



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107438988 A

(43)申请公布日 2017. 12. 05

(21)申请号 201680021387.6

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

(22)申请日 2016.05.11

代理人 边海梅

(30)优先权数据

62/159,486 2015.05.11 US

(51)Int.Cl.

H04L 27/26(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H04B 7/155(2006.01)

2017.10.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/060610 2016.05.11

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/180905 EN 2016.11.17

(71)申请人 安德鲁无线系统有限公司

地址 德国布赫多夫

(72)发明人 K·兰格 T·库麦兹

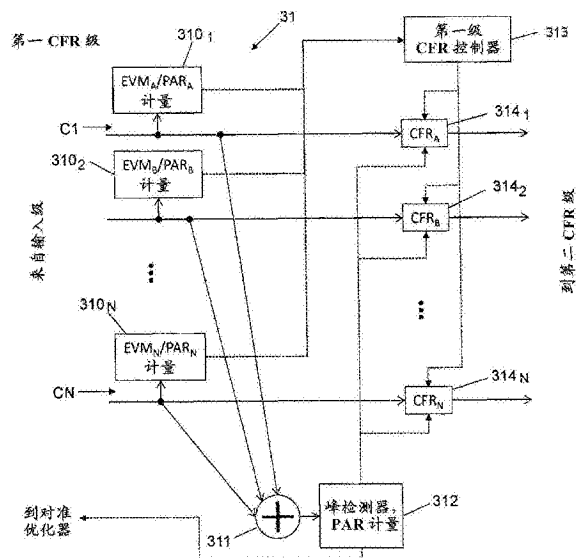
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

数字中继器系统中的波峰因数优化

(57)摘要

一种用于在数字中继器系统中使用的优化系统,包括用于接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号的至少一个输入端口、用于获得对载波信号的误差向量幅度的估计的至少一个计量单元、以及用于基于对误差向量幅度的估计来动态地降低载波信号的波峰因数的至少一个波峰因数降低单元。



1. 一种用于在数字中继器系统中使用的优化系统,包括:
至少一个输入端口,用于接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号,
至少一个计量单元,用于获得对所述载波信号的误差向量幅度的估计,以及
至少一个波峰因数降低单元,用于基于对误差向量幅度的所述估计来动态地降低所述载波信号的波峰因数。

2. 如权利要求1所述的优化系统,还包括:至少一个峰检测器,用于检测所述载波信号中的峰。

3. 如权利要求1所述的优化系统,其中所述至少一个波峰因数降低单元被构造为将逆峰信号添加到所述载波信号以消除检测到的峰,其中所述逆峰信号被成形为使得所述逆峰信号的噪声能量落入到与所述载波信号相关联的频带中。

4. 如权利要求1所述的优化系统,还包括:载波监控单元,用于监视在所述至少一个输入端口处接收到的载波信号,其中所述载波监控单元被构造为确定误差向量幅度的上限,并且所述至少一个波峰因数降低单元被构造为降低所述载波信号的波峰因数以使得不超过所述上限。

5. 如权利要求4所述的优化系统,其中所述载波监控单元被构造为从所述载波信号导出实际功率值、标称功率值、带宽、载波频率、峰均比、或误差向量幅值中的至少一个。

6. 如权利要求4所述的优化系统,其中所述载波监控单元被构成在时域中分析所述载波信号、分析所述载波信号的频谱、或者从所述电信网络的广播信道导出参数。

7. 一种用于在数字中继器系统中使用的优化系统,包括
输入级,所述输入级包括用于接收与一个或多个电信网络的多个通信信道相关联的多个载波信号的多个输入端口,以及

第一级,所述第一级包括用于获得对每个载波信号的误差向量幅度的估计的多个计量单元,以及用于基于对误差向量幅度的所述估计来动态地降低每个载波信号的波峰因数的多个第一级波峰因数降低单元。

8. 如权利要求7所述的优化系统,其中所述输入级包括被构造为调整所述多个载波信号的增益设置的多个可变增益单元。

9. 如权利要求7所述的优化系统,其中所述输入级包括:
多个可变延迟单元,用于将延迟引入到载波信号中的一个或多个载波信号中,以便调整所述载波信号相对于彼此的对准,以及

