

请扫码登记



无线网名称：BUAA_SME3， 无线网密码：sme41sme



扫码登记



课程微信群



核心专业课
B3I493220

微电子器件实验

彭守仲

北京航空航天大学 微电子学院

第一馆203办公室 shouzhong.peng@buaa.edu.cn

2020年10月26日

直流和频率特性测量与分析



■ 直流特性实验内容

- 1、二极管的直流特性测量与分析
- 2、双极型晶体管的直流特性测量与分析
- 3、场效应晶体管的直流特性测量与分析

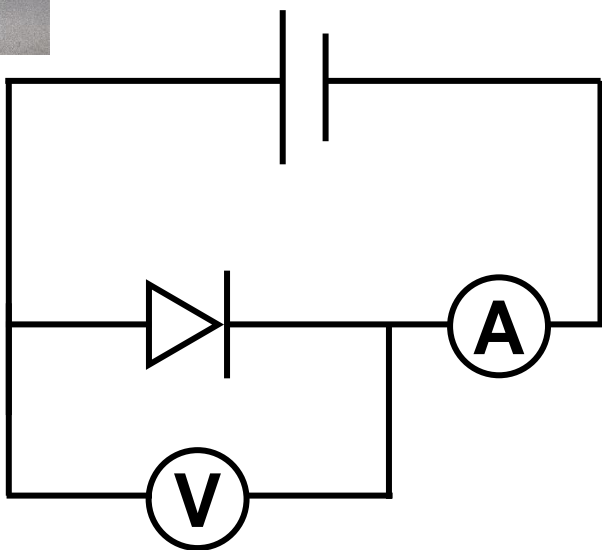
■ 频率特性实验内容

- 1、双极型晶体管的频率特性测量与分析
- 2、场效应晶体管的频率特性测量与分析

回顾



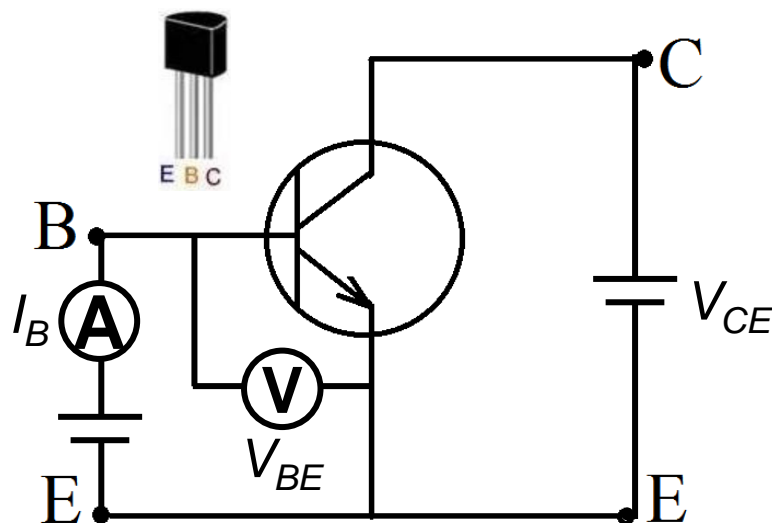
实验一、二极管直流特性



■ 注意事项

1. 请测量发光二极管（小心烫手）
2. 反向击穿电压大于30V

实验二、双极型晶体管输入特性



($V_{CE}=0V$ (短路)或 $V_{CE}=0.5V$)

注意事项：

1. $V_{CE}=0V$ 时CE端不需要连接电压源，只需用导线连接
2. V_{CE} 太大会烧毁器件（小心烫手），建议 $V_{CE}=0.5V$
3. 反向击穿电压约为-12.5V

