

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7班 学号: 220320726 姓名: 彭尚品

实验日期: 2024 年 5 月 10 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	0.5960V	二极管正向电阻 (500kΩ档位)	306.63kΩ	二极管正向电阻 (5MΩ档位)	0.3145MΩ
二极管反向电压	OL	二极管反向电阻 (500kΩ档位)	OL	二极管反向电阻 (5MΩ档位)	OL

表 1-3 晶体管管型判别记录表格 (选做)

晶体管极性判别	U_{BE}	U_{BC}	U_{CE}	U_{EB}	U_{CB}	U_{EC}	管型
9012							
9013	0.6946V	0.6918V	OL	OL	OL	OL	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
$U_{CE}=0$	0.0016	0.5206	0.5312	0.5397	0.5512	0.5697	0.5882	0.6001	0.6080
$U_{CE}=2V$	0.0013	0.6000	0.6173	0.6252	0.6394	0.6600	0.6781	0.6865	0.6866

表 1-5 晶体管的输出特性曲线测试表格

$I_C(mA)$ $U_{CE}(V)$ 测试条件	0	1	2	3	5	10
$I_B=10\mu A$	0.0152	2.0358	2.1860	2.2134	2.2687	2.4095
$I_B=20\mu A$	0.0318	3.9856	4.2795	4.3705	4.4890	4.8347
$I_B=30\mu A$	0.0520	6.2758	6.5350	6.6780	6.8732	7.6580

测试晶体管三种工作状态的特性：

临界饱和时，集电极电流 $I_{cs} = \underline{4mA}$ 基极电流 $I_{bs} = \underline{44\mu A}$ ， $\beta = \underline{90.9}$

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	$U_{CE}(V)$	$U_{BE}(V)$	$I_C(mA)$	晶体管的工作区域	晶体管的两个结的偏置状态

$I_B \geq I_{BS}$	60 μ A	0.1013	0.6592	4.0060	饱和	正正
$I_B = 0 \sim I_{BSs}$	20 μ A	0.1623	0.6560	3.9743	放大	正反
$I_B = 0$	0	11.981	0.4852	0.0073	截止	反反

一、实验目的

- 1、掌握基本实验仪器的使用，对万用表、信号发生器应能较熟练的使用。
- 2、学习二极管和三极管功能的测试方法，并判别晶体管的工作状态。
- 3、学习三极管的输入特性和输出特性的测量方法。

二、实验设备及元器件

表 1-1 实验仪器与器件列表

	名称	数量	型号
1	直流稳压电源	1 台	DP832A
2	手持万用表	2 台	Fluke F287C、Fluke 17B+
3	直流微安表（指针式）	1 台	0~100 μ A
4	电阻	4 只	200 Ω ×1 1.2k Ω ×1 25k Ω ×1 330k Ω ×2
5	电位器	3 只	1k Ω ×1 2.2k Ω ×1 220k Ω ×1
6	二极管	1 只	1N4007×1
7	三极管	2 只	9013×1, 9012×1
8	短接桥和连接导线	若干	P8-1 和 50148
9	实验用 9 孔插件方板	1 块	300mm×298mm

三、实验原理（重点简述实验原理）

- 1、二极管是一种具有两个电极的半导体器件，由于其具有单向导电的性质，广泛应用于各种电子电路中。
- 2、三极管，全称应为半导体三极管，也称双极型晶体管、晶体三极管，是一种控制电流的半导体器件，其作用是把微弱信号放大成幅度值较大的电信号，也用作无触点开关。

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

用万用表判别二极管 1N4007 的阳极和阴极，并分别用 500k Ω 和 5M Ω 的档位测量一个二极管的正、反向电阻，分别记录数据于表 1-2 中。

2、测量晶体管输入特性

使用三极管 9013, 按图 1-8 接线, 使参变量 $U_{CE}=0$; 调节 R_{W1} 改变 U_{BE} , 使 I_B 如表 1-4 所列之值。读出相应的 U_{BE} 值, 并做出 $I_B=f(U_{BE})|_{U_{CE}=0}$ 特性曲线, 并分析数据。

按图 1-9 接线, 其中 mA 表为 F287C 的 mA 电流档 (注意 mA 档不能超过 400mA), 也可为台式万用表的电流测试档 (量程为 3A 的电流档), μA 表为指针式电流表, 调节 R_{W2} , 使参变量 $U_{CE}=2V$, 并保持 U_{CE} 值不变; 调节 R_{W1} 重复上述步骤, 并做出 $I_B=f(U_{BE})|_{U_{CE}=2V}$ 的输入特性曲线, 并分析数据。

3、测量晶体管输出特性

按图 1-9 接线, 先置滑动变阻器为中间阻值, 调节 R_{W1} 使参变量 I_B 分别为 $10\mu A$ 、 $20\mu A$ 、 $30\mu A$, 调节 R_{W2} 使 U_{CE} 如表 1-5 所列之值, 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, 并分析数据。

