



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109547043 B

(45) 授权公告日 2020.10.30

(21) 申请号 201811582743.9

H04L 27/12 (2006.01)

(22) 申请日 2018.12.24

H04B 1/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 洪小燕

申请公布号 CN 109547043 A

(43) 申请公布日 2019.03.29

(73) 专利权人 中国电子科技集团公司第五十八研究所

地址 214000 江苏省无锡市滨湖区惠河路5号

(72) 发明人 夏永平 张勇

(74) 专利代理机构 无锡派尔特知识产权代理事务所(普通合伙) 32340

代理人 杨立秋

(51) Int. Cl.

H04B 1/04 (2006.01)

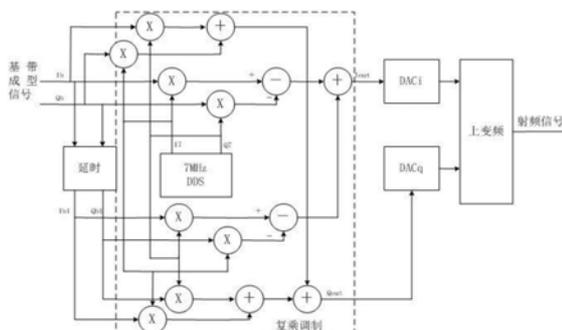
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种节约射频带宽的调制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种节约射频带宽的调制器及其调制方法,调制方法包括:基带成型信号的同相通道Ib和正交通道Qb分作两路,一路与数字直接频率合成器产生的信号做复数乘法;另一路经延时后再与数字直接频率合成器产生的信号做复数乘法;将两个复乘输出的同相通道输出相加送第一数模转换器转换为模拟信号送上变频器;同时,将两个复乘输出的正交通道输出相加送第二数模转换器,转换为模拟信号后,也送上变频器;最后由上变频器输出射频信号。本发明中将复乘调制输出的两路信号分别经数模转换器转换后,再经上变频后输出的射频信号的频谱,不存在有用信号的镜像频率,全部为有用信号,带宽大约只占正交调制射频输出信号频谱的一半,频谱效率高。



1. 一种节约射频带宽的调制方法,其特征在于,使用调制器进行调制,调制器包括数字直接频率合成器DDS、延时器、第一复数乘法装置、第二复数乘法装置、第二数模转换器DAC_q、第一数模转换器DAC_i和上变频器,第一复数乘法装置将基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘、基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Q_{out}送至第二数模转换器DAC_q;第二复数乘法装置将基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘-基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘,然后将得到的I_{out}送至第一数模转换器DAC_i;第二数模转换器DAC_q、第二数模转换器DAC_q的输出端与上变频器的输入端电连接;

所述调制方法包括以下步骤:

S1、基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘、基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Q_{out}送至第二数模转换器DAC_q;

S2、基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘-基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘,然后将得到的I_{out}送至第一数模转换器DAC_i;

S3、将步骤S1和步骤S2中转换成的模拟信号送上变频器;

其中,复乘调制部分用数学表达式如下:

$$I_{out} = (I_b * I_7 - Q_b * Q_7) + (I_{b1} * Q_7 - Q_{b1} * I_7);$$

$$Q_{out} = (I_b * Q_7 + Q_b * I_7) + (I_{b1} * I_7 + Q_{b1} * Q_7);$$

S4、由上变频器输出射频信号。

2. 根据权利要求1所述的节约射频带宽的调制方法,其特征在于,步骤S1和步骤S2中数字直接频率合成器DDS产生的信号频率为基带成型信号中心频率的二倍。

一种节约射频带宽的调制方法

技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,具体涉及一种节约射频带宽的调制方法。

背景技术

[0002] 在无线通信系统的发射机中,都需要将携带信息的基带调制信号上变频到射频载波上再发射,经无线传输后,再由接收机接收后下变频,最后把信息解调出来。在调制器中,通常先将基带信号进行正交调制,调制到中频(如72MHz)上,再上变频。

[0003] 基带成型信号调制,通常采用正交调制。原理框图如附图1所示。基带成型信号(同相通道I_b及正交通道Q_b)分为两路,一路与数字直接频率合成器产生的10MHz信号(同相通道I₁₀及正交通道Q₁₀)的对应通道分别相乘。另一路经延时后与数字直接频率合成器产生的24MHz信号(同相通道I₂₄及正交通道Q₂₄)的对应通道分别相乘。然后将同相通道的乘积相加,其和I_{out}送第一数模转换器DAC_i转换为模拟信号再送上变频器;同时将正交通道的乘积和Q_{out}送第二数模转换器DAC_q,转换为模拟信号后,也送上变频器。最后由上变频器输出射频信号。

[0004] 其中正交调制部分用数学表达式如下:

$$[0005] \quad I_{out} = I_b * I_{10} + I_{b1} * I_{24},$$

$$[0006] \quad Q_{out} = Q_b * Q_{10} + Q_{b1} * Q_{24}.$$

[0007] 正交调制输出的两路信号(I_{out}和Q_{out})除本身需要的信号外,还包含它们的镜像频率。这两路信号(I_{out}和Q_{out})分别经数模转换器转换后,再经上变频后输出的射频信号的频谱,是以载波频率为中心,左右对称分布的同样包含有用信号的镜像频率,因而有用信号带宽大约只占射频输出信号频谱的一半,频谱效率低。

