

基于单片机的模拟开关时序设计与仿真

郭海霞, 左月明

(山西农业大学 工学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 为了有效解决微电容测量电路中的电荷注入效应, 基于单片机设计合理的开关时序电路, 并采用 Proteus 和 Keil 软件进行仿真, 结果证明了整个系统的程序设计与外围电路的正确性, 提高了调试效率。

关键词: 单片机; 电子开关; 电荷注入效应; 时序设计仿真

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)02-0051-04

Design and simulation of analogue switch' timing based on MCU

Guo Haixia, Zuo Yueming

(College of Engineering, Shanxi Agriculture University, Taigu 030801, China)

Abstract: In order to solve the charge injection effect of the micro-capacitance measurement circuit, the writer designs the circuit of the analogue switch's timing based on MCU, and simulate it using the software. Simulation result shows that the program and circuit are right, and it is helpful to increase efficiency of the debugging.

Key words: MCU; analogue switch; charge injection effects; design and simulation of the timing

随着现代工业的飞速发展, 对工况参数的实时监测越来越重要。参数的监测分为电量和非电量两大类, 对于非电量参数的测量, 测量成功与否主要取决于传感器的质量和对信号的提取。由于电容传感器具有结构简单、功耗低、测量范围大、稳定性好、灵敏度高、使用寿命长及可以进行非接触测量等特点, 非常适合在高潮湿、高尘埃、强辐射及超低温等恶劣环境下长期使用^[1,2], 因此, 对于某些变化缓慢或微小物理, 比较适宜采用电容传感器进行测量。

目前用于测量微电容的方法主要是交流法, 其测量原理是通过激励信号对被测电容连续充放电, 形成与被测电容成比例的电压或电流信号, 从而测得被测电容值。采用此方法测量的信号中具有脉动噪声, 需要通过滤波器滤除其脉动成分, 但滤波器的引入将降低测量电路信号采集的速度。所以, 本文设计了一种基于电荷放大原理的微电容测量电路, 该电路中使用的模拟开关存在电荷注入效应, 此效应影响电路的分辨率。为了解决该问题, 本文从微电容测量电路中的电荷注入效应入手, 对模拟开关的电荷注入效应进行分析, 结合单片机对开关时序进行设计, 并基于 Proteus 和 Keil 软件设计的电路进行仿真, 进而检验设计的合理性。

1 微电容测量电路中的电荷注入效应

基于电荷放大原理的微电容测量电路如图 1 所示。

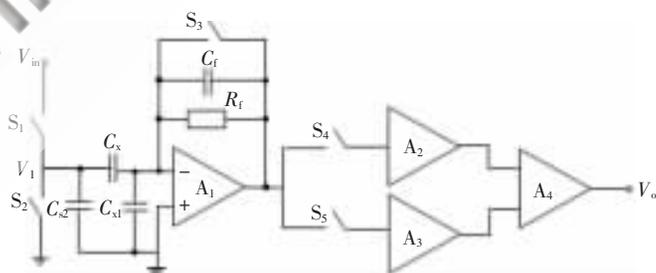


图 1 基于电荷放大原理的微电容测量电路

图中 V_{in} 为充放电的激励电压源, C_x 为传感器两极板之间的电容即待测电容; $S_1 \sim S_5$ 为模拟开关; 运放 A_1 、电容 C_f 、电阻 R_f 和开关 S_3 构成电荷放大器; 开关 S_4 和 S_5 及运放 A_2 和 A_3 构成两个采样保持器, A_4 为仪表放大器。模拟开关基本上由一个 NMOS 管和一个 PMOS 管并联而成, 是一种三稳态电路, 它可以根据选通端的电平决定输入端与输出端的状态。当选通端处在选通状态时, 输出端的状态取决于输入端的状态; 当选通端处于截止状态时, 则不管输入端电平如何, 输出端都呈高阻状态。

模拟开关的电荷注入效应是影响该电路分辨率的主要因素。电荷注入效应机理主要有两方面:一是由沟道电荷造成的,如图 2(a)所示,根据 MOS 器件的原理,当一个 MOS 管处于导通状态时, $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 界面的反型层存储一定电荷量,当开关断开时,电荷通过源端和漏端流出,流入测量电路;二是由栅源间和栅漏间的寄生电容存储的电荷释放流入测量电路造成的^[3-4],如图 2(b)所示。由电荷注入效应引起的误差远大于被测量 C_x 的值,引起电荷注入效应。

