

PROTEUS 在智能 RLC 测量仪研制中的应用*

任斌, 余成, 陈卫, 赖树明, 杨福奎, 吴忠良

(东莞理工学院电子工程系, 广东东莞, 523808)

摘要: 本文利用功能强大的 PROTEUS 仿真软件设计以 89C51 单片机系统为核心的 RLC 智能测量仪。设计过程简单, 方便, 大大提高了设计的效率, 降低了设计成本, 并且设计的 RLC 智能测量仪能实现 RLC 参数的自动测量和显示, 结构紧凑、操作方便, 测量精度高、响应快、测量范围宽。

关键词: 单片机, PROTEUS, RLC

中图分类号: TM930.9 文献标识码: A

The Application of PROTEUS in the Intelligentized RLC Measurer Design

Ren Bin, Yu Cheng, Chen Wei, Lai Shuming, Yang Fukui, Wu Zhongliang

(Dongguan University of Technology, Dongguan, 523808)

Abstract: A Intelligentized RLC Measurer system based on single-chip microprocessor is proposed, which utilizes efficacy PROTEUS software. The course of design is simple and high efficient. The inductance parameter was calibrated and displayed automatically. The system overcomes the traditional shortcomings of source-supply ripple in the exterior alternating current supply method and of regulating complexity in the electrical bridge method. The system, characterized by simple structure, easy regulation, high measurement precision, rapid response and big measurement scale.

Keywords: MCU; PROTEUS; RLC

1、引言

目前, 测量电路参数 R, L, C 的仪表种类多种多样, 其方法也不尽相同。这些方法都有其实用性, 但是随着工程技术要求的提高, 它们的弊端也越来越明显。

电容的测量方法较多, 如电桥法、阴抗法等。电桥法精度高, 但电路复杂且测量时还需要调节电桥平衡, 不利于实现全自动的智能化控制, 阻抗法需要低失真的正弦波和高精度的 A/D, 而且计算较为复杂。电阻的测量方法有电流法、分压法等, 这些方法的精度变化大。若要较高的精度, 必需较大的量程, 且电路复杂。同样, 在测量电感时电桥法和相位法也不宜采用。数字 RLC 测量仪的数字化程度并不高, 其参量分离是靠同步检波器实现的^[1]。

Proteus 是英国 Labcente 公司开发的电路分析与实物仿真软件, 具备主要特点: (1) 可以仿真、分析各种模拟器件和集成电路, 其最大的特点是可以支持许多型号的单片机仿真, 该软件的单片机仿真库里有 51 系列、PIC 系列、AVR 系列、摩托罗拉的 68 MH11 系列和 ARM7 等, 他也能像其他的 EDA 软件那样进行电路分析, 如模拟分析、数字分析、混合信号分析、频率分析等等。(2) 提供了虚拟示波器、逻辑分析仪、信号发生器、计数器、电表等虚拟仪器仪表供选用。(3) 能够进行 SCH(原理图)与 PCB(印制板)的设计。(4) 能和 Keil, Matlab 等软件整合使用, 以求达到更好的仿真效果^[2]。借助 PROTEUS 软件可以使从事该行业的专业技术人员加快电路系统开发的速度, 缩短开发时间, 节约开发成本, 提高电子产品开发的效率。

本文所设计的 RLC 测量仪是用 555 构成的多谐振荡器和由 MC1648 构成的振荡器把 R、L、C 作为谐振电路中的一个元件, 当阻抗值变化时谐振电路的输出频率将随着改变, 先用 Proteus 软件分别用 555 和 MC1648 构成了振荡器测量不同 RLC 值产生的不同频率, 在 MCU

*基金来源: 广东省科技厅资助项目(超高速, 数字化, 多功能电子测量仪的研制 2003C102009)

内部建立频率阻抗对照表数据库，从测得的频率值直接查表可获得元件的阻抗值并显示。利用 Proteus 软件强大的仿真功能，把各个分部分仿真无误并建立频率阻抗对照表后，再总体仿真，然后直接用 Proteus 软件和总体仿真图进行设计 PCB，最后硬件测试，建立的频率阻抗对照表数据准确，效率高。RLC 智能测量仪用对小阻抗元件和大阻抗元件能进行自动识别，实现测量档位的自动切换和准确测量。