对准优化器,用于控制所述多个可变延迟单元。

10. 如权利要求7所述的优化系统,其中所述输入级包括:
输入级组合器,用于从所述多个载波信号产生输入级组合信号,以及
峰检测器,用于检测所述输入级组合信号中的峰,
其中所述对准优化器被构造为分析在特定载波信号中检测到的峰是否与在所述输入级组合信号中检测到的峰相关,并且控制与所述特定载波信号相关联的可变延迟单元,以取决于所述分析将延迟引入到所述特定载波信号中。

11. 如权利要求7所述的优化系统,其中所述第一级包括:
第一级组合器,用于从所述多个载波信号产生第一级组合信号,以及
峰检测器,用于检测所述第一级组合信号中的峰,其中所述峰检测器被构造为将与检

测到的峰有关的信息馈送到所述多个第一级波峰因数降低单元。

12. 如权利要求7所述的优化系统,还包括:第二级,所述第二级包括

第二级组合器,用于组合所述多个第一级波峰因数降低单元的输出信号以获得第二级组合信号;

第二级波峰因数降低单元,用于动态地降低组合信号的波峰因数。

13. 如权利要求12所述的优化系统,其中所述第二级包括用于检测所述第二级组合信号中的峰的峰检测器。

14. 如权利要求12所述的优化系统,其中所述第二级波峰因数降低单元被构造为将逆峰信号添加到载波信号以消除检测到的峰,其中所述逆峰信号被成形为使得所述逆峰信号的噪声能量落入到与所述第二级组合信号相关联的频带中。

15. 如权利要求12所述的优化系统,其中所述第二级包括多个滤波单元,用于在组合器中组合所述多个第一级波峰因数降低单元的输出信号之前对所述输出信号进行滤波。

16. 如权利要求15所述的优化系统,其中所述多个滤波单元被构造为衰减所述输出信号中的一个或多个输出信号以限制所述一个或多个信号对所述第二级组合信号的贡献。

17. 如权利要求12所述的优化系统,其中所述第二级包括用于导出对所述第二级组合信号的误差向量幅度的估计的计量单元,其中所述估计被馈送到用于控制所述第二级波峰因数降低单元的第二级控制器。

18. 一种用于优化数字中继器系统的操作的方法,包括:

接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号,

获得对所述载波信号的误差向量幅度的估计,以及

基于对误差向量幅度的所述估计,动态地降低所述载波信号的波峰因数。

数字中继器系统中的波峰因数优化

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及电信领域,具体而言涉及用于接收和重传与一个或多个电信网络的通信信道相关联的载波信号的中继器系统。具体而言,本发明涉及用于在数字中继器系统中使用的优化系统,以及涉及用于优化数字中继器系统的操作的方法。

背景技术

[0002] 如今,中继器系统被构造为服务于宽频带,例如完整的3GPP频带。这里,频带通常包含根据不同通信技术和标准(诸如GSM、UMTS、LTE等)携带信息的多个载波。

[0003] (高功率)中继器系统的功率效率取决于使用例如晶体管的功率放大器的效率。在这种上下文中,功率放大器通常在线性区(linear regime)中使用,在线性区中,输出功率与输入功率线性相关。功率放大器越接近其饱和点进行操作,放大信号中就将发生越多的非线性失真,从而导致不想要的互调产物(intermodulation product)。因此,功率放大器通常在具有距其饱和点的显著回退(backoff)的情况下进行操作,这意味着功率放大器的最大输出功率电平以使得整个信号位于功率放大器的转移曲线(transfer curve)的线性区内的方式被降低。由于回退降低了功率放大器的效率(即功率放大器将DC供电转换成RF能量的能力),因此,无论如何希望保持回退尽可能地小。

[0004] 回退通常应该根据要被放大的信号的峰均比(PAR)来选择。如果信号峰值超过放大器的饱和点,那么这可能导致峰的削除(clipping),从而造成互调产物并增加噪声,进而导致无线电传输的错误率增加。

[0005] 通常,宽带RF信号的质量由所谓的误差向量幅值(简称:EVM)来量化。误差向量幅度表示对符号从其理想星座点的偏差的度量。误差向量幅度用作信号放大和接收器噪声的特征值,并且可以以dB或百分比指示。

[0006] 对于不同的无线电接入技术,存在误差向量幅度的不同的允许极限。例如,在(使用16-QAM星座的)UMTS中,不得超过12.5%的误差向量幅度极限。因此,UMTS信号必须具有小于12.5%的EVM。在另一个示例中,在(使用64-QAM星座的)LTE中,存在8%的误差向量幅度极限。

