

基于 Proteus 的电子设计竞赛题目仿真设计

杨金泉

(唐山学院 智能与信息工程学院, 河北 唐山 063000)

摘要: 针对列入大学生毕业设计的全国大学生电子设计竞赛题目电流信号检测装置、简易电路特性测试仪, 探讨了使用 Proteus 软件进行仿真的必要性及可行性, 给出了设计方案及软硬件设计思路。

关键词: 电子设计竞赛题目; Proteus 软件; 仿真

中图分类号: G642.0; TN702.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2020)06-0092-04

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2020.06.017

Simulation for Topics of Electronics Design Contest Based on Proteus

YANG Jin-quan

(School of Intelligence and Information Engineering, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

Abstract: Aiming at the topics of National Undergraduate Electronics Design Contest: current signal detection device and the simple circuit characteristic tester listed in the graduation design, this paper discusses the necessity and feasibility of simulation with Proteus, and offers the design scheme and the design ideas for software and hardware.

Key Words: topics of electronics design contest; Proteus; simulation

0 引言

历届全国大学生电子设计竞赛题目一直是高校教师进行教学研究的内容,也是学生毕业设计的热门选题。竞赛题目涉及电气、自动控制、电子信息、通信工程等领域,基础广泛,专业性强。笔者所在学校 2020 年电气工程及其自动化专业本科毕业设计题目中的电流信号检测装置、简易电路特性测试仪分别来自 2018 年和 2019 年全国大学生电子设计竞赛题目。完成这些题目,在实物制作、调试、测试、实验中需要使用信号发生器、示波器、扫频仪、交直流电压电流表等仪器设备,以及应用单片机、模拟电子、信号处理等技术。由于 2020 年受新冠肺炎疫情的影响,学生在家中上网课,不具备实验测

试条件,因此仿真测试成为毕业设计中必不可少的环节。

Proteus 是可以对各种模拟电路、数字电路、单片机、分立器件等元器件进行硬件仿真的专业软件,在国内使用广泛。Proteus 仿真软件具有各种信号发生器、示波器、计数器/频率计、交直流电压/电流表等丰富的虚拟仪器仪表^[1],为电子竞赛题目的仿真提供了可能性。但是 Proteus 能否对电子竞赛题目进行仿真,仿真测试占整体测试比例的多少,仿真时会出现什么困难,针对这些问题指导教师要先行对题目进行深入研究,以解决学生仿真设计时可能出现的问题,从而保障设计的效果。下面以竞赛题目电流信号检测装置和简易电路特性测试仪的

作者简介: 杨金泉(1963—),男,河北徐水人,高级工程师,主要从事电子及自动化技术应用研究。

仿真为例进行设计说明。

1 电流信号检测装置仿真

1.1 设计任务及要求

设计任务:由任意波信号发生器产生的信号经功率放大电路驱动后,通过导线连接 $10\ \Omega$ 电阻负载,形成一电流环路;设计一个采用非接触式传感的电流信号检测装置,检测环路电流信号的幅度及频率,并将信号的参数显示出来。

设计要求:①设计一个功率放大电路,当输入正弦信号频率范围为 $50\ \text{Hz}\sim 1\ \text{kHz}$ 时,要求流过 $10\ \Omega$ 负载电阻的电流峰峰值不小于 $1\ \text{A}$,要求电流信号无失真。②用漆包线绕制线圈制作电流传感器,以获取电流信号;设计电流信号检测分析电路,测量并显示电流信号的峰峰值及频率。③要求被测正弦电流峰峰值范围为 $10\ \text{mA}\sim 1\ \text{A}$,电流测量精度优于 5% ,频率测量精度优于 1% 。

1.2 设计方案

1.2.1 功率放大电路仿真

功率放大电路可以采用分立元件设计,也可以采用音频功率放大器芯片,Proteus 8.6 库里有 TDA2040,经查阅资料可知,其输出功率可以达到 $22\ \text{W}$,功率驱动电流可以达到 $1\ \text{A}$ 的峰峰值,能够满足题目仿真的要求。

