

浙江大学实验报告

专业： 电子信息工程

姓名： 邢毅诚

学号： 3190105197

日期： 2020-3-31

地点： 东三-406

课程名称： 电路与电子技术实验

指导老师： 张伟

成绩：

实验名称： 仪用放大电路及其应用实验

实验类型： 验证实验

同组学生姓名： 郑冰阳

一、 实验目的

- (1) 了解热电阻传感器的原理与应用；
- (2) 掌握普通运放构成的放大电路的电路结构及设计方法；
- (3) 了解仪表放大器与运算放大器的性能区别；
- (4) 掌握仪表放大器的电路结构及设计方法；
- (5) 比较各电路的测量精度分析与指标测试。

二、 实验基本内容

1. 实验内容

- (1) 输入是三位二进制数 A,B,C, 要求当输入是 2 或 3 的倍数时输出等于逻辑 1, 其它情况, 输出等于 0
- (2) 采用逐点测量法测量二极管的 VA 特性
- (3) 采用扫描测量法测量二极管的 VA 特性, 并双踪观察信号源与二极管两端电压 (注意其击穿值)
- (4) 采用扫描测量法测量稳压管的 VA 特性, 并双踪观察信号源与二极管两端电压 (注意其击穿值)
- (5) 应用 MULTISIM 软件仿真二极管的 VA 特性

2. 实验内容

• 实验 1: 温度计

用单个通用运算放大器设计一个差分放大电路, 并与热电阻传感器、零点与增益调节电路、万用表一起构成温度计, 具体电路图如下图所示:

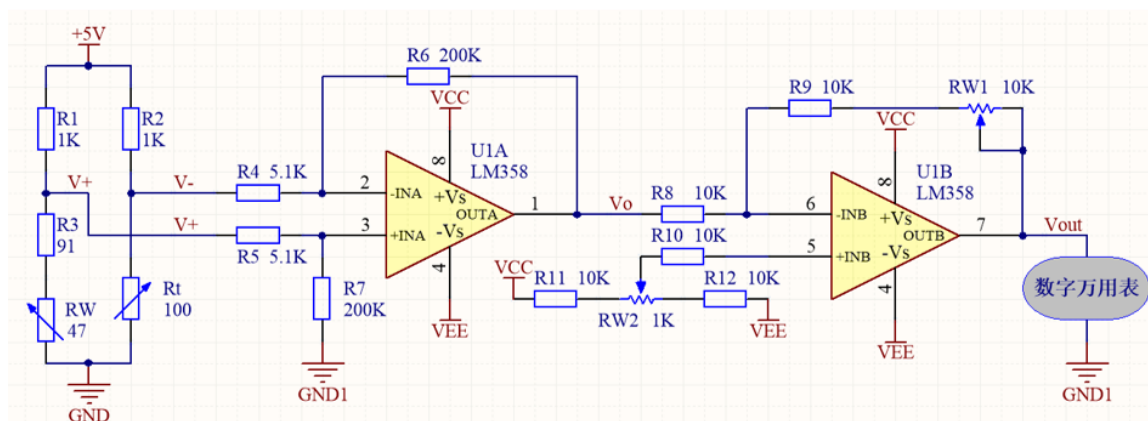


图 1: 温度计电路原理图

三、 实验原理

• 实验 1: 温度计

温度计的实现需要使用传感器将非电量转化为电量，进而进行测量。传感器是实现非电量检测的元器件，非电量是指位移、力、角度、温度、气压、流量等各种物理量。在各种工业自控、航空航天、铁路交通、生物医疗、石化、船舶、军工等领域有大量的非电量需要检测，即需要用各种传感器把以上的这些非电量转换为可以被检测的电量，如电阻、电感、电容、电压、电流、频率等电信号。