回顾



■ 输出特性曲线

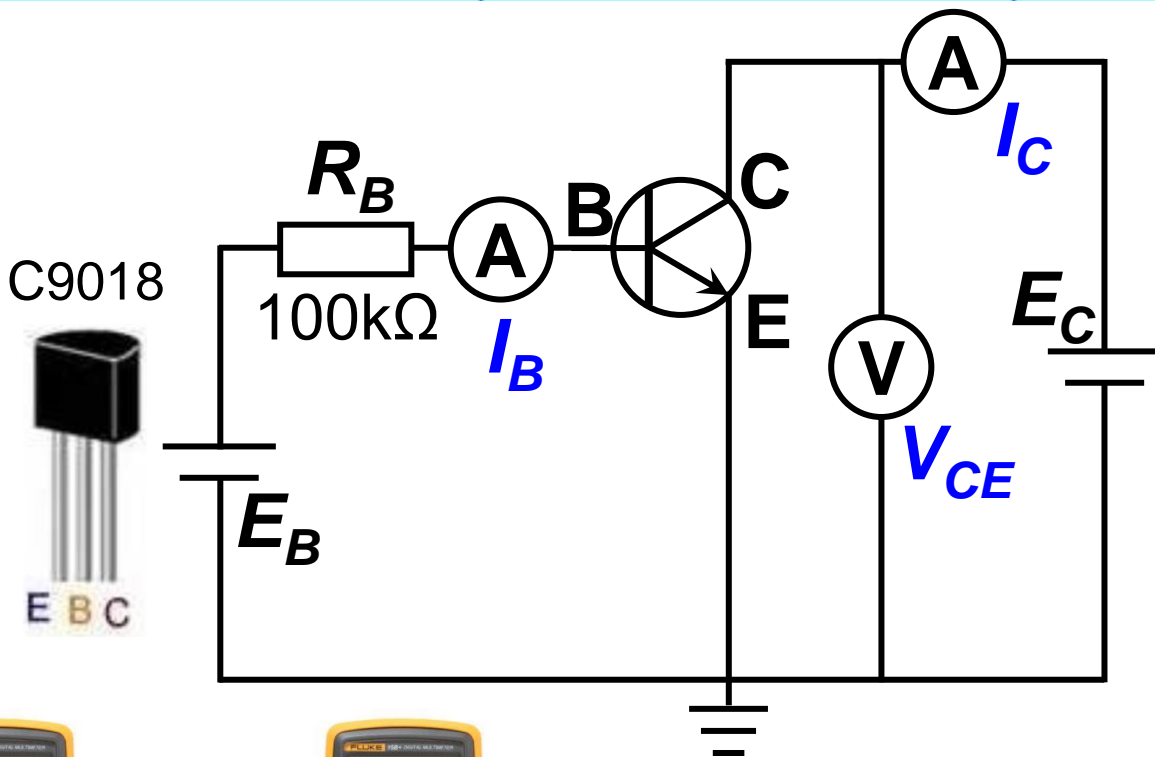
1. 调节 E_B 使

$$I_B = 20/40/60/80/100 \mu A$$

2. 调节 E_C 使

$$E_C = 0.1-1V \text{ 以及 } 1-10V$$

3. 测量 V_{CE} 和 I_C 并画图



电压源
产生电压 E_B 和 E_C



手持式万用表1
测量电压 V_{CE}



手持式万用表2
测量电流 I_C



台式万用表
测量电流 I_B

