### 3. 测量晶体管输入特性

按 a) 接法,  $U_{CE} = 0$  调节  $R_{W1}$  改变  $U_{BE}$   
 读出  $I_B$ , 作  $I_B = f(U_{BE})|_{U_{CE}=0}$  曲线  
 按 b) 接法, (mA) 为 F287C mA 电流档

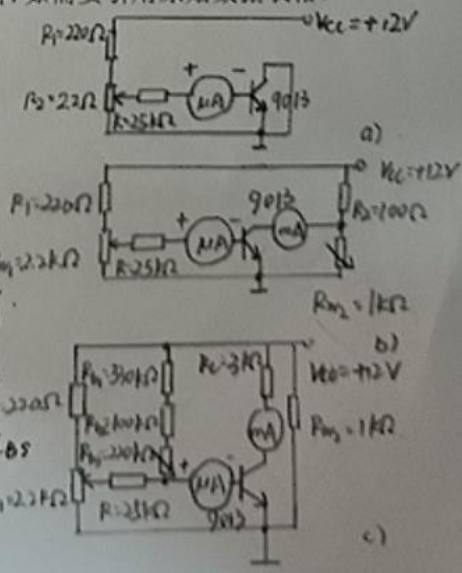
调节  $R_{W2}$  使  $U_{CE} = 2V$ , 保持不变, 调节  $R_{W1}$   
 作  $I_B = f(U_{BE})|_{U_{CE}=2}$  曲线

4. 测量晶体管输出特性  
 按 b) 接法, 是滑动变阻器为中间阻值

调节  $R_{W1}$  使  $I_B$  为 10μA, 20μA, 30μA。  
 调节  $R_{W2}$  作三条  $I_c = f(U_{CE})|_{I_B}$  曲线。

5. 观察晶体管工作状态  
 按 c) 接法,  $R_{W2}$  调最小, 调节  $R_{W1}$  使三极管临界  
 饱和, 读取集电极  $I_{CS}$  ( $I_{CS} < \frac{U_{CE}}{R_c} = 4mA$ ) 与  $I_{BS}$

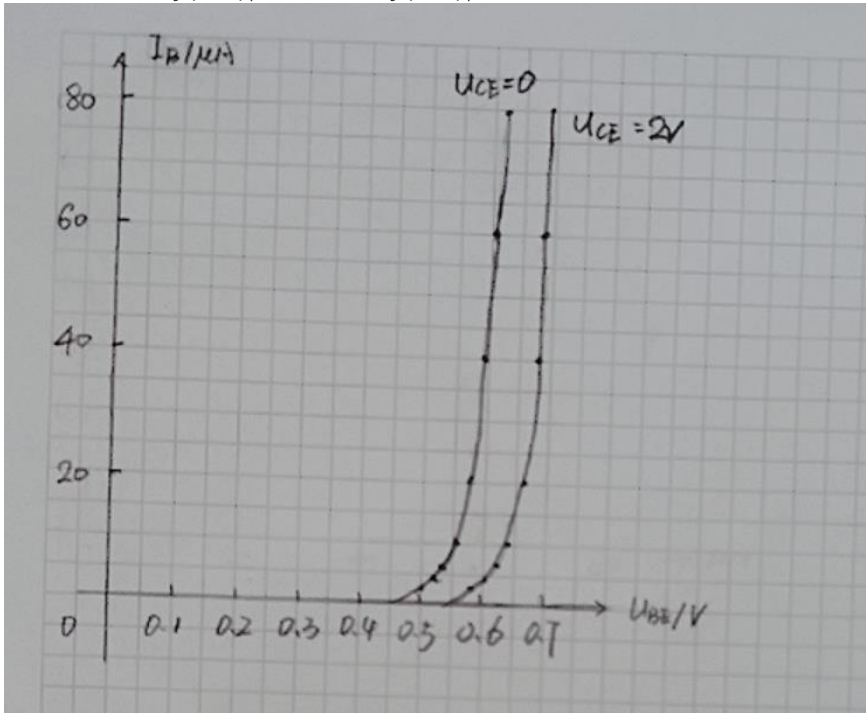
调节  $R_{W2}$ , 微调  $R_{W1}$ , 观察  $I_B, I_c$  关系  
 分别在  $I_B = 20μA, 10μA$  及 (4) 截止时测量  
 最大、饱和、截止时静态工作点



