

新型多功能厘米波频率合成器设计

莫 馁, 杨 航, 穆晓华

(中国电子科技集团公司第二十六研究所, 重庆 400060)

摘要:该文介绍了一种新型多功能厘米波频率合成器, 利用锁相倍频的方式, 首次将直接数字频率合成器(DDS)输出的连续波(步进1 MHz)、常规脉冲、重频抖动、重频参差、双脉冲、捷变频信号、组变信号、二相编码和线性调频等信号搬移至0.8~18 GHz频段, 外形尺寸为76 mm×70 mm×10 mm, 体积约为传统类似频率综合器项目的1/20, 具有工作频带宽、频率高、体积小等优点。

关键词:频率合成器; 线性调频; 二相编码; 宽频带; 小体积

中图分类号: TN74 **文献标识码:** A

Design of a New Multi-Function Centimeter Wave Frequency Synthesizer

MO Nei, YANG Hang, MU Xiaohua

(The 26th Institute of China Electronics Technology Group Corporation, Chongqing 400060, China)

Abstract: This paper proposes a novel multifunctional centimeter-wave frequency synthesizer. The proposed synthesizer, for the first time, moves the continuous wave (step: 1 MHz), conventional pulse, double frequency jitter, double frequency stagger, double pulse, agile frequency conversion signal, group variable signal, two-phase coding, and linear frequency modulation signals from direct digital synthesis (DDS) to 0.8–18 GHz frequency band via phase-locked frequency doubling. The overall size of the device is 76 mm×70 mm×10 mm, and its volume is approximately one-twentieth that of the traditional frequency synthesizer. Thus, it affords the advantages of a wide working band, high frequency, and small size.

Key words: frequency synthesizer; linear frequency modulation; two-phase coding; wide frequency band; small size

0 引言

频率合成器被广泛应用于机载、弹载、地面及车载等平台。近年来, 随着电子信息技术的快速发展, 系统对频率合成器要求越来越高, 在尽可能小的尺寸空间中实现各项复杂功能和指标成为大势所趋^[1]。

目前锁相环(PLL)频率合成和直接数字(DDS)频率合成是频率合成技术的两个主要方向^[2]。PLL频率合成具有杂散指标好、输出频率高等优点; DDS频率合成具有跳频时间短及输出频率步进小等优点^[3]。本文采用DDS+PLL方式实现了新型多功能厘米波频率合成器设计。该频率合成器综合了PLL频率合成和DDS频率合成各自的优点, 将DDS输出的线性调频、二相编码等调制信息通过锁相倍频移到锁相环输出, 与传统厘米波频综相比有

较大简化, 新型多功能厘米波频率合成器的体积只有传统类似频率综合器项目的1/20。

1 常用厘米波频率合成器方案对比

传统厘米波频率合成器采用3个锁相环+1个DAC+两级混频滤波, 方案较复杂, 其原理框图如图1所示。

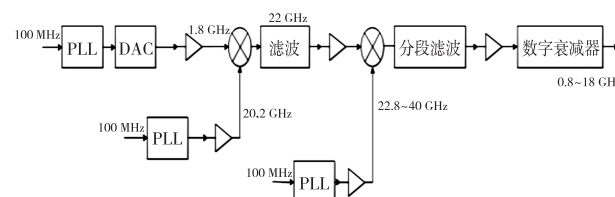


图1 传统厘米波频率合成器方案框图

新型厘米波频率合成器采用2个锁相环电路+1个DDS, 方案相对简单, 其原理框图如图2所示。

收稿日期: 2023-09-26

作者简介: 莫馁(1978-), 男, 四川省仪陇县人, 高级工程师。

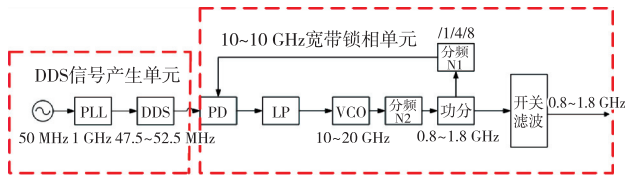


图2 新型厘米波频率合成器方案框图

与传统厘米波频率合成器相比,新型厘米波频率合成器具有以下优点:

1) 方案简单,新型厘米波频率合成器仅需2个锁相环电路+1个DDS电路,可实现0.8~18 GHz宽带信号输出。

2) 体积小,新型厘米波频率合成器未使用混频滤波电路,节省空间体积。

3) 杂散指标优,新型厘米波频率合成器全部采用锁相环方案,锁相环本身相当于一个窄带滤波器,与传统厘米波频率合成器相比,其杂散抑制较好。

4) 功耗低,新型厘米波频率合成器全部采用锁相环方案,使用放大器少,与传统厘米波频率合成器相比,其功耗小。

2 新型厘米波频率合成器设计

新型厘米波频率合成器产生0.8~18 GHz的宽带多功能信号,电路设计主要分为DDS信号产生单元和10~20 GHz宽带锁相单元两部分。

DDS信号产生单元基于50 MHz晶振信号,通过锁相环电路产生1 GHz点频信号,用于后级DDS电路参考信号。DDS输出47.5~52.5 MHz的跳频信号,用作后一级10~20 GHz宽带锁相环参考信号,该信号通过程序控制可同时实现输出的1/N带宽的线性调频、输出 180° 的1/N相位的二相编码的功能。