[0007] 由例如基站生成并在(朝用户设备的)下行链路方向上在接收器处被接收的输入信号通常将包括非零误差向量幅度。当经过中继器系统时,中继器系统将额外地贡献信号的误差向量幅度。如果信号在中继器系统的输入处包括例如的8%的误差向量幅度,并且如果中继器系统向误差向量幅度增加另外的8%,那么结果得到的误差向量幅度将为约11.3%,这里假设误差向量幅度贡献是不相关的。这将导致用于(例如LTE中的)64-QAM传输的不可接受的EVM,同时将不会达到用于(UMTS中的)16-QAM传输的允许极限。

发明内容

[0008] 本发明的某些示例可以优化信号的峰均比,使得功率放大器可以在具有降低的回退的情况下进行操作。

[0009] 本发明的某些示例可以以使得不超过允许的误差向量幅度极限的方式来优化信号的峰均比。

[0010] 根据一个方面,用于在数字中继器系统中使用的优化系统包括用于接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号的至少一个输入端口、用于获得对载波信号的误差向量幅度的估计的至少一个计量单元、以及用于基于对误差向量幅度的估计来动态地降低载波信号的波峰因数的至少一个波峰因数降低单元。

[0011] 在另一方面,用于在数字中继器系统中使用的优化系统包括:输入级,其包括用于接收与一个或多个电信网络的多个通信信道相关联的多个载波信号的多个输入端口;以及第一级,其包括用于获得对每个载波信号的误差向量幅度的估计的多个计量单元,以及用于基于对误差向量幅度的估计来动态地降低每个载波信号的波峰因数的多个第一级波峰因数降低单元。

[0012] 在还有的另一个方面,优化系统还包括第二级,第二级包括用于组合多个第一级波峰因数降低单元的输出信号以获得第二级组合信号的组合器,以及用于动态地降低该组合信号的波峰因数的第二级波峰因数降低单元。

[0013] 在还有的另一个方面,用于优化数字中继器系统的操作的方法包括以下步骤:接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号、获得对载波信号的误差向量幅度的估计、以及基于对误差向量幅度的估计来动态地降低载波信号的波峰因数。

附图说明

[0014] 参考以下详细描述和附图中所示的实施例,可以更容易地理解本发明的某些示例的各种特征和优点。这里,

[0015] 图1示出了包括连接到多个远程单元的主机单元的数字中继器系统的示意图;

[0016] 图2示出了示意图,该示意图示出了主机单元和远程单元中的用于对在下行链路方向上的RF信号进行数字处理的功能处理块;

[0017] 图3示出了包括与不同电信网络相关联的多个载波信号的频带的示意图;

[0018] 图4示出了用于优化功率放大器的功率效率的优化系统的示意图;

[0019] 图5A示出了优化系统的输入级的示意图;

[0020] 图5B示出了优化系统的在输入级之后的第一级的示意图;以及

[0021] 图5C示出了优化系统的第二级的示意图。

具体实施方式

[0022] 随后,参考附图详细描述本发明的某些实施例。在附图中,相同的标号指示相同的结构元件。

[0023] 应当注意的是,实施例不是对本发明的限制,而仅仅是表示说明性示例。

[0024] 图1在示意图中示出了包括主机单元10和多个远程单元11的数字中继器系统1的实施例。主机单元10可以例如位于建筑物4的外部,并且包括天线100,主机单元10例如使用例如空中接口经由天线100连接到一个或多个通信网络的一个或多个基站。远程单元11位于建筑物4的不同楼层40上,并且用于提供贯穿建筑物4的不同楼层40的覆盖。远程单元11经由输送介质12(例如光纤网络)连接到主机单元10,并且因此与主机单元10通信连接。每

个远程单元11包括天线110,远程单元11例如经由天线110连接到建筑物4的楼层40上的用户的移动设备。

[0025] 在下行链路方向D上,RF输入信号 RF_{IN} 经由主机单元10处的天线100被接收,在主机单元10内被处理以便经由输送介质12将它输送到不同的远程单元11,并且在进一步处理之后被作为RF输出信号 RF_{OUT} 经由天线110发送出去。RF输出信号 RF_{OUT} 可以由建筑物4中的移动设备接收。