2、RLC 智能测量仪的设计原理

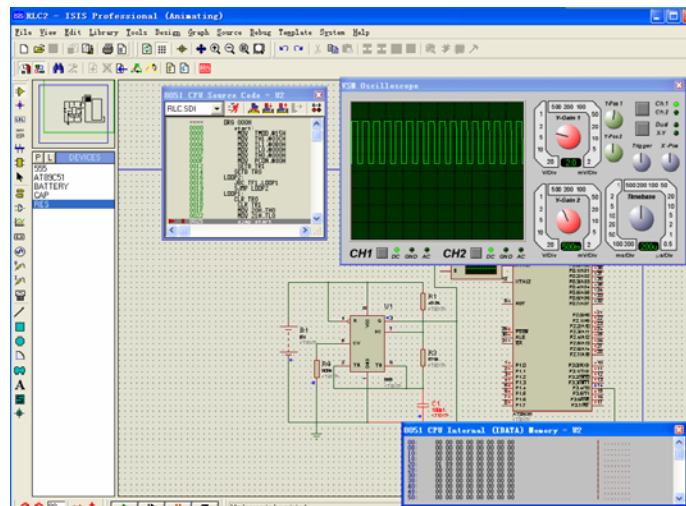


图 1 555 构成的测频电路图

用 555 构成的多谐振荡器和由 MC1648 构成的振荡器与 MCU 组成系统，将被测元件放于测量电路中，经过振荡电路和处理电路产生一定频率的矩形波并送至单片机。单片机根据所选测试元件通道，根据所测频率查表判断是否转换量程，并从数据库读取频率所在范围的两端频率和相应的 RLC 值，把数据进行处理后，送 LCD 显示相应的参数值。

3、PROTEUS 的各部分设计

3.1 RC 电路部分的设计

通过改变 R 和 C 的参数就可以改变振荡频率。被测电阻 R 或被测电容 C 作为由 555 构成的 R、C 振荡电路的元件，根据阻值范围或电容范围自动选择匹配电容或电阻产生稳定的振荡频率，用 Proteus 软件强大的仿真 CPU 的功能在仿真时就可以建立 RC 的频率阻抗对照表数据库。

3.2 LC 振荡电路的设计

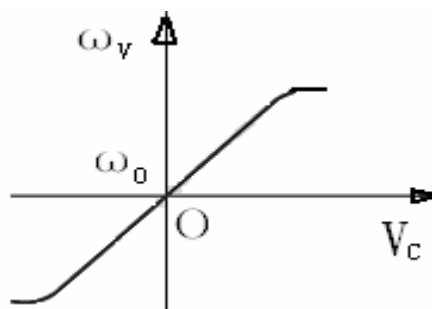


图2 压控振荡器特性曲线

压控振荡器 VCO 就是在振荡电路中采用压控元件作为频率控制器件，它的特性可用瞬

时振荡频率 ω_v 与控制电压 V_c 之间的关系曲线来表示, 如图 4 所示, 在一定范围内 ω_v 与 V_c 之间是线性关系, 这一线性曲线可用公式表示:

$$\omega_v(t) = \omega_0 + k_v v_c(t)$$

K_v 是特性曲线的斜率, 称为 VCO 的增益或灵敏度, 量纲为 $\text{rad/s} \cdot \text{V}$, 它表示单位控制电压所引起的振荡角频率变化的大小^[3]。

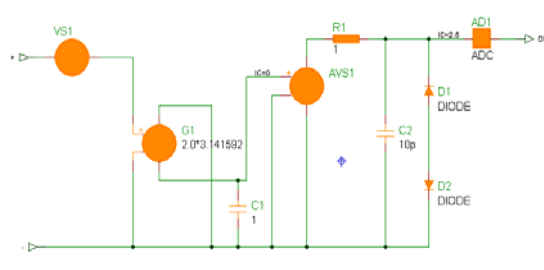


图 3 VCO 电路部分子图

对电感的测量则采用压控振荡器构成振荡电路, 在 Proteus 软件中没有我们所需要的 VCO 元件, 根据 Proteus 软件强大的功能, 我们根据 VCO 的原理用 Proteus 软件制作了 VCO^[4], 我们制作的 VCO 元件的部分子图如图 3 所示, 被测电感 L 作为由 VCO 构成的 L、C 振荡电路的元件, 根据电感 L 的大小自动选择不同的匹配电容, 产生稳定的振荡频率, 用 Proteus 软件强大的仿真 CPU 的功能在仿真时就可以建立 L 的频率阻抗对照表数据库。

