

实验二 受控源研究

独立完成，如发现雷同则重做或无成绩！图纸要求见实验内容，可将多张图纸拼接成一张或多张 A4 纸打印，推荐黑白打印，打印图必须可以看清楚！下文中的图纸仅供参考，非标准答案！请自行绘制原理图和波形图，并在图中显示本人姓名_班级_学号！

一、实验目的

- 1) 初步熟悉、掌握用 Pspice 软件建立电路，辅助分析电路的方法。
- 2) 通过实验加深对 VCVS、VCCS、CCVS、CCCS 四种受控源转移特性和负载特性的理解。

二、实验原理

受控源向外电路提供的电压或电流是受其它支路的电压或电流控制，因而受控源是双口元件：一个为控制端口，或称输入端口，输入控制量（电压或电流），另一个为受控端口或称输出端口，向外电路提供电压或电流。受控端口的电压或电流，受控制端口的电压或电流的控制。根据控制变量与受控变量的不同组合，受控源可分为四类，见图 2-1。

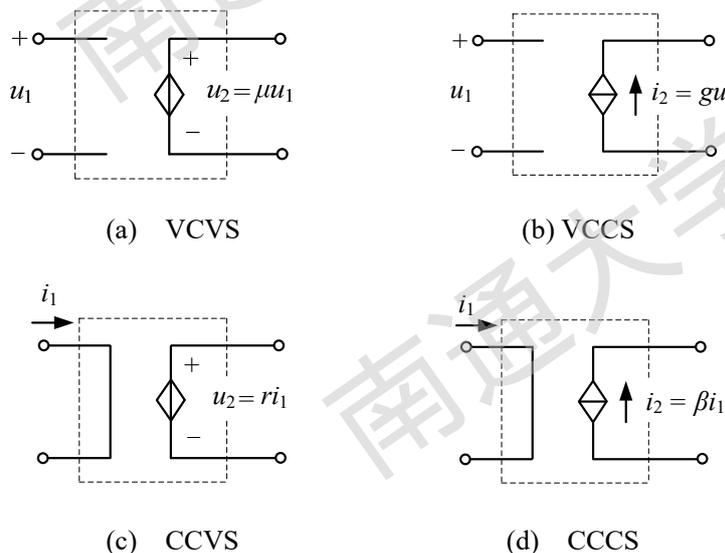


图 2-1 四种受控源

(1) 电压控制电压源（VCVS），如图 2-1(a)所示，其特性为： $u_2 = \mu u_1$ ，其中： $\mu = \frac{u_2}{u_1}$ 称为转移电压比（即电压放大倍数）。

(2) 电压控制电流源（VCCS），如图 2-1(b)所示，其特性为： $i_2 = g_m u_1$ ，其中： $g_m = \frac{i_2}{u_1}$ 称为转移电导。

(3) 电流控制电压源 (CCVS), 如图 2-1(c)所示, 其特性为: $u_2 = r i_1$, 其中: $r = \frac{u_2}{i_1}$ 称为转移电阻。

(4) 电流控制电流源 (CCCS), 如图 2-1(d)所示, 其特性为: $i_2 = \beta i_1$, 其中: $\beta = \frac{i_2}{i_1}$ 称为转移电流比 (即电流放大倍数)。

三、实验内容

实验预备操作:

步骤 1: 从电脑桌面的开始→程序中找到 Cadence 目录, 点击 OrCAD Capture CIS Lite 启动软件, 如图 2-2。软件启动后, 出现如图 2-3 所示的窗口界面。

