

基于 ARM920T 嵌入式低频数字扫描仪设计

刘顺财

(福州海峡职业技术学院 信息工程系, 福建 福州 350014)

摘要: 系统采用 ARM920T 作为核心处理器, 以低频信号作为信号源, 采用 DDS 技术, 从而实现相频、幅度、频率特性的分析仪器, 能够简单地实现信号源的时域和具体参数的波形。系统主要由 ARM920T 控制处理器、DDS 扫频模块、ADC 采样模块、DAC 输出模块、检波滤波器模块、扫频信号源幅度模块组成。其中处理器采用 ARM920T, 扫频信号源采用 DDS 芯片 AD9851, 检波模块以 AD637JQ 芯片构成, 相位检测模块由 AD8302 芯片构成, DAC 芯片 TLV5618 控制扫频信号的幅度。实验结果表明, 仪器可以检测 20 Hz ~ 1 MHz 左右的频率信号源, 可以显示在 LCD 屏幕上, 直观地读出频率、幅度和相位。

关键词: ARM920T 处理器; DDS; 检波 AD637JQ; 相位 AD8302; 数字扫描仪

中图分类号: TN98

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2014)06-0577-04

Design of ARM920T-based embedded low-frequency digital scanner

Liu Shuncai

(Information Engineering Department, Fuzhou Strait Vocational College, Fuzhou 350014, China)

Abstract: Direct digital synthesizer (DDS) technology was employed to implement phase frequency, amplitude, frequency characteristics analysis instruments, in which advanced RISC machines (ARM)920T was adopted as core processor and low frequency signal as the signal source. The system can simply realize the time domain of signal sources and specific parameters waveforms (simple signal source in the time domain waveform and specific parameters), which mainly consists of ARM920T processor, DDS frequency sweeping module, analog to digital converter (ADC) sampling module, digital to analog converter (DAC) output module, waveforms detection filter module and frequency sweeping signal source amplitude module. The processor sampling was controlled by ARM920T, while the frequency sweeping signal source sampling was implemented by DDS chip AD9851. The waveform detection module was controlled by AD637JQ chip. The phase detection module and the frequency sweeping signal amplitude were controlled by AD8302 chip and the DAC chip TLV5618, respectively. The instrument can detect frequency signal source ranged between 20 Hz to 1 MHz and can directly display frequency, amplitude and phase on the liquid crystal display (LCD) screen.

Keywords: advanced RISC machines (ARM)920T processor; direct digital synthesizer (DDS); waveform detection chip AD637JQ; phase chip AD8302; digital scanner

低频数字扫描仪是一种高科技、高精度的光电一体化的产品。它是将各种波形信号输入之

后,可以产生通过示波器观看信号波形的幅度,频率,相位等的仪器,是继示波器和万用表之后的第

路来实现扫描信号的幅度,同时要求衰减器的分辨率达到 1/212 V,使得输出幅度增益范围在 0 ~ 72 dB 之间,并且能直接控制衰减倍数。

2.3 检波器设计

系统采用有效值检波,芯片采用 AD637JQ^[3]。因为 AD637JQ 是一款高精度的有效值转换器,使用起来很简单并且调整很方便,稳定的时间比较短,读书准确,精度高,输入电压幅度高达 7 V 有效值,可以计算各种比较复杂的信号的有效值,芯片内部采用峰值系数补偿,在测试峰值达到 10 V 时,误差范围仅 1%,实际应用中需要的外部调整元件为平均电容,它会影响信号的平均时间、低频精度、输出纹波和输出稳定时间。本方案实践起来比较容易,对应的公式:

$$T_s = \frac{115 \text{ ms}}{nf} \times C_{AV} \quad (1)$$

$$U_{\text{rms}} = u_{\text{in}}^2 / u_o \quad (2)$$

基于 AD637JQ 芯片有效值的检波应用电路原理图,如图 3 所示。

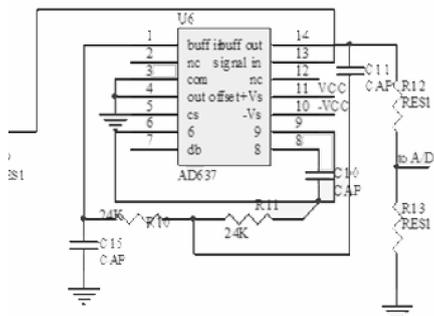


图 3 有效值的检波原理图

Fig.3 Schematic of RMS detection

2.4 鉴相器设计

鉴相器是一种相位比较器的电路图,它是输出电压误差值 $V_d(t)$ 是 $V_i(t)$ 与 $V_o(t)$ 的瞬时相位相减之差的函数。

3 电路设计与部分程序设计

ARM920T^[4] 外围设计和控制电路包括液晶显示器和键盘按键,电路如图 4 所示;

电压拉低电路如图 5 所示;

D/A 转换电路如图 6 所示;

鉴相器原理图如图 7 所示;