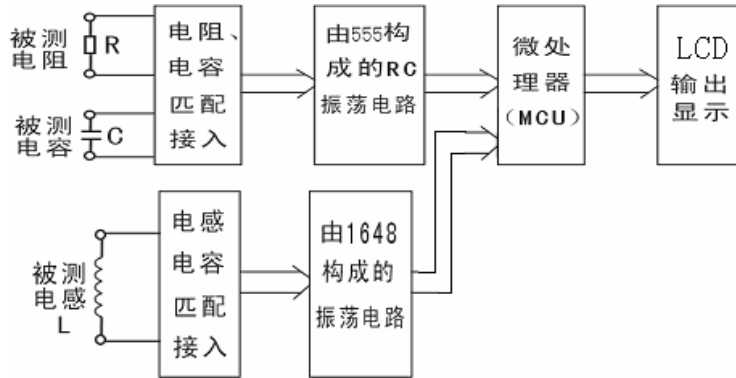


图 4 RLC 测试仪结构原理图

3.3 总图的系统设计仿真部分

总体方框图如图 4 所示, 把设计的软件和建立的频率阻抗对照表加载到单片机中, 分别变换 RLC 的各参数进行仿真测试, 并在 LCD 上查看结果与 RLC 的参数值对比。

3.4 PCB 的设计

经过总体系统设计仿真无误后用 Proteus 软件先进行原理图的后处理, 再进行 PCB 设计。

4、软件设计

4.1 建立频率阻抗对照表部分程序

```

ORG 0000H
START: MOV  TMOD,#15H
        MOV  TH1,#03CH
    
```

```
MOV TL1,#0B0H
MOV TL0,#000H
MOV TH0,#000H
MOV PCON,#80H
SETB TR1
SETB TR0
LOOP2: JBC TF1,LOOP1
SJMP LOOP2
LOOP1:
CLR TR0
CLR TR1
MOV 20H,TH0
MOV 21H,TL0
SJMP START
END
```

把由用 555 和 MC1648 构成了振荡器输出的频率的引脚分别联接到 MCU 的 P3.4 引脚,把上述程序经 Proteus 软件编译并加载到 MCU 中,然后分别变换 RLC 的阻抗,读取 20H 和 21H 内部单元的数据,就可以建立频率阻抗对照表。

4.2 总体软件设计

设计的软件结构按它的功能可分为:准备程序、测量程序、查表程序、自动量程转换程序、运算程序、显示程序和系统控制程序。准备程序应该完成系统操作之前的准备工作。它包括初始化和系统测试 2 部分。初始化程序极为简单,主要是设堆栈指针,对于定时计数器的设置,分别在各测量模块进行。测试程序是用来检查应用系统软硬件是否处于正常状态。测量程序对于小周期采取对频率计数对于大周期采用的是通过门控位在外界电平转换时产生中断来测量正脉冲的宽度。查表程序是在测量到频率或周期后通过查表找到相应的 RLC 所在的范围。自动量程转换程序通过软件功能来完成自动量程转换。运算程序采用多位数的浮点运算和插值运算,显示程序用的是 LCD 动态显示接口电路的控制程序。

5 结束语

利用 PROTEUS 软件强大的仿真功能设计了 RLC 智能测量仪,提高了系统开发的速度,缩短开发时间,节约开发成本。且此 RLC 测量仪具有功能强、性能可靠、体积小、电路简单等特点,加上自行设计的 RLC 参数与频率计数的数据库对照表、浮点数的运算、自动切换档位等,使测量仪表具有较高的智能化水平。为实现集示波、存储、任意信号发生、频率特性分析、逻辑分析、RLC 测量、程序在线更新等于一体的多功能测量仪的 RLC 测量部分提供了坚实的技术保障。

本文作者创新点是利用 PROTEUS 软件强大的仿真功能设计了 RLC 智能测量仪,在仿真过程中建立了准确的频率阻抗对照表数据库,并直接根据仿真无误的原理图制作 PCB。提高了系统开发的速度,缩短开发时间,节约开发成本。此 RLC 测量仪具有功能强、性能可靠、体积小、电路简单等特点,并且对小阻抗元件和大阻抗元件进行自动识别,实现测量档位的自动切换和准确测量、显示。与传统的伏安法、电桥法比较测量快速、准确、方便。

参考文献:

- [1] 朱继军,郑永明,单片机控制的 RLC 测量仪研制[J],中国民航学院学报,2003,21(7):47-48
- [2] 左宇翔,钱剑敏.UC/GUI 在 MCS51 系列单片机系统移植的仿真实现[J]. 微计算机信息,2006,22(3-2):98-100

[3] 张肃文主编. 高频电子线路[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

[4] 周润景, 张丽娜编著. 基于 PROTEUS 的电路及单片机系统设计与仿真[M]. 北京航空航天大学出版社, 2006 年 1 月

作者简介: 任斌(1975—), 男(汉族), 河南周口人, 讲师, 硕士, 主要从事多功能测试仪和光电器件方面的研究,E-mail:renbin@dgut.edu.cn。

Author brief introduction: Renbin,mail, born in 1975, han,major in multifunctional test instrument and photoelectricity apparatus,E-mail: renbin@dgut.edu.cn.