

正弦信号发生器 (A 题)

摘要

本系统采用单片机与 FPGA 结合的方式,通过对 DDS 集成芯片 AD8951 的控制,实现了赛题要求的基本功能。系统由 FPGA 模块、单片机控制模块、DDS 信号发生电路、键盘、LCD 显示模块、D/A 转换模块、信号调理电路、模拟乘法器、功率放大器等组成。其中,供调制用的 1KHZ 的信号由 FPGA 以 DDS 方式直接合成,通过模拟乘法器来实现调幅。系统的输出频率和各种调制方式可由键盘方便设置,并通过 LCD 显示。本系统实现了题目基本要求的所有项,以及发挥部分的第一、二项要求以及第四项的 ASK 功能。

关键词: 正弦信号发生器; 单片机; 可编程门阵列; DDS 芯片; 模/数转换

Sin signal Generator (A)

Abstract: By means of the combination of MCU and FPGA, the present paper achieves the basic functions required by this exercise through controlling DDS IC AD8951. The system consists of FPGA mode, MCU control mode, DDS signal generator, keyboard, LCD display mode, D/A conversion mode, signal adjustment circuit, analog multiplier, power amplifier and so on. Among them, 1KHZ signal used for adjustment is compounded by FPGA through DDS. AM through analog multiplier. The output frequency and various adjustment ways of the system can be designed conveniently by keyboard and be displayed by LCD. The present system achieves all the requirements of the exercise and the first three requirements of complementary section.

Key Words: Sin signal Generator; MCU; FPGA; DDS IC;D/A conversion

一、方案论证比较

方案 1: 采用分立元件或单片压控函数发生器, 通过调整外围元件的参数输出不同的频率, 但采用模拟器件由于元件分散性太大, 产生的频率稳定度较差、精度低、抗干扰能力不强、成本较高、而且灵活性差。

方案 2: 采用锁相式频率合成方案。锁相式合成是将一个高稳定度和高精度的标准频率经过加减乘除运算产生同样稳定度和精度的大量离散频率的技术, 他在一定程度上解决了既要频率稳定精确、又要在较大范围内可调的矛盾。但频率受 VCO 可变频率范围的影响, 高低频率比不可能做到很高。

方案 3: 采用直接数字频率合成技术 (DDS)。DDS 的基本原理是利用采样定理, 通过查表法产生波形。DDS 能产生带宽宽、稳定度高的正弦波, 频率、相位等都可以实现程控。能够很好的实现题目给定的要求。

综上所述, 本系统拟采用方案三予以实现。

二、 电路设计及参数计算

1. 总体设计

根据题目要求, 经分析题目的基本部分采用 DDS 与单片机应该就可以实现, 但考虑到扩展部分的调幅, 调频等功能的实现, 最终决定采用单片机与 FPGA 结合的方式。调制信号由 FPGA 以 DDS 方式通过存储于 FPGA 内部 ROM 的波形表直接合成。由于 DDS 芯片出来的正弦波是数字波, 需要通过低通滤波器滤除。系统的总体设计方框图如图 2.1.1 所示。

2. 单元电路的设计及参数计算

2.1 低通滤波器 LPF 的设计及参数计算

在 AD9851D/A 转换器输出端与其内部比较器输入之间, 需要一个低通滤波器, 用于抑制谐波和外界干扰。本系统选用了 2 阶 Π 型 LC 低通滤波电路。对于该 LC 低通滤波器本系统选用最平响应(巴特沃斯型)的低通滤波器。其原理图如图 2.2.2 所示。