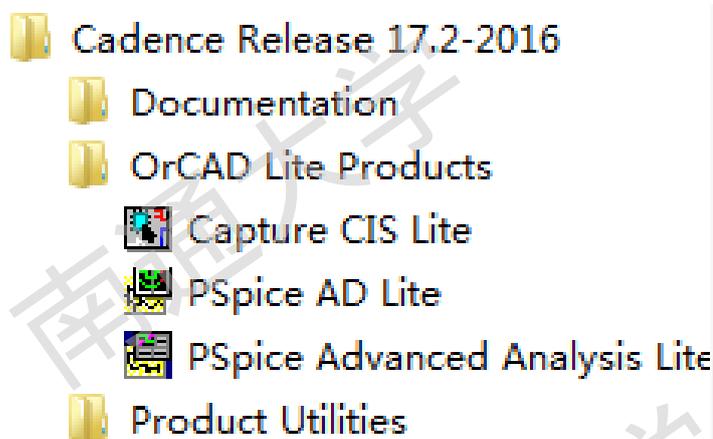


图 2-2 程序开始

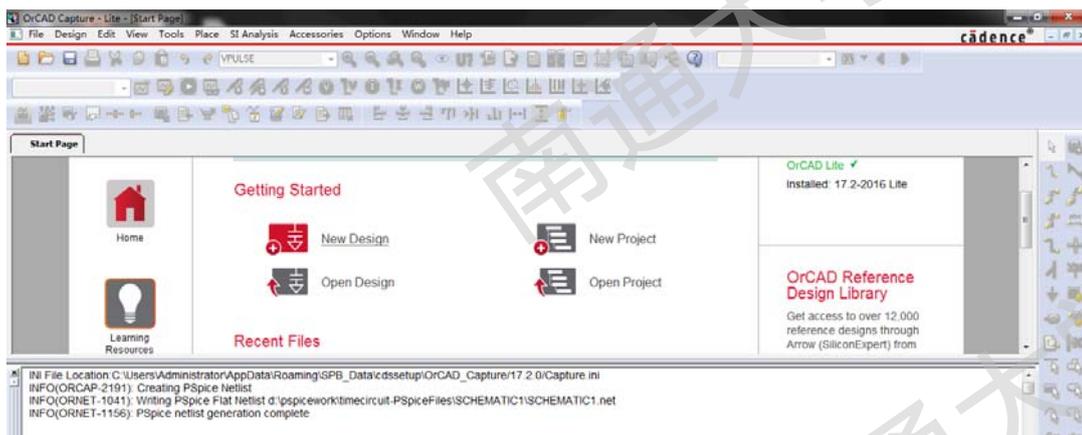


图 2-3 OrCAD Capture CIS Lite 窗口

步骤 2: 在图 2-3 所示的图形窗口中, 首先选择 File→New→Project 命令创建一个新的项目 (New Project), 进入如图 2-4 所示的对话框。选择 PSpice Analog or Mixed A/D, 并为工程的 name 命名, 设置工程的 location 存储位置。

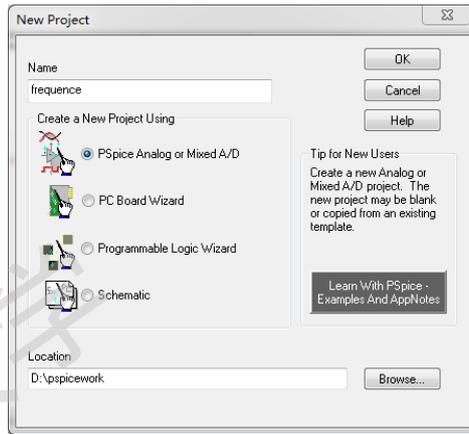


图 2-4 新建工程对话框

步骤 3: 选择 Create a blank project

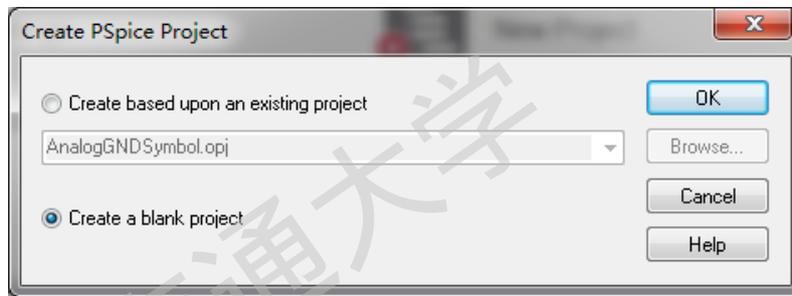
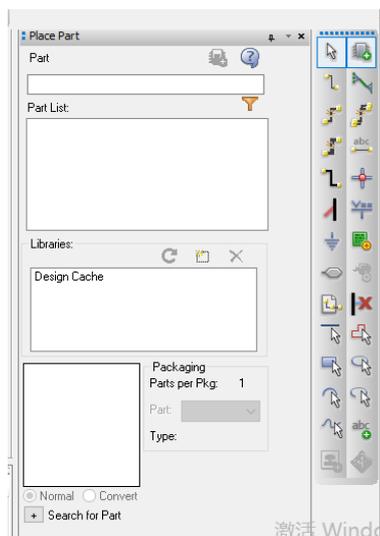
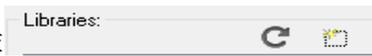
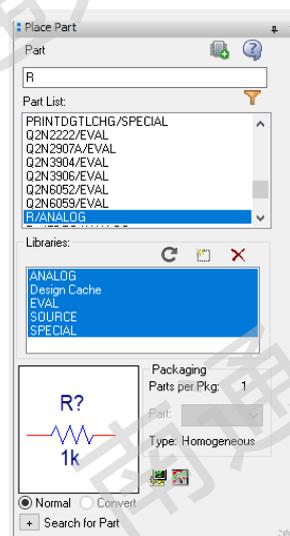


