

●主题论文

DDS 芯片 AD9832 的原理及应用

湖南大学电气与信息工程学院 江玉蓉 周有庆 吴桂清

Principle and Application of AD9832

Jiang Yurong Zhou Youqing Wu Guiqing

摘要: AD9832 是 AD 公司生产的直接数字频率合成器。它体积小、重量轻、操作方便,同时具有极高的频率分辨率。文章介绍了直接数字频率合成器(DDS) AD9832 的原理,分析了 AD9832 的内部结构、引脚功能以及在高频测试仪中的应用。

关键词:直接数字频率合成器; DDS; AD9832; 高频测试仪

分类号: TN741

文献标识码: B

文章编号: 1006-6977(2001)10-0011-03

直接数字频率合成是一种新的频率合成技术和信号产生方法。直接数字频率合成器(DDS)具有超高速的频率转换时间,极高的频率分辨率和较低的相位噪声,在频率改变与调频时,DDS 器件能够保持相位的连续,因此很容易实现频率、相位和幅度调制。此外,该器件还具有可编程控制的突出优点。因此,直接数字频率合成器得到了越来越广泛的应用,成为当今电子系统及设备中频率源的首选器件。

1 DDS 的基本原理

DDS 的原理框图如图 1 所示。图中相位累加器可在每一个时钟周期来临时将频率控制码所决定的

相位增量 Δphase 累加一次,如果记数大于 $2N$,则自动溢出,而只保留后面的 N 位数字于累加器中。正弦查询表 ROM 用于实现从相位累加器输出的相位值到正弦幅度值的转换,并根据输入到正弦查询表 ROM 的相位值取出 ROM 中与其对应的数字量,然后送到 DAC 中将其转变为模拟量,最后通过滤波器输出一个很纯的正弦波信号。

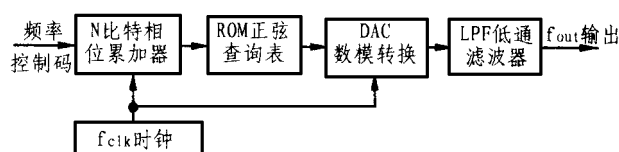


图 1 DDS 原理框图

振频率进行微调。

3.2 用 5G8630 组成分频器

图 4 为使用 5G8630 构成的分频器电路,从图 4 中可以看出,只要在 I_{NOSC} 晶振输入端输入 1 MHz 的时钟信号,并将 CTL_1 、 CTL_4 、 CTL_5 和 CTL_6 编程代码的输入端接到 V_{DD} ,即可形成

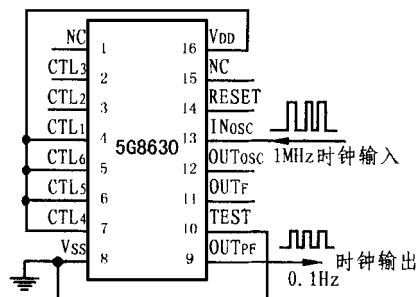


图 4 5G8630 组成的分频器电路图

100 111 的编程代码输入,于是,便可在 OUT_{PF} 的可编程输出端输出 0.1 Hz 的时钟。

图 5 是各种典型分频电路的波形图。

收稿日期: 2001-04-10

咨询编号: 011003

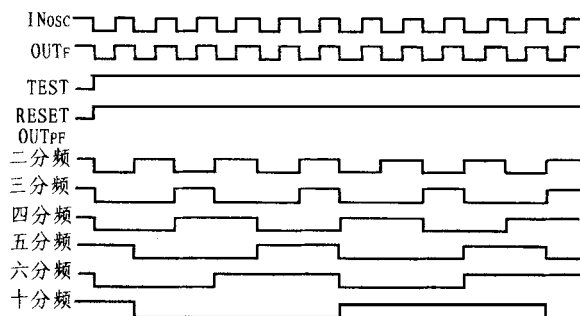


图 5 典型分频电路波形图

其输出频率 f_{out} 与时钟频率 f_{clk} 及频率控制码决定的相位增量 Δphase 有关。可用下式算出:

$$f_{out} = (\Delta\text{phase} / 2^N) f_{clk}$$

式中, N 是相位累加器的比特数。根据采样定理, DDS 的最高输出频率应小于 $f_{clk}/2$, 而实际只能达到 $40\% f_{clk}$ 。

DDS 的最小频率分辨率可由下式给出:

$$\Delta f_{min} = f_{clk} / 2^N$$

因此, 只要 N 足够大, 即累加器的位数具有足够的长度, 就能得到所需的频率分辨率。

2 AD9832 芯片介绍

2.1 AD9832 的内部结构

AD9832 是 AD 公司生产的一款完整的 DDS 芯片, 它的最高时钟频率可达 25 MHz。其内部的功能结构图如图 2 所示。AD9832 主要由数控振荡器 (NCO) 和相位调制器、正弦查询表以及一个 10 位数模转换器 (DAC) 组成。其中数控振荡器和相位调制器部分包含两个 32 位的频率寄存器、一个 32 位的相位累加器和四个 12 位的相位寄存器。