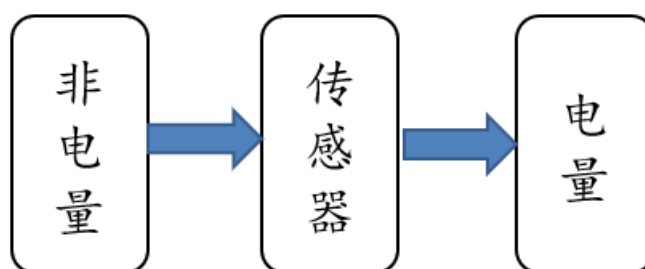


图 2: 传感器原理图

在本次实验中，我们主要使用热电阻传感器进行实验。热电阻传感器主要是利用电阻值随温度变化而变化这一特性来测量温度及与温度有关的参数。在温度检测精度要求比较高的场合，这种传感器比较适用。目前较为广泛的热电阻材料为铂、铜、镍等，它们具有电阻温度系数大、线性好、性能稳定、使用温度范围宽、加工容易等特点。用于测量 -200°C - 500°C 范围内的温度。其阻值与温度如下所示：

温度 ℃	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	电阻值 (Ω)									
-90	64.30	63.90	63.49	63.09	62.68	62.28	61.88	61.47	61.07	60.66
-80	68.33	67.92	67.52	67.12	66.72	66.31	65.91	65.51	65.11	64.70
-70	72.33	71.93	71.53	71.13	70.73	70.33	69.93	69.53	69.13	68.73
-60	76.33	75.93	75.53	75.13	74.73	74.33	73.93	73.53	73.13	72.73
-50	80.31	79.91	79.51	79.11	78.72	78.32	77.92	77.52	77.12	76.73
-40	84.27	83.87	83.48	83.08	82.69	82.29	81.89	81.50	81.10	80.70
-30	88.22	87.83	87.43	87.04	86.64	86.25	85.85	85.46	85.06	84.67
-20	92.16	91.77	91.37	90.98	90.59	90.19	89.80	89.40	89.01	88.62
-10	96.09	95.69	95.30	94.91	94.52	94.12	93.73	93.34	92.95	92.55
0	100.00	99.61	99.22	98.83	98.44	98.04	97.65	97.26	96.87	96.48
0	100.00	100.39	100.78	101.17	101.56	101.95	102.34	102.73	103.12	103.51
10	103.90	104.29	104.68	105.07	105.46	105.85	106.24	106.63	107.02	107.40
20	107.79	108.18	108.57	108.96	109.35	109.73	110.12	110.51	110.90	111.29
30	111.67	112.06	112.45	112.83	113.22	113.61	114.00	114.38	114.77	115.15
40	115.54	115.93	116.31	116.70	117.08	117.47	117.86	118.24	118.63	119.01
50	119.40	119.78	120.17	120.55	120.94	121.32	121.71	122.09	122.47	122.86
60	123.24	123.63	124.01	124.39	124.78	125.16	125.54	125.93	126.31	126.69
70	127.08	127.46	127.84	128.22	128.61	128.99	129.37	129.75	130.13	130.52
80	130.90	131.28	131.66	132.04	132.42	132.80	133.18	133.57	133.95	134.33
90	134.71	135.09	135.47	135.85	136.23	136.61	136.99	137.37	137.75	138.13
100	138.51	138.88	139.26	139.64	140.02	140.40	140.78	141.16	141.54	141.91
110	142.29	142.67	143.05	143.43	143.80	144.18	144.56	144.94	145.31	145.69
120	146.07	146.44	146.82	147.20	147.57	147.95	148.33	148.70	149.08	149.46