图 2-5 新建项目选择窗口

步骤 4: 因为创建新的工程时, 选择了“Create a blank Project”, 因此图 2-6 中 Libraries 下的库文件列表中仅有一个设计缓存库“Design Cache”。点击图标 Libraries 右下侧的图标虚线框添加元器件库。在基本电路分析中, 添加以下几个库即可, analog.olb、source.olb、special.olb。



2-6 元件放置窗口



2-7 添加库文件后的元件放置窗口

步骤 5: 选中 library 中的所有库，点击  按钮，即可取放元器件，如图 2-7。在 part 下的方框中输入 R，双击 R/ANALOG 后在绘图窗口单击左键即可放置好元器件，按 esc 键退出。双击元器件即可打开元器件属性编辑窗口，修改元器件的属性值。添加电压源在方框中输入 VDC，添加电流源输入 IDC。每个电路都需要接地，编辑窗口右侧的绘图工具栏提供了快捷图标 ，点击该图标出现如图 2-8 所示的 place ground 对话框。点击绘图工具栏的 Place Wire 图标 ，光标变成十字形，将光标移动到元器件的引脚上，单击鼠标开始画线。若要结束画线，按 Esc 退出当前编辑状态。

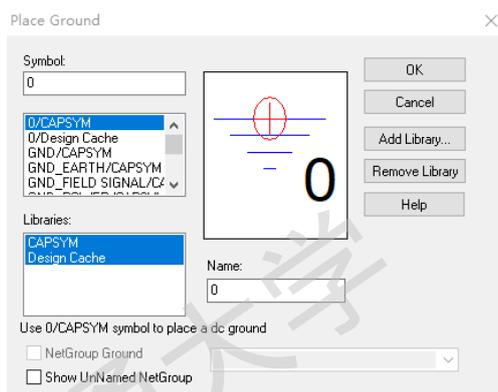


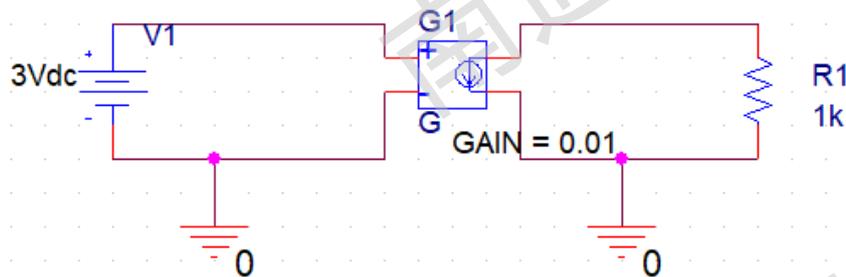
图 2-8 放置地对话框

1. 测试电压控制电流源 (VCCS) 特性

1) 测试 VCCS 的转移特性 $I_2=f(V_1)$

仿真电路如图 2-9(a)所示，图中 V_1 采用直流电压源 VDC/SOURCE，VCCS 用 G/ANALOG 添加，输出端接负载 $R_1=1\text{ k}\Omega$ ，调节电压 V_1 ，用电流表 I 测量电阻 R_1 的电流 I_2 ，将数据记入表 2-1 中。

图2-9(a) vccs电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 VCCS 的转移特性计算出表 2-1 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