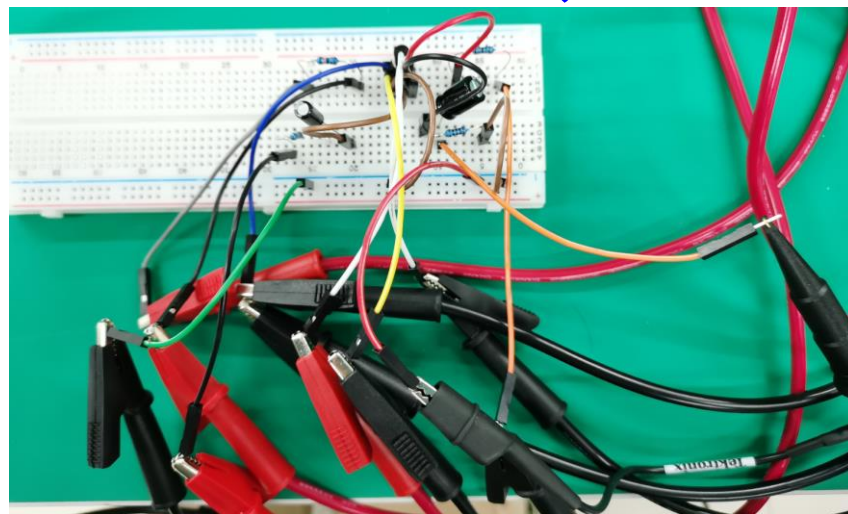
注意事项



- 扎手持式万用表探针会临时引入万用表内阻，建议采用鳄鱼夹



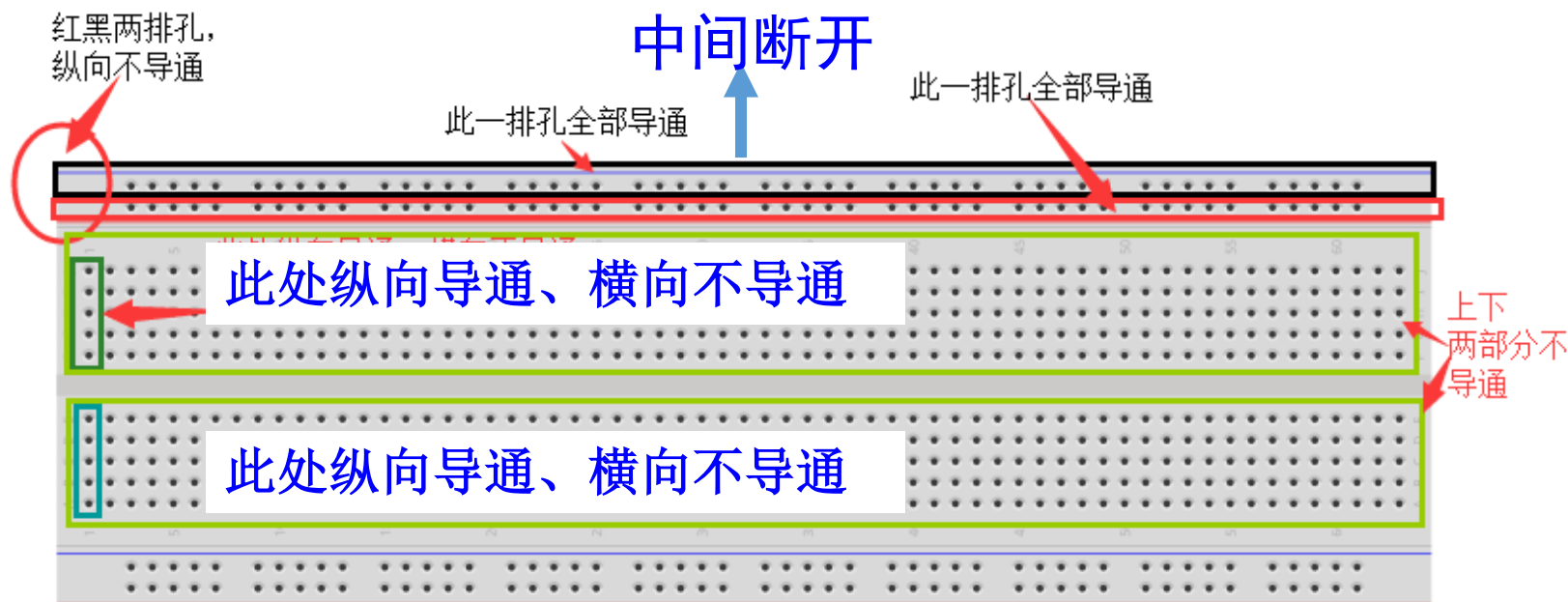
- 面包板使用方便但有时会接触不良，尽量减少不必要的接线



注意事项



■ 面包板的左右两边是不导通的



■ 有的器件已损坏，在正式测试数据前需要检查器件好坏

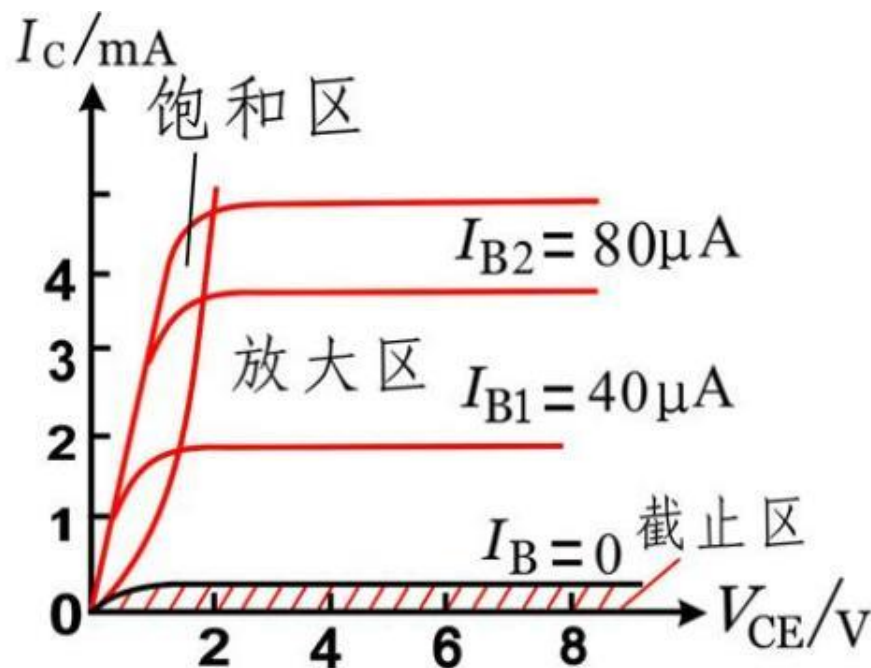
- 例如，在测量频率特性前，先测量直流特性，确保工作在放大区
- 步步为营、稳打稳扎

