D:\竺院\视觉标识\校名_宽间距.bmp **实验报告**

装 订 线

专业：

姓名：

学号：

日期：

地点：

自动化

浅野枫

322010\*\*\*\*

2023.11.22

东3-209

电路与模拟电子技术实验

三极管D882的伏安特性测量

张冶沁

课程名称： 指导老师： 成绩：

基础规范型实验

实验名称： 实验类型：

|  |  |
| --- | --- |
| 一、实验目的和要求（必填） | 二、实验内容和原理（必填） |
| 三、主要仪器设备（必填） | 四、操作方法和实验步骤 |
| 五、实验数据记录和处理 | 六、实验结果与分析（必填） |
| 七、讨论、心得 |  |

1. 实验目的和要求

1. 学习三极管9013基极b，集电极c，发射极e的判别。

2. 学习PNP管和NPN管的判别。

3. 学习硅（Si）、锗（ Ge）管的判别。

4. 三极管9013的伏安特性曲线测量。

1. 实验内容和原理

（1）三极管

双极晶体管（Bipolar Junction Transistor，简称BJT）常简称为晶体管（晶体三极管、三极管）。属于电流控制型器件（CCCS）。

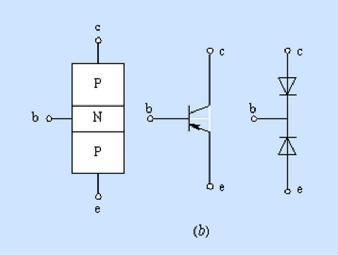
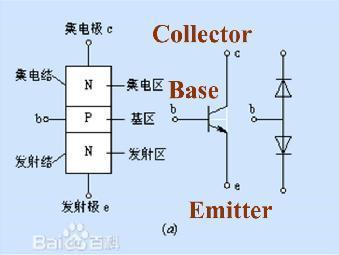
按用途分：低频三极管、高频三极管、开关三极管。

按功耗分：大功率管（>1W）、小功率管（<1W）.

按导电类型分：NPN型、PNP型。

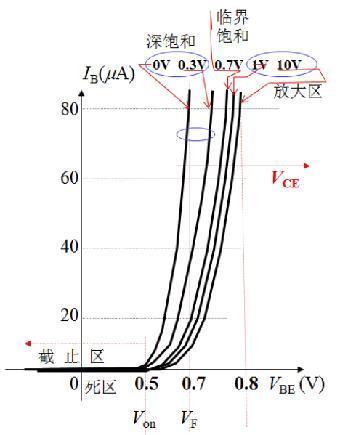
按材料分：硅三极管、锗三极管。

实验室中，9013为NPN型三极管，9012为PNP型三极管。



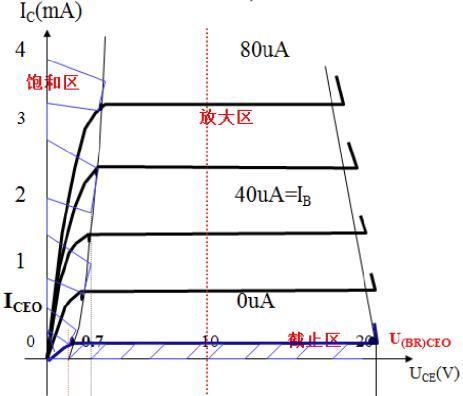
（2）三极管的输入特性曲线

当VCE为常数时，IB随VBE变化的曲线。当VBE<Von时，IB≈0，为截止区。



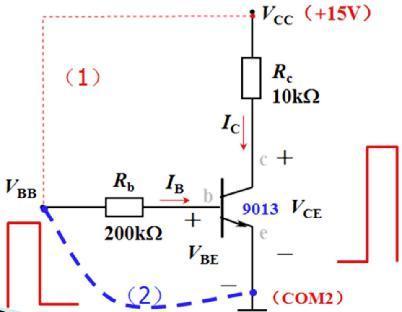
（3）三极管的输出特性曲线

当IB为常数时，IC随UCE变化的曲线。当VBE<Von时，IC≈0，为截止区；当VCE<0.7V时，集电结正偏，为饱和区；当VCE>0.7V时，集电结反偏，为放大区。在放大区，随UCE增大，IC基本保持不变。