步骤 1: 绘制好电路原理图后，选择 File 菜单下的 Save 命令或者单击磁盘状图标进行保存。

步骤 2: 在 PSpice 菜单上选择 New Simulation Profile 新建仿真文件，如图 2-10 所示。在文本

框 Name 中输入一个描述性的名字, 例如 vccs3。从 Inherit From 列表中选择 none 并点击 Create。

步骤 3: 出现如图 2-11 所示的仿真设置窗口, 在图 2-11 中完成仿真类型和仿真参数设置点击“确定”退出。

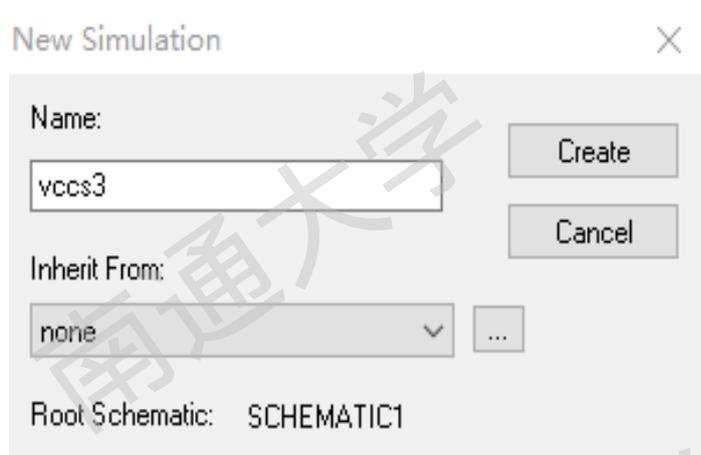


图 2-10 新建仿真文件

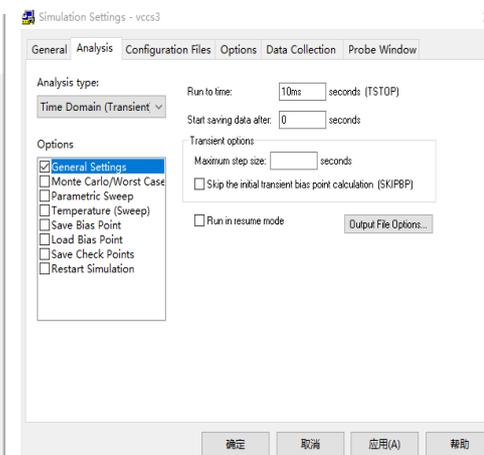
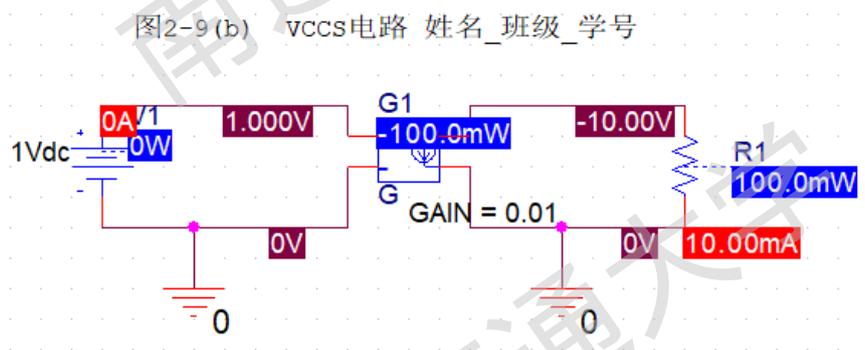


图 2-11 设置仿真类型及参数

步骤 4: 点击 run spice 运行, 点击 V、I、W 显示各元件上的电压、电流、功率, 结果如图 2-9(b)所示。改变电压源的值, 依次测量, 填表。



注意: 本图在撰写报告时要求打印, 仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上, 并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-1 VCCS 的转移特性

V_1/V	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
I_2/mA (理论值)									
I_2/mA (实验值)									

步骤 5: 绘制转移曲线。在 PSpice 菜单上选择 New Simulation Profile 新建仿真文件, 如图 2-12 所示, 点击确定。点击电路图上方的运行, 得到图 2-13。

更改底色方法参考如下: 菜单栏 Tools → Options → Probe settings → Colors settings → Background, 选择白色, 点击确定。

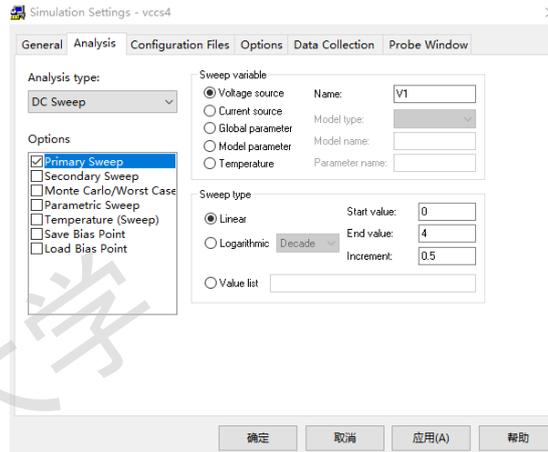


图 2-12 设置直流扫描及参数



图 2-13 仿真结果查看窗口

步骤 6: Trace→add trace,选择显示 I(R1)的值,如图 2-14 所示,点 OK。点击选中波形,右键点击“Trace Property”,可在弹出的对话框中修改波形线条颜色,类型,宽度。在图的空白处右键选择 Add Text Label 添加图注信息,得到图 2-15。

