



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103746951 B

(45)授权公告日 2017.01.18

(21)申请号 201410010437.3

H04B 1/04(2006.01)

(22)申请日 2014.01.09

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103746951 A

- WO 2006069477 A1, 2006.07.06,
- WO 2006069477 A1, 2006.07.06,
- CN 101459636 A, 2009.06.17,
- CN 101056288 A, 2007.10.17,
- US 2002173285 A1, 2002.11.21,
- US 2011306300 A1, 2011.12.15,
- CN 103312275 A, 2013.09.18,
- CN 103401511 A, 2013.11.20,
- CN 101044676 A, 2007.09.26,

(43)申请公布日 2014.04.23

(73)专利权人 上海晨思电子科技有限公司
地址 200120 上海市浦东新区杨高南路428号12楼

专利权人 晨星半导体股份有限公司

(72)发明人 邓俊雄 洪志铭

审查员 陈馨

(74)专利代理机构 深圳市威世博知识产权代理
事务所(普通合伙) 44280

代理人 何青瓦

(51)Int. Cl.

H04L 25/49(2006.01)

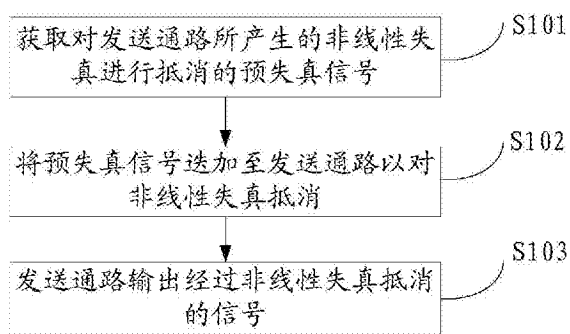
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种信号处理的方法及装置

(57)摘要

本发明公开了一种信号处理的方法及装置。该方法包括：获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号；将预失真信号迭加至发送通路以对非线性失真抵消；发送通路输出经过非线性失真抵消的信号。通过上述方式，本发明不需要更改现有的发送通路即可消除发送通路的非线性失真，从而提高发射机的发送性能，简单且易于实现。



1. 一种信号处理的方法,其特征在于,所述方法包括步骤:

获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号;

将所述预失真信号迭加至所述发送通路以对所述非线性失真抵消;

所述发送通路输出经过所述非线性失真抵消的信号;

其中,所述发送通路包括驱动放大器;

所述将所述预失真信号迭加至所述发送通路以对所述非线性失真抵消的步骤包括:

迭加所述预失真信号至所述驱动放大器的输入端;

由所述驱动放大器对迭加所述预失真信号的混频信号进行放大处理,其中,所述混频信号包括第一混频信号F1和第二混频信号F2,通过放大后的所述预失真信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述驱动放大器而产生的所述非线性失真,以获取消除所述驱动放大器的所述非线性失真的射频信号;

其中,所述第一混频信号F1为有用的待发送信号,所述第二混频信号F2为谐波信号,所述驱动放大器的所述非线性失真为三阶交调分量 $F2-2F1$ 。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,

所述预失真信号的幅度为: $|3/4*a3*F2*F1*F1|/a1$;

所述预失真信号的相位为: $\angle\theta3+\angle F2-\angle F1-\angle F1+180^\circ-\angle\theta1$;

其中, $\angle F1$ 和 $\angle F2$ 分别对应所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2的相位, $a1$ 和 $a3$ 分别对应所述驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle\theta1$ 和 $\angle\theta3$ 分别对应所述驱动放大器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述发送通路进一步包括基带滤波器和混频器;

所述将所述预失真信号迭加至所述发送通路以对所述非线性失真抵消的步骤包括:

迭加所述预失真信号至所述基带滤波器的输入端;

由所述基带滤波器对迭加所述预失真信号的基带信号进行滤波处理以获取滤波信号;

由所述混频器对所述滤波信号进行混频处理以获取迭加本振频率的混频信号,所述混频信号包括对应所述基带信号的所述第一混频信号F1、对应由所述混频器的所述非线性失真产生的所述第二混频信号F2和对应所述预失真信号的第三混频信号;

由所述驱动放大器对所述混频信号进行放大处理,通过放大后的所述第三混频信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述发送通路而产生的所述非线性失真,以获取消除所述发送通路的所述非线性失真的射频信号。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述基带信号的频率位于 f_{BB} ,其对应的基带频宽为 Δf ,所述预失真信号的频率位于 $3*f_{BB}$ 。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述本振频率为 f_{L0} ,所述第一混频信号F1的频率位于 $f_{L0}+\Delta f$,所述第二混频信号F2的频率位于 $3f_{L0}-\Delta f$,所述第三混频信号的频率位于 $f_{L0}-3\Delta f$ 。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,

所述预失真信号的幅度为: $4/\pi^2*a3/a1*o3*o1*b1*b1$;

所述预失真信号的相位为: $3*\angle o1+3*\angle\beta1-\angle o3-\angle\theta3+\angle\theta1-180^\circ$;