2.2 AD9832 的引脚功能

AD9832 的主要端口分为数据及控制端口、电源端口以及参考和输出信号端口几部分。这些端口

引脚的功能如下:

MCLK: 数字时钟输入端, 该时钟决定了 DDS 的输出频率精度和相位噪声。

SCLK: 串行时钟信号, 数据在 SCLK 的每一个下降沿写入 AD9832。

SDATA: 16 位串行数据输入端。

FSYNC: 数据同步信号输入端, 当它为低电平时, 表示正在输入一个新字。

FSELECT: 频率选择控制端。AD9832 有两个频率寄存器 FREQ0 和 FREQ1。当 FSELECT = 0 时, 选择 FREQ0; 当 FSELECT = 1 时, 选择 FREQ1。可以使用管脚 FSELECT 或位 FSELECT 来控制选择使用哪一个寄存器, 当使用位 FSELECT 进行选择时, 管脚 FSELECT 应与 DGND 相接。

PSEL0, PSEL1: 相位选择控制端。AD9832 有四个相位寄存器 PHASE0、PHASE1、PHASE2 和 PHASE3。当 PSEL0 和 PSEL1 为 00 时, 选择 PHASE0; 为 10 时, 选择 PHASE1; 为 01 时, 选择 PHASE2; 为 11 时, 选择 PHASE3。同样可以用管脚 PSEL0, PSEL1 或位 PSEL0, PSEL1 来控制选择使用哪一个寄存器。当使用位 PSEL0, PSEL1 时, 应将管脚 PSEL0, PSEL1 接 DGND。