步骤 7: File→Print Prview 预打印图片,截图,保存,呈现在实验报告中如图 2-16。

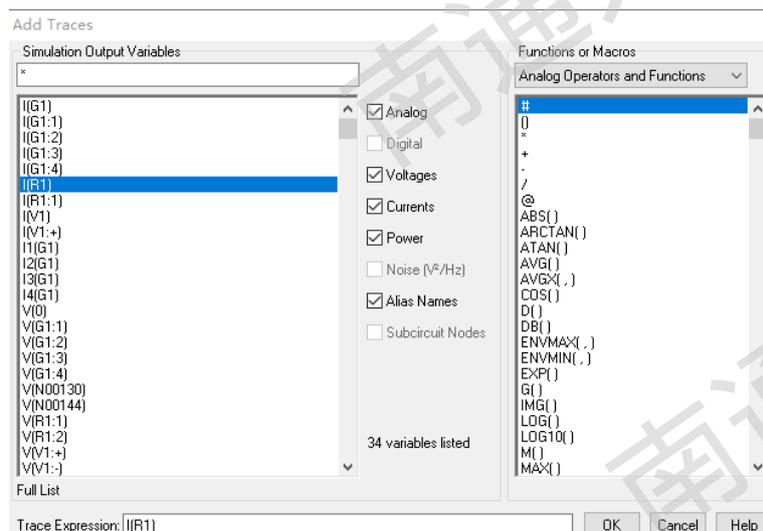


图 2-14 选择显示的变量

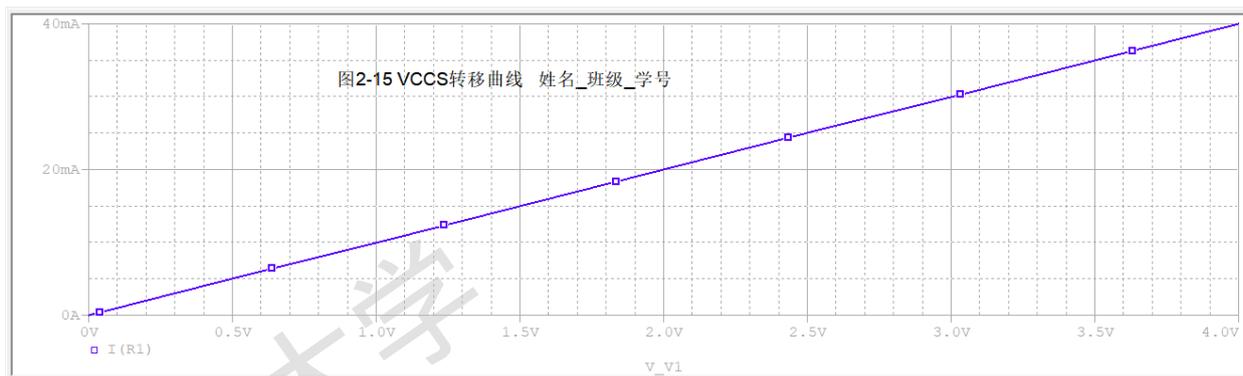


图 2-15 转移曲线

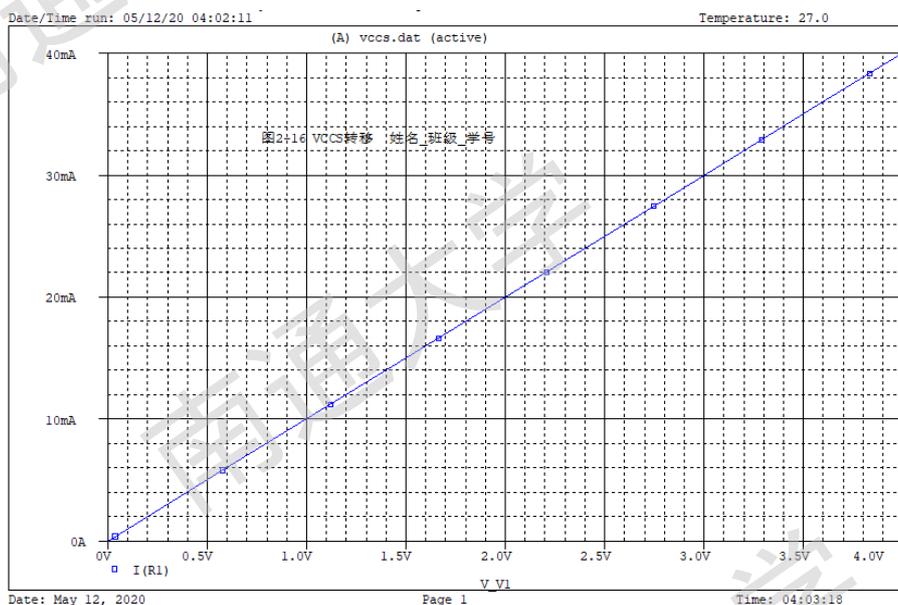


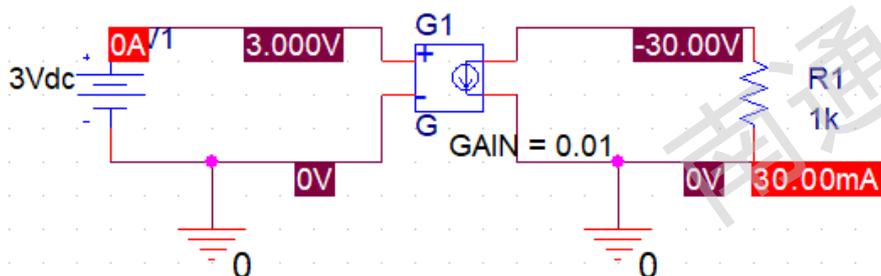
图 2-16 实验报告中的转移特性曲线

注意：本图在撰写报告时要求打印，图中要保留姓名、班级、学号、日期和打印时间。

2) 测试 VCCS 的负载特性 $I_2=f(R_1)$

仿真电路同图 2-9(c)，保持 $V_1=3V$ ，调节负载电阻 R_1 的大小，用电流表测量电阻 R_1 的电流 I_2 ，将数据记入表 2-2 中。

图2-9(c) VCCS电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 VCCS 的负载特性计算出表 2-2 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-2 VCCS 的负载特性

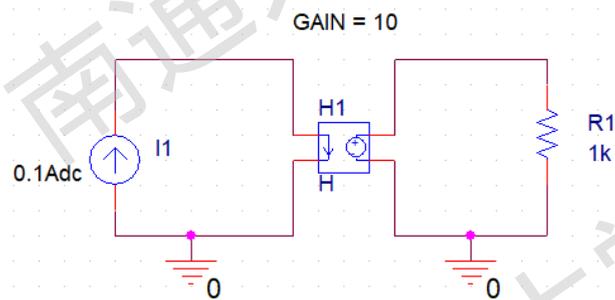
$R_1/k\Omega$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_2/mA (理论值)									
I_2/mA (实验值)									

2. 测试电流控制电压源 (CCVS) 特性

