

实验二 温度报警器

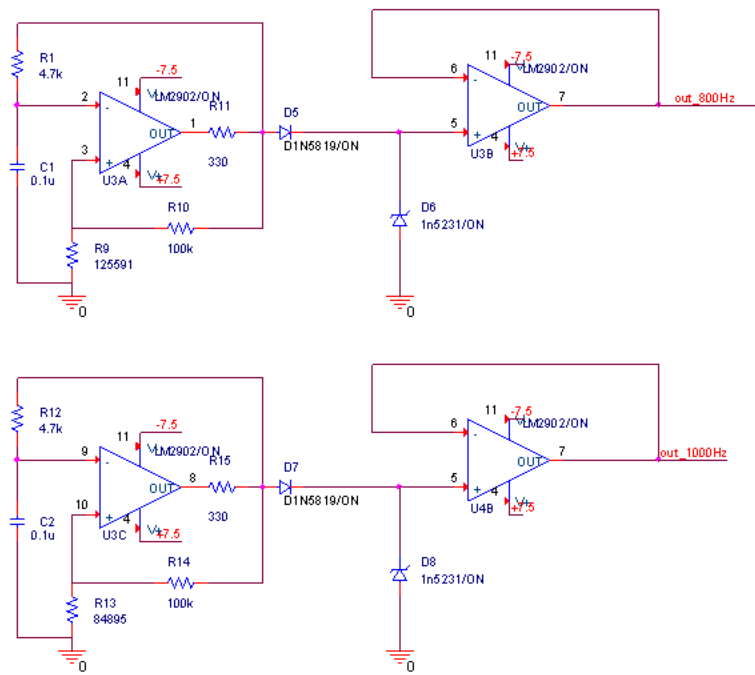
一、分工

	学号	班级	姓名	负责任务
组长	190410102	19 自动化 1 班	方尧	提出整体设计方案，负责温度传感器电路设计、仿真以及器件选型；整合各部分电路行成总原理图，导出 BOM 清单
组员	180320107	19 自动化 1 班	罗赫铭	负责 LED、蜂鸣器驱动信号电路以及 LED 工作电路设计、仿真以及器件选型
	190320230	19 自动化 2 班	刘聿尧	负责蜂鸣器工作电路设计、仿真以及器件选型
	190320211	19 自动化 2 班	邹文星	负责频率发生器电路设计、仿真以及器件选型

二、方案设计

2.1 频率发生器

2.1.1 电路图



2.1.2 参数计算

计算电阻参数：

根据指导书，我们将所需的周期 $T=1.25\text{ms}$ 和 $T=1\text{ms}$ 带入近式子中，在假设电容为 0.1μ ，即可算出所需的电阻，分别是 $R_2=95\text{K}, R_1=100\text{K}, 1\text{ms}$ ； $R_2=139\text{K}, R_1=100\text{K}, 1.25\text{ms}$ 。然而由于实际仿真有误差，为使得频率为 1kHz 和 800Hz ，故将所需电阻调整为图中所示阻值，分别为 84895Ω 和 125591Ω 。

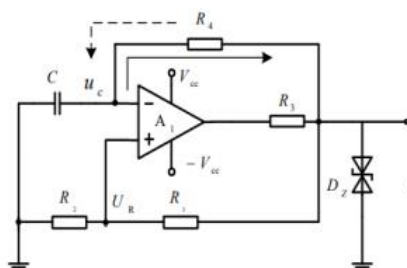


图 2-3 矩形波发生电路

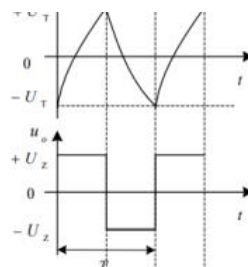


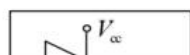
图 2-4 矩形波发生电路电压波形

工作原理：运算放大器 A_1 作滞回比较使用， D_z 为双向稳压管，使得输出电压的幅度被限制在 $+U_z$ 或 $-U_z$ ； R_1 和 R_2 构成正反馈电路， R_2 上的反馈电压 U_R 是输出电压幅度的一部分，即

