

Design of a Dermatometer

Hongling Hu¹, Enjian Bai²

¹College of Information Science & Technology, Donghua University, Shanghai

²Engineering Research Center of Digitized Textile & Fashion Technology, Ministry of Education, Shanghai

Email: huhongling09@126.com, baiej@dhu.edu.cn

Received: Nov. 5th, 2014; revised: Nov. 25th, 2014; accepted: Dec. 3rd, 2014

Copyright © 2014 by authors 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

Abstract

Under the development of electronic technology, many devices have been showing as automation system. The auto devices can take more comfortable feels for the users. It is a prerequisite for the body feelings devices to measure resistance of the body's skin. The essay has designed an instrument to measure skin's resistance by putting the digital voltmeter headers convert to digital resistance headers to show the numerical value of the resistance convenient to read effectively and intuitively. For the function comes true, we choose the chip ICL7107, because it is small in size and high precision in test and has the broad application prospect in the human feelings devices.

Keywords

Skin Resistance, Multimeter, Voltmeter, Resistance, Resistance Measurement

一种测量皮肤电阻仪器的设计

胡鸿玲¹, 白恩健²

¹东华大学信息科学与技术学院, 上海

²数字化纺织服装技术教育部工程研究中心, 上海

Email: huhongling09@126.com, baiej@dhu.edu.cn

收稿日期: 2014年11月5日; 修回日期: 2014年11月25日; 录用日期: 2014年12月3日

摘要

随着电子科技的发展, 很多设备呈现出自动化的形式, 自动化的电子设备可以给用户更加舒适的体感感

受。精密测量人体皮肤电阻是使体感设备具备竞争力的一个先决条件。本文设计了一种用于测量皮肤电阻的仪器，通过将一个数字电压表头转换成数字电阻表头，将电阻数值显示出来，能够有效直观的读取被测电阻。通过选用ICL7107芯片实现测电阻功能，设计的皮肤电阻表体积小，测量精度高，在体感相关设备中具有广阔的应用前景。

关键词

皮肤电阻，万用表，电压表，电阻表，测电阻

1. 引言

常常用来测电阻的仪器首选万用表，万用表是经常用到的测量仪器，可以不同量程的测量电压、电流、电阻等，但是用万用表来测量皮肤的电阻则显示读数不稳定，并且波动比较大，而且万用表体积相对比较庞大，并不适合放在小巧的体感设备中。现在小巧的体感设备为了更加符合人们追求的舒适度，需要测量人体皮肤的电阻特性。但小巧的体感设备中，则放不下万用表那么大的体积测量器，则需要设计一个小巧的电路仪器添加到体感设备中，方便测量皮肤的电阻特性，并要使其显示数值稳定、精确，所以此文提出了数字电阻表的设计。

本文采用的方法就是将数字电压表转化为数字电阻表，是基于 ICL7107 主芯片的电压表的基础上做出更改，这是一款具有高性能、低功耗的并且将高精度、通用性以及真正的低成本相结合的芯片。它包含有七段译码器、显示驱动器、参考源和时钟系统[1]。

本文设计的数字电阻表电路改动明显，测电阻的功能精度比较高，而且体积小，具有很强的应用价值。

2. 数字电压表

电压表就是用来测量电路中两结点间的电压，数字电压表就是将电压读数从指针改为数字显示的电压表，为了显示数值而我们常用的显示屏幕有数码管和液晶屏显示两种[2]。在电压表头中 ICL7106 电压表头就是采用的 LCD 液晶屏显示，而 ICL7107 电压表头采用的就是 LED 数码管[3]，本文中为了设计方便采用的是 LED 二极管显示屏，因此选用了 ICL7107 主芯片。ICL7107 数字电压表将电路两端电压通过 LED 数码管用数字显示出来。此中，ICL7107 及 ICL7106 是三位半数模转换器，显示的结果为 ± 1999 ，具体读数根据小数点位置确定[4]。其中，量程为 200 mV 的数字电压表测量值按着 199.9 mV 来说明。其原理图显示如图 1。