## 五、实验数据分析

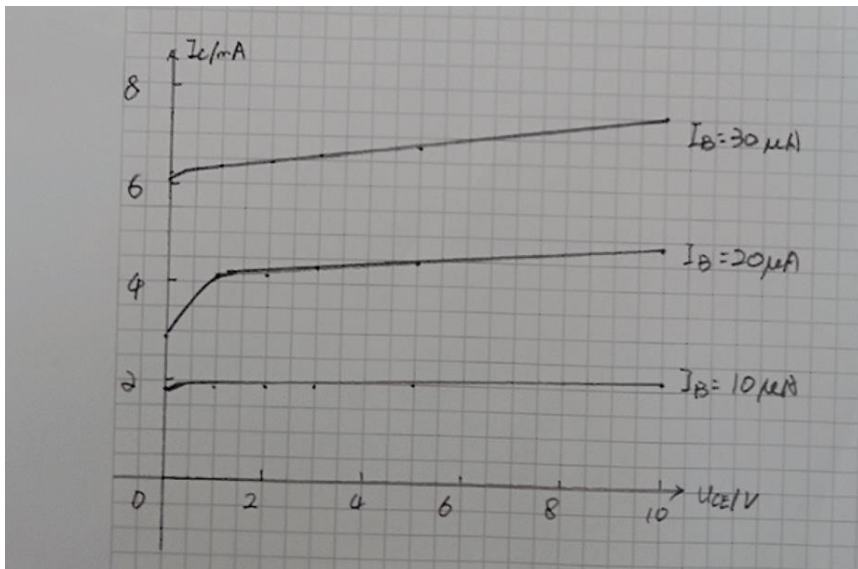
(按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析处理, 并对实验结果做出判断, 如需绘制曲线请在坐标纸中进行)

1、由实验数据表 1-4, 做出  $I_B=f(U_{BE})|_{U_{CE}=0}$  和  $I_B=f(U_{BE})|_{U_{CE}=2V}$  特性曲线, 并分析差别的原因。



当  $U_{CE}$  增大, 发射极注入基区的非平衡少数子一部分进入集电极形成  $I_C$ , 因此要获得同样  $I_B$  就需要加大  $U_{BE}$ , 注入更多电子。

2、由实验数据表 1-5, 在同一个坐标系下, 分别做出三条  $I_C=f(U_{CE})|_{I_B=\text{常数}}$  的特性曲线, 并分析曲线的原因。

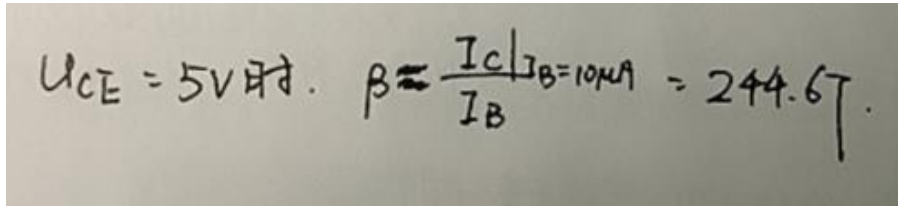


对于确定的  $I_B$ , 当  $U_{CE}$  从 0 逐渐增大时, 集电极收集非平衡少数子的能力逐渐增强,  $I_C$  逐渐增大。当  $U_{CE}$  到达一定值后, 集电极已能收集绝大多数非平衡少数子, 此时  $I_C$  近似仅取决于  $I_B$ , 而增大  $U_{CE}$  时  $I_C$  基本不变。

## 六、问题思考

(回答指导书中的思考题)

1. 根据表 1-5 的数据, 取  $U_{CE}=5V$  时的实验数据, 求晶体管的  $\beta$  值。



A handwritten calculation on a piece of paper showing the formula for beta at a specific collector-emitter voltage. The text reads:  $U_{CE} = 5V$  时.  $\beta \approx \frac{I_C}{I_B} |_{I_B=10\mu A} = 244.67$ .

2. 由实验步骤 4 和 5 所得结果, 总结晶体管 3 个工作区域的特征, 并且如何根据  $U_{CE}$  的数值判断晶体管的工作状态?

截止区:  $I_B=0$ ,  $I_C \approx 0$ ,  $U_{BE} \leq U_{on}$

放大区:  $I_C/I_B = \beta$ ,  $U_{CE} \geq U_{BE}$

饱和区:  $I_C/I_B < \beta$ ,  $U_{CE} < U_{BE}$  (临界饱和时近似  $U_{CE}=U_{BE}$ )

## 七、实验体会与建议