$$U_R = \pm \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_z$$

加在同相端，作为参考电压， R_4 和 C 构成负反馈电路， u_c 加在反向输入端， u_c 和 U_R 相比较后决定 u_o 的极性。

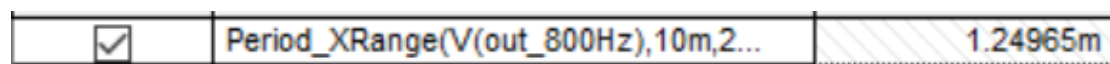
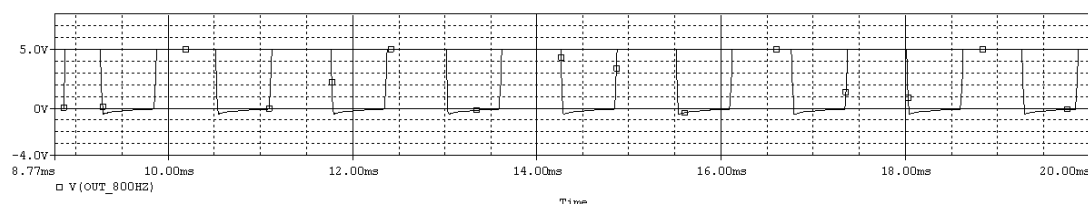
当电路工作稳定后，当 u_o 为 $+U_z$ 时， U_R 也为正值；这时 $u_c < U_R$ ， u_o 通过 R_4 对电容 C 充电， u_c 增长到等于 U_R 时， u_o 由 $+U_z$ 变为 $-U_z$ ， U_R 也变为负值。电容 C 开始通过 R_4 放电，而后反向充电。当充电到 u_c 等于 $-U_R$ 时， u_o 由 $-U_z$ 变为 $+U_z$ ，如此周期性循环变化，在输出端得到的是矩形波电压，在电容两端产生的是类似三角波电压。波形周期近似算出为



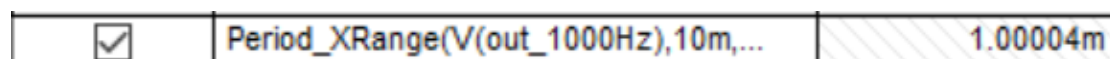
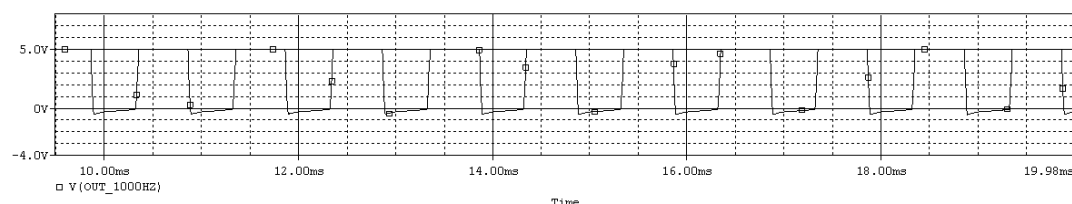
$$T = 2R_4C \ln\left(1 + \frac{2R_2}{R_1}\right)$$