其中, $b1$ 、 $\angle\beta1$ 分别对应所述基带滤波器的一阶非线性系数的幅度和相位, $o1$ 和 $o3$ 分别

对应所述混频器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle\alpha_1$ 和 $\angle\alpha_3$ 分别对应所述混频器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位, a_1 和 a_3 分别对应所述驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle\theta_1$ 和 $\angle\theta_3$ 分别对应所述驱动放大器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位。

7. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述预失真信号由调制解调器、双载波调制解调器或者片上微处理器产生。

8. 一种信号处理的装置, 其特征在于, 所述装置包括:

获取模块, 用于获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号;

迭加模块, 从所述获取模块获取所述预失真信号, 将所述预失真信号迭加至所述发送通路以对所述非线性失真抵消;

输出模块, 输出在所述发送通路中经过所述非线性失真抵消的信号;

其中, 所述装置进一步包括位于所述发送通路中的驱动放大器; 所述迭加模块用于将所述预失真信号迭加至所述驱动放大器的输入端; 所述驱动放大器用于对迭加了所述预失真信号的混频信号进行放大处理, 所述混频信号包括第一混频信号F1和第二混频信号F2; 其中, 所述驱动放大器通过放大后的所述预失真信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述驱动放大器而产生的所述非线性失真, 以获取消除所述驱动放大器的所述非线性失真的射频信号, 所述输出模块是所述驱动放大器的输出部分;

其中, 所述第一混频信号F1为有用的待发送信号, 所述第二混频信号F2为谐波信号, 所述驱动放大器的所述非线性失真为三阶交调分量 F_2-2F_1 。

9. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于,

所述预失真信号的幅度为: $|3/4*a_3*F_2*F_1|/a_1$;

所述预失真信号的相位为: $\angle\theta_3+\angle F_2-\angle F_1-\angle F_1+180^\circ-\angle\theta_1$;

其中, $\angle F_1$ 和 $\angle F_2$ 分别对应所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2的相位, a_1 和 a_3 分别对应所述驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle\theta_1$ 和 $\angle\theta_3$ 分别对应所述驱动放大器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位。

10. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述装置进一步包括位于所述发送通路中的基带滤波器和混频器; 所述迭加模块用于迭加所述预失真信号至所述基带滤波器的输入端; 所述基带滤波器用于对迭加了所述预失真信号的基带信号进行滤波处理以获取滤波信号; 所述混频器用于对所述滤波信号进行混频处理以获取迭加本振频率的混频信号, 所述混频信号包括对应所述基带信号的所述第一混频信号F1、对应由所述混频器的所述非线性失真产生的所述第二混频信号F2和对应所述预失真信号的第三混频信号; 所述驱动放大器用于对所述混频信号进行放大处理, 通过放大后的所述第三混频信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述发送通路而产生的所述非线性失真, 以获取消除所述发送通路的所述非线性失真的射频信号。

11. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述基带信号的频率位于 f_{BB} , 其对应的基带频宽为 Δf , 所述预失真信号的频率位于 $3*f_{BB}$ 。

12. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于, 所述本振频率为 f_{L0} , 所述第一混频信号F1的频率位于 $f_{L0}+\Delta f$, 所述第二混频信号F2的频率位于 $3f_{L0}-\Delta f$, 所述第三混频信号的频率位于 $f_{L0}-3\Delta f$ 。

13. 根据权利要求10所述的装置,其特征在于,

所述预失真信号的幅度为: $4/\pi^2 * a_3/a_1 * o_3 * o_1 * b_1 * b_1$;

所述预失真信号的相位为: $3 * \angle o_1 + 3 * \angle \beta_1 - \angle o_3 - \angle \theta_3 + \angle \theta_1 - 180^\circ$;

其中, b_1 、 $\angle \beta_1$ 对应所述基带滤波器的一阶非线性系数的幅度和相位, o_1 和 o_3 分别对应所述混频器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle o_1$ 和 $\angle o_3$ 分别对应所述混频器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位, a_1 和 a_3 分别对应所述驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle \theta_1$ 和 $\angle \theta_3$ 分别对应所述驱动放大器的所述一阶非线性系数和所述三阶非线性系数的相位。

14. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述获取模块是调制解调器、双载波调制解调器或者片上微处理器。

一种信号处理的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通讯领域,特别是涉及一种信号处理的方法及装置。

背景技术

[0002] 长期演进(LongTermEvolution,LTE)标准中针对不同频段对发射机有不同的发射要求。例如,针对频段13(Band 13),因Band 13距离公共安全无线电服务频段(Public Safety Band)仅2兆赫兹,LTE标准要求工作在Band 13上工作的发射机必须大幅度降低发射功率以保证其向公共安全无线电服务频段泄漏的功率在很小的范围内,例如,在-57dBm的范围内,但发射功率的降低则会明显影响发射机的发送性能。

[0003] 另外,在发射机的发送通路中,在对基带信号进行基带滤波、混频以及驱动放大等处理以获取用于发射的射频信号时,由于发送通路的非线性失真,在待发送的射频信号附近会出现谐波信号,例如,由发送通路的非线性失真产生的三阶互调信号(IM3, intermodulation 3),也被称为4FMOD Signal,该信号的频率刚好落于公共安全无线电服务频段的范围内。由于4FMOD Signal的存在,工作在Band 13上的发射机很难达到LTE标准的要求。