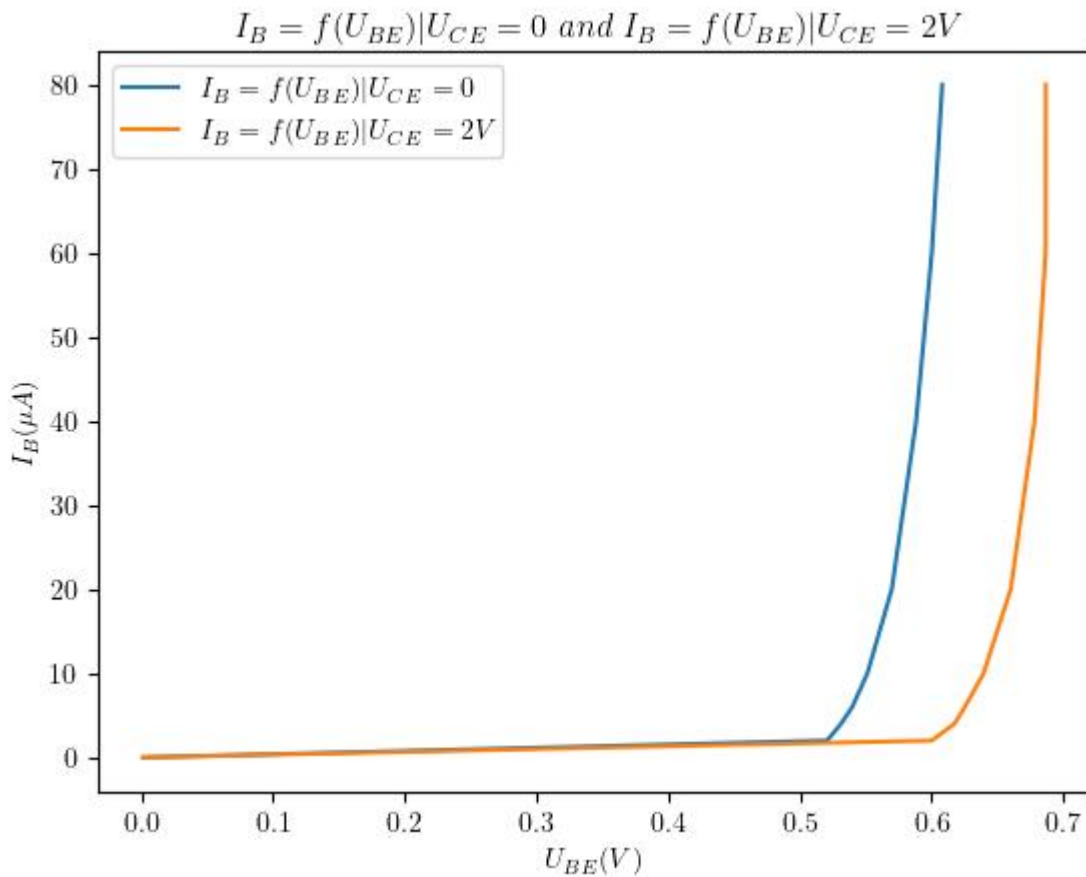
4、观察晶体管的三种工作状态

按图 1-10 接线, 先将 R_{b3} 调节到最小, 调节 R_{w1} , 使得三极管工作于临界饱和状态, 并读取此时集电极电流 I_{CS} (参考值: $I_{CS}<U_{CC}/R_C=4mA$) 和相应的基极电流 I_{BS} 。再调节 R_{b3} , 微调 R_{w1} , 观察 I_B 与 I_C 的关系, 分别在 $I_B>I_{BS}$, $I_B=0\sim I_{BS}$, $I_B=0$ (参考数据为 $I_B=20\mu A$, $10\mu A$ 及将微安表断开) 时, 测量晶体管在放大、截止、饱和, 三种状态下的静态工作点, 记录于 1-6 的表格中。

