

一. 实验题目: 电路定理和运算放大器(A)

二. 实验目的: 学习测量线性有源一端口网络的戴维南等效电路参数及端口外特性的方法, 加深对戴维南定理的理解。

通过搭建电压跟随器了解运算放大器功能。

三. 实验仪器与模块名称:

DP832 直流电压源, 直流电流源, DDS 函数信号发生器
Fluke 190-104 型测试仪 Fluke 1305 电流钳表, 数字万用表。

20 2 端元件 $\times 2$, FU 熔断器 $\times 1$, RP17 ($1k\Omega/3W$) 电位器 $\times 1$
电阻箱 (10×100) $\times 1$, 电阻箱 ($10 \times 1k$) $\times 2$, AX33 运算放大器 $\times 1$

四. 预习思考问题解答

(1) B (2) C (3) B (4) C (5) A (6) A

五. 实验过程

1. 基本任务

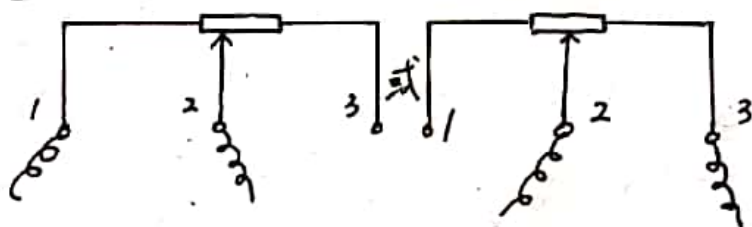
(1) 直流电压源, 电流源, 函数信号发生器正常, 标称 470Ω 电阻万用表测得 470Ω , 200Ω 电阻箱 200.2Ω , 保险丝正常, 元器件值正常。

(2) 电位器线方式的研究

$1k\Omega$ 电位器模块由左至右有 3 个 (用 1, 2, 3 表示) 接线端子, 将数字万用表

的电阻挡测试线分别接入1.3; 1.2; 2.3 插孔, 调整基旋钮, 研究电阻的变化范围, 记录测量结果. 实验中若需要 $1 \sim 1k\Omega$ 的可调电阻, 应如何接线? 用文字说明或画出连接示意图.

插孔	电阻变化范围
1.3	$0.994 \rightarrow 0.989 \rightarrow 0.994k\Omega$
1.2	$0.3\Omega \rightarrow 0.994k\Omega$
2.3	$0.994k\Omega \rightarrow 0.2\Omega$



$1 \sim 1k\Omega$ 可调电阻接线情况如图所示.

(13) 戴维南定理的研究

实为 $21mA$

实验电路如图1所示. $U_s = 16V$, $R_1 = 470\Omega$, $R_2 = 200\Omega$, $I_s = 20 \sim 22mA$. R_L 为 $0 \sim 1k\Omega$ 可调电阻. 将 ab 右侧支路取出, 作为外电路, 与可调电阻串联的熔断器 FU , 可以防止电路接线错误而损坏电位器. ab 左侧电路为含源二端口网络.