[0026] 所示实施例中的主机单元10经由空中接口与一个或多个通信网络的一个或多个运营商的一个或多个基站连接。然而,主机单元10也有可能以有线的方式连接到基站,基站将例如数字数据馈送到主机单元10中,并且经由数据链路(诸如同轴电缆连接等)接收来自主机单元10的数据。

[0027] 反之亦然,在上行链路方向上,在远程单元11的天线110处接收到的RF信号经由输送介质12馈送到主机单元10,并且经由天线100向外部通信网络重传(或经由有线通信链路直接馈送到一个或多个电信网络的一个或多个基站中)。

[0028] 如图2中在功能上示出的,数字中继器系统1执行对RF信号的数字处理。图2这里绘出了主机单元10和经由输送介质12连接到主机单元10的远程单元11的这些功能实体,这些功能实体在下行链路方向D上使用,以用于处理用于重传的RF输入信号 RF_{IN} 。

[0029] 在图2的实施例中,主机单元10包括用于处理由天线100接收到的RF输入信号 RF_{IN} 的接收部20。具体而言,接收部20包括带通滤波器形式的RF滤波器201,用于过滤出要被处理和输送以用于重传的频带。RF输入信号 RF_{IN} 从RF滤波器201被馈送到低噪声放大器202和下变频器203,以便将RF信号下变频成中间频带。此后,信号被馈送到模数转换器204,用于将RF信号数字化,使得获得(中频)数字信号 IF_{IN} 。

[0030] 数字信号 IF_{IN} 被馈送到(以DSP、FPGA等形式的)数字信号处理单元205,并且在数字信号处理器205中进行数字处理。数字信号处理器205可以特别地使数字信号 IF_{IN} 信道化,以分开地处理包含在数字信号 IF_{IN} 中的通信信道的载波信号,具体而言,以如下面将更详细描述的那样滤波和优化载波信号。

[0031] 在数字信号处理之后,经处理的信号经由输送介质12被输送到远程单元11的传输部21的数字信号处理器206,信号在其中被进一步处理,使得获得在中频范围中的数字信号 IF_{OUT} 。该数字信号 IF_{OUT} 通过数模转换器207转换成模拟RF信号、由上变频器208上变频、由功率放大器209进行功率放大、由带通滤波器形式的RF滤波器210进行滤波、并且经由远程单元11的天线110作为RF输出信号 RF_{OUT} 传输。

[0032] 在上行链路方向U上,发生基本上相同的情况,其中,在这种情况下,RF输入信号由远程单元11的接收部20接收和处理,并经由主机单元10的传输部21被进一步处理和传输。

[0033] 在图2所示的示例中,传输部21包括功率放大器209,用于RF信号的功率放大以便传输。这种传输部21被放置在每个远程单元112中,以在下行链路方向D上将输出RF信号 RF_{OUT} 重传到与远程单元11相关联的不同覆盖区域或楼层40中。类似种类的传输部21也位于在主机单元10中,以便将来自主机单元10的RF信号进行功率放大并朝向一个或多个外部电信网络的一个或多个基站进行传输。

[0034] 功率放大器209通常操作在线性区中,以便避免RF信号的非线性失真(其中也有可能通过应用合适的数字预失真技术将放大器推向饱和)。为此,功率放大器209在具有距其

饱和点的回退的情况下进行操作,其中回退通常必须根据要被放大的RF信号的峰均比(PAR)来选择。如果RF信号表现出大的峰均比,那么功率放大器209的回退必须大,这导致功率放大器209的效率下降。

[0035] 因此,通过降低RF信号的峰均比,可以优化功率放大器209的效率,因为功率放大器209可以在具有较小的回退的情况下来操作。

[0036] 信号的峰均比可以例如通过识别信号内的峰并且通过向信号添加消除峰的逆峰(inverse peaking)信号来降低。由此,降低了峰均比,但是向信号添加了噪声,这导致无线电传输的错误率增加。

[0037] 因此,提供了用于在数字中继器系统中使用的优化系统,在一个方面,该优化系统包括用于接收与电信网络的通信信道相关联的载波信号的至少一个输入端口、用于获得对载波信号的误差向量幅度的估计的至少一个计量单元、以及用于基于对误差向量幅度的估计来动态地降低载波信号的波峰因数的至少一个波峰因数降低单元。