量程变换

数字电压表制作时，数字显示用的是共阳极，其中 2 K 可调电阻最好选用多圈电阻，分压电阻最好选用误差较小金属膜电阻，其他选用正品元器件即可[5]。200 mV 的电压表，量程很小，那么扩大电压表的量程只需要对积分放大的自动校零引脚和缓冲引脚相对的电容电阻值进行改变就可以了(一般是电容减小，电阻扩大)。例如下图显示的就是将量程改为 2.0 V 的电压表改动图 2 所示。

相对于不同的电路，电压不同，所需要的测量电压范围也就不同，那么多量程数字电压表的产生就非常具有优势。图 3 就是在 200 mV 电压表的基础上改动为多量程电压表，通过串联不同的阻值来实现[6]。

3. 数字电阻表

测量电阻与测量电流和测量电压一样重要，这里我们测量电阻的一种方法就是利用电压表改装成为电阻表。

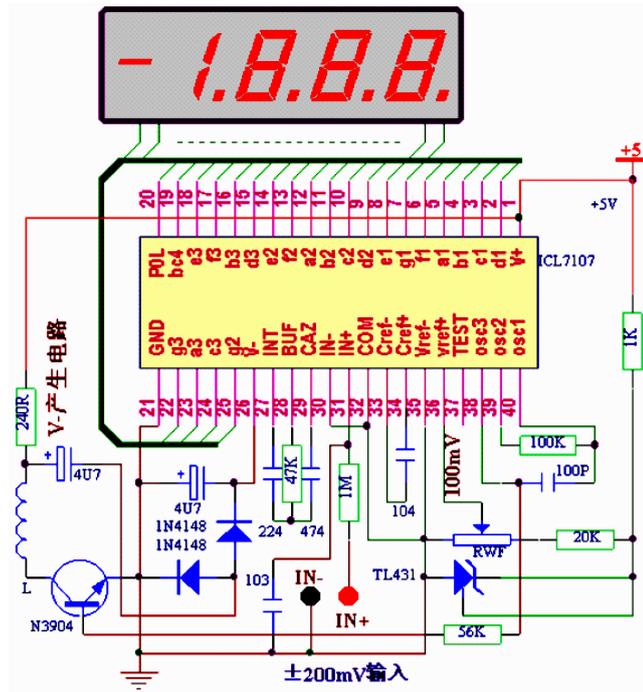


Figure 1. ICL7107 digital voltmeter schematic diagram
图 1. ICL7107 数字电压表原理图

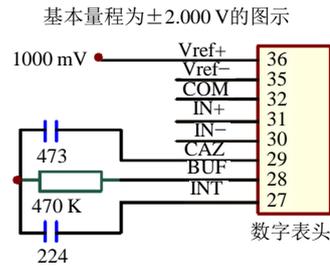


Figure 2. Range is 2 V voltmeter change figure
图 2. 量程为 2 V 的电压表改动图

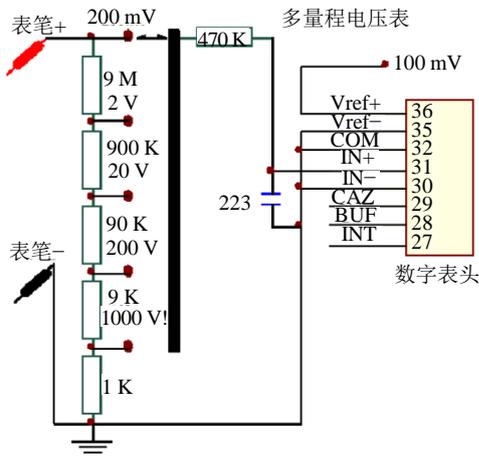


Figure 3. The realization of the high-low voltage meter
图 3. 多量程电压表实现

3.1. 数字显示部分

在 ICL7107 中,除了去掉稳压部分和阴极驱动,还有修改字符驱动电流从 2 mA 到 8 mA 以满足仪表上用的共阳极 LED 数码管驱动外,其余都和 ICL7106 相同[7]。数字显示的原理就是将输入端两端的电压和参考源两端的电压的比值再扩大 1000 倍的数值显示出来。也就是平时所说的比例显示如下公式一:

$$\text{显示数字} = V_{in}/V_{ref} \times 1000 \quad (1)$$

3.2. 电阻表工作原理

在不改变 ICL7107 数字电压表头的基本电路的基础上,采用外接电路的方式完成电阻测量功能。本文采用的基本方法是分压法。

1) 二极管分压法

在不改变基本电路的前提下,从 ICL7107 芯片上引出引脚 V_{ref+} , V_{ref-} , $IN+$, $IN-$ 和 Common 脚,工作的过程中一定要注意 $IN-$ 和 common 脚相接的情况下是否接地,在本文的修改电路中是不接地的。ICL7107 电压表头是工作在 3 V 电压下的,为了实验方便,把工作电压设置到 5 V,就是去掉表头上电源附近的三极管和电解电容,然后使其形成回路。基本外接电路如图 4 所示,其中 R_s : 参考电阻; R_x : 被测电阻; $V_{ref+/-}$: 参考源电压; $IN+/-$: 接入被测电阻两端(即测量输入点)。

按照上述电路图连接好外接电路,选定参考电阻 R_s ,就可以得到所测得量程 $2R_s$,按着待测电阻 R_x 去测量,就会显示相应电阻数值。其中,二极管的作用就是分压,当电路中运用四个二极管时,分压 1.0 V 左右,测量电阻的值在 0 到 R_s 范围内阻值是非常精确地。如果当测量值在 R_s 到 $2R_s$ 范围内,所获得的测量阻值是有很大的偏差的情况下,那么就说明我们的二极管电压分得的电压依然过小,此时修改到六个二极管同时分压,分压大小为 1.5 V 左右,这时所测得的电阻只要在测量电阻区间都是非常精确的。

2) 电阻分压法

由 ICL7107 的分压测量原理可知,当我们采用电阻分压电路如图 5 所示是,依然可以做到分压测电阻。此时工作原理是根据串联电路特性,当 $V_{cc} = 2.9$ V 左右,由 R_s 和 R_x 两端电压可以测得,那么就可估计 R 串(即 R_c)的阻值。例如,当 $R_s = 1$ M, $R_x = 2$ M 时,利用公式(2)可得 R_c 为 4.5 M。

$$R_{串} = (V_{cc} - V_{ref\pm} - V_{in\pm}) / (V_{ref\pm} / R_s) \quad (2)$$

当采用 e24 系列的电阻时,为了方便选择 4.7 M 或者 5.1 M,测量结果是很准确的。

3.3. 电源供应(负电产生)

在修改电路时,要注意 ICL7107 是需要双向供电的[8],那么就有两种选择,一是直接用正负 5 V 电压源分别加到芯片电压脚上。另一种方法只是用正电压产生负电压,也就是电荷泵电路。由正压产生负压的电路,其中连续的与非门(反相器)可以采用芯片 74HC04D 或者 CD4009,同样可以得到效果,但要注意在接芯片的时候要接电源和地线。电荷泵的原理,要先有振荡回路产生信号,再经过反相器增大驱动能力,将任意波形整成方波的形式,进行充放电反转电路,得到负压。此时 ICL7107 电压表头上有负压产生电路,只要接入就可,但是要注意 GND(地线)的连接,确保所有地线都连接在一起。

4. 测量与分析

在测量电路的 IN 正负两端接入被测电阻值,此阻值已知。注意不要超过量程,也就是两倍的参考电阻。然后正确连接,安全启动,此时的数字电阻表头就可以正确显示读数了,而得到的读数就是所测电阻的值,如表 1 所示,没有特殊说明单位均为欧姆。