1.2.2 电流互感器仿真

Proteus 库里没有电流互感器,但有霍尔线性电流互感器,可以替代电流互感器,可以将霍尔线性电流互感器串联在功率驱动电路中。同样在 Proteus 元件库 Analog ICs 库里能够找到 ACS712ELCTR-05B-T,其感应电流最大为 $5\ \text{A}$ 。ACS712 感应输出的直流电压与被测电流成正比,其输出电压范围为 $0\sim 5\ \text{V}$,无电流通过时,输出电压为 $2.5\ \text{V}$ 。

1.2.3 频率测量与电流测量电路仿真

使用 LM393 电压比较器,将 ACS712 感应输出的直流电压与参考电压 $2.5\ \text{V}$ 作为电压比较器的输入,比较器的输出为 TTL 方波信号,用于测量电流信号的频率。电流测量可采用峰峰值测量,也可以采用有效值测量,ACS712 感应输出的直流电压经过电解电容隔离直流后连

接至真有效值转换芯片 AD736,其输出直流电压用于电流测量,其输出电压正比于被测电流。至此可放置 TDA2030, ACS712ELCTR-05B-T, AD736 等元件,以及信号发生器、示波器、电压表、电流表等虚拟仪器仪表来验证芯片是否正常工作、硬件电路是否合理以及参数是否合适。

经过仿真运行,运行结果能够完成设计要求①的指标。同时,电流信号已经被转换为直流电压信号及方波信号,为实现设计要求②的测量指标并显示电流信号的峰峰值及频率打下了硬件基础。Proteus 支持的单片机和 A/D 转换器非常丰富,通过单片机及 A/D 转换器的选型即可完成设计要求②的任务。例如,可以选择经典 AT89C51 单片机和 12 位 A/D 转换器 TLC2543,也可以选择具有片内 A/D 转换器的单片机。显示电路的选择也有多种,如数码管、字符液晶、图形点阵液晶等。设计要求③中要求被测正弦电流峰峰值范围为 $10\ \text{mA}\sim 1\ \text{A}$,根据正弦波峰峰值和有效值的关系,将其转换为电流有效值 $3.536\sim 353.6\ \text{mA}$,用直流电压表实测 ACS712 感应输出电压为 $0.7\sim 70\ \text{mV}$,可以直接通过 A/D 转换器进行转换。为了提高 A/D 转换器的测量分辨率及测量小信号的精度,也可以采用高精度运算放大器构成毫伏放大器,同相比例放大后进入 A/D 转换器。

1.3 软件设计

根据上述思路搭建的完整仿真电路如图 1 所示。

基于 Keil2 集成开发环境,采用 C51 编程,需要编写主函数以及定时器中断、A/D 转换、字符液晶显示、电流数据处理、频率数据处理等函数。主函数主要流程为字符液晶初始化、定时器初始化及电流、频率信号显示等。电流信号以 mA 为单位,可以同时显示峰峰值及有效值,频率显示单位为 Hz 。