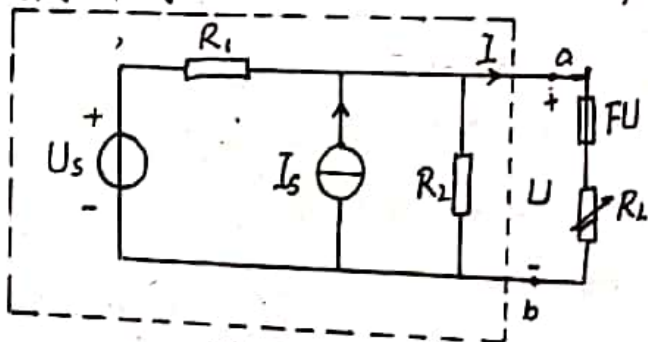
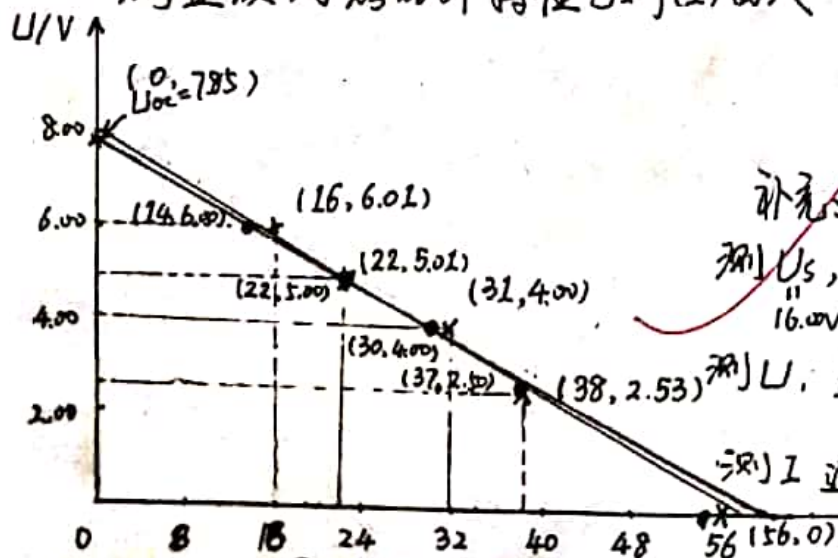


图1

R_L	电流/mA			电压/V
	$I_{通}$	$I_{断}$	I	U
1	337	281	$I_{sc} = 56$	0
2			0	$U_{oc} = 7.85$
3	318	280	38	2.53
4	305	274	31	4.00
5	302	280	22	5.01
6	288	272	16	6.01
-	-	-	-	-

1) 测量该网络的外特性 $U = f(I)$ 曲线



补充: 测试仪设置方法: METER 模式
测 U_s , 通道 B: DC 耦合, 电压探针, 1:1 衰减, 无带宽限制, 位置编号 1
16.00V

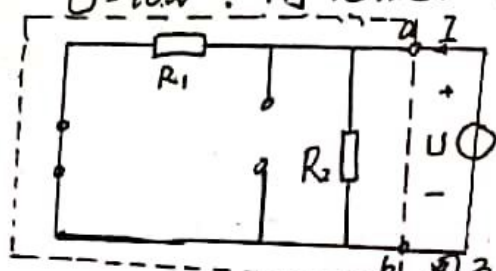
测 U , 通道 C: DC 耦合, 电压探针, 1:1 衰减, 位置编号 3

测 I 通道 D: DC 耦合, 电流探针, 1:1 衰减, 灵敏度 $100mA/A$

2> 测量含源一端口网络的等效电阻 R_i

电路原理图如图2, 将电源置零, 在a,b两端接外加电源

$U=10.0V$, 用电流钳表测端口电流, 结果如下



$$U=10.0V$$

方案1: $R_{理论} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 140.17\Omega$

$$I_{通} = 345mA$$

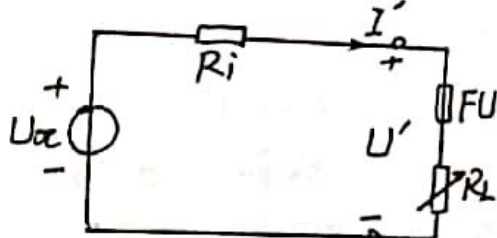
方案2: $R_i = \frac{U}{I} = 138.9\Omega$

$$I_{断} = 273mA$$

$$I = I_{通} - I_{断} = 72mA$$

3> 戴维南等效电路外特性 $U' = f(I')$ 测量

按电路图4连接电路, 电压源设置 $U=U_{oc}=7.85V$, 用电阻箱串联出 $R_i=140\Omega$ 等效电阻, 用通道B监测电源电压, 用通道D测电流, 测试仪设置方法同1>.