发明内容

[0008] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种节约射频带宽的调制方法。

[0009] 为了达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0010] 本发明提供一种节约射频带宽的调制方法,使用调制器进行调制,调制器包括数字直接频率合成器DDS、延时器、第一复数乘法装置、第二复数乘法装置、第二数模转换器DAC_q、第一数模转换器DAC_i和上变频器,第一复数乘法装置将基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘、基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Q_{out}送至第二数模转换器DAC_q;第二复数乘法装置将基带成型信号的同相分量I_b与数字直接频率合成器DDS的同相分量I₇相乘-基带成型信号的正交分量Q_b与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量I_{b1}与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q₇相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Q_{b1}与数字直接频率合成器DDS的同相

分量I7相乘,然后将得到的Iout送至第一数模转换器DACi;第二数模转换器DACq、第二数模转换器DACq的输出端与上变频器的输入端电连接;

[0011] 所述调制方法包括以下步骤:

[0012] S1、基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘、基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Qout送至第二数模转换器DACq;

[0013] S2、基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘-基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘,然后将得到的Iout送至第一数模转换器DACi;

[0014] S3、将步骤S1和步骤S2中转换成的模拟信号送上变频器;

[0015] 其中,复乘调制部分用数学表达式如下:

[0016] $I_{out} = (I_b * I_7 - Q_b * Q_7) + (I_{b1} * Q_7 - Q_{b1} * I_7)$;

[0017] $Q_{out} = (I_b * Q_7 + Q_b * I_7) + (I_{b1} * I_7 + Q_{b1} * Q_7)$;

[0018] S4、由上变频器输出射频信号。

[0019] 作为优选的方案,步骤S1和步骤S2中数字直接频率合成器DDS产生的信号频率为基带成型信号中心频率的二倍。

[0020] 本发明具有以下有益效果:本发明中将复乘调制输出的两路信号分别经数模转换器转换后,再经上变频后输出的射频信号的频谱,不存在有用信号的镜像频率,全部为有用信号,带宽大约只占正交调制射频输出信号频谱的一半,频谱效率高。同时,取消中频调制及其滤波器、射频镜像抑制滤波器,节约成本。

附图说明

[0021] 图1为本发明背景技术中正交调制的工作原理图。

[0022] 图2为本发明一种节约射频带宽的调制器的工作原理图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图详细说明本发明的优选实施方式。

[0024] 为了达到本发明的目的,如图2所示,在本发明的其中一种实施方式中提供一种节约射频带宽的调制方法,使用调制器进行调制,调制器包括数字直接频率合成器DDS、延时器、第一复数乘法装置、第二复数乘法装置、第二数模转换器DACq、第一数模转换器DACi和上变频器,第一复数乘法装置将基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘、基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Qout送至第二数模转换器DACq;第二复数乘法

装置将基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘-基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘,然后将得到的Iout送至第一数模转换器DACi;第二数模转换器DACq、第二数模转换器DACq的输出端与上变频器的输入端电连接;

[0025] 所述调制方法包括以下步骤:

[0026] S1、基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘、基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘、延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘,然后将这四个相乘信号相加得到的Qout送至第二数模转换器DACq;

[0027] S2、基带成型信号的同相分量Ib与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘-基带成型信号的正交分量Qb与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘+延时器延时后的基带成型信号的同相分量Ib1与数字直接频率合成器DDS的正交分量Q7相乘-延时器延时后的基带成型信号的正交分量Qb1与数字直接频率合成器DDS的同相分量I7相乘,然后将得到的Iout送至第一数模转换器DACi;

[0028] S3、将步骤S1和步骤S2中转换成的模拟信号送上变频器;

[0029] 其中,复乘调制部分用数学表达式如下:

[0030] $I_{out} = (I_b * I_7 - Q_b * Q_7) + (I_{b1} * Q_7 - Q_{b1} * I_7)$;

[0031] $Q_{out} = (I_b * Q_7 + Q_b * I_7) + (I_{b1} * I_7 + Q_{b1} * Q_7)$;

[0032] S4、由上变频器输出射频信号。

[0033] 具体的,步骤S1和步骤S2中数字直接频率合成器DDS产生的信号频率为基带成型信号中心频率的二倍。

[0034] 本发明中将复乘调制输出的两路信号分别经数模转换器转换后,再经上变频后输出的射频信号的频谱,不存在有用信号的镜像频率,全部为有用信号,带宽大约只占正交调制射频输出信号频谱的一半,频谱效率高。

[0035] 同时,取消中频调制及其滤波器、射频镜像抑制滤波器,节约成本。

[0036] 通过正交调制与复乘调制性能对比,我们可以看出,在实现复杂度(占用FPGA资源)相当的前提下,复乘调制比常规正交调制少占用一半以上的射频带宽,具有更高的频谱效率和通信性能。在无线通信系统发射机基带信号处理中,推荐用复乘调制取代正交调制。