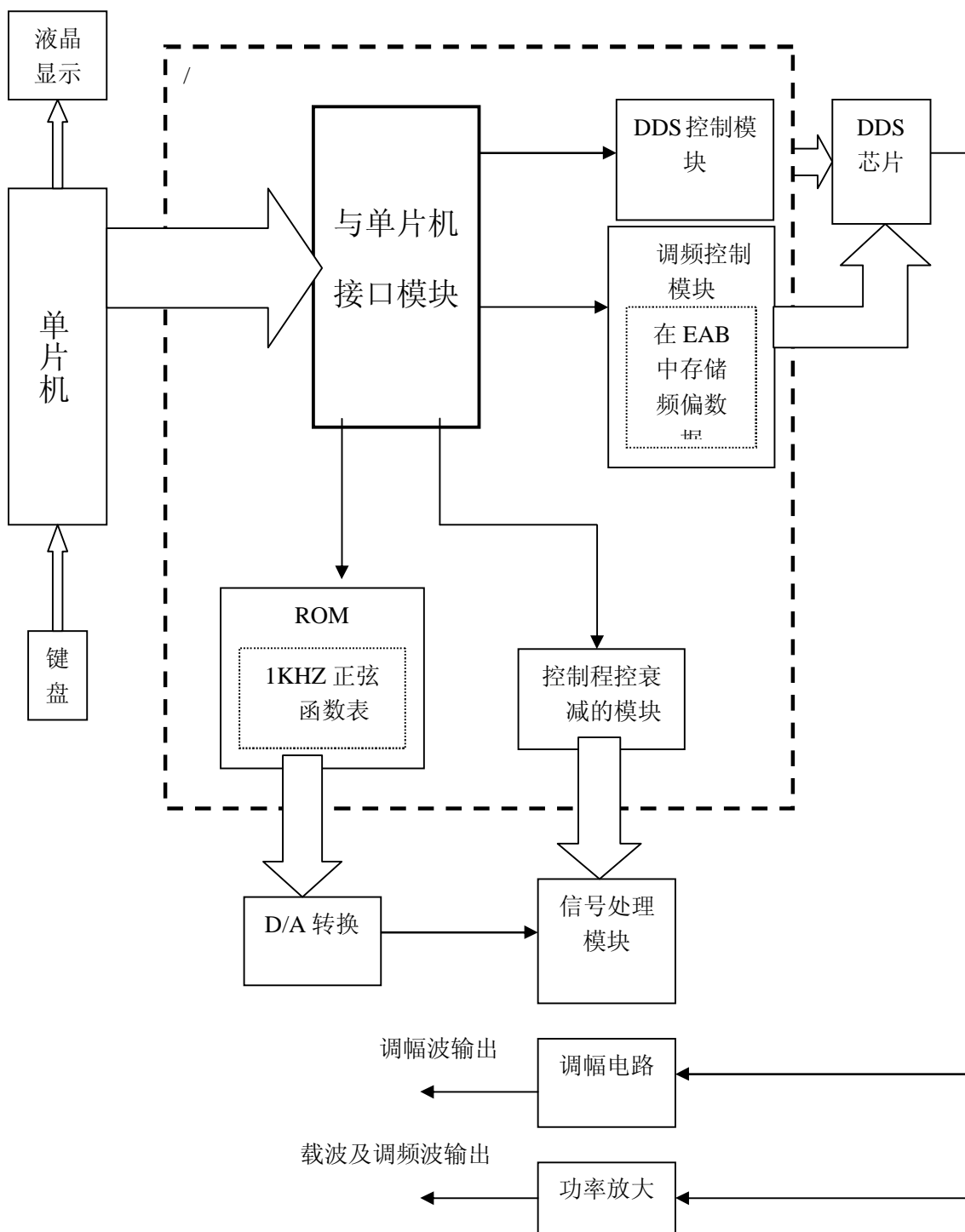
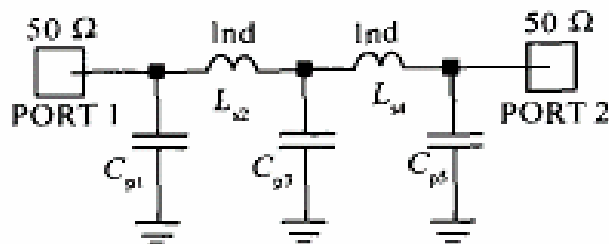


