

The Research on the Negative Reading of Voltmeter in AD590 Digital Thermometer Experiment

Huachun Wu, Li Wang, Xinyu Li, Miao Wang

School of Science, Xi'an Aeronautical University, Xi'an Shaanxi
Email: wu_huachun@126.com

Received: Jan. 29th, 2019; accepted: Feb. 12th, 2019; published: Feb. 19th, 2019

Abstract

According to the temperature characteristics of the AD590, in the university physics experiment using the digital thermometer designed by it, some students' voltmeters showed a negative value. In view of this phenomenon, this paper analyzes the potential from the perspective of potential, and finds out the specific reasons for the negative value, which provides a reference for the successful completion of the experiment.

Keywords

AD590, Negative Value, Research

关于AD590数字温度计实验中电压表读数为负值的研究

邬华春, 王力, 李鑫雨, 王妙

西安航空学院理学院, 陕西 西安
Email: wu_huachun@126.com

收稿日期: 2019年1月29日; 录用日期: 2019年2月12日; 发布日期: 2019年2月19日

摘要

根据AD590的温度特性, 在利用其设计的数字温度计的大学物理实验中, 有部分学生的电压表出现了示数值为负值的情况。针对这一现象, 本文从电位的角度进行了分析, 找出了出现负值的具体原因, 为顺

利完成该实验提供了参考。

关键词

AD590, 负值, 研究

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

AD590 集成电路温度传感器是由美国 Analog-Devices 公司利用 PN 结正向电流与温度的关系研制开发的电流输出型两端温度传感器, 它具有线性优良、性能稳定、灵敏度高、无需补偿、动态阻抗高、抗干扰能力强和可远距离测温等优点[1], 具有广泛的应用, 因此实验室特开设了题为“AD590 特性测量及应用研究”实验项目, 希望学生能够加深对 AD590 的了解和认识。

2. 实验原理

利用 AD590 进行数字温度计实验, 是使用其电流与温度有关系的特性, 即当在 AD590 两端加有一定直流工作电压时, 其输出电流会受到温度的影响, 具体满足如下关系:

$$I = B\theta + A$$

上式中, I 为 AD590 输出的电流, 单位为 μA ; θ 表示 AD590 所处环境的摄氏温度; A 为 0°C 时的 AD590 输出的电流值; B 为斜率, 为简化温度与电流的关系式, 因此在设计制作 AD590 时要求 $B = 1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$, 即温度每升高或降低 1°C , 传感器的输出电流增加或减少 $1 \mu\text{A}$ 。

利用 AD590 温度传感器的上述特性, 采用非平衡电桥线路, 可以设计制作一台数字式摄氏温度计, 即当 $B = 1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$, AD590 器件在 0°C 时, 电压显示值为“0”mV, 而当 AD590 器件处于 $\theta^\circ\text{C}$ 时, 电压显示值为“ θ ”mV。

3. 实验内容[2]

利用 AD590 设计并组装一台测温范围为 $0\sim 60^\circ\text{C}$ 数字式温度计, 具体过程如下:

1) 按图 1 连接线路, 按照 AD590 的工作原理, 需保证接线时, 使 AD590 正极接电路中高电位, 负极接电路中低电位。

2) 当 $B = 1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$ 时, 为了使温度变化 1°C 时, 电压变化 $1000 \Omega \times 1 \mu\text{A} = 1 \text{mV}$, 因此选择 $R_1 = R_2 = 1000 \Omega$ 。确定输出电源电压的大小, 保证在整个测温范围内 AD590 均工作在线性段。

3) 实际使用 AD590 时, B 值大小约等于 $1 \mu\text{A}/^\circ\text{C}$, 为使温度变化 1°C , 电压变化 1mV 需要根据 B 值大小修正 R_1 、 R_2 , $R_1 = 1000/B$, $R_2 = 1000 \Omega$ 。

4) 将 AD590 置于冰水混合物中, 使其温度为 0°C , 调节比较臂电阻 R_3 的大小, 使电桥平衡, 即电压表示数为 0mV 。至此, 数字式温度计设计完成。