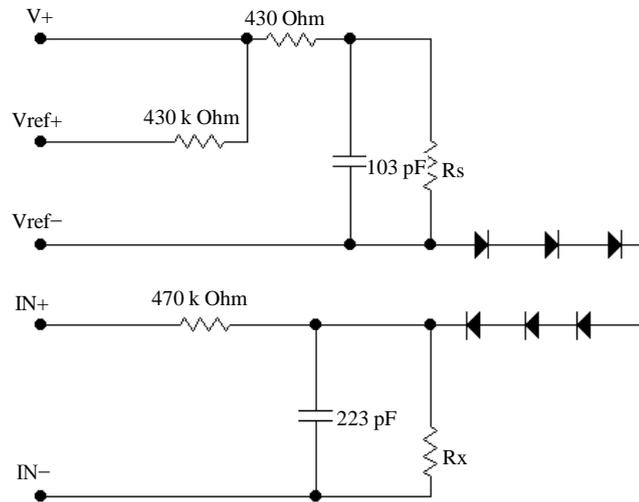


Figure 4. Diode partial pressure method
图 4. 二极管分压法

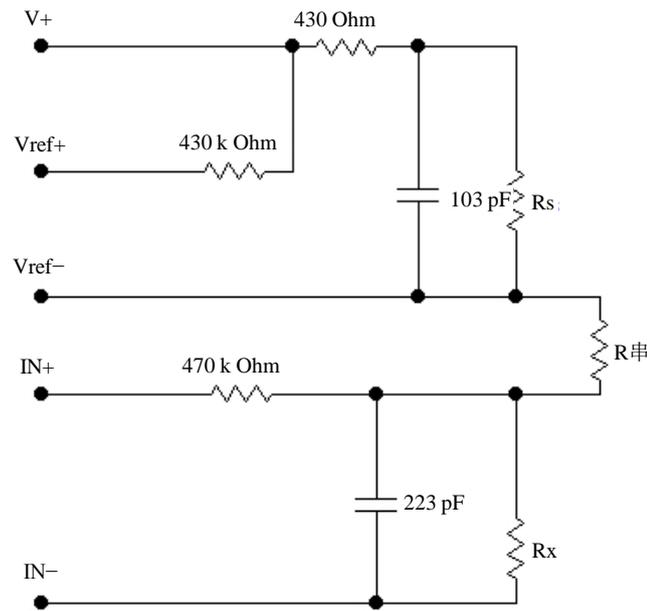


Figure 5. Resistance method of partial pressure
图 5. 电阻分压法

Table 1. The result of the Resistance meter to measure
表 1. 实验电阻表测量显示结果

	Rs 参考电阻	电阻表量程	待测电阻	显示数字(千欧)	精准度
第一组	1 M	2 M	2 M	1966	98.3%
			1 M	993	99.3%
			470 K	468	99.6%
			100 K	99	99%
第二组	100 K	200 K	100 k	99.1	99.1%
			43 K	42.8	99.5%
			4.7 K	4.6	97.8%

检测过程中，为了验证阻值正确，可以利用公式(1)计算而得到结果进行比较，而精确度则利用测量到的值与电阻本身的电阻值进行比较获得。由表 1，测量精度=显示数字/待测电阻，同一电阻单位下的比值，则得到平均精度为 98.96%，精度是非常高的，一般电阻值误差在 1%左右，此设备测得结果与利用精确万用表所测得的结果一致，并且在测量人体皮肤电阻值是比较稳定，体积小。可以测得显示人体皮肤电阻值约为 630 k 欧姆，当然人体皮肤的干湿程度也会影响测量结果。

5. 结论

本文基于 ICL7107 电压表设计了一款相对体积小、测量精度高的可以测量皮肤的电阻的测量仪器。因为体感设备小巧，所以需要测量皮肤电阻的仪器体积要尽可能的小，还要根据电阻值的大小进行设备调整，所以需要数字显示阻值，因此 ICL7107 具备各方面条件，测量电路工作过程中，达到精确测量，所以此种设计具有一定的实用性。

参考文献 (References)

- [1] 渠海荣 (2013) 基于三位半直流数字电压表头的设计与制作. *电子制作*, **14**, 1-2.
- [2] 汤德荣, 刘苏英 (2014) 一款 3 位半直流数字电压电流表的设计与制作. *赤峰学院学报(自然科学版)*, **5**, 70-71.
- [3] 廖光源, 罗正明 (2011) 三位半 LED 数码显示电压表的原理分析. *中国有线电视*, **S1**, 418-419.
- [4] 居敏花 (2009) ICL7107 构成的数字电压表电路的应用. *内江科技*, **6**, 74.
- [5] 广西, 韦绍杰 (2014) 数字仪表的设计考量看多用表的正确使用. *电子报*, 2014-08-17011.
- [6] 雷世琴 (2013) 数字多用表的设计. *科学咨询(科技·管理)*, **2**, 119-120.
- [7] 金红 (2012) 数字电压表性能浅析. *中国新技术新产品*, **22**, 129.
- [8] 刘秋艳 (2011) 可调数显稳压电源的设计. *天津职业院校联合学报*, **5**, 19-21.