图 2.11 系统方框图



N=5 并 C 串 L 型低通滤波器电路原型

图 2.2.2

2.2 DDS 芯片 AD9851 与单片机的接口设计

本系统中 AD9851 芯片采用并行工作方式，它与单片机的接口电路如图 2.2.3 所示。

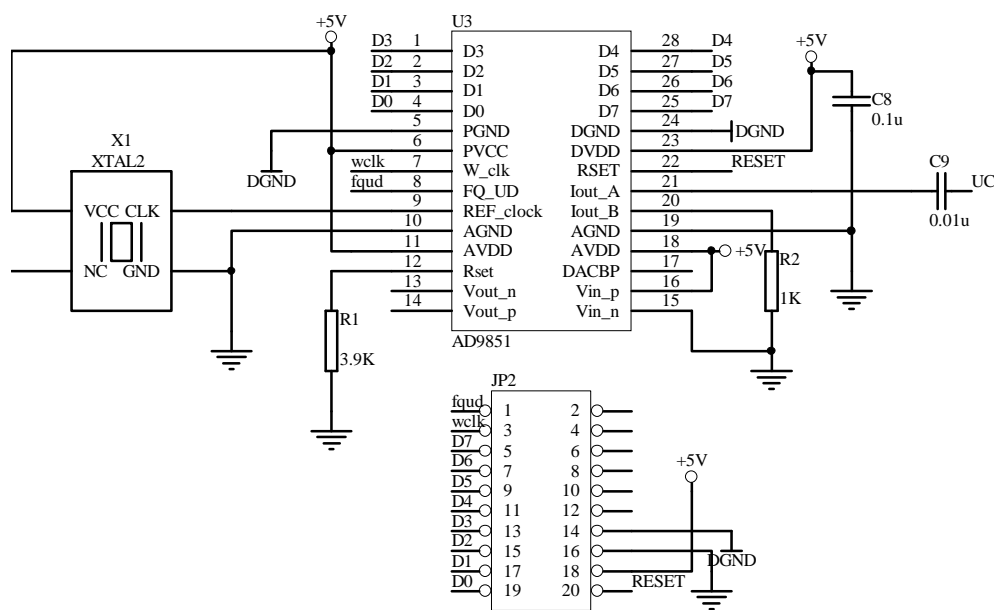


图 2.2.3

2.3 信号调整电路的设计

为了实现幅度调制度程控，采用了信号调理电路，输入信号先通过 D/A 芯片程控衰减，再通过 AD620 放大，能方便的实现题目要求的调制度 m_a 在 10%~100% 间，步进 10% 的调节。其电路如图 2.2.3 所示。

2.4 功率放大电路

为了实现题目要求:在 50 欧负载上输出大于 5~7V 的电压,本系统采用了高频功率放大电路,其原理图如图 2.2.4 所示。

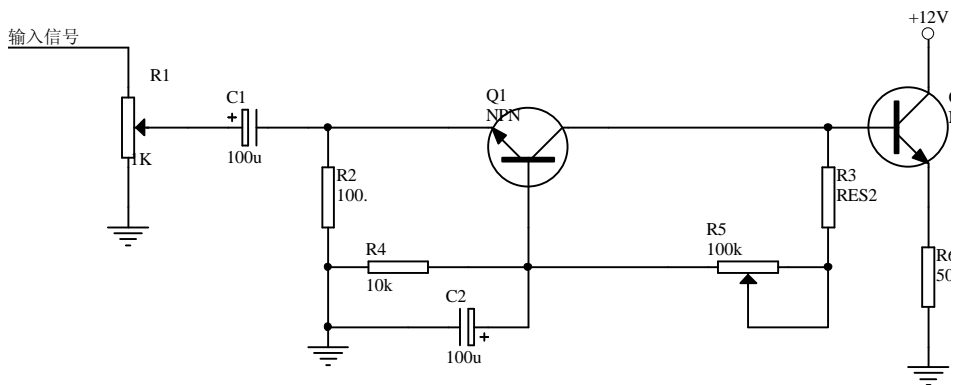


图 2.24 功率放大电路

3. 软件系统

软件主要有用于单片机的 C 语言程序与用于 FPGA 的 VHDL 程序。单片机程序主要完成系统的控制功能。通过与单片机接口的键盘的设置，可以产生

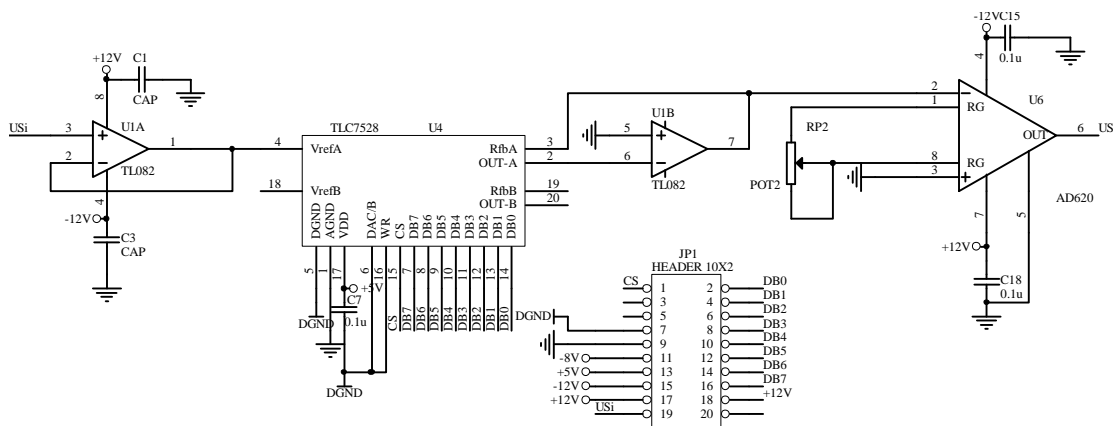


图 2.2.3

100KHZ~10MHZ 的正弦信号以及对调制信号的幅度进行程控调节，并将这些信息显示在液晶显示屏上进行显示。其主要流程如图 3.1 所示。

三、测试方法与结果

1.测试仪器

- 红华牌数字示波器 (HH4368)
- DT-9921 数字万表
- 函数发生器 (YB1638)