2.1.3 波形

800Hz 时：

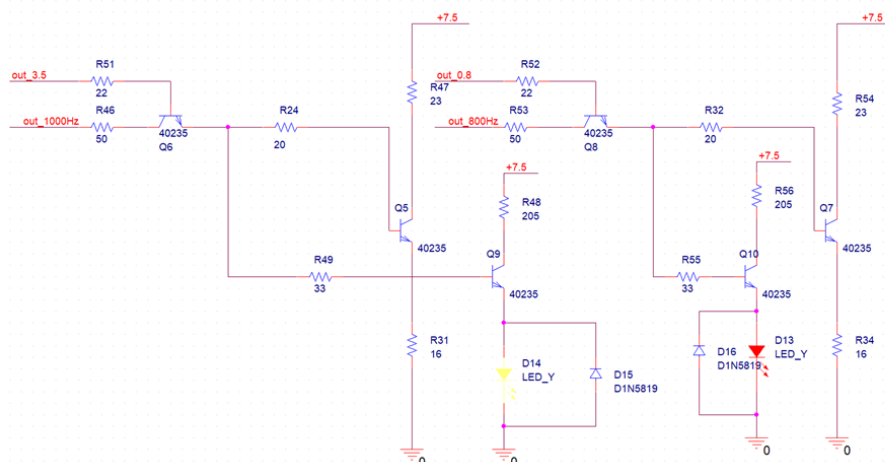


1kHz 时：



2.2 LED 及蜂鸣器电路

2.2.1 电路图



2.2.2 参数计算

首先由温度比较器得到电压，当输出为 3.5V 时，左侧电路导通，1000HZ 的方波信号传输到蜂鸣器上，同时 LED 亮黄灯；当输出为 0.8V 时，右侧电路导通，800HZ 的方波信号传输到蜂鸣器上，同时 LED 亮红灯；当温度比较器没有输出时，左右侧电路均关闭，蜂鸣器 LED 均关闭。

当幅值为 5V，频率为 800HZ 和 1000HZ 的方波信号传输至蜂鸣器时，流经蜂鸣器的电流为 170mA~180mA，足以驱动蜂鸣器电路；流经 LED 的电流为 20mA，足以驱动 LED 亮灯。

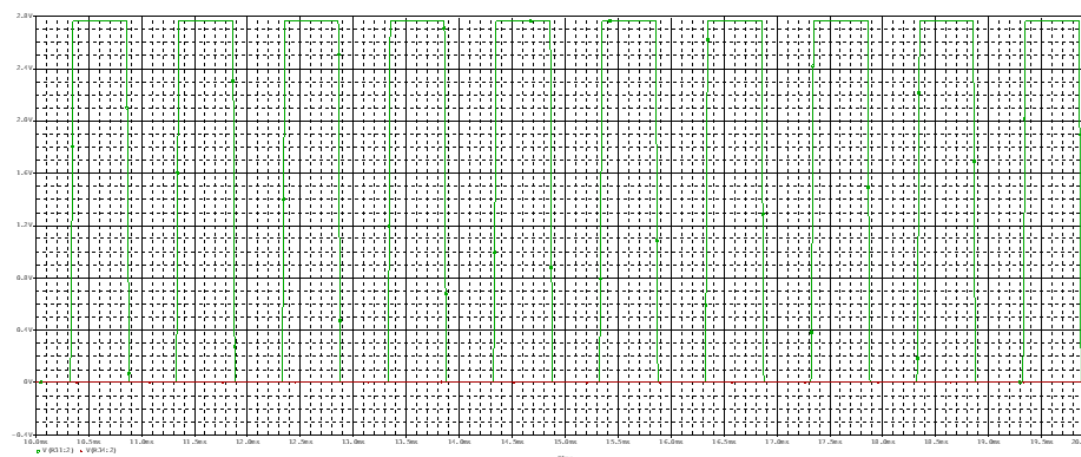
2.2.3 器件选型

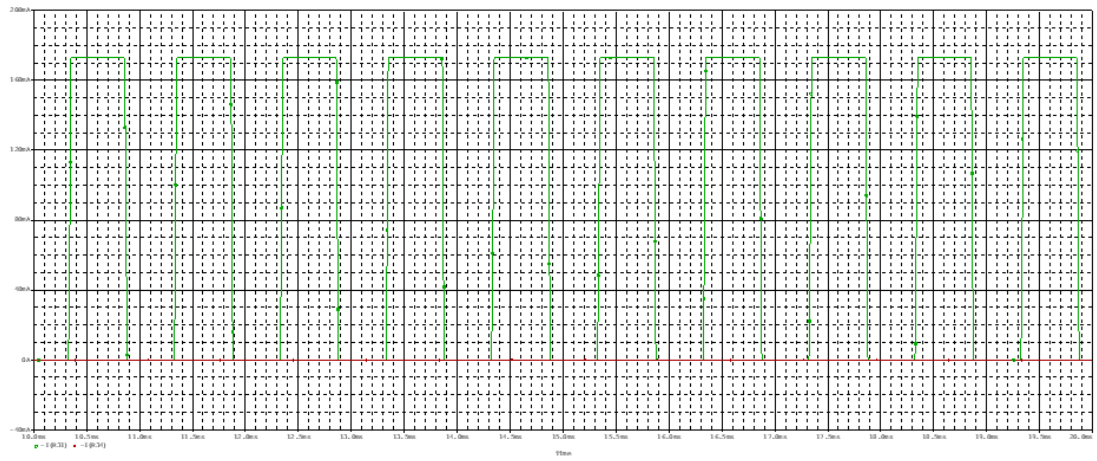
40235: 开启电压为 0.6V 的三极管，当电压大于 0.6V 时导通，小于 0.6V 时关断。在这里起到开关的作用。当窗口比较器电路输出为 3.5V 时，左侧电路的三极管导通，1000HZ 方波信号传到蜂鸣器；当窗口比较电路输出为 0.8V 时，右侧电路的三极管导通，800HZ 方波信号传到蜂鸣器。