2 简易电路特性测试仪仿真

2.1 设计任务与要求

设计并制作一个简易电路特性测试仪,用来测量特定放大器电路的特性,进而判断该放大器由于元器件变化而引起故障或变化的原

因。该测试仪仅有一个输入端口和一个输出端口,它与特定放大器电路的连接如图 2 所示。

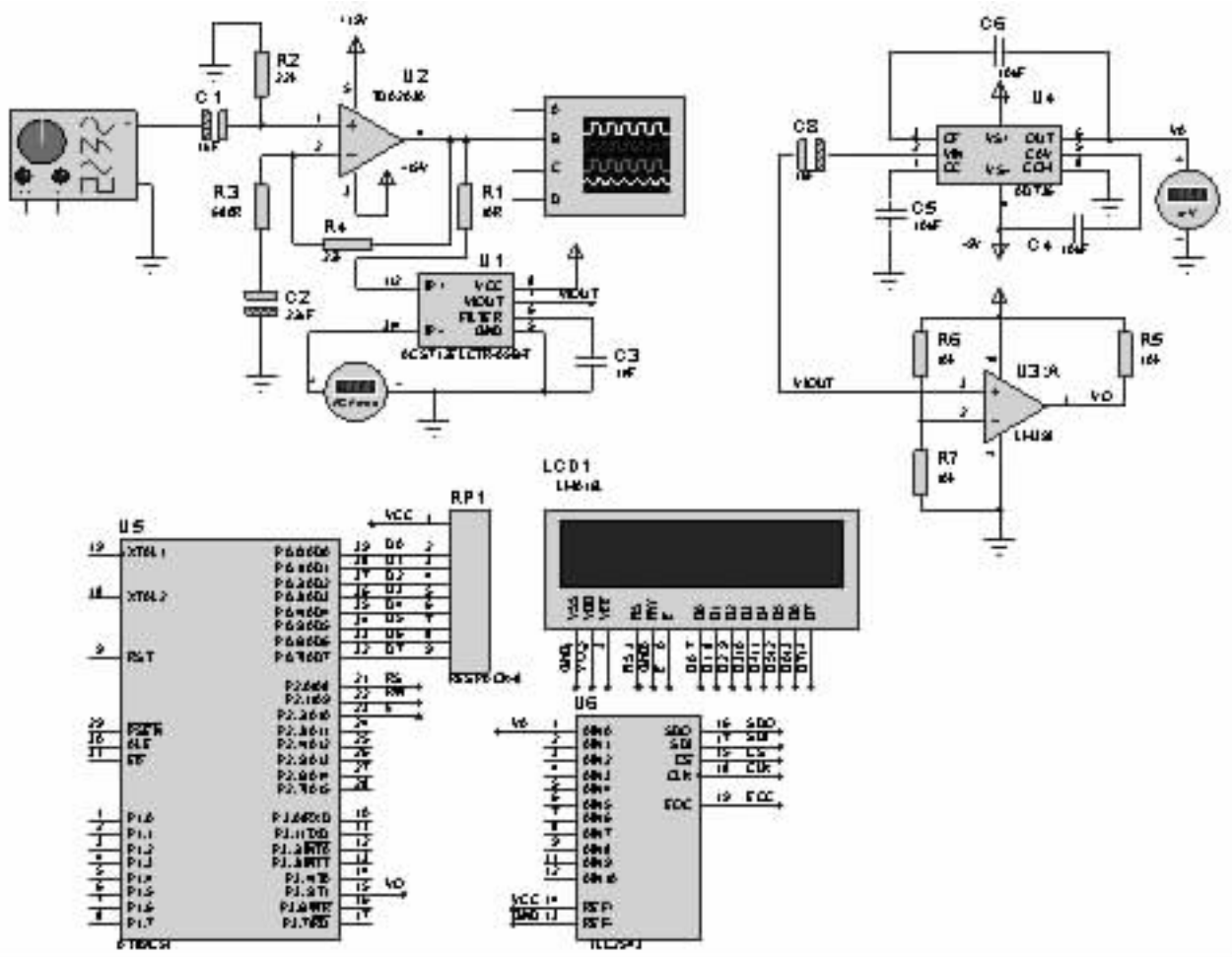


图 1 电流信号检测装置仿真电路图

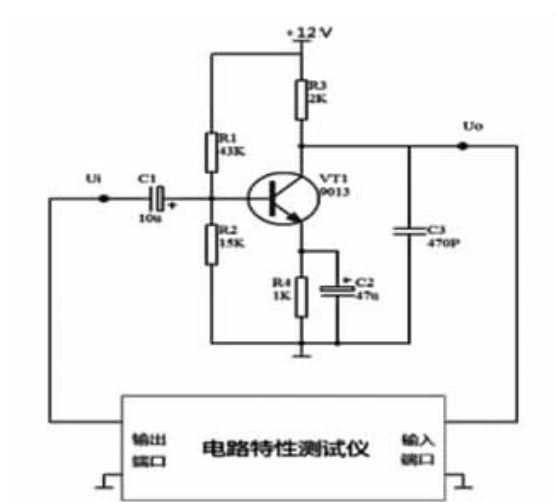


图 2 电路特性测试仪与特定放大器电路连接图

本设计用于测试一种共射放大电路,电路特性测试仪输出 1 kHz 正弦波信号,基本要求为:自动测量并显示放大器的输入电阻、输出电阻、增益,分析电路的频幅特性并显示上限频率值。发挥部分为:能自动判断放大器电路元件变化而引起故障或变化的原因。设计的内容包括:任意开路或短路 R1—R4 中的一个电阻;任意开路 C1—C3 中的一个电容;任意增大 C1—C3 中的一个电容的容量,使其达到原来值的两倍。另外,要求每项判断时间不超过 2 s。