图 3: Pt100 热电阻分度表

具体曲线如下所示：

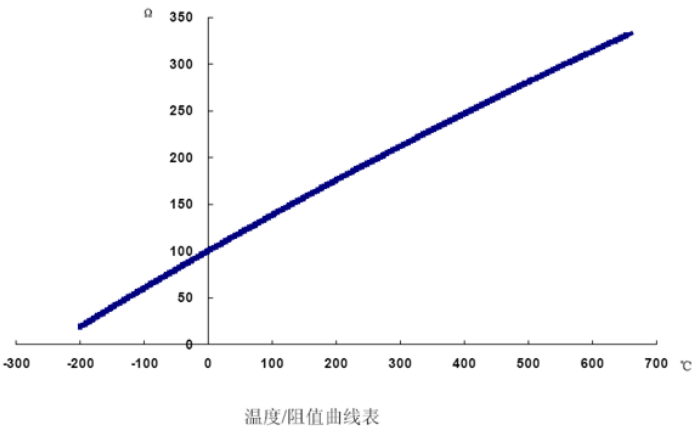


图 4: Pt100 热电阻分度表

Pt100 温度传感器的主要技术参数如下所示：

- 测量范围 $-200^{\circ}\text{C} - +850^{\circ}\text{C}$

- 允许偏差值 $\Delta^{\circ}\text{C}$: A 级 $\pm(0.15 + 0.002|t|)$, B 级 $\pm(0.30 + 0.005|t|)$;
- 热响应时间: $\leq 30\text{s}$
- 允许最大电流: $\leq 5\text{mA}$

利用热电阻搭建如下图所示电路:

当温度为 0°C 时, $V+$ 和 $V-$ 的电压相等, 差分放大电路的输出电压为 0V , 当温度发生变化时, 热电阻阻值也会相应变化, 进而导致 $V+$ 与 $V-$ 产生电压差, 经过差分放大电路后得到 V_o , 如当温度为 100°C 时, $V-$ 的电压保持不变 (0.454545V), Pt100 热电阻 R_t 的阻值变为 138.51Ω , $V+$ 的电压变为 0.608295V , 差分放大电路的差模输入电压为 0.15375V 。

本实验中, 需要使用电路电子技术实物对象模块, 如下图所示:

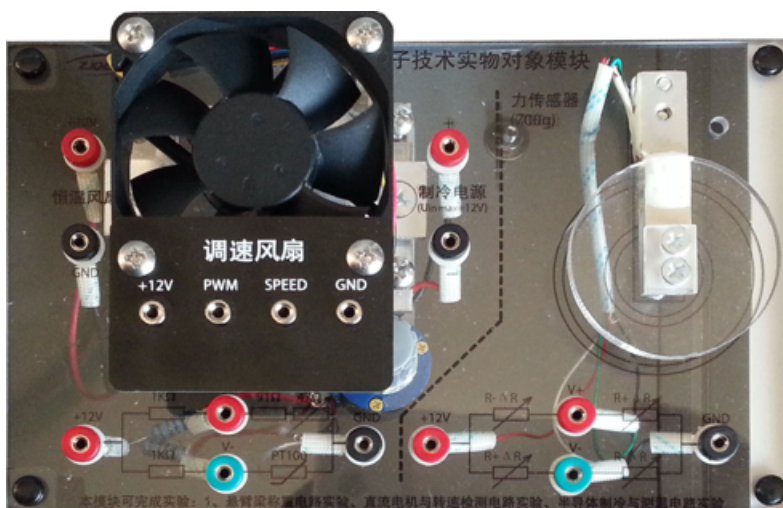


图 5: 实物对象模块

模块包含半导体制冷器件, 热电阻测量电路, 冷却风扇, 悬臂梁力传感器及测量电路。本实验只使用半导体制冷器件和热电阻测量电路, 半导体制冷器件用来调节温度, 热电阻测量电路用于测温。实验时的具体电路图如下图所示:

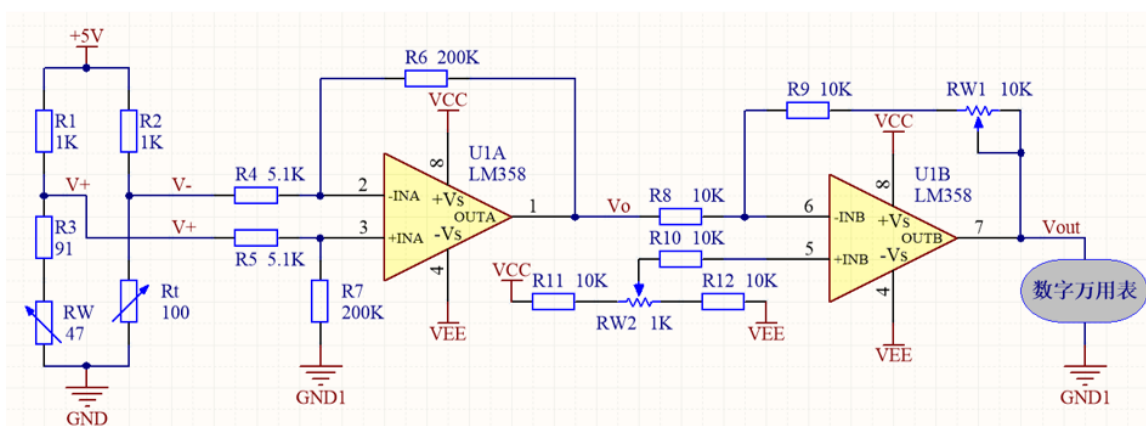


图 6: 温度计电路图

测量温度时的具体操作步骤如下所示：

- (1) 以 Pt100 的电阻值为温度标准值。
- (2) 电源为 +5V 直流电压。
- (3) 室温时，加 +5V 电源，调节 RW 使 V+ 和 V-端的电压相等，使 R_3+RW 的电阻值与热电阻 R_t 的阻值相等；
然后去掉 +5V 电源，将 V+ 和 V-两端短路，测量短路点与地之间的电阻值，乘以二即为室温时热电阻 R_t 的阻值；对照热电阻 Pt100 的分度表，即可得到此时的室温值。
- (4) 调节 RW，使 $R_3+RW=100\Omega$ （测量电压）。
- (5) 温度测量时，保持 R_3+RW 的阻值 100Ω 不变，测量 V+ 与 V-两端间的电压值，可以计算热电阻 Pt100 在某个温度下的电阻值，查表得到温度实际值。

四、 实验数据

在室温下测得 R_{t100} 阻值为： 108Ω ，室温为 $21^\circ C$

按照实验步骤进行实验，测量得数据如下所示：

万用表读数	电压差	R_t 阻值	查表得到温度
2.1	33.8	108.1114	21
2.492	39.925	109.5942	25
3.003	47.425	111.4154	30
3.5	55.175	113.3036	34
4.005	62.925	115.1984	39
4.496	70.55	117.0689	44
5.004	78.05	118.9149	49
5.482	86.05	120.8908	54
6.031	93.925	122.8427	59
6.51	102.675	125.0196	65
6.99	110.05	126.861	69
7.5	117.55	128.7399	74
7.99	125.05	130.6251	79
8.51	133.175	132.6746	85
8.99	140.675	134.5731	90
9.51	148.675	136.6052	95

表 1: 实验 1 数据

测量电源电压为：5.038V

测量 1K 电阻：V- 与 V+ 短接，断开外电源，测量两 1K 电阻的并联电阻为 495Ω ，进而测得 1K 电阻的时基阻值为 990Ω ，绘制温度计校验图如下图所示：

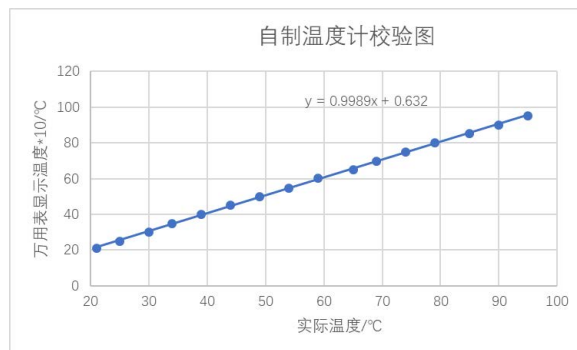


图 7: 温度计校验图

需要注意的是，此温度计有一定的偏差，原因可能在于 Rt100 自身电阻由于通过电流的发热，因此测量结果并不会十分准确。

五、 实验体会

在本次实验中，我们进行了仪用放大电路的相关实验，在最开始的时候，我们的实验并不是十分顺利，首先，在测量 1K 电阻的时候就忘记了将其与 5V 电源断开连接，导致测量结果并不是十分准确（第一次测量结果 450 欧姆，真实测量结果为 495 欧姆），在以后的实验中需要尤为注意。