10~20 GHz宽带锁相单元主要由10~20 GHz宽带锁相环构成。使用前级DDS信号产生单元产生的47.5~52.5 MHz跳频信号作参考,通过锁相环电路相位锁定使DDS输出信号与电压控制振荡器(VCO)信号不同源的情况下保持相位同步。设计调试合适的环路带宽保证调制信号时,锁相环负反馈系统稳定。软件设计时将DDS输出调制信号与锁相环参数配合,能够自适应输入参考频率及相位的变化。在锁相环功分反馈的前级设计有1/4/8/16可变分频器,增加的分频器处在锁相环电路内部,分频后的信号进入鉴相器内部进行相位比较后锁定,可避免信号经过分频器输出后的相位突变不

连续。

图3为最终新型厘米波频率合成器成品。体积为类似频率综合器项目的1/20。新型厘米波频率合成器输出信号测试波形如图4~10所示。

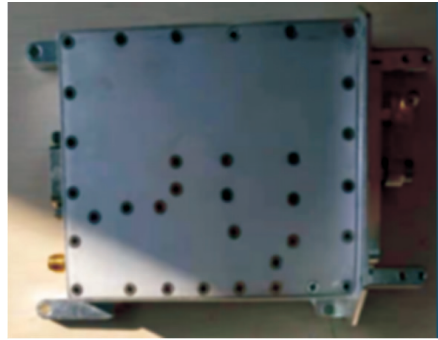


图3 新型厘米波频率合成器成品

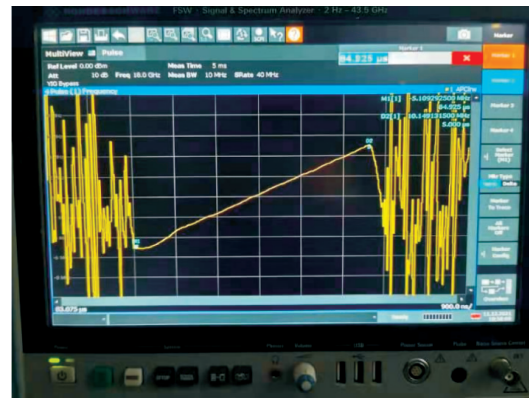


图4 正斜率线性调频

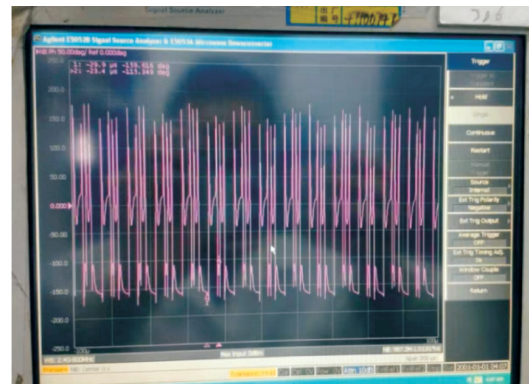


图5 二相编码信号



图6 双脉冲信号

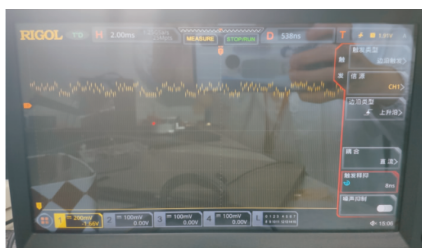


图7 随机捷变频信号



图8 组变信号



图9 重频参差

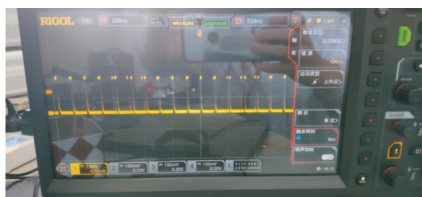


图10 重频抖动

3 结束语

新型厘米波频率合成器通过合理的方案设计及软件控制,将 DDS 输出的线性调频、二相编码等调制通过锁相倍频将调制信息搬移到锁相环输出,产生 0.8~18 GHz 宽频带信号,宽带信号可通过程序控制在连续波(步进 1 MHz)、常规脉冲、重频抖动、重频参差、双脉冲、捷变频信号、组变信号、二相编码和线性调频等信号之间切换,与类似频率综合器相比体积减小。

参考文献:

- [1] 崔志伟. 小型低相位噪声毫米波频率合成源研究[D]. 成都:电子科技大学,2005.
- [2] MA Haihong, TANG Xiaohong, WU Tao, et al. New method to design low phase noise millimeter wave PLL frequency synthesizer [J]. Microwave and Optical Technology Letters,2006,48(6):1194-1197.
- [3] 薛良金. 毫米波工程基础[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004.
- [4] 厉家骏,张福洪,陆家明. 一种捷变频锁相环设计研究[J]. 通信技术,2015,46(10):1192-1195.
- [5] 宁云炜. C 波段捷变频锁相频率源研究[D]. 成都:电子科技大学,2010.
- [6] XIU L, LIN K H, LIN M. The Impact of Input-mismatch on flying-adder direct period synthesizer output jitter[J]. IEEE Trans Circuits and Systems-I,2012, 59:1942-1951.