[0004] 再有,谐波信号的产生将会消耗发射机的功率,从而导致用于发射的射频信号的功率降低,进一步导致发射机的发送性能降低。

[0005] 美国专利US 20110306300A1公开了一种谐波信号的抑制和/或去除方法,其中该方法是一种基于模拟非线性的谐波信号消除方法,同时为了达到较好地抑制效果,在对谐波信号进行消除的过程中,需要进行校准操作,模拟实现复杂,不便于实际应用。

[0006] 因此,如何以相对简单地方式消除发射机的发送通路的非线性失真,从而提高发射机的发送性能是一个亟待解决的问题。

发明内容

[0007] 本发明主要解决的技术问题是提供一种信号处理的方法及装置,能够以相对简单地方式消除发射机的发送通路的非线性失真,从而提高发射机的发送性能。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种信号处理的方法,该方法包括步骤:获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号;将预失真信号迭加至发送通路以对非线性失真抵消;发送通路输出经过非线性失真抵消的信号;

[0009] 其中,所述发送通路包括驱动放大器;

[0010] 所述将所述预失真信号迭加至所述发送通路以对所述非线性失真抵消的步骤包括:

[0011] 迭加所述预失真信号至所述驱动放大器的输入端;

[0012] 由所述驱动放大器对迭加所述预失真信号的混频信号进行放大处理,其中,所述混频信号包括第一混频信号F1和第二混频信号F2,通过放大后的所述预失真信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述驱动放大器而产生的所述非线性失真,以获

取消除所述驱动放大器的所述非线性失真的射频信号；

[0013] 其中,所述第一混频信号F1为有用的待发送信号,所述第二混频信号F2为谐波信号,所述驱动放大器的所述非线性失真为三阶交调分量 $F2-2F1$ 。

[0014] 为解决上述技术问题,本发明采用的另一个技术方案是:提供一种信号处理的装置,该装置包括:获取模块,用于获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号;迭加模块,从获取模块获取预失真信号,将预失真信号迭加至发送通路以对非线性失真抵消;输出模块,输出在发送通路中经过非线性失真抵消的信号;

[0015] 其中,所述装置进一步包括位于所述发送通路中的驱动放大器;所述迭加模块用于将所述预失真信号迭加至所述驱动放大器的输入端;所述驱动放大器用于对迭加了所述预失真信号的混频信号进行放大处理,所述混频信号包括第一混频信号F1和第二混频信号F2;其中,所述驱动放大器通过放大后的所述预失真信号抵消所述第一混频信号F1和所述第二混频信号F2经所述驱动放大器而产生的所述非线性失真,以获取消除所述驱动放大器的所述非线性失真的射频信号,所述输出模块是所述驱动放大器的输出部分;

[0016] 其中,所述第一混频信号F1为有用的待发送信号,所述第二混频信号F2为谐波信号,所述驱动放大器的所述非线性失真为三阶交调分量 $F2-2F1$ 。本发明的有益效果是:区别于现有技术的情况,本发明通过在发送通路迭加预失真信号以抵消发送通路的非线性失真,不需要更改现有的发送通路即可消除发送通路的非线性失真,从而提高发射机的发送性能,简单且易于实现。

附图说明

[0017] 图1是本发明第一实施例的信号处理的方法的流程图;

[0018] 图2是本发明第二实施例的信号处理的方法的流程图;

[0019] 图3是本发明第三实施例的信号处理的方法的流程图;

[0020] 图4是本发明第一实施例的信号处理的装置的结构示意图;

[0021] 图5是本发明第二实施例的信号处理的装置的结构示意图;

[0022] 图6是本发明第三实施例的信号处理的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 在说明书及权利要求书当中使用了某些词汇来指称特定的组件。所属领域中的技术人员应可理解,制造商可能会用不同的名词来称呼同样的组件。本说明书及权利要求书并不以名称的差异来作为区分组件的方式,而是以组件在功能上的差异来作为区分的基准。下面结合附图和实施例对本发明进行详细说明。

[0024] 图1是本发明第一实施例的信号处理的方法的流程图。需注意的是,若有实质上相同的结果,本发明的方法并不以图1所示的流程顺序为限。如图1所示,该方法包括如下步骤:

[0025] 步骤S101:获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号;

[0026] 步骤S102:将预失真信号迭加至发送通路以对非线性失真抵消;

[0027] 步骤S103:发送通路输出经过非线性失真抵消的信号。

[0028] 在步骤S101中,非线性失真是指发送通路的输出信号与输入信号不成线性关系,

输出信号中迭加有不同频率的谐波信号,其具体包括谐波失真、互调失真等等。发送通路可以用于不同制式的无线通讯,例如长期演进(Long Term Evolution, LTE)、宽带码分多址(Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA)、时分同步码分多址(Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA)等等。以LTE为例来说,发送通路可以包括基带滤波器、混频器和驱动放大器等等,输入信号经基带滤波器的滤波处理、混频器的上变频处理以及驱动放大器的放大处理后,因基带滤波器、混频器和驱动放大器为非线性特性,将获得迭加谐波信号的输出信号。为减少谐波信号对发送通路的影响,在发送通路中引入预失真信号,以抵消由于发送通路的非线性失真导致的谐波信号。其中,预失真信号可以由调制解调器、双载波调制解调器或者片上微处理器产生。