■ 态度端正、进步明显、再接再厉

电子元器件：三极管



■ 三极管的功能：放大和开关



输出特性曲线

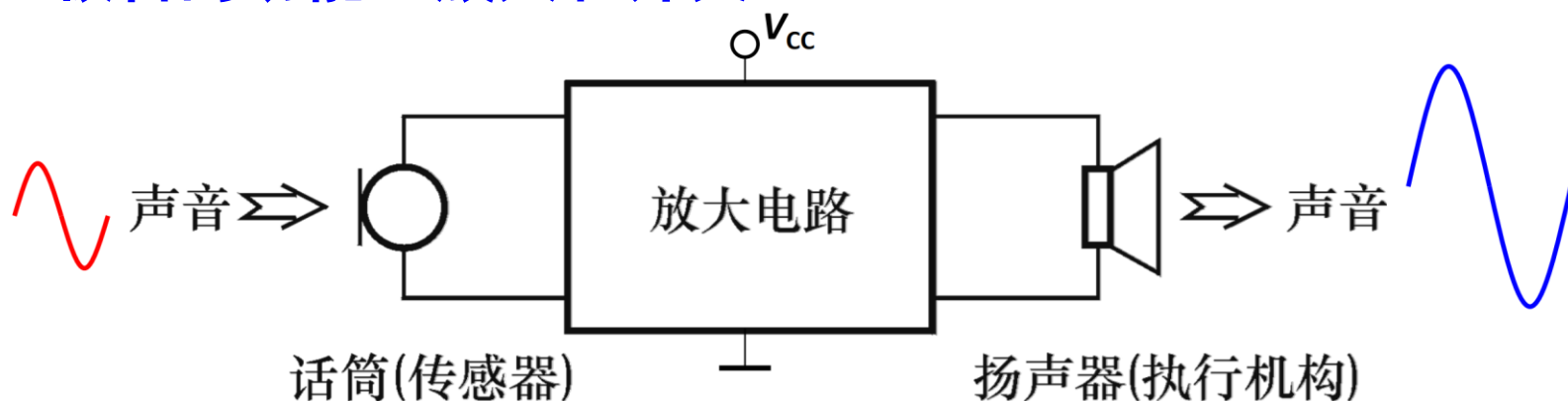
- 截止区：当 $I_B = 0$ 时， I_C 很小，相当于开关断开
- 放大区：当 $I_B > 0$ 时， I_B 轻微的变化会在 I_C 上以几十甚至百多倍放大表现出来，表现出放大功能
- 饱和区：当 I_B 很大时， I_C 也很大，且 I_C 不随 I_B 的增大而增大，三极管失去放大功能，表现为开关导通。