D1N5819: 续流二极管, 在电路中起到续流保护电路的作用。

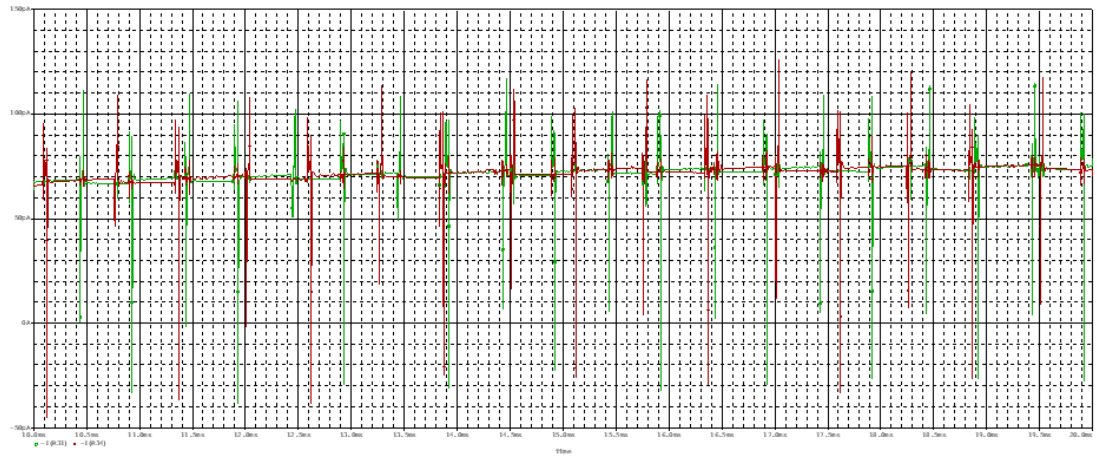
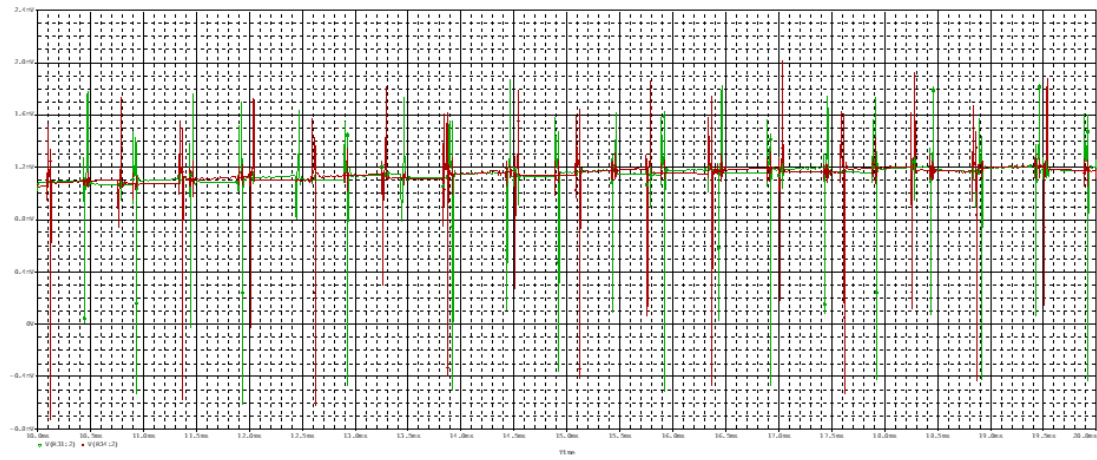
2.2.4 关键波形

-10°:

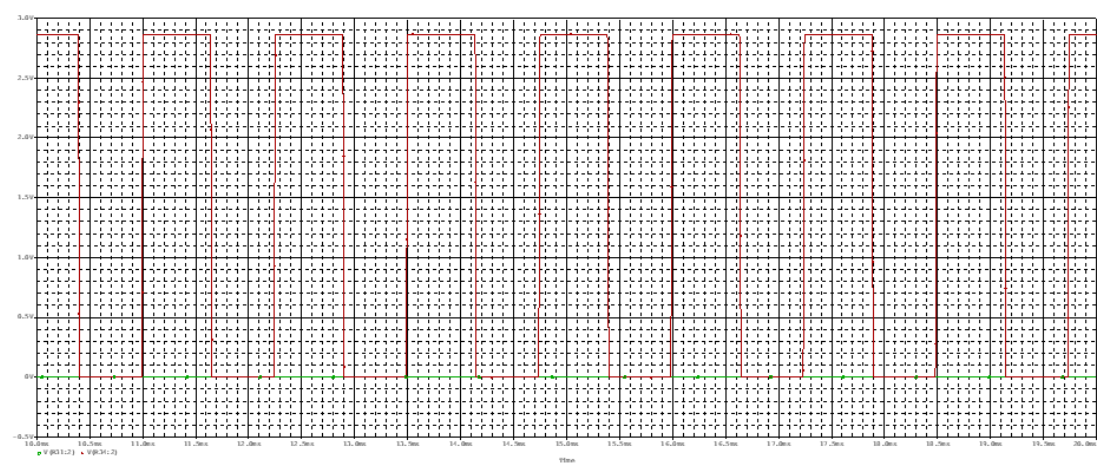


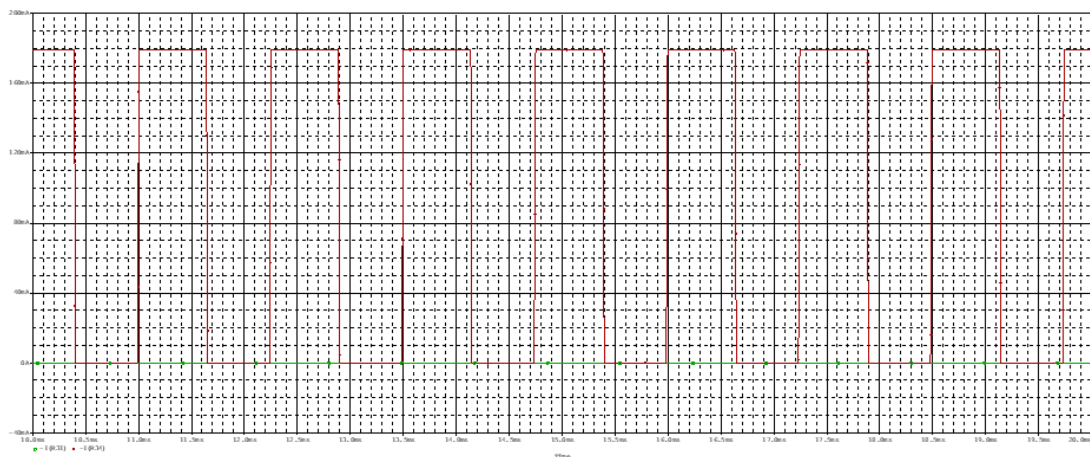


20°:



50°:





分析讨论：
-10°时蜂鸣器上电压的周期为：

	Evaluate	Measurement	Value
	<input type="checkbox"/>	Max(I(D2:1))	
	<input type="checkbox"/>	Period(V(R34:2))	
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	Period(V(R31:2))	999.62157u

得到周期：

$$T = 1ms \leftarrow$$

由此可得到频率：

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1ms} = 1000Hz \leftarrow$$

计算频率相对误差：

$$E = \frac{f - f_0}{f_0} = 0\% < 15\% \leftarrow$$

满足设计需求。
-20 度时蜂鸣器上为极小电压，无法驱动蜂鸣器。
50°时蜂鸣器上电压的周期为：

	Evaluate	Measurement	Value
	<input type="checkbox"/>	Period_XRange(I(D13),10m,20m)	
	<input type="checkbox"/>	Max(I(D2:1))	
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	Period(V(R34:2))	1.24875m