[0029] 在步骤S102中,将预失真信号迭加至发送通路可以将预失真信号迭加至基带滤波器的输入端,也可以迭加至驱动放大器的输入端。

[0030] 在步骤S103中,经过非线性失真抵消的信号为频率位于射频范围的输出信号,其可以通过天线以电磁波的形式向空中辐射。

[0031] 区别于现有技术,本发明通过在发送通路迭加预失真信号以抵消发送通路的非线性失真,不需要更改现有的发送通路即可消除发送通路的非线性失真,从而提高发射机的发送性能,简单且易于实现。

[0032] 图2是本发明第二实施例的信号处理的方法的流程图。需注意的是,若有实质上相同的结果,本发明的方法并不以图2所示的流程顺序为限。如图2所示,该方法包括如下步骤:

[0033] 步骤S201:获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号。在步骤S201中,发送通路包括驱动放大器。预失真信号用于抵消驱动放大器所产生的非线性失真。

[0034] 步骤S202:迭加预失真信号至驱动放大器的输入端。在步骤S202中,将预失真信号与混频信号混合后,迭加至驱动放大器的输入端。

[0035] 步骤S203:由驱动放大器对迭加预失真信号的混频信号进行放大处理。在步骤S203中,驱动放大器的输入信号 V_{in} 包括混频信号,其中,混频信号包括第一混频信号F1和第二混频信号F2,第一混频信号F1为有用的待发送信号,第二混频信号F2为谐波信号,第二混频信号F2的频率近似为第一混频信号F1的频率的三倍。

[0036] 以驱动放大器的三阶非线性失真为例,未迭加预失真信号时,驱动放大器的输出信号 V_{out} 可以通过下面的多项式来表征:

$$[0037] \quad V_{out} = A_1 V_{in} + A_2 V_{in}^2 + A_3 V_{in}^3$$

[0038] 其中, A_1 、 A_2 和 A_3 分别对应驱动放大器的一阶、二阶和三阶非线性系数。

[0039] 设定第一混频信号F1的幅度为 $|F1|$ 、相位为 $\angle F1$;第二混频信号F2的幅度为 $|F2|$ 、相位为 $\angle F2$;驱动放大器的一阶非线性系数 A_1 的幅度为 a_1 、相位为 $\angle \theta_1$;驱动放大器的二阶非线性系数 A_2 的幅度为 a_2 、相位为 $\angle \theta_2$;驱动放大器的三阶非线性系数 A_3 的幅度为 a_3 、相位为 $\angle \theta_3$ 。

[0040] 将 $V_{in} = F1 + F2$ 代入上述多项式,由于三次方项也即三阶非线性系数的存在,在输出信号会产生了 $F2 - 2F1$ 三阶交调分量,其频率位于待发送的第一混频信号F1的附近,其对应的幅度为: $|3/4 * a_3 * F2 * F1 * F1|$,对应的相位为: $\angle \theta_3 + \angle F2 - \angle F1 - \angle F1$ 。

[0041] 为了消除 $F2 - 2F1$ 三阶交调分量,驱动放大器的输入端引入预失真信号F3,其对应

的幅度为 $|F3|$ ，对应的相位为 $\angle F3$ 。

[0042] 经过驱动放大器的放大处理后，放大后的预失真信号 $F3$ 对应的幅度变更为： $|a1 * F3|$ ，对应的相位变更为： $\angle \theta1 + \angle F3$ 。

[0043] 为达到最有效地抵消第一混频信号 $F1$ 和第二混频信号 $F2$ 经驱动放大器而产生的三阶交调分量 $F2-2F1$ ，则需要经放大处理后的预失真信号 $F3$ 与 $F2-2F1$ 三阶交调分量的幅度相等，相位相反，也即：

$$[0044] \quad \left| \frac{3}{4} * a3 * F2 * F1 * F1 \right| = |a1 * F3|$$

$$\angle \theta3 + \angle F2 - \angle F1 - \angle F1 + 180^\circ = \angle \theta1 + \angle F3$$

[0045] 对上述公式进行变换，即可得到：

$$[0046] \quad |F3| = \frac{\left| \frac{3}{4} * a3 * F2 * F1 * F1 \right|}{a1}$$

$$\angle F3 = \angle \theta3 + \angle F2 - \angle F1 - \angle F1 + 180^\circ - \angle \theta1$$

[0047] 当预失真信号 $F3$ 的幅度 $|F3|$ 和相位 $\angle F3$ 满足上述等式时，三阶交调分量 $F2-2F1$ 被完全抵消掉。本领域技术人员可以理解的，在满足预失真信号与三阶交调分量相位相反的前提下，当预失真信号的幅度为小于 $\left| \frac{3}{4} * a3 * F2 * F1 * F1 \right| / a1$ 的任意值时，均可达到抵消三阶交调分量 $F2-2F1$ ，从而减弱驱动放大器的非线性失真的效果。