（4）反相电子开关

VBB接方波信号源，用示波器观测VBB电压波形和VCE电压波形，则可以发现二者反相。



1. 主要仪器设备

1. 实验箱

2. 万用表

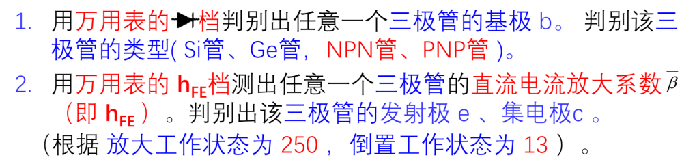
3. 示波器

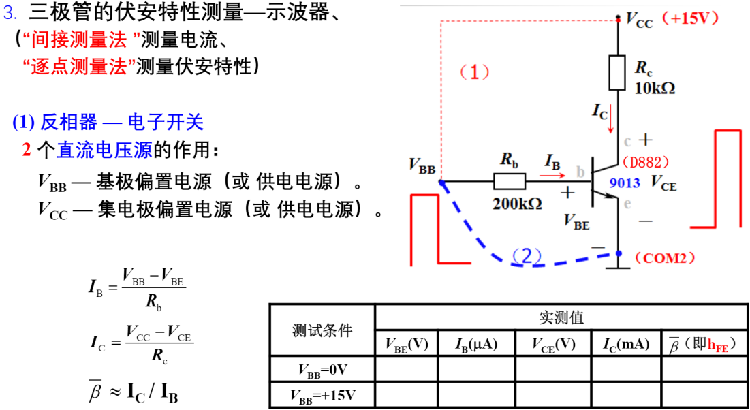
4. 信号源

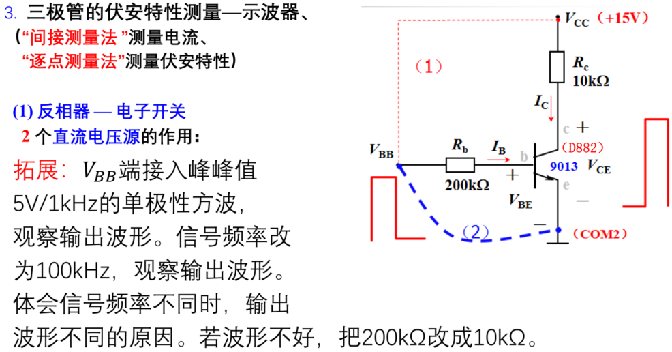
5. D882/9013

6. 直流电源

1. 操作方法和实验步骤







(2) 输入伏安特性测量a) 根据测量结果绘制输入伏安特性曲线。

(3) 输出特性曲线

a) 根据测量结果绘制输出伏安特性曲线。

b) 分析VCE 增大时VBE是增大还是减小？

c) 分析VCE 增大时β值的变化。

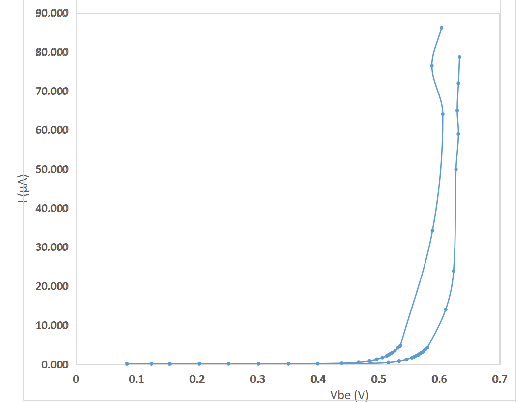
1. 实验数据记录和处理

1. 0V情况下的D882三极管的输入特性曲线

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VBB（V） | 0.094 | 0.134 | 0.164 | 0.214 | 0.264 | 0.314 | 0.364 | 0.415 |
| Vbe（V） | 0.084 | 0.1244 | 0.1543 | 0.203 | 0.251 | 0.301 | 0.35 | 0.398 |
| Ib（mA） | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00013 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00017 |
| VBB（V） | 0.465 | 0.514 | 0.564 | 0.615 | 0.665 | 0.715 | 0.744 | 0.774 |
| Vbe（V） | 0.438 | 0.466 | 0.484 | 0.496 | 0.505 | 0.512 | 0.515 | 0.518 |
| Ib（mA） | 0.00027 | 0.00048 | 0.00080 | 0.00119 | 0.00160 | 0.00203 | 0.00229 | 0.00256 |
| VBB | 0.794 | 0.804 | 0.814 | 0.864 | 0.944 | 0.984 | 1.005 | 4.002 |
| Vbe | 0.520 | 0.521 | 0.522 | 0.526 | 0.531 | 0.534 | 0.535 | 0.588 |
| ib | 0.00274 | 0.00283 | 0.00292 | 0.00338 | 0.00413 | 0.00450 | 0.00470 | 0.03414 |
| VBB | 7.001 | 8.212 | 9.207 | 11.000 | 15.001 |
| Vbe | 0.605 | 0.587 | 0.603 | 0.608 | 0.628 |
| ib | 0.06396 | 0.07625 | 0.08604 | 0.10392 | 0.14373 |