讨论: 图4

外特性 $U' = f(I')$ 数据如右表.

自变量取电压值, 比较 I' 与

I 的值, 在误差允许范围内可近似认为相等

证明戴维南等效电源定理成立.

R_L	I'/mA			U'/V
	$I'_{通}$	$I'_{断}$	I'	U'
1	338	284	54	7.85
2	296	282	14	6.00
3	300	278	22	5.00
4	314	284	30	4.00
5	324	287	37	2.50

4> 测试仪设置方法: METER 万用表模式, 具体类型见第2>页.

[思考题]

戴维南等效电路中, 电压源的电压值调节的是使屏幕显示值为 U_{oc} , 还是使测试仪测量数值为 U_{oc} ?

答: 使测试仪测量数值为 U_{oc} . 原因是电压源有一定输出内阻, 分压, 使真正输出电压小于 U_{oc} .

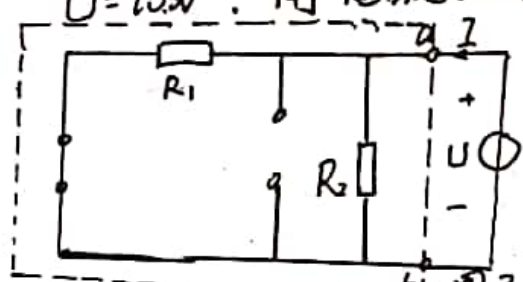
2. 研究任务:

(1) 实验电路如图5所示, 搭建电压跟随器.

2. 测量含源一端口网络的等效电阻 R_i

电路原理图如图3, 将电源置零, 在a.b两端接外加电源

$U=10V$, 用电流钳表测端口电流, 结果如下



$$U=10.0V$$

$$\text{方案1: } R_{\text{理论}} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 140.17\Omega$$

$$I_{\text{通}} = 345\text{mA}$$

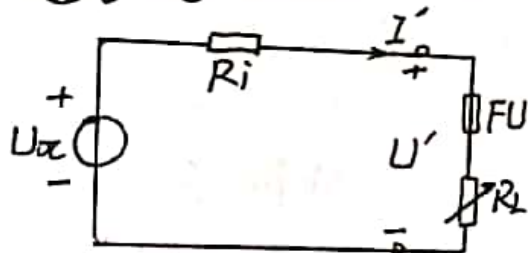
$$\text{方案2: } R_i = \frac{U}{I} = 138.9\Omega$$

$$I_{\text{断}} = 23\text{mA}$$

$$I = I_{\text{通}} - I_{\text{断}} = 72\text{mA}$$

3. 戴维南等效电路外特性 $U'=f(I')$ 测量

按电路图4连接电路, 电压源设置 $U=U_{oc}=7.85V$, 用电阻箱串联出 $R_i=140\Omega$ 等效电阻, 用通道B监测电源电压, 用通道D测电流, 测试仪设置方法同1。



讨论: 图4

外特性 $U'=f(I')$ 数据如右表。

自变量取电压值, 比较 I' 与

I 的值, 在误差允许范围内可近似认为相等

证明戴维南等效电源定理成立。

R_L	I'/mA			U'/V
	$I'_{\text{通}}$	$I'_{\text{断}}$	I'	U'
1	338	284	54	7.85
2	296	282	14	6.00
3	300	278	22	5.00
4	314	284	30	4.00
5	324	287	37	2.50

4. 测试仪设置方法: METER 万用表模式, 具体类型见第2页。

思考题

戴维南等效电路中, 电压源的电压值调节的是使屏幕显示值为 U_{oc} , 还是使测试仪测量数值为 U_{oc} ?