- 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。

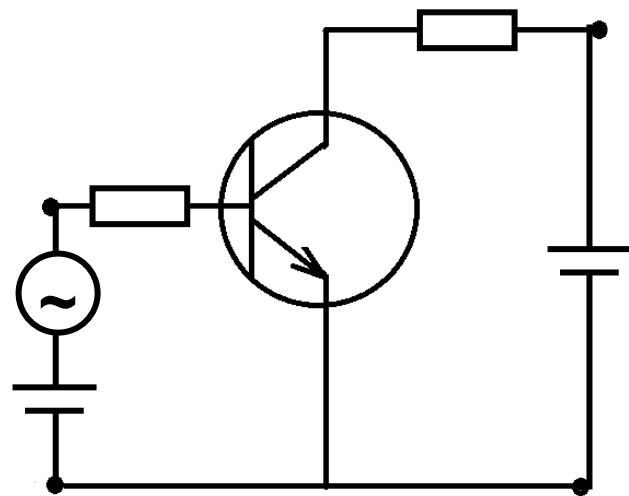
电子元器件：三极管



■ 三极管的功能：放大和开关



- 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。
- 将“交流小信号”放大

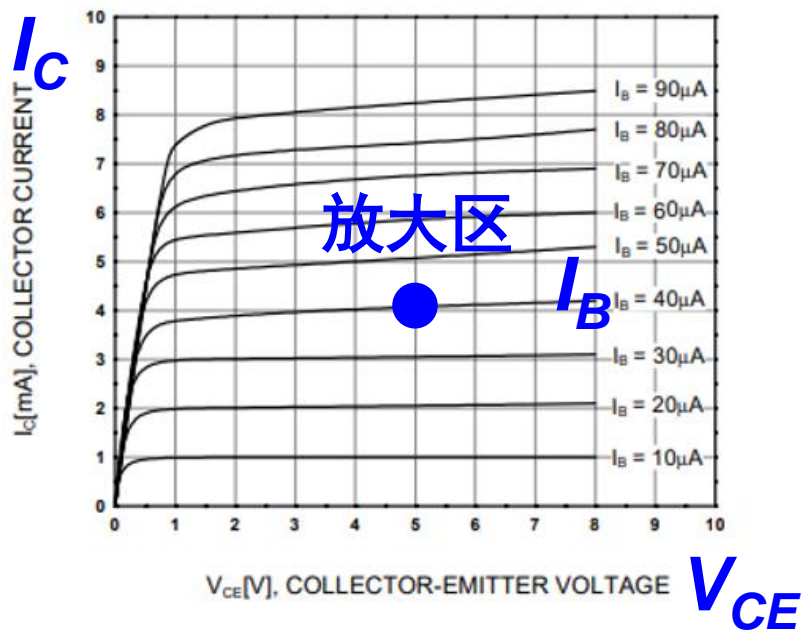


双极型晶体管的直流特性测量与分析

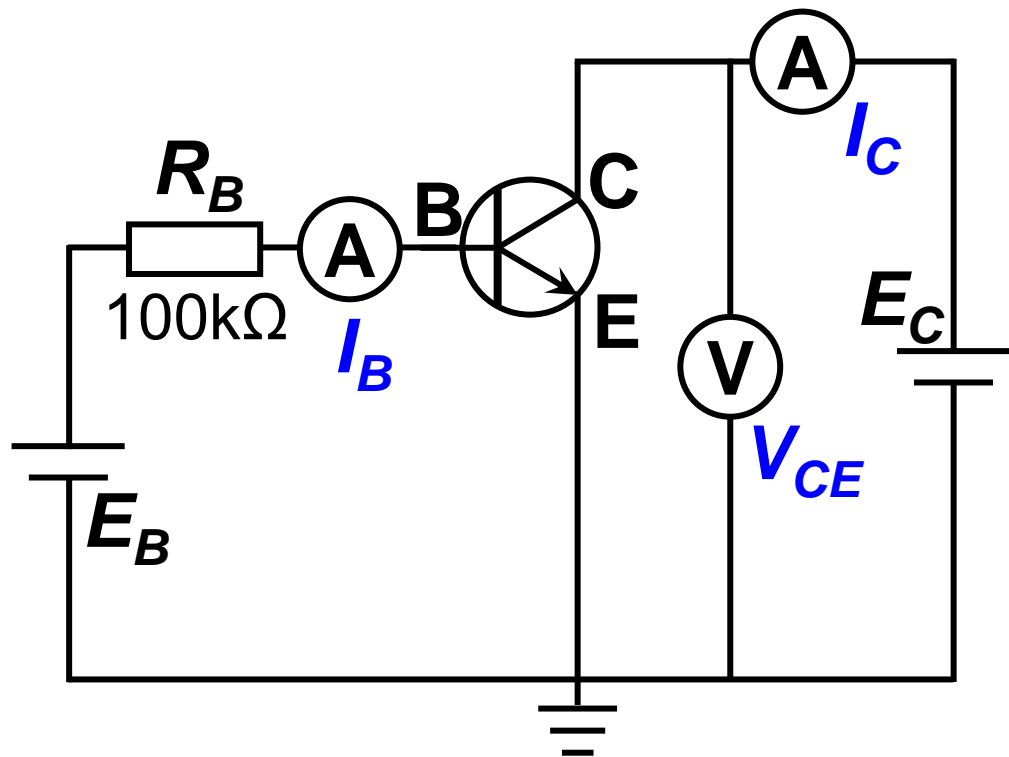


输出特性曲线

基本测试原理电路如右图所示，测试时用逐点测试的方法把一条条曲线描绘出来。



输出特性曲线



测试电路图



双极型晶体管的直流特性测量与分析

■ 输出特性曲线