[0038] 在一个方面,优化系统可以包括用于检测载波信号中的峰的至少一个峰检测器。

[0039] 在另一个方面,该至少一个波峰因数降低单元可以被构造为将逆峰信号添加到载波信号以消除检测到的峰,其中逆峰信号被成形为使得逆峰信号的噪声能量落入与载波信号相关联的频带中。

[0040] 这种优化系统可以例如由图5的示例中所示的数字信号处理器206来实现。优化系统可以在数字区中操作,并且可以作用于一个或多个通信信道的数字化载波信号。

[0041] 在一个方面,优化系统用于动态地降低载波信号的波峰因数。这是基于从计量单元获得的对误差向量幅度的估计来实现的,该计量单元与载波信号相关联并且被构造为从载波信号导出对误差向量幅度的估计。然后,基于该估计,可以对载波信号执行波峰因数降低,使得不超过误差向量幅度的允许极限。

[0042] 通过计量单元,可以导出对载波信号的误差向量幅度的实际估计。如果发现误差向量幅度低于允许极限,那么可以执行波峰因数降低,这降低了载波信号的峰均比,但同时导致误差向量幅度的增加。这里波峰因数降低可以被控制,使得在一个方面,波峰因数降低的误差向量幅度贡献不会造成误差向量幅度超过允许极限。

[0043] 在还有的方面,优化系统可以包括用于监视在至少一个输入端口处接收到的载波信号的载波监控单元。载波监控单元可以例如被构造为确定误差向量幅度的上限。由载波监控单元导出的误差向量幅度的上限可以在波峰因数降低单元内以使得载波信号的波峰因数降低不会造成超过误差向量幅度的上限的方式被使用。

[0044] 通常,波峰因数描述信号的峰值与有效值的关系。峰均比(也称为峰均功率比)等于波峰因数的平方,并且因此表达信号的峰功率与平均功率的关系。

[0045] 在一个方面,载波监控单元通常可以被构造为导出与电信网络的通信信道相关联的载波信号的特征值。例如,载波监控单元可以被构造为从载波信号导出实际功率值、标称功率值、带宽、载波频率、峰均比、误差向量幅度值等。为此,载波监控单元可以被构造为在时域中分析载波信号、分析载波信号的频谱、或者从电信网络的广播信道导出与载波信号有关的参数。

[0046] 在一个实施例中,优化系统可以包括输入级、第一级和第二级。在一个实施例中,输入级包括多个输入端口,用于接收与一个或多个不同运营商的一个或多个电信网络的多

个通信信道相关联的多个载波信号。第一级包括用于获得对每个载波信号的误差向量幅度的估计的多个计量单元,以及用于基于对误差向量幅度的估计来动态地降低每个载波信号的波峰因数的多个第一级波峰因数降低单元。因此,优化系统并行地对多个载波信号进行操作。通过计量单元,对于每个载波信号,导出对(实际)误差向量幅度的估计。该估计在第一级波峰因数降低单元中使用,以动态地降低与其相关联的载波信号的波峰因数。

[0047] 在一方面,执行波峰因数降低,使得不会由于波峰因数降低而超过误差向量幅度的上限。

[0048] 在一个实施例中,输入级可以包括被构造为调整多个载波信号的增益的多个可变增益单元。通过增益单元,将每个载波信号放大到想要的水平,使得实现每个通信信道的目标输出功率。

[0049] 在一个方面,输入级还可以包括多个可变延迟单元,用于将可变时间延迟引入到载波信号中,以便调整载波信号相对于彼此的对准。多个可变延迟单元可以由对准优化器来控制,对准优化器被构造为使载波信号对准,使得通过组合载波信号而产生的组合信号中的峰形成被减少。

[0050] 在特定示例中,输入级可以包括从多个载波信号产生输入级组合信号的输入级组合器,并且可以存在用于检测输入级组合信号中的峰的峰检测器。然后,在一个实施例中,对准优化器可以分析输入级组合信号,并且可以具体地确定输入级组合信号的峰是否与载波信号的峰相关。如果是这种情况,那么对准优化器可以例如将延迟引入到载波信号中,使得特定载波信号相对于其它载波信号的对准被调整。

[0051] 在一个实施例中,第一级包括从多个载波信号产生第一级组合信号的第一级组合器,以及用于检测第一级组合信号中的峰的峰检测器。这里,峰检测器被构造为将与检测到的峰有关的信息(具体而言是振幅和相位信息)馈送到多个第一级波峰因数降低单元,其中每个第一级波峰因数降低单元可以使用该信息,以便产生用于相关联的载波信号的逆峰信号并将逆峰信号添加到该载波信号。逆峰信号可以由控制波峰因数降低单元的第一级控制器发信号给出的增益值进行加权。