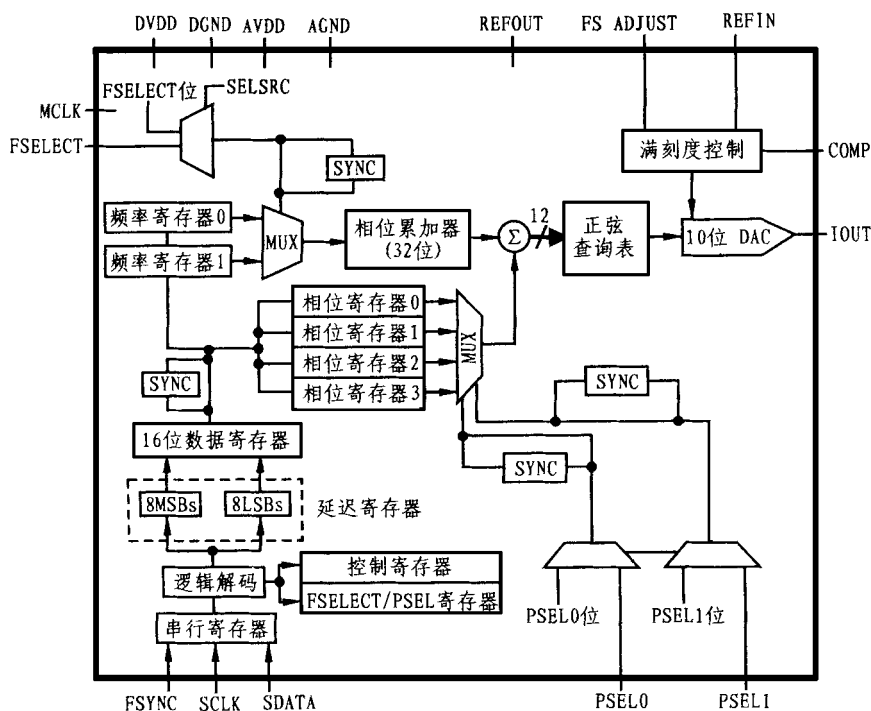


图 2 AD9832 的功能块框图

DV_{DD}: 数字电源端 (5 V ± 10% 或 3.3 V ± 10%)。该端口与 DGND 之间可接 0.1 μF 的去耦电容。

DGND: 数字地。

AGND: 模拟地。

AV_{DD}: 模拟电源端 (5 V ± 10% 或 3.3 V ± 10%)。该端与 AGND 之间可接 0.1 μF 的去耦电容。

FS ADJUST: D/A 转换器的满刻度调整端。它与 AGND 之间需接一个电阻, D/A 转换器的满刻度输出电流值与此电阻的大小有关。

REFIN: 参考电压输入端。

REFOUT: 参考电压输出端。

IOUT:高阻抗电流源输出,使用时必须通过一个负载电阻才能与 AGND 相连。

COMP:内部参考放大器的补偿端。

3 AD9832 在高频测试仪中的应用

高频测试仪是针对电力线载波通道高频参数测试的设备,一般用在发电厂、变电站等场所对高频通道设备的高频参数进行测试。目前广泛使用的测试装置是电平振荡器和选频电平表,两者配合可完成测试工作。

笔者将直接数字频率合成技术引入其中,并采用 DSP 芯片作为微控制器设计了一台集电平振荡器和选频电平表于一体的智能化的高频测试仪。其工作原理是将模拟输入信号经过高速采样,然后利用 DSP 的数字信号处理功能通过软件编程算法来实现频率和电平的测量,从而实现选频电平表的功能。而 AD9832 和 D/A 转换芯片构成的可控信号源则可实现电平振荡器的功能,其原理图如图 3 所示。

当 DSP 向 AD9832 写入命令后,AD9832 将产生所需频率的正弦或调频调幅信号,其输出经低通滤波后送入 D/A 转换器的参考源输入端以控制输出信号的幅度。这一信号经放大后可以得到一个频率和幅度均可控的正弦波信号,而反馈回路则可确保输出值为设定值。

AD9832 有串口和 DSP 相连, SCLK、SDATA 和 FSYNC 三个管脚用来向 AD9832 写入数据和控制字。当 FSYNC = 0 时,表示正向 AD9832 写入一个新字,并将在下一个 SCLK 的下降沿读入第一位,其余的位在随后的 SCLK 的下降沿读入,经过 16 个 SCLK 下降沿后,置 FSYNC = 1。在写频率/相位寄存器时,前 4 位用来判断哪一个目标是寄存器,紧接着的 4 位用来放目标寄存器的地址,而低 8 位所放的则是写入寄存器的数据。AD9832 采用 32 位累加器,其输出的数据在进入正弦查询表之前被截断为 12 位,然后经内部集成的 10 位 DAC 产生模拟信号输出。其输出值为 $f_{out} = FREQ \times f_{MCLK} / 2^{32}$,其中

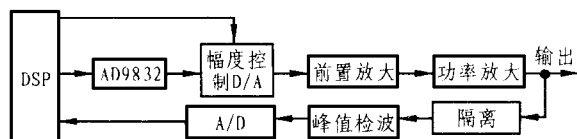


图 3 AD9832 构成的电平振荡器原理框图

FREQ 为所选择的频率寄存器中所装入的值。

4 结束语

DDS 作为新型的频率合成器,可广泛应用于现代通信设备中。本文介绍的是将 AD9832 用于高频测试仪中,该装置不仅具有优良的频率准确度和稳定性,而且体积小、重量轻、操作简便。而 AD9832 作为 DDS 其中的一款芯片还具有体积小、价格低、功耗小、频率分辨率高等特点,因此,AD9832 的应用远不止上述方面,它必将得到更广泛的应用。

参考文献

1. Analog Devices Inc. CMOS Complete DDS AD9832, 1999
2. 张玉兴. DDS 高稳高纯频谱频率源技术. 系统工程与电子技术, 1997, 12: 24 ~ 28
3. 徐勤建. AD7008 构成的可编程信号源设计. 国外电子元器件, 2000, 11: 30 ~ 33

收稿日期: 2001 - 05 - 15

咨询编号: 011004

欢迎订阅

电气时代® 月刊

邮发代号: 2-108 定价: 8 元/期

主要栏目: 编读往来 ET 人物 时代前沿 电气业界
市场观察 专题报道 电网改造 应用长施
工厂信息化 产品大世界 读者俱乐部

会员制经营模式

- ★ 以互动方式满足读者产品技术信息需求为目的
- ★ 电气专业领域的企业和个人均有入会资格
- ★ 入会办法: 交纳年度会费 96 元或订阅全年杂志
- ★ 享受优质的图书邮购、技术咨询及信息平台服务

地址: 北京百万庄大街 22 号 电气时代杂志社 (100037)

电话: (010)68326677-2404, 2742, 2905

http://www.electricage.com.cn

E-mail: dq@mail.machineinfo.gov.cn

免费索样标志