得到周期：

$$T = 1.25ms \leftarrow$$

由此可得到频率：

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.25ms} = 800Hz \leftarrow$$

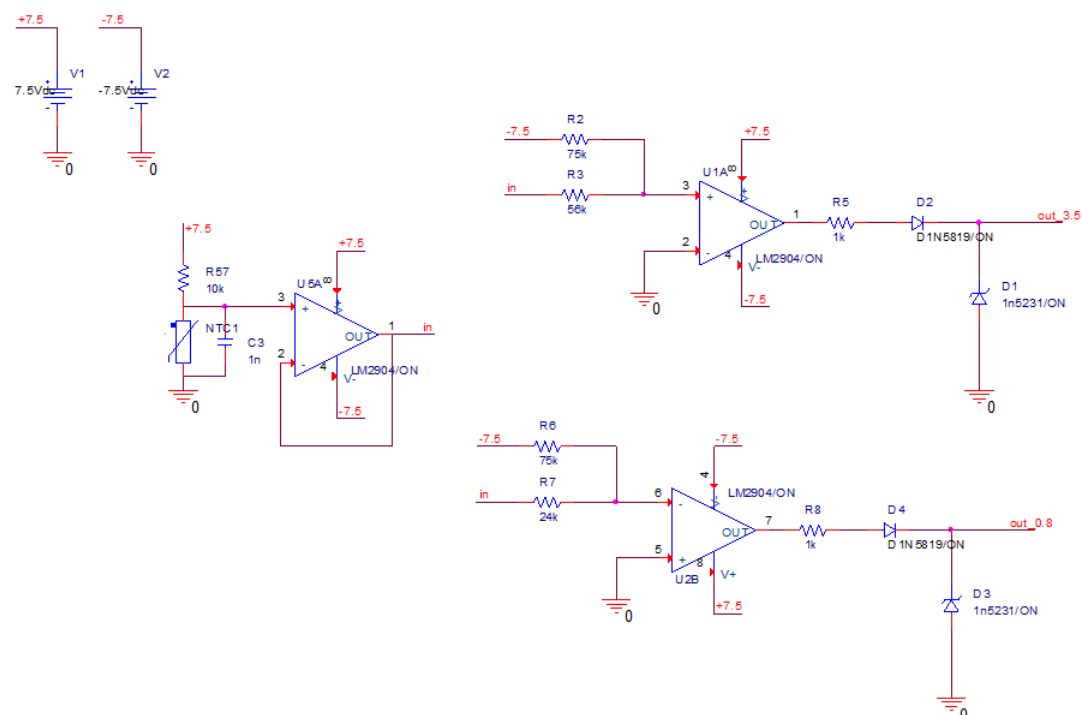
计算频率相对误差：

$$E = \frac{f - f_0}{f_0} = 0\% < 15\%$$

满足设计需求。

2.3 温度传感器

2.3.1 电路图



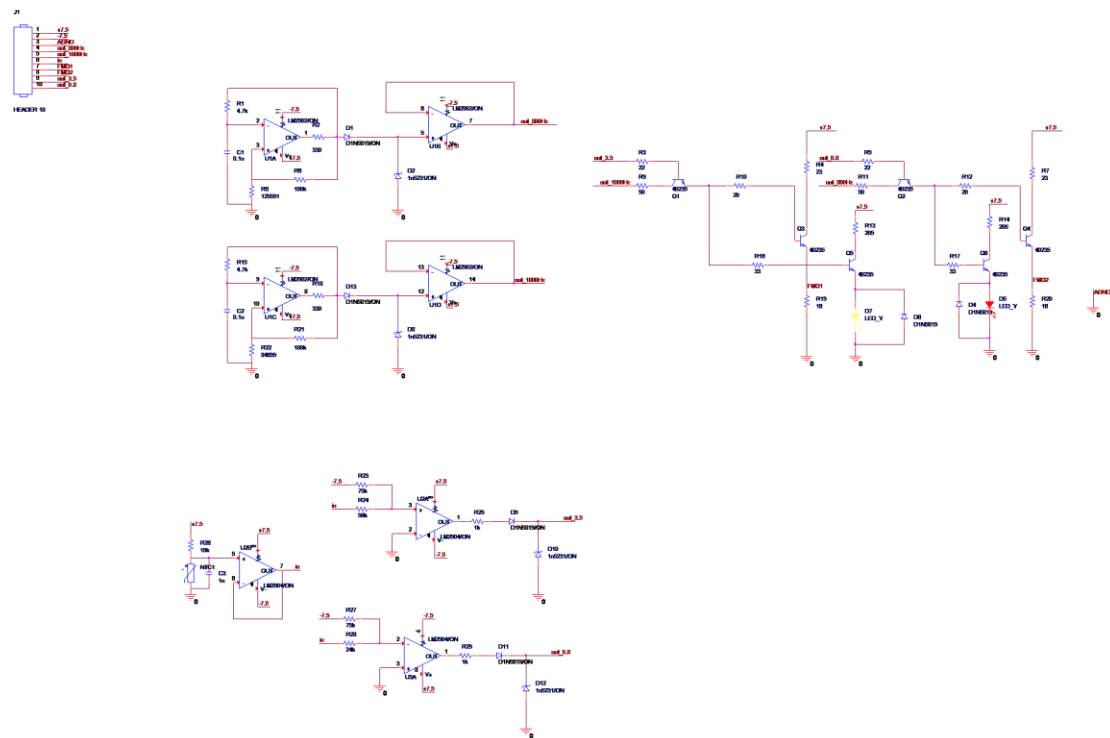
2.3.2 参数计算

对于一半单限比较器，阈值电压：
$$U_T = -\frac{R_2}{R_1}U_{REF}$$

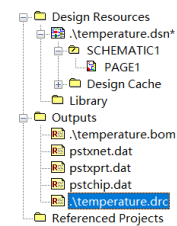
由实验指导书要求，在温度为 0 摄氏度和 40 摄氏度时，电压达到阈值电压，已知参考电压，即输入电压为 7.5v，根据热敏电阻得参数并依据数次仿真调试测算出阈值电压分别应为 2.4v 和 5.6v，再代入上式计算得电阻比值分别为 1.34 和 3.12，取 $R_1=75k$ ，可得 R_2 分别为 24k 和 56k。

三、原理图及处理结果截图

3.1 原理图



3.2 5 个处理文件截图



3.3 BOM 清单

7:
8:
9:
10: Bill Of Materials March 13,2022 15:27:31 Page1
11:
12: Item Quantity Reference Part PCB Footprint
13: _____
14:
15: 1 2 C1,C2 0.1u 0805
16: 2 1 C3 1n 0805
17: 3 4 D1,D9,D11,D13 D1N5819/ON do41-1