[0052] 在一个实施例中,优化系统的第二级可以包括用于组合多个第一级波峰因数降低单元的输出信号以获得第二级组合信号的组合器。然后,第二级波峰因数降低单元可以对第二级组合信号进行操作,以便对第二级组合信号执行波峰因数降低。

[0053] 第一级波峰因数降低单元对各个载波信号进行操作,并且降低各个载波信号的波峰因数。这可以例如通过将逆峰信号添加到特定载波信号使得(从各个载波信号产生的)第一级组合信号中的峰被消除来实现。在一个方面,逆峰信号被成形为使得噪声能量被添加到载波信号,但被限制在载波信号的频带,使得噪声仅影响所讨论的载波信号,而不影响其它载波信号。通过考虑由与载波信号相关联的计量单元导出的实际误差向量幅度估计来动态地执行波峰因数降低,使得载波信号的波峰因数降低不会造成误差向量幅度超过该载波信号的误差向量幅度的允许上限。

[0054] 与之相比,第二级波峰因数降低是对整体组合信号执行的。再一次,可以通过向载波信号添加逆峰信号以消除组合信号内检测到的峰来执行第二级波峰因数降低。然而,这里,逆峰信号被成形为使得噪声能量被添加到所有载波信号的整个频带,使得波峰因数降低的噪声在所有载波信号上分布。

[0055] 第二级波峰因数降低也可能增加各个载波信号的误差向量幅度。因此,通过考虑第一级波峰因数降低的各个载波信号的实际误差向量幅度来执行第二级波峰因数降低。具体而言,执行第二级波峰因数降低,使得不会由于第二级波峰因数降低的贡献而造成超过各个载波信号的允许极限。

[0056] 在一个实施例中,第二级包括多个滤波单元,用于在第二级组合器中组合输出信号之前对多个第一级波峰因数降低单元的输出信号进行滤波。在一个实施例中,各图可以例如被构造为衰减输出信号中的一个、一些或全部输出信号以限制对第二级组合信号的贡献。这可以用于减少第二级组合信号中的峰形成,其中,例如,如果与不同载波信号相关联的输出信号已经在其误差向量幅度极限处,使得不能向载波信号进一步添加误差向量幅度贡献,那么此方法可以被使用。

[0057] 在通过第二级波峰因数降低单元对波峰因数降低之外或者作为其替代,还可以使用由滤波单元引入的衰减。如果载波信号的向量幅度不在其规定的极限处,使得每载波的误差向量幅度贡献是允许的,那么作用在整个组合信号上的第二级波峰因数降低可以具体地用于降低组合信号的峰均比。

[0058] 第二级可以包括用于获得对从第一级波峰因数降低单元输出的输出信号的实际误差向量幅度的估计的计量单元。

[0059] 此外,第二级可以包括用于获得对第二级组合信号的误差向量幅度的估计的计量单元。

[0060] 在一个方面,可以使用第二级控制器来控制第二级波峰因数降低单元和/或第二级滤波单元。对第一级波峰因数降低单元的输出信号的误差向量幅度的估计以及对第二级组合信号的误差向量幅度的估计可以被馈送到用于控制第二级波峰因数降低单元和第二级滤波单元的第二级控制器。

[0061] 图3示出了包含与不同通信信道的载波信号C1-CN相关联的多个子频带的频带F_B的示例。子频带可以属于遵循不同标准(诸如GSM、UMTS、LTE等)的不同电信网络的不同无线电接入技术。

[0062] 如图1和图2中示意性示出的中继器系统1可以被构造为处理包括多个载波信号C1-CN的整个频带F_B,以便在诸如建筑物4的不同楼层40上的覆盖区域中提供网络覆盖。

[0063] 图4中示出了优化系统3的示意图。更详细的示例通过图5A至图5C的序列图示。

[0064] 优化系统3在多个输入端口I1-IN处接收多个载波信号C1-CN作为输入。载波信号C1-CN可以被数字化,并且可能已被下变频到中间频带,并且可以通过优化系统3在中频处进行处理。