答: 使测试仪测量数值为 U_{oc} , 原因是电压源有一定输出内阻, 分压, 使真正输出电压小于 U_{oc} 。

2. 研究任务:

(1) 实验电路如图5所示, 搭建电压跟随器。

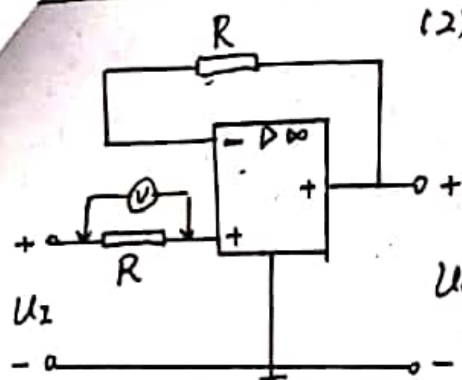


图5 电压跟随器

- (2) 其中 $R=1\text{K}\Omega$. Fluke 190-104 测试仪的 B 通道测输入电压 U_1 . C 通道测输出电压 U_0 .
 将直流稳压电源调至 $\pm 15\text{V}$ 电压, 用于给芯片供电.
 记录测量结果并计算电压跟随器的电压放大倍率

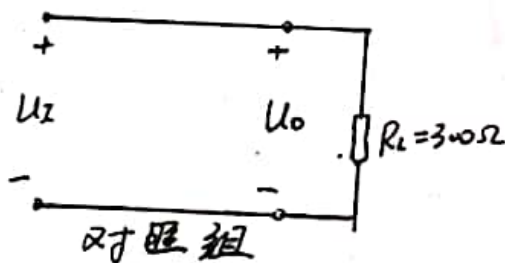
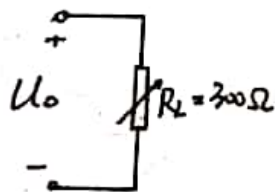
测量结果: $U_1 = 3.00\text{V}$

$U_0 = 3.00\text{V}$

电压放大倍率 $A_u = \frac{U_1}{U_0} = \frac{3.00\text{V}}{3.00\text{V}} = 1$

(3) 通过实验验证电压跟随器的隔离作用

图6 两图中负载电阻 R_L 均为 300Ω . 输入电压 U_1 均为 3V . 左侧的电路加入了跟随器. 利用测量 R_L 电阻两端电压, 比较负载消耗功率. 通过电压值除以电阻值方法, 求得输入电流, 求两个电源的输出功率, 并对结果进行讨论.



将 R_L 接入图5所示输出端 U_0 . 图6

$U_0 = 3.00\text{V}$

$$P_1 = \frac{U_0^2}{R} = \frac{3.00^2}{300} = 0.03\text{W}$$

对照组 $U_0 = 3\text{V}$.

$$P_2 = \frac{U_0^2}{R} = \frac{3.00^2}{300} = 0.03\text{W}$$

$U_{\text{测}} = 2.5\text{mV}$, $I = \frac{U_{\text{测}}}{R} = \frac{2.5\text{mV}}{1000} = 2.5\mu\text{A}$.

$P_{\text{输出}} = U_0 I = 3.00 \times 2.5 \times 10^{-6} = 7.5 \times 10^{-6}\text{W}$

对照组 $P_{\text{输出}} = P_2 = 0.03\text{W}$

讨论: 电压跟随器电源输出功率远小于对照组输出功率, 但是电压跟随器须对芯片供电, 总的输出功率未必小. (4)

六、实验结论

1. 原网络外特性曲线与戴维南等效外电路外特性曲线基本重合, 在误差允许范围内, 认为戴维南定理成立。
2. 电压跟随器是实现输出电压跟随输入电压变化的一类电子元件。^{电压}放大倍数为 1。电压跟随器起缓冲、隔离、提高带载能力的作用。特点是, 输出阻抗低, 输入阻抗高。利用这个特点, 电压跟随器常用作中间级, 以“隔离”前后级之间的影响。
3. 输入电流很小 (微安级) 说明输入阻抗很大, 输出电流大, 说明输出阻抗低, 具有隔离作用。



资源分享站

QQ: 2842305604



扫一扫二维码，加我QQ好友。