[0048] 步骤S204：发送通路输出经过非线性失真抵消的信号。在步骤S204中，驱动放大器的输出端输出抵消驱动放大器的非线性失真后的射频信号。

[0049] 区别于现有技术，本发明通过在驱动放大器的输入端迭加预失真信号以抵消由驱动放大器引入的非线性失真，不需要更改现有的电路即可消除由驱动放大器引入的非线性失真，从而提高发射机的发送性能，简单且易于实现。

[0050] 图3是本发明第三实施例的信号处理的方法的流程图。需注意的是，若有实质上相同的结果，本发明的方法并不以图3所示的流程顺序为限。如图3所示，该方法包括如下步骤：

[0051] 步骤S301：获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号。在步骤S301中，发送通路包括基带滤波器、混频器和驱动放大器。中心频率位于 f_{BB} 或频宽为 Δf 的基带信号 BB 依次经基带滤波器的滤波处理、混频器的混频处理和驱动放大器的放大处理后，调制为频率位于 $f_{L0} + \Delta f$ 的信号，其中 f_{L0} 为混频器提供的本振频率。

[0052] 如本领域技术人员所知的，由于发送通路的非线性失真，发送通路中常常会产生不需要的谐波信号，例如，由发送通路中的混频器的非线性产生的三阶谐波信号，其频率位于 $3 * f_{L0}$ ，进一步，三阶谐波信号会与基带信号进行混频产生频率位于 $3 * f_{L0} - \Delta f$ 的无用信号。当频率位于 $3 * f_{L0} - \Delta f$ 的信号与频率位于 $f_{L0} + \Delta f$ 的信号同时迭加至驱动放大器的输入端时，由于驱动放大器的非线性，驱动放大器的输出端将产生频率位于 $f_{L0} - 3 * \Delta f$ 的交调信号。由于交调信号的频率 $f_{L0} - 3 * \Delta f$ 与待发送信号的频率 $f_{L0} + \Delta f$ 仅仅相差 $4 * \Delta f$ ，交调信号的存在将大大影响发送通路的发送性能。

[0053] 预失真信号用于抵消基带滤波器、混频器和驱动放大器所产生的非线性失真。在本实施例中，预失真信号 PD 的频率位于 $3 * f_{BB}$ ，用于抵消混频器、驱动放大器的非线性失真所产生的频率位于 $f_{L0} - 3 * \Delta f$ 的交调信号。

[0054] 步骤S302:迭加预失真信号至基带滤波器的输入端。在步骤S302中,将预失真信号与基带信号混合后,迭加至基带滤波器的输入端。

[0055] 步骤S303:由基带滤波器对迭加预失真信号的基带信号进行滤波处理以获取滤波信号。在步骤S303中,基带滤波器的输入信号包括基带信号BB和预失真信号PD。

[0056] 设定基带信号BB的幅度为1,相位为 0^0 ;预失真信号PD的幅度为 $|PD|$,相位为 $\angle PD$;基带滤波器的一阶非线性系数的幅度为 b_1 、相位为 $\angle \beta_1$,其三阶非线性系数忽略不计。

[0057] 经过基带滤波器的滤波处理后,滤波后的基带信号BB对应的幅度变更为: b_1 ,对应的相位变更为: $\angle \beta_1$;滤波后的预失真信号PD对应的幅度变更为: $|PD*b_1|$,对应的相位变更为 $\angle \beta_1 - \angle PD$ 。其中,滤波信号为滤波后的基带信号和滤波后的预失真信号之和。

[0058] 步骤S304:由混频器对滤波信号进行混频处理以获取迭加本振频率的混频信号。在步骤S304中,混频信号包括对应基带信号的第一混频信号F1、对应由混频器的非线性失真产生的第二混频信号F2和对应预失真信号的第三混频信号F3。其中,第一混频信号F1对应有用的待发送信号,频率位于 $f_{L0} + \Delta f$;第二混频信号F2对应谐波信号,频率位于 $3f_{L0} - \Delta f$;第三混频信号F3对应抵消发送通路的非线性失真的预失真信号,频率位于 $f_{L0} - 3\Delta f$ 。

[0059] 设定混频器的一阶非线性系数的幅度为 o_1 ,相位为 $\angle o_1$;混频器的三阶非线性系数的幅度为 o_3 ,相位为 $\angle o_3$ 。

[0060] 另外,设定混频器提供的本振信号为方波信号,其傅立叶展开表示为:

$$[0061] \quad f(t) = \frac{4}{\pi} * \left[\sin wt + \frac{1}{3} * \sin 3wt + \frac{1}{5} * \sin 5wt + \dots + \frac{1}{n} * \sin nwt + \dots \right], \text{其中, } w = 2\pi f_{L0}.$$

[0062] 则滤波信号经过混频器的混频处理后,混频器输出的第一混频信号F1对应的幅度为: $b_1*4/\pi*o_1$,对应的相位为: $\angle o_1 + \angle \beta_1$;第二混频信号F2对应的幅度为: $b_1*4/\pi*1/3*o_3$,对应的相位为: $\angle o_3 - \angle \beta_1$;第三混频信号F3对应的幅度为: $|PD*b_1*4/\pi*o_1|$,对应的相位为: $\angle o_1 - \angle PD$ 。