5) 将实验中使用的智能加热器温度设定为 60°C , 待温度稳定后读取加热器显示的温度值及数字式温度计示数值, 即电压表示值, 修正系统误差。

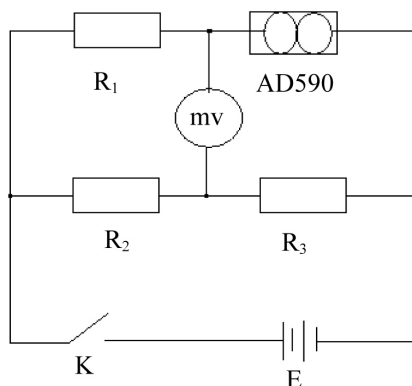


Figure 1. Experimental circuit diagram
图 1. 实验电路图

4. 试验结果与分析

学生根据给定的内容进行实验，在实验过程中出现了电压表读数为负值的情况。对此进行研究，查阅相关文献后[3] [4] [5]，估计出现读数为负值的情况可能与电压表的接法有关。由于实验中没有给定电压表的正负极，因此根据电压表的正负极接法不同，分了两种情况：1) 电压表的正极接在 R₂ 和 R₃ 之间；2) 电压表的正极接在 R₁ 和 AD590 之间。实验中因教室环境温度较高，加热器难以维持在室温，所以将开始的温度设定为高于室温的 40℃。采用第一种接法获得实验数据如表 1 所示。

Table 1. Positive electrode connected between R₂ and R₃

表 1. 正极接在 R₂ 和 R₃ 之间

$\theta/^\circ\text{C}$	40	45	50	55	60	65	70	75
U/mV	40.7	47	53	59.5	65.0	70.6	76.8	81.7

采用第二种接法获取的实验数据如表 2 所示。

Table 2. Positive electrode connection between R₁ and AD590

表 2. 正极接在 R₁ 和 AD590 之间

$\theta/^\circ\text{C}$	40	45	50	55	60	65	70	75
U/mV	-44.0	-48.7	-53.5	-58.4	-63.6	-69.6	-75.8	-84.5

对比两组实验结果发现，第二种接法中电压表的读数有为负值的情况，说明实验中电压表的负极应与 R₁ 相连，正极与 R₂ 相连。原因分析：首先要明确 AD590 的特性——随着温度的升高，其电阻值下降，流经的电流值增大。引入电势的概念来分析。定义电源 E 的负极为电势零点，在整个实验过程中，电源输出的电势差近视为是一个定值，温度升高后，上支路(R₁ 所在的支路)流经的电流增大，而 R₁ 的阻值不变，因此 R₁ 两端的电势差会增大，而 R₁ 左端与电源 E 相连，因此，R₁ 左端的电势不变，而电势差增大，说明 R₁ 右端的电势降低了。下支路(R₂ 所在支路)在整个实验中保持不变，所以 R₂ 右端的电势保持不变。当 R₁ 右端的电势降低后，R₂ 右端的电势高于 R₁ 右端的，此时出现了电势差，所以电压表会有读数，且电压表的正极与 R₂ 右端相连，负极与 R₁ 右端相连，电压表的读数才能为正值。

5. 结论

针对实验过程中出现的电压表读数为负值的现象，从电势的角度通过分析，确定了实验中电压表的

正确接法，正极接在 R_3 、 R_2 中间，负极接在 R_1 与 AD590 中间，使得电压表的读数与实际温度值成正比关系，对正确完成该实验具有一定的指导作用。

基金项目

西安航空学院大学生创新创业项目(项目编号: 201811736008)。

参考文献

- [1] 王永刚, 曹学成, 高峰, 等. 大学物理实验[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 199-205.
- [2] 邢凯, 丁琦. 大学物理实验[M]. 上海: 同济大学出版社, 2016: 173-176.
- [3] 秦羽丰. AD590 集成电路温度传感器的特性表征及应用方法改良[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2013, 44(4): 593-597.
- [4] 刘燕. AD590 集成电路温度传感器的特性测量与应用[J]. 中国仪器仪表, 2005(6): 58-61.
- [5] 谌正良. AD590 设计数字温度计的原理分析与改进[J]. 大学物理实验, 2010, 23(2): 54-55.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2327-0853, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: oics@hanspub.org