1) 测试 CCVS 的转移特性 $U_2=f(I_1)$

仿真电路如图 2-17(a)所示，电流源 IDC/SOURCE, I_1 用恒流源，CCVS 用 H/ANALOG 添加，输出 V_2 两端接负载 $R_1=1k\Omega$ 。调节恒流源输出电流 I_1 (以电流表读数为准)，测量 R_1 的电压 V_2 ，将数据记入表 2-3 中。

图2-17(a) ccvs电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 CCVS 的转移特性计算出表 2-3 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-3 CCVS 的转移特性

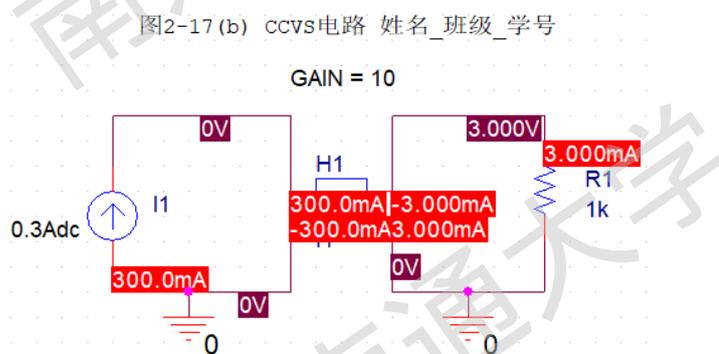
I_1/mA	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
V_2/V (理论值)							
V_2/V (实验值)							



注意：本图在撰写报告时要求打印，图中要保留姓名、班级、学号、日期和打印时间。

2) 测试 CCVS 的负载特性 $V_2=f(R_1)$

仿真电路如图 2-17(b)所示，保持 $I_1=0.3\text{ A}$ ，调节负载电阻 R_1 的大小，用电压表测量 R_1 的电压 V_2 ，将数据记入表 2-4 中。



注意：1、预习报告要根据 CCVS 的负载特性计算出表 2-4 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-4 CCVS 的负载特性