五、实验数据分析

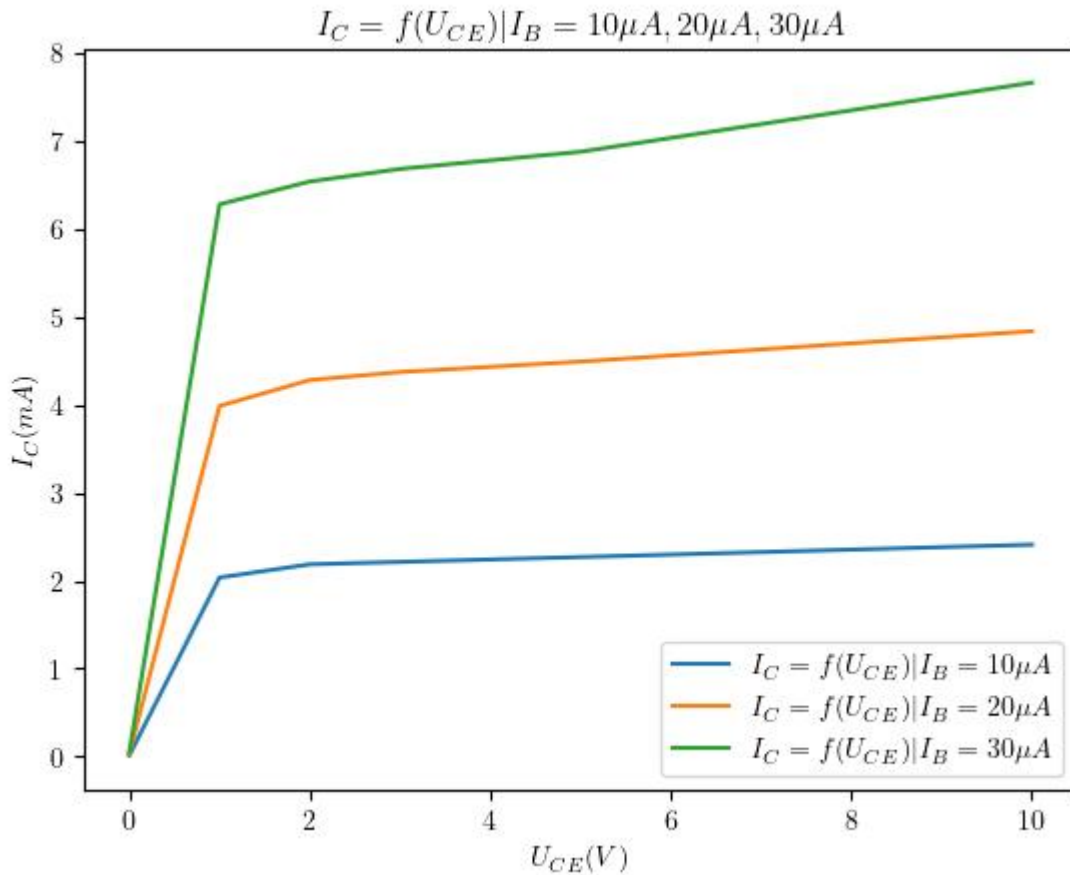
(按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析和处理, 并对实验结果做出判断, 如需绘制曲线可以用软件)

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。



差别的原因：当 U_{CE} 增大时，曲线将右移是因为，由发射区注入基区的非平衡少数载流子有一部分越过基区和集电结形成集电极电流，使得在基区参与复合运动的非平衡少数载流子随 U_{CE} 的增大（即集电结反向电压的增大）而减小；因此，要获得同样的 i_B ，就必须加大 u_{BE} ，使发射区向基区注入更多的电子。

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。



曲线的原因：输出特性曲线描述基极电流 I_B 为一常量时，集电极电流 i_c 与管压降 U_{CE} 之间的函数关系，即

$$I_C = f(U_{CE})|_{I_B = \text{常数}}$$

对于每一个确定的 I_B ，都有一条曲线，所以输出特性是一族曲线。对于某一条曲线，当 U_{CE} 从零逐渐增大时，集电结电场随之增强收集基区非平衡少子的能力逐渐增强，因而 i_c 也就逐渐增大。而当 U_{CE} 增大到一定数值时，集电结电场足以将基区非平衡少子的绝大部分收集到集电区来， U_{CE} 再增大，收集能力已不能明显提高，表现为曲线几乎平行于横轴，即 i_c 几乎仅仅决定于 I_B 。

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 β 值。

答： β 值（也称为电流放大因数或直流电流增益）是集电极电流 I_C 与基极电流 I_B 的比值。

$$\beta(I_B=10.0\mu A) = 226.87$$

$$\beta(I_B=20.0\mu A) = 224.45$$

$$\beta(I_B=30.0\mu A) = 229.11$$

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？

答：1、晶体管主要有三个工作区域：截止区、放大区和饱和区。

截止区：当 U_{BE} 小于开启电压 U_{on} 时，基极电流 I_B 和集电极电流 I_C 都接近于零。晶体管基本上是关闭的，不会有电流流过。

放大区：在这个区域，晶体管的电流放大效应最明显。集电极电流 I_C 主要由基极电流 I_B 控制，而与集电极-发射极电压 U_{CE} 的影响较小。这通常发生在 U_{BE} 大于开启电压，而集电结反偏的时候。

饱和区：在这个区域，集电极电流 I_C 不仅与 I_B 有关，和 U_{CE} 也有关系。这通常发生在 U_{BE} 和 U_{CE} 都正偏情况下。

2、判断晶体管的工作状态主要依赖于 U_{BE} 和 U_{CE} 的值。一般来说，如果 U_{BE} 小于阈值电压，晶体管处于截止区；如果 U_{BE} 大于开启电压，并且 U_{CE} 有足够的正偏压，晶体管处于放大区；如果 U_{BE} 和 U_{CE} 都有足够的正偏压，晶体管处于饱和区。具体的开启电压和正向压降的值取决于晶体管的类型和制造工艺。

七、实验体会与建议

很不错，锻炼了动手能力