2.测试数据

表 1 测试数据表

预置频率/HZ	输出频率/HZ	误差/HZ
1000	1008	8
2000	2002	2
5000	5014	14

四、结论

本系统以 AT89S52 单片机和 EPF10K10 为整个电路的控制核心，由 FPGA 内部产生的可控性好的调制信号与由集成 DDS 芯片产生的载波信号通过乘法器能方便的实现调幅。通过键盘设置，可将正弦信号的频率在 100Hz~10M 之间以步进值 100Hz 任意设置。

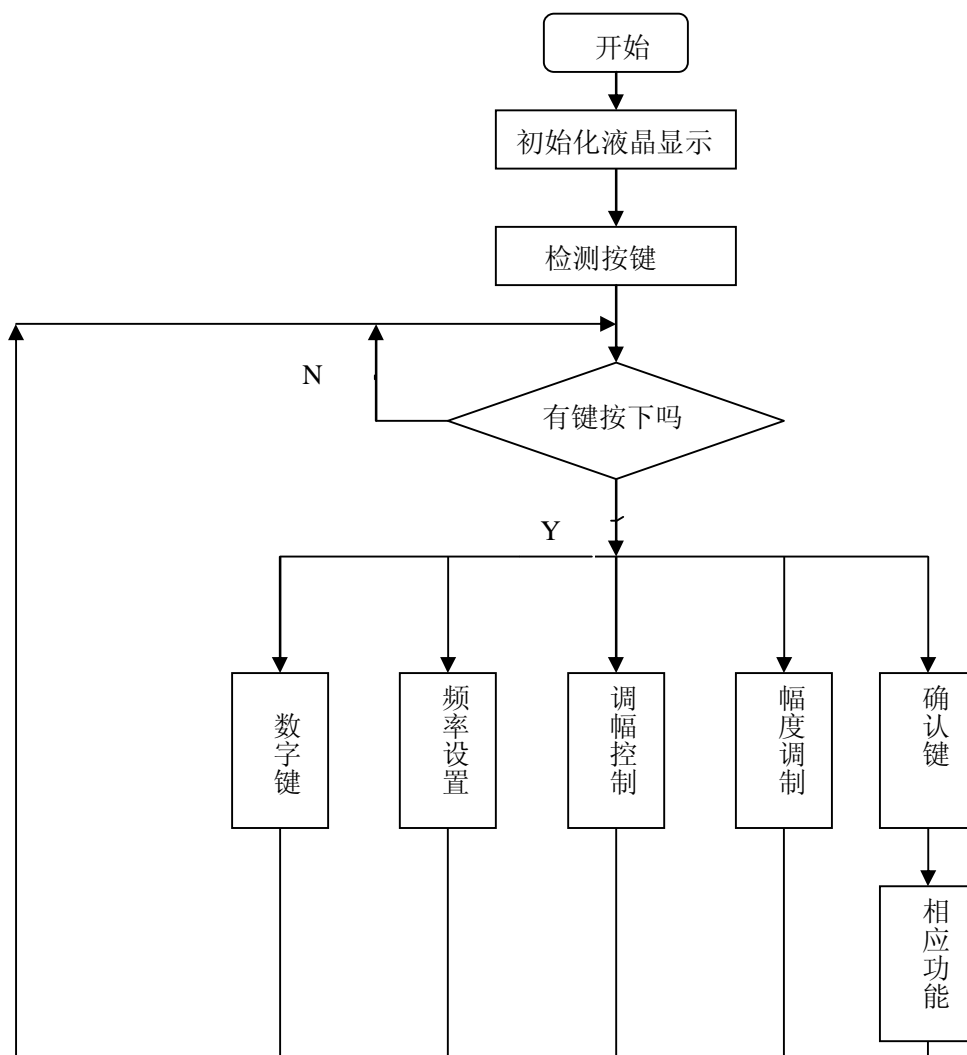


图 3.1