[0063] 步骤S305:由驱动放大器对混频信号进行放大处理。在步骤S305中,驱动放大器的输入信号 V_{in} 包括第一混频信号F1、第二混频信号F2和第三混频信号F3。

[0064] 设定驱动放大器的一阶非线性系数 A_1 的幅度为 a_1 、相位为 $\angle \theta_1$;驱动放大器的三阶非线性系数 A_3 的幅度为 a_3 、相位为 $\angle \theta_3$ 。

[0065] 由于三阶非线性系数的存在,第一混频信号F1和第二混频信号F2经驱动放大器会产生频率位于 $f_{L0} - 3\Delta f$ 的交调信号。其中,

[0066] 交调信号对应的幅度为: $|3/4*a_3*4/\pi*4/\pi*1/3*b_1*b_1*b_1*o_1*o_1*o_3|$;

[0067] 交调信号对应的相位为: $\angle o_3 - \angle \beta_1 - 2*\angle o_1 - 2*\angle \beta_1 + \angle \theta_3$ 。

[0068] 经过驱动放大器的放大处理后,放大后的第三混频信号F3对应的幅度变更为: $|a_1*PD*4/\pi*b_1*o_1|$,对应的相位变更为: $\angle \theta_1 + \angle o_1 - \angle PD$ 。

[0069] 为达到最有效地抵消第一混频信号F1和第二混频信号F2经驱动放大器而产生的频率位于 $f_{L0} - 3\Delta f$ 的交调信号,则要求经放大处理后的预失真信号F3的幅度与交调信号的幅度相等,相位相反,也即:

$$[0070] \quad \left| \frac{16}{\pi^3} * a_3 * b_1 * b_1 * b_1 * o_1 * o_1 * o_3 \right| = \left| a_1 * PD * \frac{4}{\pi} * b_1 * o_1 \right| ;$$

$$\angle o_3 - \angle \beta_1 - 2 * \angle o_1 - 2 * \angle \beta_1 + \angle \theta_3 + 180^\circ = \angle \theta_1 + \angle o_1 - \angle PD$$

[0071] 对上述公式进行变换,即可得到:

$$|PD| = \frac{4}{\pi^2} * a_3 / a_1 * b_1 * b_1 * o_1 * o_3$$

$$\angle PD = 3 * \angle o_1 + 3 * \angle \beta_1 - \angle o_3 - \angle \theta_3 + \angle \theta_1 - 180$$

[0073] 当预失真信号PD的幅度|PD|和相位 $\angle PD$ 满足上述等式时,发送通路的交调信号被完全抵消掉。本领域技术人员可以理解,在满足预失真信号的相位与交调信号相位相反的前提下,当预失真信号的幅度为小于 $4/\pi^2 * a_3/a_1 * b_1 * b_1 * o_1 * o_3$ 的任意值时,均可达到抵消交调信号,从而减弱发送通路的非线性失真的效果。

[0074] 步骤S306:发送通路输出经过非线性失真抵消的信号。在步骤S306中,发送通路输出抵消发送通路也即混频器和驱动放大器的非线性失真后的射频信号。

[0075] 区别于现有技术,本发明通过在基带滤波器的输入端迭加预失真信号以抵消发送通路引入的非线性失真,不需要更改现有的电路即可消除发送通路引入的非线性失真,从而提高发射机的发送性能,简单且易于实现。

[0076] 图4是本发明第一实施例的信号处理的装置的结构示意图。如图4所示,该装置包括:获取模块11、迭加模块12和输出模块13。

[0077] 获取模块11用于获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号,其可为调制解调器、双载波调制解调器或者片上微处理器。

[0078] 迭加模块12与获取模块11连接,从获取模块11获取预失真信号,将预失真信号迭加至发送通路以对非线性失真抵消。

[0079] 输出模块13与迭加模块12连接,输出在发送通路中经过非线性失真抵消的信号。具体来说,输出模块13用于在发送通路中经迭加模块12迭加预失真信号后,输出经过非线性失真抵消的信号。

[0080] 图5是本发明第二实施例的信号处理的装置的结构示意图。如图5所示,该装置包括:获取模块21、迭加模块22、驱动放大器23和输出模块24。

[0081] 获取模块21用于获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号。

[0082] 迭加模块22与获取模块21连接,从获取模块21获取预失真信号,将预失真信号迭加至驱动放大器23的输入端以对非线性失真抵消。

[0083] 具体来说,获取模块21可以是能产生预失真信号的电路,迭加模块22可以是传输预失真信号至驱动放大器23的输入端的信号线。

[0084] 驱动放大器23与迭加模块22连接,用于经迭加模块22迭加预失真信号后,对迭加预失真信号的混频信号进行放大处理,其中,混频信号包括第一混频信号和第二混频信号。驱动放大器23通过放大后的预失真信号抵消第一混频信号和第二混频信号经驱动放大器23而产生的非线性失真,以获取消除驱动放大器23的非线性失真的射频信号。