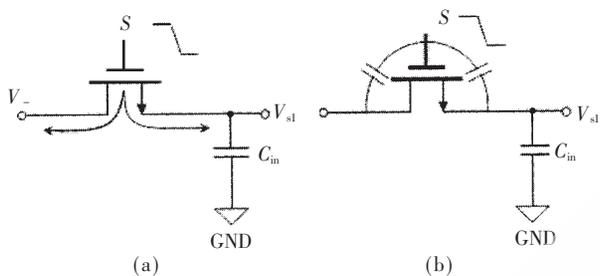


图 2 电荷注入效应原理图

2 开关的电荷注入效应分析

电子开关控制时序设计图如图 3 所示。

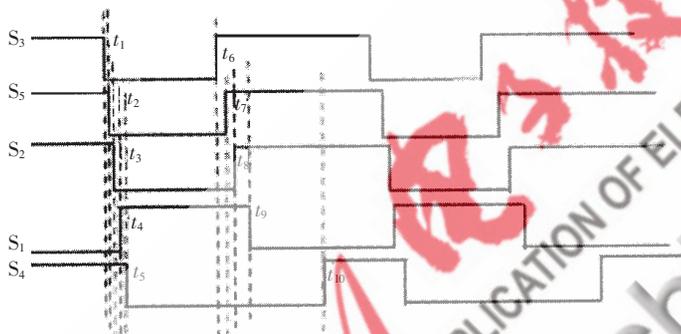


图 3 开关时序图

首先断开 S_3 , 电路只受 S_3 的电荷注入效应影响。当开关 S_3 断开时,由于电荷注入效应,电荷将流向 A_1 的输出端和反相输入端,流向 A_1 输出端的电荷产生的影响很小,仅引起输出波形的瞬时微小失真,而流向 A_1 反相输入端的电荷对测量结果产生影响,但 A_4 采用差分式设计较好地解决了这部分的影响。

对开关 S_1 与 S_2 的电荷注入效应。由图 3 可知 S_2 关断时间晚于 S_3 , S_1 关断时间晚于 S_2 。 S_2 断开时的电荷注入效应引起 V_1 点较小的波形失真,关闭 S_1 ,尽管有 S_2 的电荷注入效应,但 V_1 被置为输入电压 V_{in} ,因此,被测电容 C_x 上的电压不受 S_2 的电荷注入效应影响; S_1 断开时的注入电荷,会沿着已闭合的开关 S_2 流向地, S_1 不会对被测电容 C_x 产生影响。所以, S_1 和 S_2 对输出基本不产生影响。

对开关 S_4 与 S_5 的电荷注入效应。 S_4 与 S_5 在断开时,产生的电荷注入效应会使 A_2 和 A_3 的输出波形有微小失真,但相对于输出值较小,可以忽略,而且 A_4 采用差

动式结构输入会使 S_4 与 S_5 的电荷注入效应相互抵消,故 S_4 与 S_5 的电荷注入效应不会对最终的输出 V_o 产生影响。

由以上分析可知,通过合理设计模拟开关控制时序,解决了其关断时引入的电荷注入效应。

3 实现开关时序的相关软件

3.1 Keil C51 简介

Keil 是德国 Keil 公司开发的单片机编译器。 Keil C51 是目前最流行的 51 单片机开发工具,现在 Keil 公司的编译器有支持经典 80C51 和 80C51 派生产品的版本。新版本 $\mu\text{Vision}2$ 把 $\mu\text{Vision}1$ 用的模拟调试器 dScope 与集成开发环境无缝地结合起来,界面更友好,使用更方便,支持的单片机品质更多。对于使用 C 语言进行单片机开发的用户,Keil C51 已成为必备的开发工具。

Keil C51 软件是众多单片机应用开发的优秀软件之一,Keil C51 提供了一个集成开发环境 IDE (Integrated Development Environment) μVision ,包括 C51 编译器、宏汇编、连接器、库管理和一个功能强大的仿真调试器,支持汇编、PLM 语言和 C 语言的程序设计,界面友好,易学易用。在开发应用软件的过程中,编辑、编译、汇编、连接、调试等各阶段都集成在一个环境中,先用编辑器编写程序,再调用编译器进行编译,连接后即可直接运行^[5,6]。

本软件采用 Keil C51 进行开发,程序可读性强。

3.2 Proteus 简介

Proteus 嵌入式系统仿真与开发平台是由英国 Lab-center Electronics 公司开发的,是目前世界上最先进、最完整的嵌入式系统设计与仿真平台,是目前唯一能够对各种微处理器进行实时仿真、调试与测试的 EDA 工具。 Proteus 除了具有和其他 EDA 工具一样的原理布图、PCB 自动或人工布线及电路仿真的功能外,最大的特点在于其电路仿真是互动的,针对微处理器的应用还可以直接在基于原理图的虚拟原型上编程,真正实现了没有硬件目标原形的情况下对系统的调试、测试、验证,并实现软件源码级的实时调试,如有显示及输出,还能看到运行后输入输出的效果,配合系统配置的虚拟仪器如示波器、逻辑分析仪等,建立了一个完备的电子设计开发环境。 Proteus 产品系列可以对基于微控制器的设计连同所有的外围电子器件仪器仿真,用户甚至可以实时采用诸如 LED/LCD、键盘、RS232 终端等动态外设模型来对设计进行交互仿真。