2. 5V情况下的D882三极管的输入特性曲线

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VBB | 0.094 | 0.134 | 0.164 | 0.214 | 0.264 | 0.314 | 0.364 | 0.415 |  |
| Vbe | 0.084 | 0.1244 | 0.1543 | 0.203 | 0.252 | 0.301 | 0.351 | 0.4 |  |
| ib | 0.00010 | 0.00010 | 0.00010 | 0.00011 | 0.00012 | 0.00013 | 0.00013 | 0.00015 |  |
| VBB | 0.465 | 0.514 | 0.564 | 0.615 | 0.665 | 0.715 | 0.744 | 0.774 |  |
| Vbe | 0.448 | 0.488 | 0.516 | 0.534 | 0.546 | 0.555 | 0.559 | 0.562 |  |
| ib | 0.00017 | 0.00026 | 0.00048 | 0.00081 | 0.00119 | 0.00160 | 0.00185 | 0.00212 |  |
| VBB | 0.794 | 0.804 | 0.834 | 0.854 | 0.883 | 0.914 | 0.964 | 1.005 | 2.013 |
| Vbe | 0.565 | 0.566 | 0.568 | 0.570 | 0.573 | 0.575 | 0.578 | 0.581 | 0.611 |
| ib | 0.00229 | 0.00238 | 0.00266 | 0.00284 | 0.00310 | 0.00339 | 0.00386 | 0.00424 | 0.01402 |
| VBB | 3.012 | 5.620 | 6.530 | 7.133 | 7.835 | 8.512 | 10.011 | 12.21 |
| Vbe | 0.624 | 0.628 | 0.632 | 0.630 | 0.632 | 0.634 | 0.636 | 0.639 |
| ib | 0.02388 | 0.04992 | 0.05898 | 0.06503 | 0.07203 | 0.07878 | 0.09375 | 0.11571 |

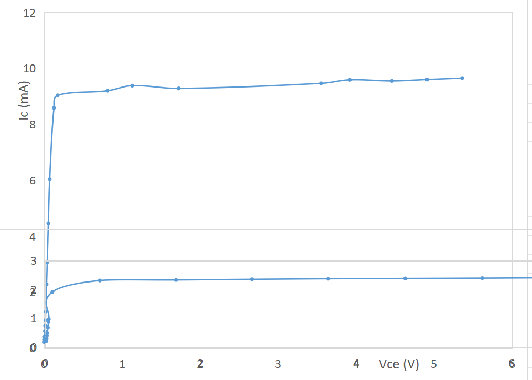


3. 测量IB=30μA下的9013三极管的输出特性曲线

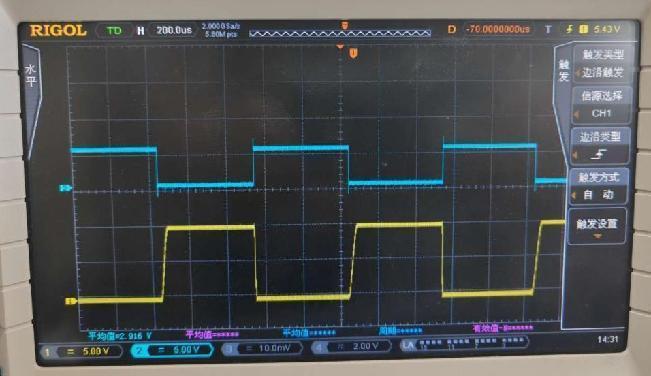
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VCC | 0.214 | 0.314 | 0.414 | 0.514 | 0.715 | 0.914 | 1.015 | 2.013 |
| Vce | 0.0135 | 0.0187 | 0.0235 | 0.279 | 0.361 | 0.438 | 0.0476 | 0.0944 |
| ic | 0.2005 | 0.2953 | 0.3905 | 0.235 | 0.354 | 0.476 | 0.9674 | 1.9186 |
| VCC | 3.012 | 4.012 | 5.011 | 6.011 | 7.011 | 8.012 | 9.008 | 10.011 |
| Vce | 0.703 | 1.683 | 2.66 | 3.64 | 4.63 | 5.62 | 6.60 | 7.59 |
| ic | 2.309 | 2.329 | 2.351 | 2.371 | 2.381 | 2.392 | 2.408 | 2.421 |
| VCC | 11.010 | 12.010 | 13.012 | 14.010 | 15.011 |  |  |  |
| Vce | 8.57 | 9.56 | 10.54 | 11.53 | 12.52 |  |  |  |
| ic | 2.44 | 2.45 | 2.472 | 2.48 | 2.491 |  |  |  |