[0085] 其中,预失真信号的幅度为: $|3/4 * a_3 * F_2 * F_1 * F_1| / a_1$;

[0086] 预失真信号的相位为: $\angle \theta_3 + \angle F_2 - \angle F_1 - \angle F_1 + 180^\circ - \angle \theta_1$ 。

[0087] 其中, $\angle F_1$ 和 $\angle F_2$ 分别对应第一混频信号F1和第二混频信号F2的相位, a_1 和 a_3 分别对应驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle \theta_1$ 和 $\angle \theta_3$ 分别对应驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的相位。

[0088] 输出模块24与驱动放大器23连接,用于输出抵消驱动放大器的非线性失真后的射

频信号。具体来说,输出模块24可以是驱动放大器的输出部分。

[0089] 图6是本发明第三实施例的信号处理的装置的结构示意图。如图6所示,该装置包括:获取模块31、迭加模块32、基带滤波器33、混频器34、驱动放大器35和输出模块36。

[0090] 获取模块31用于获取对发送通路所产生的非线性失真进行抵消的预失真信号。

[0091] 迭加模块32与获取模块31连接,从获取模块31获取预失真信号,将预失真信号迭加至基带滤波器33的输入端。

[0092] 基带滤波器33与迭加模块32连接,用于经迭加模块32迭加预失真信号后,对迭加预失真信号的基带信号进行滤波处理以获取滤波信号。其中,基带信号的频率位于 f_{BB} ,其对应的基带频宽为 Δf ,预失真信号的频率位于 $3*f_{BB}$ 。

[0093] 混频器34与基带滤波器33连接,从基带滤波器33获取滤波信号,对滤波信号进行混频处理以获取迭加本振频率的混频信号。其中,混频信号包括对应基带信号的第一混频信号、对应由混频器的非线性失真产生的第二混频信号和对应预失真信号的第三混频信号。具体来说,设定本振频率为 f_{L0} ,则第一混频信号的频率位于 $f_{L0} + \Delta f$,第二混频信号的频率位于 $3f_{L0} - \Delta f$,第三混频信号的频率位于 $f_{L0} - 3\Delta f$ 。

[0094] 驱动放大器35与混频器34连接,从驱动放大器获取混频信号,对混频信号进行放大处理。驱动放大器35通过放大后的第三混频信号抵消第一混频信号和第二混频信号经发送通路而产生的非线性失真,以获取消除发送通路的非线性失真的射频信号。

[0095] 其中,预失真信号的幅度为: $4/\pi^2*a_3/a_1*o_3*o_1*b_1*b_1$;

[0096] 预失真信号的相位为: $3*\angle o_1+3*\angle \beta_1-\angle o_3-\angle \theta_3+\angle \theta_1-180^\circ$;

[0097] 其中, b_1 、 $\angle \beta_1$ 对应基带滤波器的一阶非线性系数的幅度和相位, o_1 和 o_3 分别对应混频器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle o_1$ 和 $\angle o_3$ 分别对应混频器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的相位, a_1 和 a_3 分别对应驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的幅度, $\angle \theta_1$ 和 $\angle \theta_3$ 分别对应驱动放大器的一阶非线性系数和三阶非线性系数的相位。