Proteus 是一款电路分析与实物仿真软件,运行于 Windows 操作系统上,具有实验资源丰富、实验周期短、硬件投入少、实验过程损耗小、与实际设计接近程度大等特点^[7-9]。

4 开关时序的设计与仿真

开关时序设计原理图如图 4 所示,图中采用 80C51 芯片,其中管脚 XTAL1、XTAL2 接时钟控制器,RST 端上

《微型机与应用》2011 年 第 30 卷 第 2 期

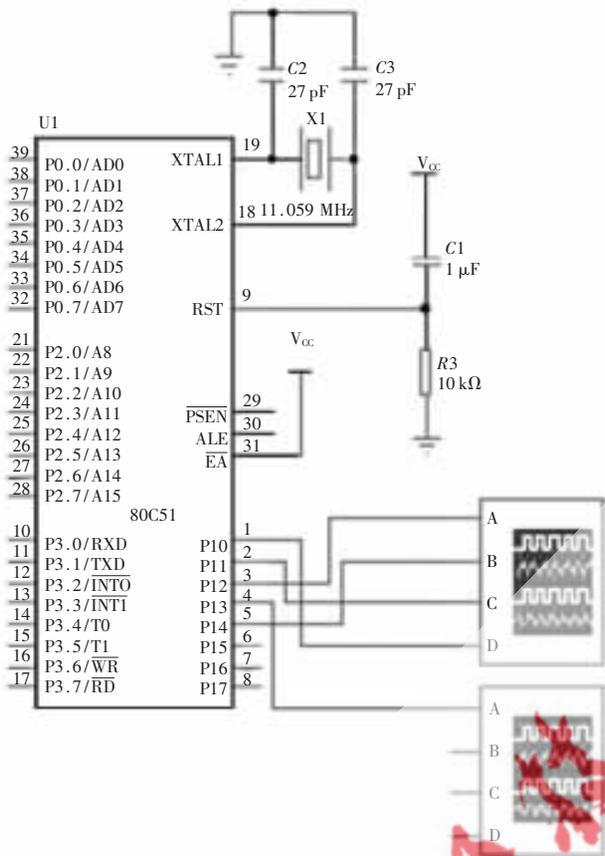


图 4 开关时序设计原理图

电,5 个输出管脚 P1.0~P1.4 分别控制开关 S_1, S_2, S_3, S_4 和 S_5 , 电源 V_{cc} 为 +5 V 的直流电源。

4.1 程序设计

在 Keil 平台进行如图 5 所示的程序编译。

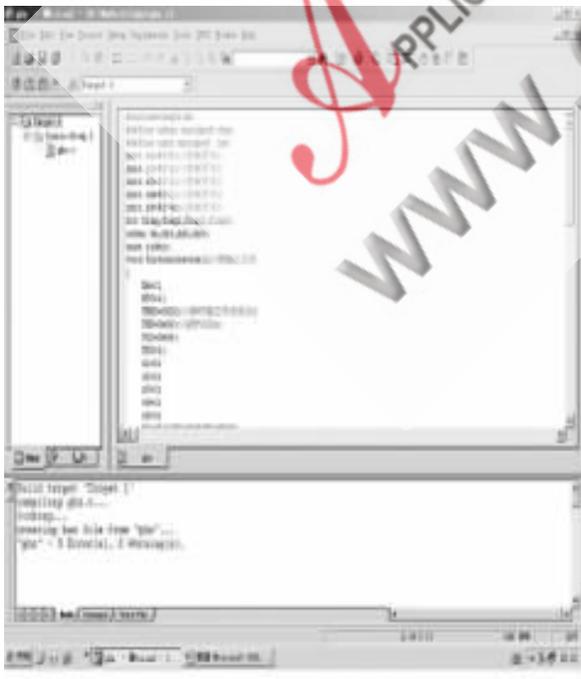


图 5 程序编译图

程序代码如下：

```
#include <reg51.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int

sbit s1=P1^0; //控制开关 1
sbit s2=P1^1; //控制开关 2
sbit s3=P1^2; //控制开关 3
sbit s4=P1^3; //控制开关 4
sbit s5=P1^4; //控制开关 5

bit flag,flag1,flag2,flag3;
uchar ds,ds1,ds2,ds3;
uint jishi;
void Initialization() //初始化函数
{
    EA=1;
    ET0=1;
    TMOD=0x02; //定时器工作方式 2
    TH0=0x06; //定时 250 μs
    TL0=0x06;
    TR0=1;
    s1=0;
    s2=1;
    s3=1;
    s4=1;
    s5=1;
    flag1=1;flag2=0;flag3=0;
}

void inte() interrupt 1 using 3 //1s 中断处理函数
{
    if(++jishi==40) //时间间隔 4000×250 μs=1 s
    {
        jishi=0;
        if(flag1){ds1++;}
        if(flag2){ds2++;}
        if(flag3){ds3++;}
    }
}

void main ()
{
    Initialization();
    while(1)
    {
        if(flag1)
        {
            if(ds1==4){s3=0;}
            if(ds1==11){s5=0;}
            if(ds1==12){s2=0;}
            if(ds1==13){s1=1;}
            if(ds1==20){s4=0;flag1=0;flag2=1;}
        }
    }
}
```

```

if(flag2)
