

物理实验



## 基于 MK60 的简易电路特性测试仪探究\*

刘群 李廷阳 邓志民 张启雄 吴奇新 吉向东

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2021-02-08)

**摘要:**电路特性测试仪在教学和实际应用中都具有重要意义.设计和探讨了选用 MK60FX512 为主控芯片, DDS 芯片 AD9833 为正弦波信号源输出, LM358 构成采用小信号放大电路,实现了对被测电路输入电阻、输出电阻、增益、幅频特性曲线的自动测量;研究了当电路出故障时,如何利用参数特征自动判断故障引起或变化的原因.

**关键词:** MK60 DDS 自动判断

## 1 总体方案设计与分析

系统总体框图如图 1 所示.系统由信号产生电路、采样电路、单片机控制电路等组成.其中信号产生电路使用可编程的 AD9833 模块,采样电路使用高精度的运算放大器 LM358 将电流电压信号放大后采样<sup>[1]</sup>,以 MK60FX512 单片机作为核心控制模块,单片机通过控制 DDS 模块和采样模块,实现对被测电路的检测、扫频、查错等功能<sup>[2]</sup>.

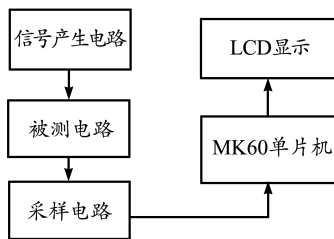


图 1 系统总体框图

## 2 理论分析与计算

## 2.1 输入电阻和输出电阻及增益的计算

如图 2 所示,运用小信号等效模型法进行计算<sup>[3]</sup>(9013 中的参数: $r_{be}'=100\ \Omega$ , $\beta=227$ )

$$U_{BQ} \approx \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{CC} = 3.1\ \text{V}$$

$$I_{BQ} = \frac{U_{BQ} - U_{BEQ}}{R_4} \approx I_{CQ} = 2.4\ \text{mA}$$

$$r_{be} \approx r_{be}' + (1 + \beta) \frac{26\ \text{mV}}{I_{EQ}} = 2.57\ \text{k}\Omega$$

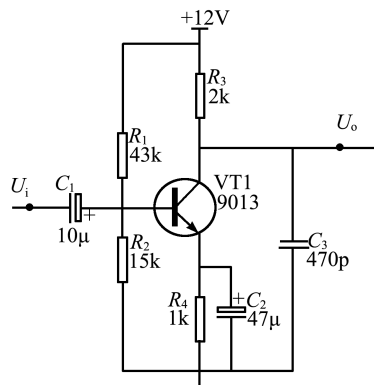


图 2 被测电路图

(1) 输入电阻:  $R_i = R_1 // R_2 // r_{be} \approx 2\ 386.5\ \Omega$ .

(2) 输出电阻:  $R_o = R_3 = 2\ \text{k}\Omega$ .

(3) 电压放大倍数:  $A_v = \frac{-\beta R_3}{r_{be}} \approx -176.65$ .

## 2.2 放大器幅频的测量与计算

放大器的增益与输入信号频率之间的关系曲线,一般用逐点法进行测量.通常将放大倍数下降 3 dB 时所对应的频率称为该放大电路的上、下限截止频率<sup>[4]</sup>,用  $f_h$  和  $f_l$  表示,该放大电路的通频带为

$$f_{bw} = f_h - f_l$$

## 3 软件模块设计与分析

如图 3 所示程序开始进行初始化后根据按键选

\* 2020 年湖北省大学生创新创业训练项目资助,项目编号: X202010519054

作者简介:刘群(1999-),男,在读本科生,研究方向为嵌入式应用开发.

通讯作者:吉向东(1972-),男,硕士,副教授,研究方向为软件工程、人工智能.