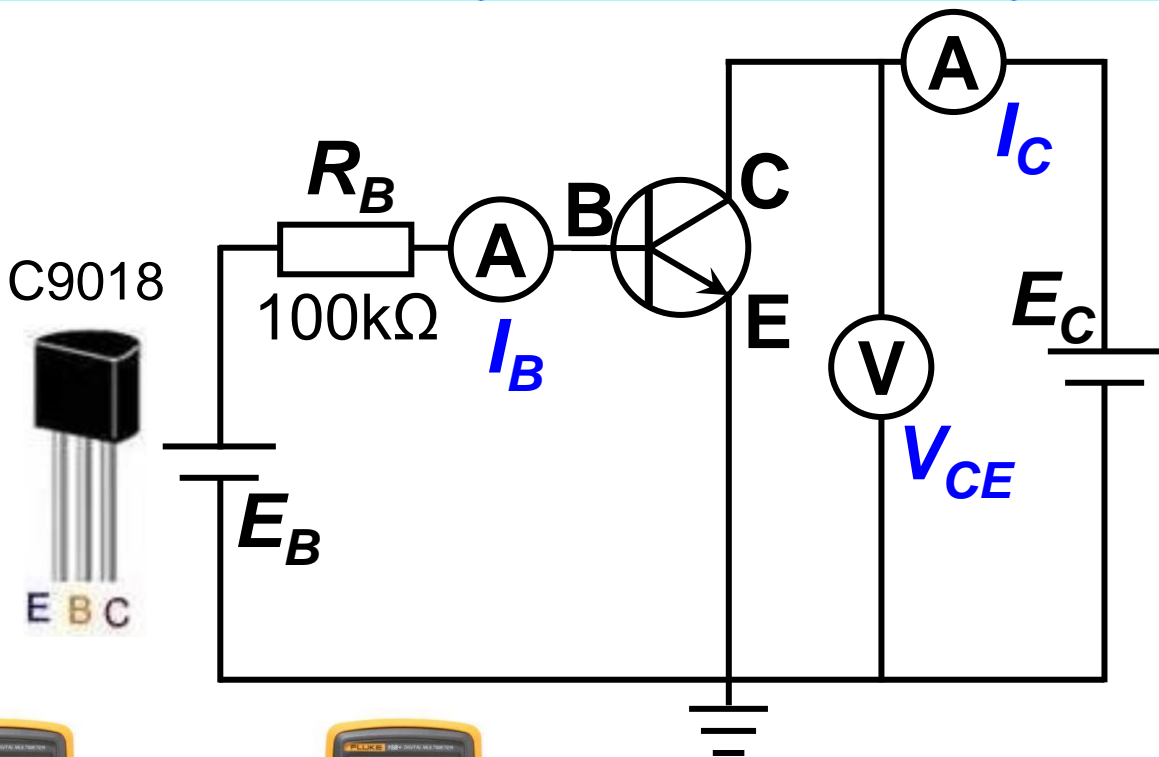
1. 调节 E_B 使

$$I_B = 20/40/60/80/100 \mu A$$

2. 调节 E_C 使

$$E_C = 0.1-1V \text{ 以及 } 1-10V$$

3. 测量 V_{CE} 和 I_C 并画图



电压源
产生电压 E_B 和 E_C



手持式万用表1
测量电压 V_{CE}



手持式万用表2
测量电流 I_C



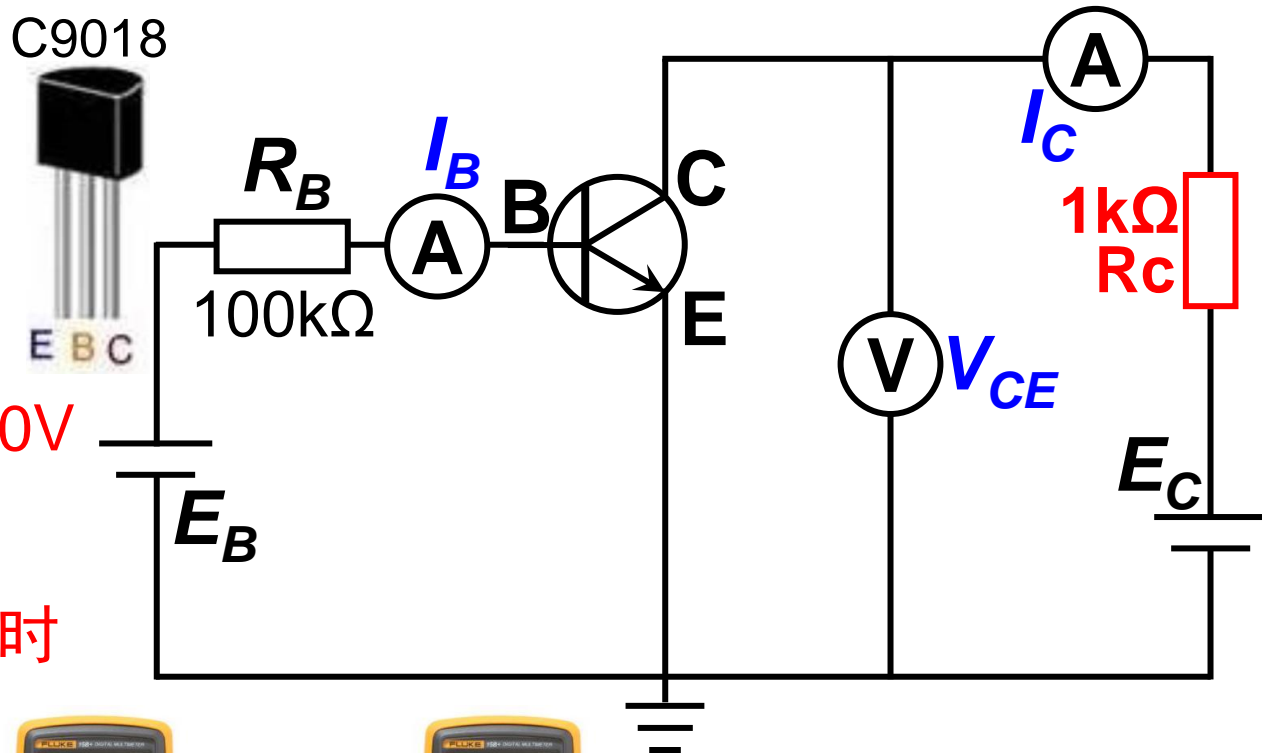
台式万用表
测量电流 I_B

步骤1: 确保工作在放大区



■ 直流输出特性测量

1. 调节 E_B 使 $I_B = 60\mu A$
2. 调节 E_C 使 $V_{CE} = 0.1-1V$ 以及 $1-20V$
3. 测量 V_{CE} 和 I_C 并画图
4. 思考: 频率特性测量时 E_C 应设置为多少伏?