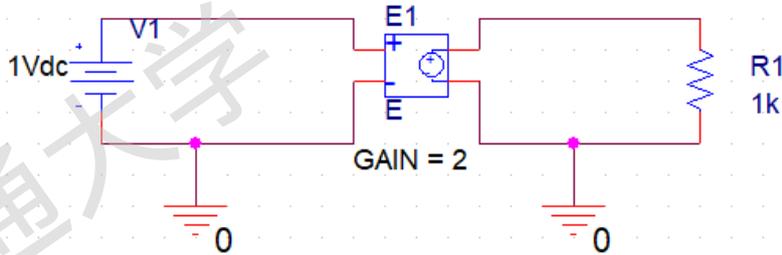
$R_1/\text{K}\Omega$	1	2	3	4	5	6	7	9
V_2/V (理论值)								
V_2/V (实验值)								

3. 测试电压控制电压源 (VCVS) 特性

1) 测试 VCVS 的转移特性 $V_2=f(V_1)$

仿真电路如图 2-19(a)所示，直流电压输入为 VDC/SOURCE，VCVS 用 E/ANALOG 添加，输出端 V_2 接负载 $R_1=1k\Omega$ 。调节恒压源输出电压 V_1 ，测量 R_1 上的电压 V_2 ，将数据记入表 2-5 中。

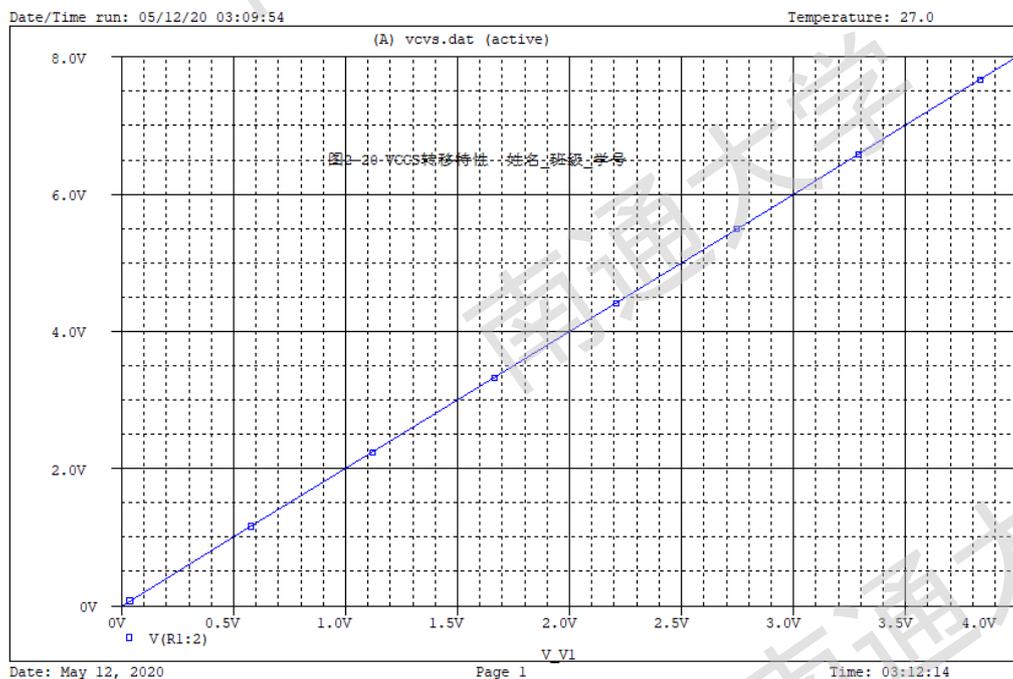
图2-19(a) vcvs电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 VCVS 的转移特性计算出表 2-5 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-5 VCVS 的转移特性

V_1/V	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
V_2/V (理论值)									
V_2/V (实验值)									



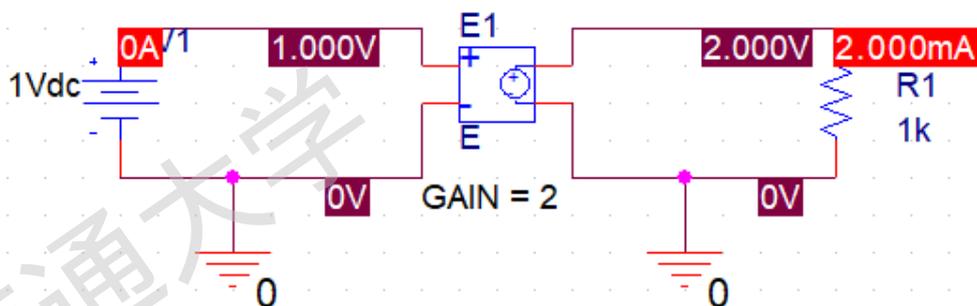
注意：本图在撰写报告时要求打印，图中要保留姓名、班级、学号、日期和打印时间。

2) 测试 VCVS 的负载特性 $V_2=f(R_1)$

仿真电路如图 2-19(b)所示，保持 $V_1=1V$ ，调节负载电阻 R_1 大小，用电压表测量对应的输出电

压 V_2 ，将数据记入表 2-6 中。

图2-19 (b) vcvs电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 VCVS 的负载特性计算出表 2-6 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-6 VCVS 的负载特性