择进入不同的模式.在测量模式下,单片机会根据所测的输入电压、输入电流、输出电压、输出电流,计算出被测电路的输入电阻、输出电阻、增益,并将这些参数在 TFT 彩屏上显示.在扫频模式下,单片机会自动更改输出信号的频率,在 TFT 屏幕上显示出幅频特性曲线,并且显示出上限截止频率值.在查错模式下,单片机能够自动根据所测的数据,对其进行分析计算,判断出故障原因,并且在屏幕上显示故障原因.

#### 4 测试结果与分析

(1)测试要求 1. 自动测量电路的输入电阻、输出电阻、增益,结果如表 1 所示.

表 1 测试要求 1 实验数据

输入电压/mV	输入电流/mA	空载电压/V	负载电压/V	输入电阻/ $\Omega$	输出电阻/ $\Omega$	增益
25.45	0.009 3	2.82	1.96	2 714.67	2 062.24	-110.81

实际测试表明,该设计在测量输入阻抗、输出阻抗和放大倍数等多个参数上具有相当高的精度.

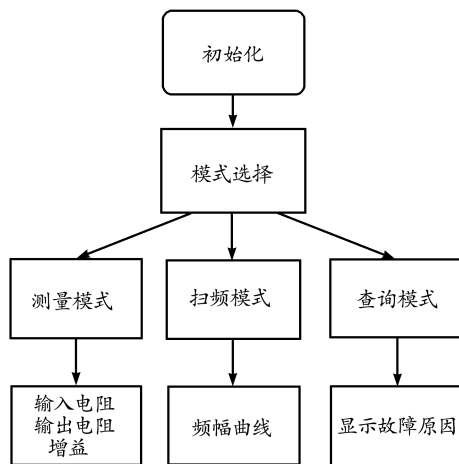


图 3 软件模块设计与分析

(2)测试要求 2. 自动判断故障原因,响应时间不大于 2s,结果如表 2 所示.

表 2 测试要求 2 实验数据

故障	$R_1$ 开路	$R_1$ 短路	$R_2$ 开路	$R_2$ 短路	$R_3$ 开路	$R_3$ 短路	$R_4$ 开路
响应时间/s	1	1	1	1	1	1	1
故障	$R_4$ 短路	$C_1$ 开路	$C_2$ 开路	$C_3$ 开路	$C_1$ 增大	$C_2$ 增大	$C_3$ 增大
响应时间/s	1	1	1	1	1	1	1

实际测试表明,该设计自动判断故障原因时响应较快,能符合设计要求.

#### 5 总结

本系统以 MK60 为核心,可以实现被测电路输入电阻、输出电阻、增益、幅频特性曲线的自动测量.用万用表校准后可以准确地检测出被测电路的阐述,画出幅频曲线.当电路的元器件发生变化时,能检测出电路故障功能.

#### 参考文献

- 童诗白. 模拟电子技术基础(第 5 版)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2015
- 闫智, 于柏. 简易电路测试仪设计[J]. 装备维修技术, 2020(2): 3~4
- 康惠. 简易电路特性测试仪设计[J]. 数字通信世界, 2020(1): 207
- 陈松, 荣军. 一种简易数字控制频率特性测试仪的设计[J]. 电子器件, 2015, 38(4): 868~875

(上接第 97 页)

#### 参考文献

- 常妮. 高中政治教师学科教学知识发展研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2010
- 白益民. 学科教学知识初探[J]. 现代教育论丛, 2000(4): 27~30
- 冯爽. 中学物理教师 PCK 结构的构建及主题案例分析[J]. 中学物理教学参考, 2013, 42(7): 34~37

- 王芳. 美国学科教学知识(PCK)的研究: 意义、问题领域及启示[D]. 上海: 上海师范大学, 2014
- 盛莉. PCK 视域下高中化学教师“学生知识”的调查研究与分析[D]. 武汉: 华中师范大学, 2015
- 盛莉, 张文华. PCK 视域下高中化学教师“学生知识”的调查研究与分析[J]. 化学教育, 2016, 37(3): 47~51