电压源
产生电压 E_B 和 E_C



手持式万用表1
测量电压 V_{CE}



手持式万用表2
测量电流 I_C



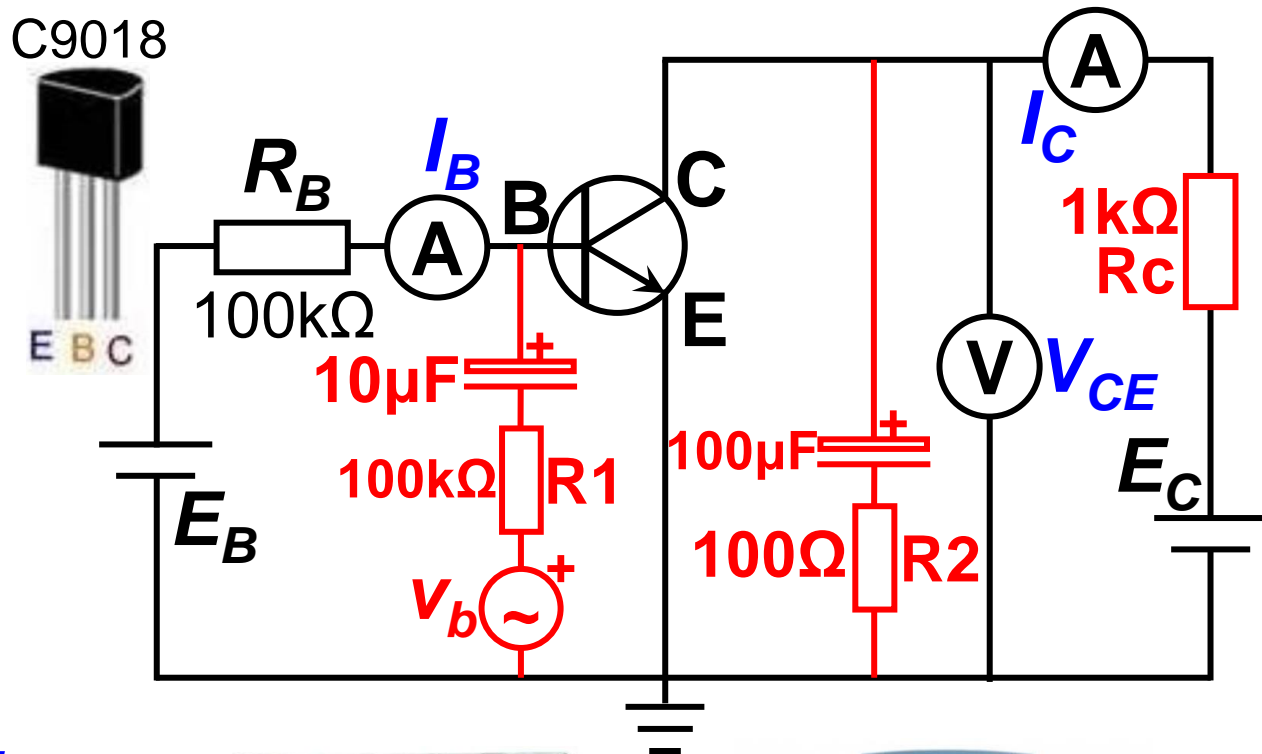
台式万用表
测量电流 I_B

步骤2: 放大特性测量



■ 放大特性测量

1. 使 $I_B = 60\mu A$, $E_C = 15V$
2. 任意波形发生器输出
1KHz、1V信号 v_b
3. 用示波器分别测量
R1和R2的电压波形
4. 计算电流放大系数 i_c/i_b



任意波形发生器
产生交流信号 v_b



数字示波器
测量R1和R2电压波形

课后思考



■ 课后思考

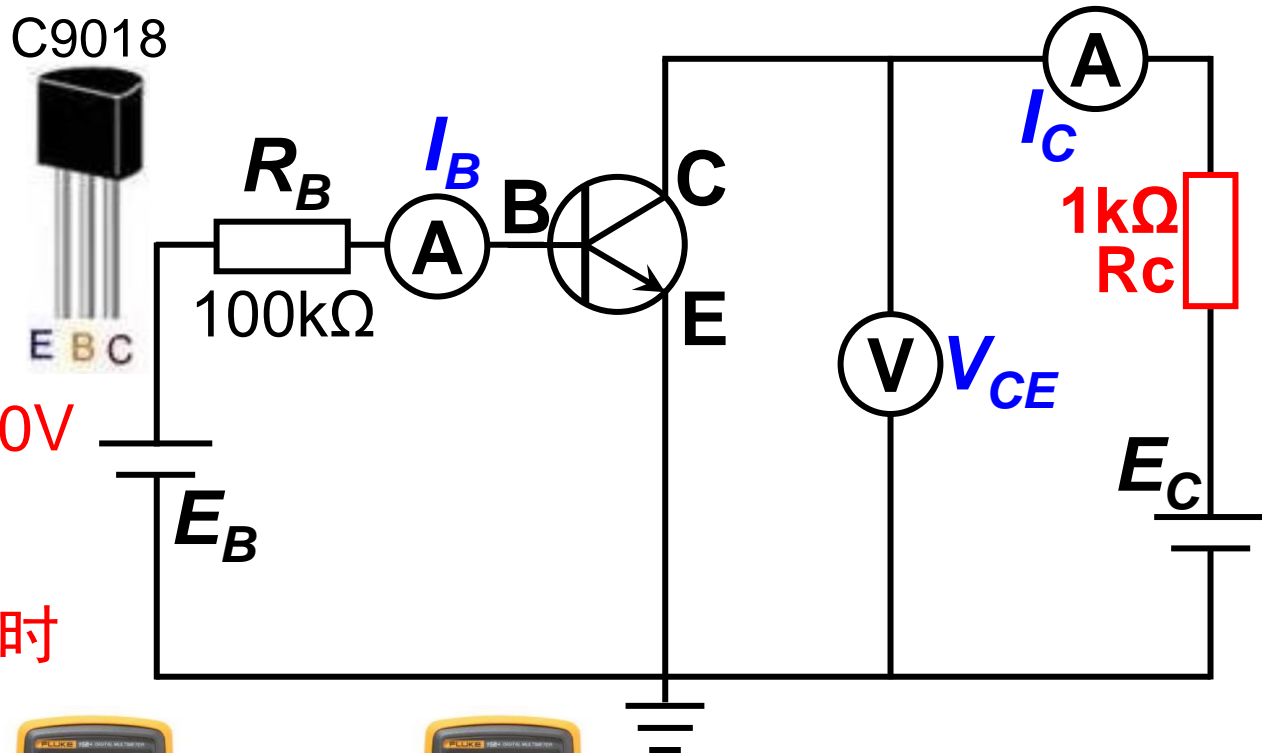
1. 电阻 R_c 的直流分压如何随 E_c 变化?
2. 当交流输入信号 v_b 过大时会出现什么现象? 为什么?