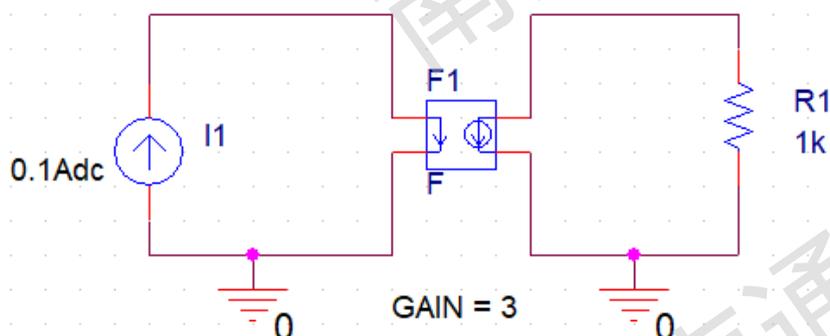
$R_1/k\Omega$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V_2/V (理论值)									
V_2/V (实验值)									

4. 测试电流控制电流源 (CCCS) 特性

1) 测试 CCCS 的转移特性 $I_2=f(I_1)$

仿真电路如图 2-21(a)所示，输入端 I1 接恒流源 IDC/SOURCE，CCCS 用 F/ANALOG 添加，输出端 I2 接负载 $R_1=1K\Omega$ 。调节恒流源输出电流 I1，测量 R1 的电流 I2 并将数据记入表 2-7 中。

图2-21 (a) cccs电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 CCCS 的转移特性计算出表 2-7 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-7 CCCS 的转移特性

I_1/mA	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4
I_2/mA (理论值)							
I_2/mA (实验值)							

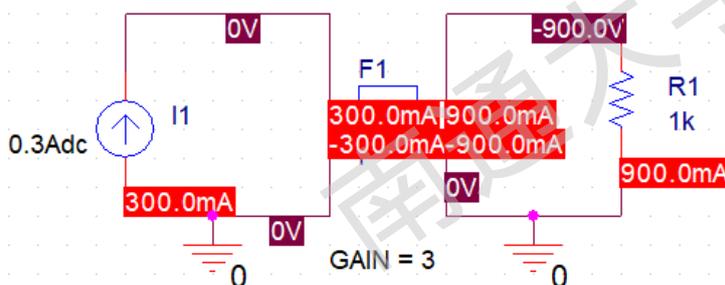


注意：本图在撰写报告时要求打印，图中要保留姓名、班级、学号、日期和打印时间。

2) 测试 CCCS 的负载特性 $I_2=f(R_1)$

仿真电路如图 2-21(b)所示，保持 $I_1=0.3\text{mA}$ ，调节负载电阻 R_1 大小，测量对应的输出电流 I_2 ，将数据记入表 2-8 中。

图2-21 (b) CCCS电路 姓名_班级_学号



注意：1、预习报告要根据 CCCS 的负载特性计算出表 2-8 的理论值并填写表格，撰写报告时要写明求解过程。2、本图在撰写报告时要求打印，仿真图的图注通过 Place→Text 的方式放置在电路原理图上，并标注本人的姓名_班级_学号。

表 2-8 CCCV 的负载特性

$R_L/\text{K}\Omega$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I_2/mA (理论值)									
I_2/mA (实验值)									

四、实验注意事项

1. 用恒流源供电的实验中，不允许恒流源开路。

五、预习与思考题

1. 什么是受控源？了解四种受控源的缩写、电路模型、控制量与被控量的关系。
2. 四种受控源中的转移参量 μ 、 g 、 r 和 β 的意义是什么？
3. 若受控源控制量的极性反向，试问其输出极性是否发生变化？

六、实验报告要求

1. 根据实验结果分别绘出四种受控源的转移特性曲线，并计算转移参数。
2. 根据实验结果分析四种受控源的负载特性。
3. 对实验的结果作出合理的分析，总结对四种受控源的认识和理解。