4. 测量IB=40μA下的9013三极管的输出特性曲线

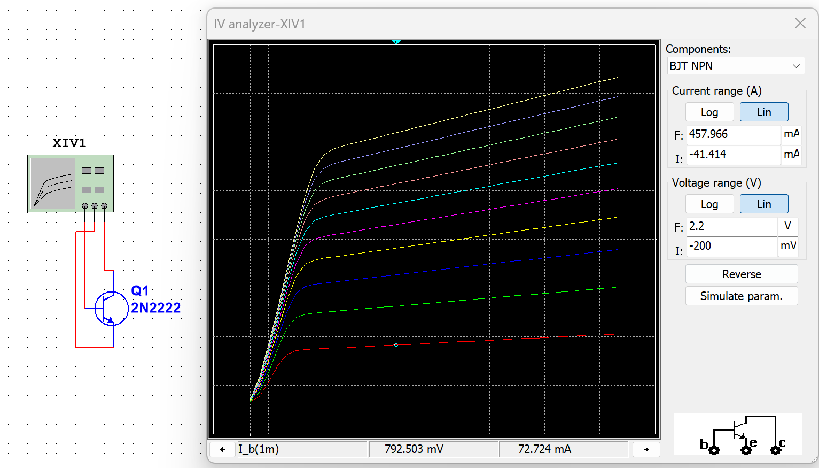
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VCC | 0.214 | 0.314 | 0.414 | 0.615 | 0.814 | 1.015 | 1.314 | 2.313 |
| Vce | 0.0045 | 0.0062 | 0.0079 | 0.011 | 0.014 | 0.0168 | 0.0207 | 0.0323 |
| ic | 0.2095 | 0.3078 | 0.4061 | 0.604 | 0.8 | 0.9982 | 1.2933 | 2.2807 |
| VCC | 3.112 | 4.513 | 6.111 | 8.711 | 9.207 | 10.011 | 10.510 | 11.010 |
| Vce | 0.0407 | 0.0548 | 0.0723 | 0.1263 | 0.1735 | 0.812 | 1.13 | 1.728 |
| ic | 3.0713 | 4.4582 | 6.0387 | 8.5847 | 9.0335 | 9.199 | 9.38 | 9.282 |
| VCC | 13.012 | 13.509 | 14.010 | 14.510 | 15.011 |  |  |  |
| Vce | 3.55 | 3.92 | 4.46 | 4.91 | 5.36 |  |  |  |
| ic | 9.462 | 9.589 | 9.55 | 9.6 | 9.651 |  |  |  |



5. 构造反相器，记录相关示波器波形



6. 仿真实验，用IV分析仪



1. 实验结果与分析

1、据实验拟合的三极管输入伏安特性曲线知，D882三极管开启电压为0.514V左右。

2、据实验拟合的三极管输出伏安特性曲线知，D882三极管放大倍率约为245（IC=10μA），239（IC=40μA）

3、根据拟合所得的输出伏安特性曲线可知，三极管输出伏安特性曲线与理想曲线有一定的差距，后半段不是严格的斜率为0的直线；三极管输出伏安特性曲线存在一段内凹，Vbe变小。

1. 讨论、心得

思考题：

1. 从伏安特性曲线中可获得有关三极管的开启电压（输出特性曲线中看纵坐标曲线斜率快速变大的点的横坐标），击穿电压（输入特性曲线无限逼近的直线对应的横坐标）、放大倍数（在输出伏安特性曲线中计算稳定电流区域iC和iB的比值）。

2. 测量电路的设计和测量过程中要选择合适的Rb、Rc，使得三极管的输入、输出伏安特性曲线尽可能完整，同时注意电流不能超过三极管能通过的的最大电流。

心得：

这次实验做起来不是很顺利，数据处理完之后发现，应该在斜率较大的地方多取点，但上课参考了一位同学，我取的点太少了。这次实验没有特别成功。另外输入特性曲线的内凹大概是操作或读数问题导致，因为事实上导致往回偏的原因应该是测电压的档位更换，内阻变化导致的。不过总得来说，我也算是基本掌握了三极管的测量方法，以及熟悉了multisim中的IV分析仪。