步骤1: 确保工作在放大区



■ 直流输出特性测量

1. 调节 E_B 使 $I_B = 60\mu A$
2. 调节 E_C 使 $V_{CE} = 0.1-1V$ 以及 $1-20V$
3. 测量 V_{CE} 和 I_C 并画图
4. 思考: 频率特性测量时 E_C 应设置为多少伏?



电压源
产生电压 E_B 和 E_C



手持式万用表1
测量电压 V_{CE}



手持式万用表2
测量电流 I_C



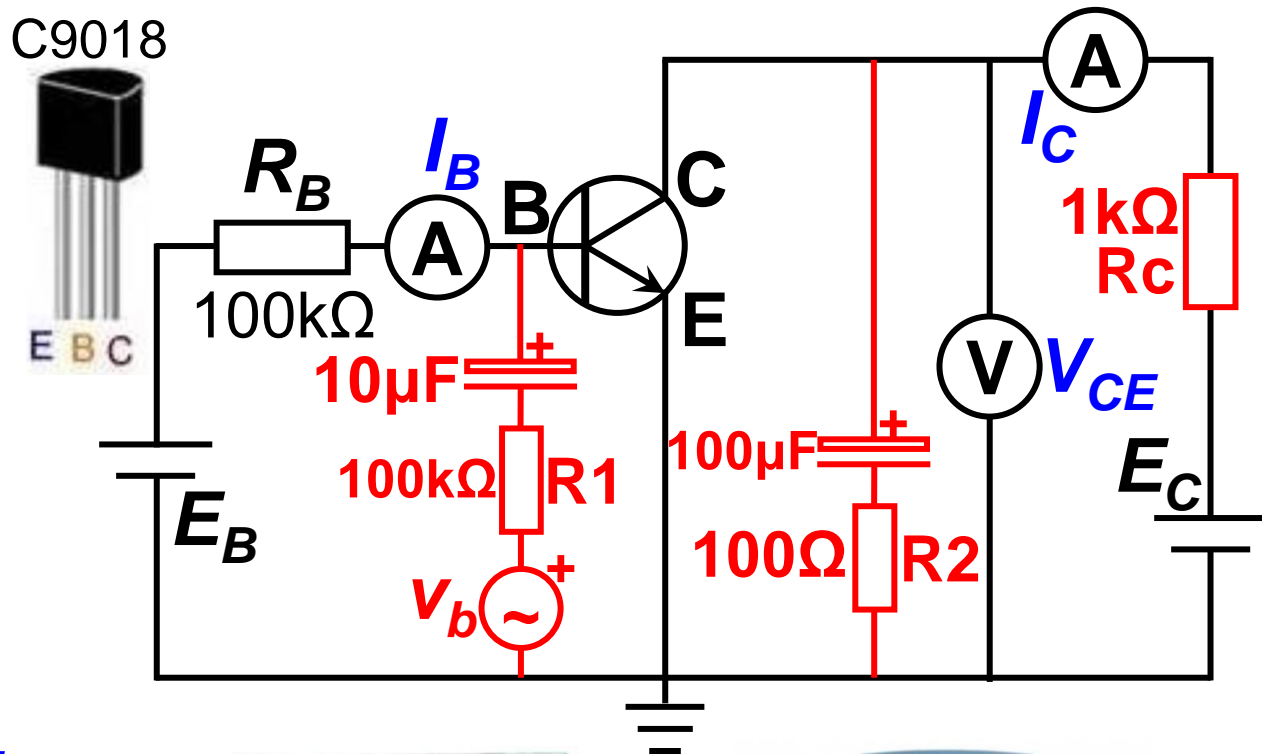
台式万用表
测量电流 I_B

步骤2: 放大特性测量



■ 放大特性测量

1. 使 $I_B = 60\mu A$, $E_C = 15V$
2. 任意波形发生器输出
1KHz、1V信号 v_b
3. 用示波器分别测量
R1和R2的电压波形
4. 计算电流放大系数 i_c/i_b



任意波形发生器
产生交流信号 v_b



数字示波器
测量R1和R2电压波形