程序设计框图如图 8 所示。

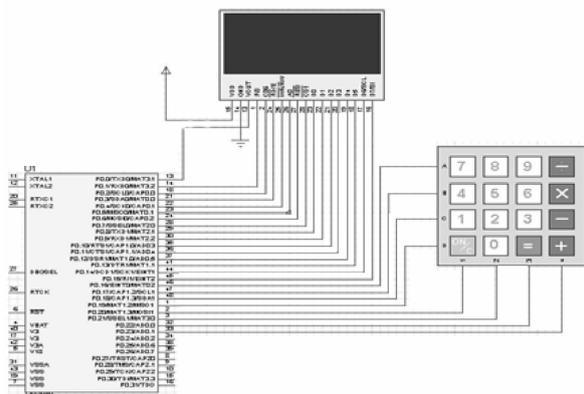


图 4 ARM920T 控制电路

Fig.4 ARM920T control circuit

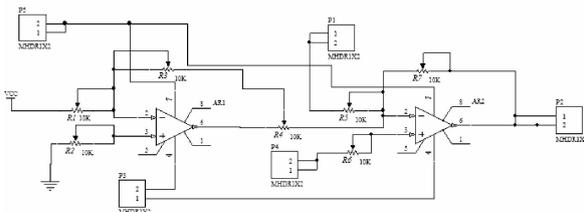


图 5 电压拉低电路

Fig.5 Voltage lowering circuit

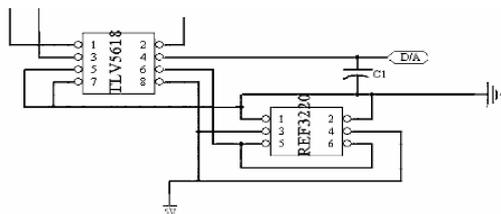


图 6 D/A 转换电路

Fig.6 D/A conversion circuit

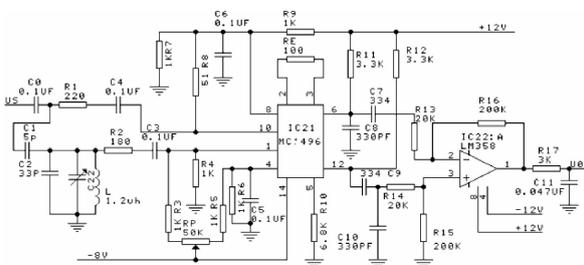


图 7 鉴相器原理图

Fig.7 Schematic of phase discriminator

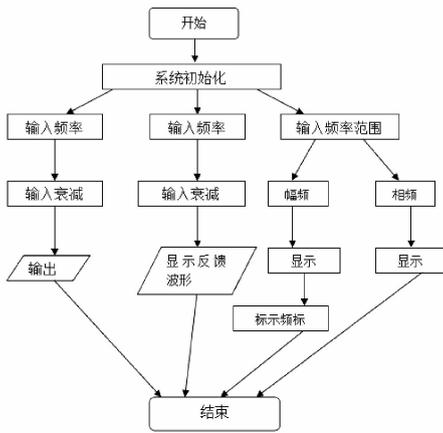


图 8 程序设计框图

Fig. 8 Block diagram of programming

4 测试结果

4.1 测量扫频信号源

测量信号源的频率和幅度稳定测量值:其中幅度用 50 MHz 的数字存储示波器测量,频率用多功能频率计数器测量,数据如表 1。从表中可见,误差最大值为 0.072%,而设计范围为 20 Hz ~ 1 MHz,所以在指标内最大误差为 0.07%。

表 1 AD9851 输出频率及幅度

Tab. 1 AD9851 output frequency and amplitude

理论输入 频率 f_i/Hz	实测输出 频率 f_o/Hz	输出电压		
		峰-峰值 V_o/V	$f_o - f_i/\text{Hz}$	误差/%
1×10^6	999 985.300	1.00	-0.014 70	0.001
1×10^5	99 997.850	1.00	-0.002 15	0.002
5×10^4	49 998.500	1.00	-0.001 50	0.003
1×10^3	999.968	1.00	-0.032 00	0.004
500	499.641	1.00	-0.359 00	0.072
50	49.982	1.02	-0.018 00	0.036

由于峰值电压基本不变,所以使得系统抑制电压幅度的能力大大提高。总之扫频信号发生器完全符合理论指标的设计要求。

4.2 有效值检波器测量值

线性扫频及点频的部分测量数据利用正弦信号波的点频测量方法,即由扫频信号发生器产生

频率。20 Hz, 2 kHz, 20 kHz, 50 kHz, 200 kHz, 500 kHz 和 1 MHz 从上至下对应于表 2。由于已知正弦波的幅度,可以直接经检波器算出它的有效值,并与真有效值进行误差分析,详细记录的数据如表 2 所示。由表格数据知:有效值检波器的最大误差是 -1.63%,由于 AD637 是一个比较大的信号比较器,幅度在 3 125 mV 时的误差最大,这个和理论分析一致,所以此检波器的设计符合指标要求。

表 2 线性扫频及点频的部分测量数据

Tab. 2 Some measurement data of linear sweep and frequency

幅度 (V_{p-p})	10.000 0	2.500 0	0.312 5
输出有效值/V	3.483 5	0.873 2	0.110 4
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	-1.47	-1.21	-0.09
输出有效值/V	3.533 9	0.883 5	0.110 3
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	-0.05	-0.05	-0.18
输出有效值/V	3.534 0	0.885 4	0.108 7
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	-0.04	0.17	-1.63
输出有效值/V	3.531 2	0.882 9	0.111 1
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	-0.12	-0.11	0.54
输出有效值/V	3.535 6	0.883 9	0.110 3
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	0.00	0.00	-0.18
输出有效值/V	3.536 6	0.882 9	0.110 4
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	0.03	-0.11	-0.09
输出有效值/V	3.536 3	0.883 0	0.110 9
真有效值/V	3.535 5	0.883 9	0.110 5
误差/%	0.02	-0.10	0.36

5 结论

低频数字扫描仪是一种高科技、高精度的光电一体化的产品。通过本系统的实验设备可以以相对较小的误差来实现对应的电压、频率和相位等。

参考文献:

- [1] 黄智伟. 锁相环与频率合成器电路设计[M]. 西安:西安电子科大出版社,2008:450-470.
- [2] 高吉祥. 电子仪器仪表设计[M]. 北京:电子工业出版社,2007:322-330.
- [3] 张肃文. 高频电子线路:第五版[M]. 北京:高等教育出版社,2010:240-250.
- [4] 陈曠. ARM 嵌入式技术原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2010:233-235. (责任编辑:肖锡湘)