[0065] 载波信号C1-CN被馈送到优化系统3的输入级30,然后在进入优化系统3的第二级32之前被传递到第一级31。第二级32输出通过组合第二级302中的(经处理的)各个载波信号C1-CN而产生的输出信号IF_{OUT}。

[0066] 在图5A至图5C中更详细地图示了不同的级30-32。

[0067] 在图5A所示的输入级30中,载波信号C1-CN被馈送到输入端口I1-IN。输入级30包括用于监视载波信号C1-CN的多个载波监控单元300₁-300_N。载波监控单元300₁-300_N可以具体地导出与载波信号C1-CN相关联的参数,诸如实际功率和标称功率、带宽、载波频率、峰均比和EVM值等。为此,载波监控单元300₁-300_N可以例如在时域中分析载波信号C1-CN,或者可

以执行对载波信号C1-CN的频谱分析。附加地或替代地,载波监控单元300₁-300_N可以接收和读出由与载波信号C1-CN相关联的基站广播的广播信道参数,以便从广播信号中导出参数。

[0068] 与由优化系统3执行的实际波峰因数优化相比,监控过程可能是慢的。载波监控单元300₁-300_N可以例如为每个载波信号C1-CN计算在功率放大器输入处的误差向量幅度的允许上限。

[0069] 载波信号C1-CN进入到增益单元301₁-301_N中,在这些增益单元中,载波信号C1-CN的增益被单独设置,使得实现每个载波信号C1-CN的期望目标输出功率。为此,可以使用载波监控单元300₁-300_N的读数。

[0070] 在与载波信号C1-CN相关联的每个路径中,还存在峰检测器302₁-302_N,这些峰检测器用于检测与其相关联的载波信号C1-CN内是否出现峰。峰检测器302₁-302_N将它们的发现发送到对准优化器305,对准优化器305用于优化载波信号C1-CN相对于彼此的对准。

[0071] 为此,对准优化器305分析载波信号C1-CN的峰是否与通过组合器303组合载波信号C1-CN而获得的组合信号的峰相关。峰检测器304检测组合信号内的峰并且将对应的信息发送到对准优化器305。如果对准优化器305发现载波信号C1-CN的峰与组合信号的峰相关,那么通过控制在特定载波信号C1-C_n中引入时间延迟的关联的可变延迟单元306₁-306_N来调整载波信号C1-CN相对于其它载波信号C1-CN的对准。因此,通过优化载波信号C1-CN相对于彼此的延迟,载波信号C1-CN的对准可以被调整,使得组合信号内的峰形成被最小化。

[0072] 来自可变延迟单元306₁-306_N的载波信号C1-CN被馈送到第一级31,如图5B所示(输入级30可以逻辑上形成第一级31的一部分,并且用于在第一级中对载波信号C1-CN执行波峰因数降低之前处理载波信号C1-CN)。

[0073] 如图5B所示,在第一级31中,通过计量单元310₁-310_N为每个载波信号C1-CN估计实际误差向量幅度(EVM)。例如,可以基于对已知信号(例如在LTE的情况下的广播信号或特定于小区的参考信号)的测量和/或基于测得的每载波C1-CN的当前峰均比来估计误差向量幅度。计量单元310₁-310_N将实际误差向量幅度估计馈送到第一级控制器313。

[0074] 此外,载波信号C1-CN通过组合器311组合,并且峰检测器312检测组合信号中峰的存在。来自峰检测器312的信息被馈送回对准优化器305,对准优化器305因此可以迭代地优化载波信号C1-CN相对于彼此的对准。

[0075] 第一级控制器313用于控制作用在各个载波信号C1-CN上的波峰因数降低单元314₁-314_N。这里,波峰因数降低单元314₁-314_N由第一级控制器313控制,使得不超过例如从载波监控单元300₁-300_N获得的各个载波信号C1-CN的允许上限。具体而言,波峰因数降低仅通过波峰因数降低单元314₁-314_N以以下方式执行:对载波信号C1-CN,由波峰因数降低引入的向量幅度贡献不会造成超过允许的误差向量幅度上限。

[0076] 波峰因数降低单元314₁-314_N考虑来自峰检测器312的信息。即,波峰因数降低单元314₁-314_N将逆峰信号添加到各个载波信号C1-CN,使得组合信号中的峰被消除。这里,由波峰因数降低单元314₁-314_N提供的逆峰信号以以下方式被成形:即,使得逆峰信号的噪声能量落入到与相应的载波信号C1-CN相关联的频谱的那部分中。由波峰因数降低单元314₁-314_N执行的波峰因数降低因此向与波峰因数降低单元314₁-314_N相关联的各个信道添加了噪声。