[0037] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

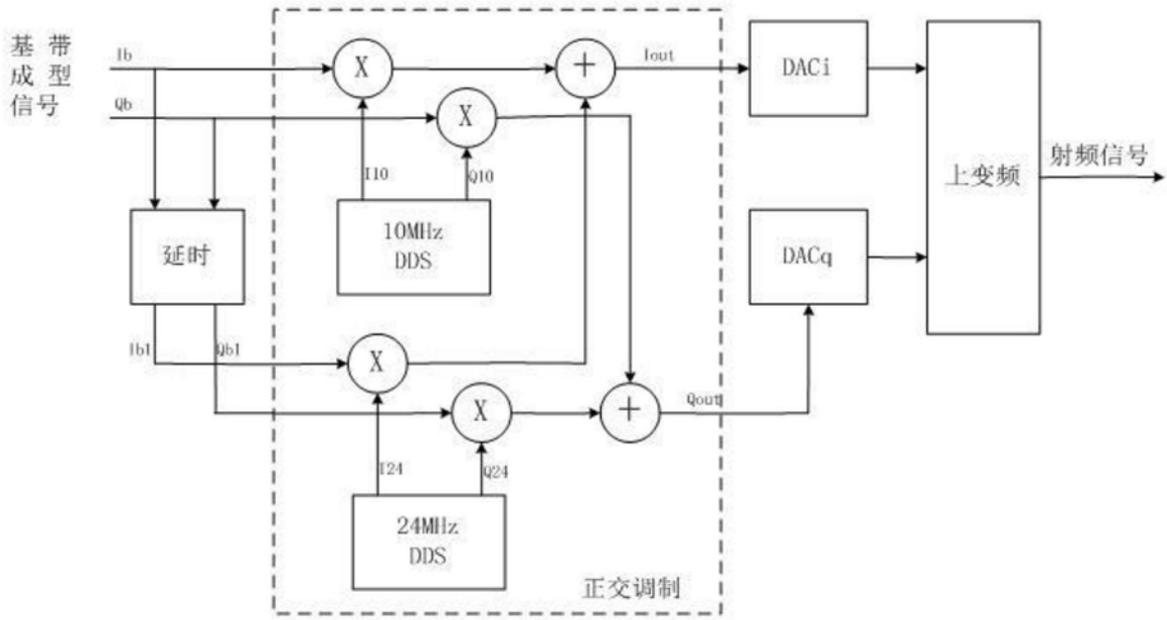


图1

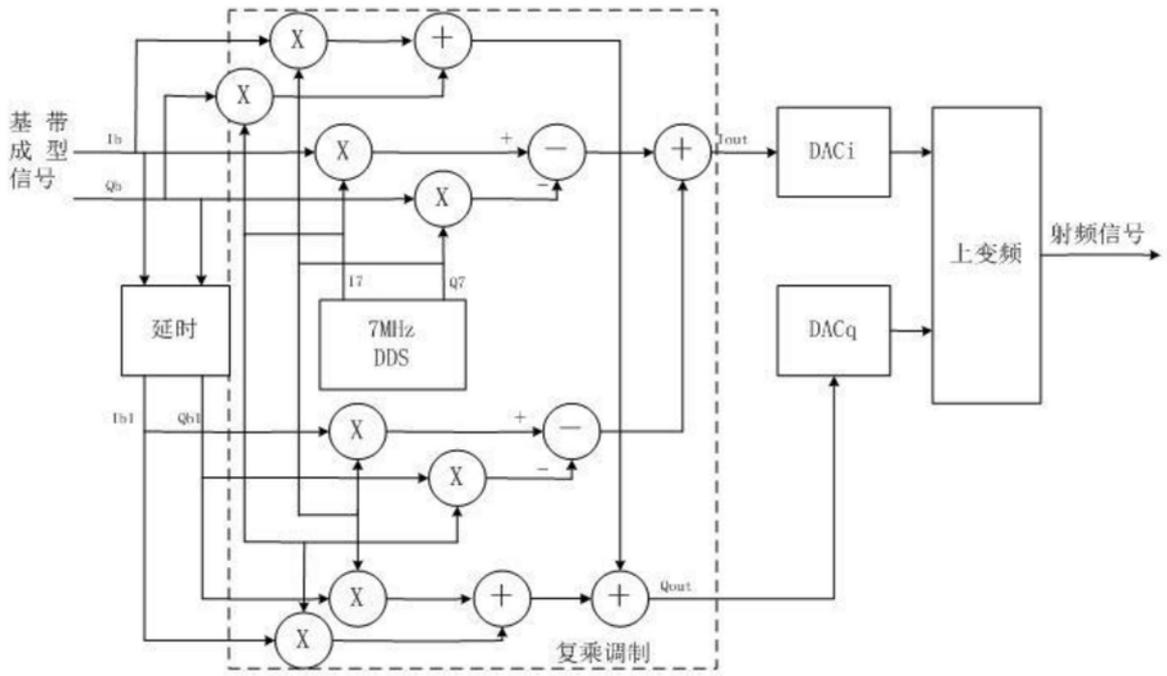


图2