{
if(ds2==1){s3=1;}
if(ds2==2){s5=1;}
if(ds2==9){s2=1;}
if(ds2==10){s1=0;}
if(ds2==17){s4=1;flag2=0;flag3=1;ds2=0;}
}
if(flag3)
{
if(ds3==7){s3=0;}
if(ds3==14){s5=0;}
if(ds3==15){s2=0;}
if(ds3==16){s1=1;}
if(ds3==23){s4=0;flag2=1;flag3=0;ds3=0;}
}
}
}

```

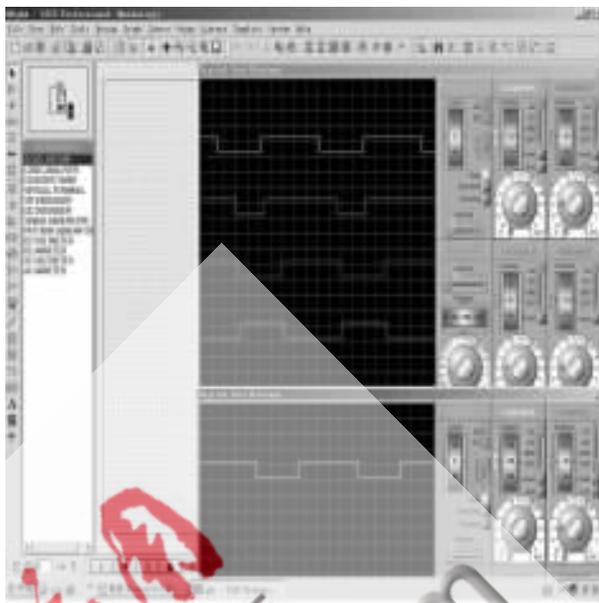


图6 仿真结果图

4.2 仿真

编写好程序代码后将该程序文件加载到当前项目中进行编译,编译通过后进行仿真。单击 Debug 菜单下的 Go 菜单项连续运行程序,再切换至 Proteus 界面,可看到电路开始仿真运行,结果如图 6 所示,实现了预期功能。

通过对仿真结果和 LED 实时动作情况的分析,验证了整个系统的程序与外围电路设计的正确性,提高了调试效率。采用该仿真设计方法可以大大简化硬件电路测试和系统调试过程,而且使用该方法进行系统虚拟开发成功后再进行实际制作,可以提高开发效率,降低开发成本,提升开发速度。

参考文献

- [1] 白国花. 电容传感器测量电路的研究与研究[D]. 太原: 中北大学, 2005.
- [2] 邱桂萍. ECT 系统测量电路仿真及其数据采集系统设计[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2007.
- [3] 周丽丽. MEMS 电容式微加速度计检测电路研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2008.
- [4] 王雷, 王保良, 冀海峰, 等. 电容传感器新型微弱电容测量电路[J]. 传感技术学报, 2002(4): 273-277.

[5] 牛昱光. 单片机原理与接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.

[6] 简献袁, 虞菁, 熊晓君, 等. 基于 80C51 和 KEIL C51 的 LED 点阵显示系统[J]. 仪器仪表学报, 2005, 26(8)增刊: 315-316.

[7] 伍冯洁, 谢陈跃, 谢斌. Proteus 与 Keil 在单片机开放性实验中的应用[J]. 电子测量技术, 2008, 31(6): 100-104.

[8] 刘映群. Proteus 与 Keil 整合构建单片机虚拟实验室[J]. 中国现代教育装备, 2005(8): 11-13.

[9] 曹建树, 曾林春, 夏云生. 基于 Proteus 和 Keil 接口的虚拟波形发生器仿真[J]. 北京石油化工学院学报, 2008, 16(3): 9-11.

(收稿日期: 2010-11-15)

作者简介:

郭海霞, 女, 1977 年生, 讲师, 硕士, 主要研究方向: 电气与动力工程、生物质气化技术。

左月明, 男, 1954 年生, 教授, 博士生导师, 主要研究方向: 智能检测技术。