[0098] 输出模块36与驱动放大器35连接,用于输出抵消发送通路的非线性失真后的射频信号。具体来说,输出模块可以是驱动放大器的输出部分。

[0099] 以上所述仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

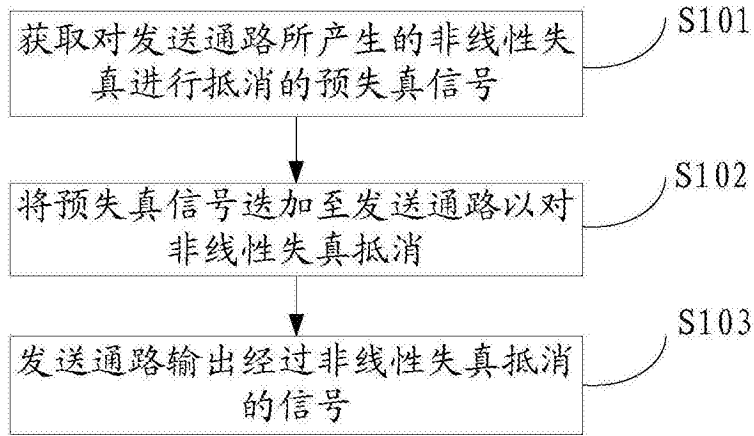


图1

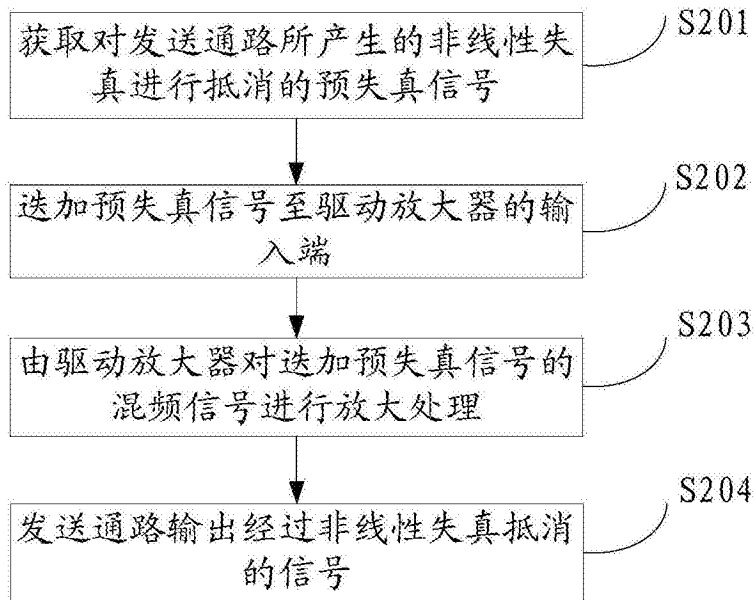


图2

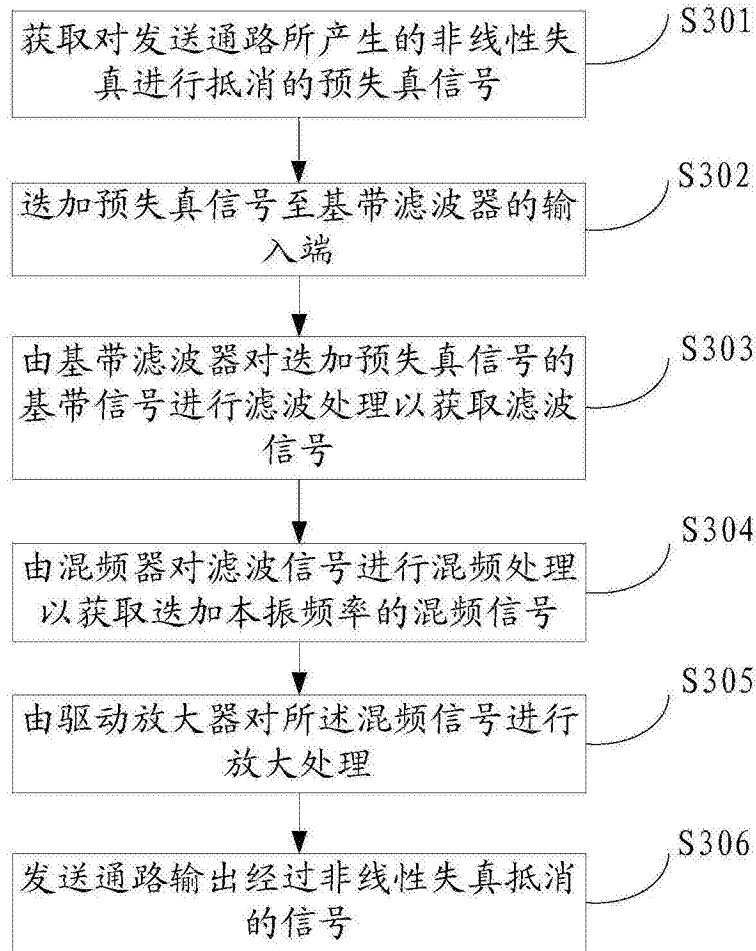


图3

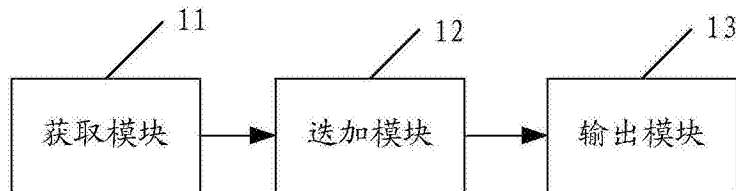


图4

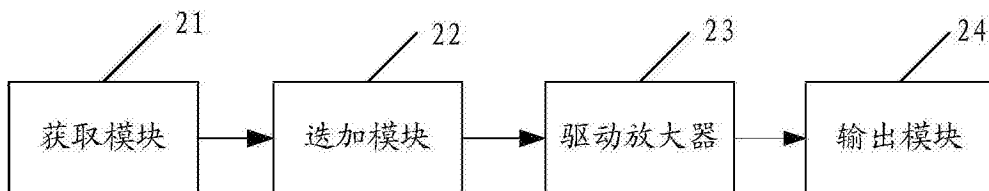


图5

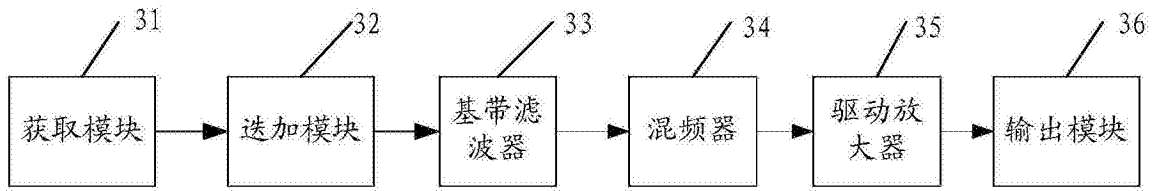


图6