18: 4 4 D2,D8,D10,D12 1n5231/ON do35-1
19: 5 2 D4,D6 D1N5819 do41-1
20: 6 2 D5,D7 LED_Y fg
21: 7 1 J1 HEADER 10 dip20_6
22: 8 1 NTC1 S867_10000/EPC ntc
23: 9 6 Q1,Q2,Q3,Q4,Q5,Q6 40235 to39
24: 10 2 R1,R15 4.7k 0805
25: 11 2 R2,R18 330 0805
26: 12 2 R3,R5 22 0805
27: 13 2 R4,R7 23 0805
28: 14 2 R6,R21 100k 0805
29: 15 1 R8 125591 0805
30: 16 2 R9,R11 50 0805
31: 17 2 R10,R12 20 0805
32: 18 2 R13,R14 205 0805
33: 19 2 R16,R17 33 0805
34: 20 2 R19,R20 16 fmq
35: 21 1 R22 84895 0805
36: 22 2 R23,R27 75k 0805
37: 23 1 R24 56k 0805
38: 24 2 R25,R29 1k 0805
39: 25 1 R26 10k 0805
40: 26 1 R28 24k 0805
41: 27 1 U1 LM2902/ON soic8
42: 28 2 U2,U3 LM2904/ON soic8
43:

四、感想总结

通过实验，我们了解了整个硬件电路的设计流程，学会自己根据需求取对应厂家的官网搜索确定元器件型号，进行仿真验证。同时，通过这次温度报警器的设计实践，提高了我们的团队合作能力，强化了理论知识的实际运用能力。总之，通过本次设计实践，大家硬件设计的综合能力得到了显著提高。