2.2 设计方案

2.2.1 正弦波信号的产生

设计要求产生 1 kHz 正弦波、可调频率正弦波,实现方案为激励源模式。

产生 1 kHz 正弦波:利用 Proteus 自带激

励源,选定正弦波,设置其频率为 1 kHz,幅值为 mV 级,用数字示波器测量放大器输出,不失真。

产生可调频率正弦波:频幅特性测量采用点频方式,采用多个正弦波激励源,分别设定其频率及幅值,同样用数字示波器测量放大器的输出。

2.2.2 正弦波信号测量

正弦波信号测量采用三片真有效值转换芯片 AD736 来完成,其输出直流电压为被测输入正弦波信号的电压有效值,分别送到 A/D 转换器的输入端,用于输入输出电阻测量、增益测量、频幅特性分析。

2.2.3 参数测量

输入电阻和输出电阻的测量均采用伏安法,放大器增益是放大器输出功率与输入功率比值的对数,用于表示功率放大的程度,亦指电压或电流的放大倍数,放大器增益的单位为 dB。放大器输出与输入的比值为放大倍数,当改用“dB”作单位时,放大倍数就称之为增益^[2-3], $G=20\lg(V_o/V_i)$ 。但此设计的增益指的是电压放大倍数,计算比较容易。

2.2.4 频幅特性分析及上限频率计算

设置从 50 Hz~200 kHz 的正弦波激励信号,比如设置 8 个频段。由译码电路、驱动电路和继电器组成切换控制电路,用于改变信号输入频率。通过切换控制电路及单片机软件采集上述不同频率下的放大器输出电压。根据设定的输入频率及采集到的输出电压对应到图形点阵液晶屏或 TFT 彩屏坐标上,再由软件实现相邻点坐标对应连接。

信号频率上升到一定程度,放大倍数数值也将减小,使放大倍数数值等于 0.707 倍 $|A_m|$ 的频率称为上限截止频率,放大电路超过截止频率肯定就会产生放大失真。

2.2.5 显示电路的实现

显示电路可以利用 Proteus 8.6 提供的 TFT 彩色液晶屏 ILI9341 来完成。ILI9341 是

一种 TFT 彩色液晶屏的驱动芯片,可以驱动 320 * 240 点阵 TFT 彩色液晶屏,可以采用 SPI, I2C, 8 位及 16 位接口。国内许多厂家生产的从 2.2 寸至 3.5 寸 320 * 240 点阵 TFT 彩色液晶屏都采用此芯片。

2.2.6 发挥部分

将正常状态下,将故障或元件参数变化时的参数值及测量误差的范围存储到单片机存储器里,在程序运行时根据采集到的各种参数值,进行智能判断、识别和显示。

2.2.7 软件设计

根据选择的单片机编写主函数及 A/D 转换、液晶显示、输入电阻、输出电阻、增益计算、频幅显示界面、智能识别、按键处理等函数,软件工作量比较大。由于 TFT 彩色液晶显示比较成熟,其生产厂家提供 C51 单片机的显示驱动程序,可以借鉴使用,因此整体程序的编写可以实现。

3 结论

通过使用 Proteus 8.6 软件对列入大学生毕业设计的电子设计竞赛题目电流信号检测装置、简易电路特性测试仪进行了仿真设计。从实际设计效果来看,上述竞赛题目完全可以用 Proteus 8.6 软件进行仿真,仿真的效果可以达到竞赛题目要求的 90%,达到了设计任务要求。同时,此仿真对电子设计竞赛题目的深入研究与制作具有一定的参考及指导意义。

参考文献:

- [1] 张毅刚. 单片机原理及应用设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015: 88-93.
- [2] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2008: 81-82.
- [3] 黄志伟. 全国大学生电子设计竞赛技能训练[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007: 305-309.

(责任编辑:夏玉玲)