[0077] 峰检测器312将检测到的峰的相位和振幅信息发送到波峰因数降低单元314₁-

314_N。振幅信息用由第一级控制器313发信号给出的增益值进行加权,以确定通过波峰因数降低单元314_I-314_N添加到载波信号C1-CN的各个逆峰信号的增益。

[0078] 在波峰因数降低单元314_I-314_N之后,载波信号C1-CN进入到第二级32中,在第二级32中,如图5C所示,在计量单元320_I-320_N中估计每个信道的实际误差向量幅度。对每个信道的实际误差向量幅度的估计被馈送到第二级控制器322,第二级控制器322用于控制滤波单元321_I-321_N和第二级波峰因数降低单元326。

[0079] 在取得误差向量幅度估计之后,载波信号C1-CN穿过滤波单元321_I-321_N,在这些滤波单元中,载波信号C1-CN被滤波。滤波单元321_I-321_N可以是高阶滤波器,或者可以是简单的增益和/或移相器。滤波单元321_I-321_N的滤波系数由第二级控制器322基于例如来自输入级30的载波监控单元300_I-300_N的信息来选择。

[0080] 在穿过滤波单元321_I-321_N之后,载波信号C1-CN在组合器323中被组合。在组合时,可能出现从各个载波信号C1-CN产生的组合信号内的峰的再生长,这可以以不同的方式进行抑制。

[0081] 在第一个选项中,可以通过滤波单元321_I-321_N来衰减载波信号C1-CN,使得来自各个载波信号C1-CN的对组合信号的贡献被限制。具体而言,如果对峰的再生长做出主要贡献的这些载波信号C1-CN被衰减,那么峰高度可以被降低。这里,对一个或多个载波信号C1-CN的衰减不会导致误差向量幅度的增加,这使得如果载波信号C1-CN已经处于或接近允许的误差向量幅度的上限,那么此方法可以是优选的。

[0082] 在第二个选项中,从组合器323输出的组合信号中的峰可以由第二级波峰因数降低单元326减少,其中第二级波峰因数降低单元326由第二级控制器322控制。第二级控制器322可以考虑通过计量单元324获得的对组合信号的误差向量幅度估计。此外,峰检测器325将峰的相位和振幅信息馈送给第二级波峰因数降低单元326,第二级波峰因数降低单元326产生逆峰信号并将逆峰信号添加到组合信号,以便消除组合信号中的峰。

[0083] 逆峰信号被成形为使得噪声分布在频带内的所有载波上。具体而言,逆峰信号可以被成形为使得恒定的误差向量幅度被添加到所有载波信号C1-CN。

[0084] 为了降低第二级波峰因数降低单元326的复杂性,可以允许相邻信道泄漏功率比(Adjacent Channel Leakage Power Ratio, ACLR)的降额(derating)。甚至在第二级波峰因数降低单元326中可以允许峰的削除。

[0085] 在最终的滤波单元327中,可以降低第二级波峰因数降低单元326对未使用频谱部分的噪声贡献。

[0086] 以这种方式处理的载波信号C1-CN然后可以作为组合信号IF_{OUT}输出用于功率放大,其中输出信号IF_{OUT}的峰均比被优化,并且因此信号的高效功率放大是可能的。

[0087] 本发明不限于上述实施例,而是可以以完全不同的方式在完全不同的示例中实现。实施例不意味着限制本发明的范围,而仅仅用于说明目的。

[0088] 标号列表

[0089]	1	系统
[0090]	10	主机单元
[0091]	100	天线
[0092]	11	远程单元

[0093]	110	天线
[0094]	12	输送介质
[0095]	20	接收部
[0096]	21	传输部
[0097]	201	RF滤波器
[0098]	202	低噪声放大器
[0099]	203	下变频器
[0100]	204	模数转换器
[0101]	205, 206	数字信号处理器 (DSP)
[0102]	207	数模转换器
[0103]	208	上变频器
[0104]	209	功率放大器
[0105]	210	RF滤波器
[0106]	3	优化系统
[0107]	30	输入级
[0108]	300 ₁ -300 _N	载波监控块
[0109]	301 ₁ -301 _N	增益块
[0110]	303 ₁ -302 _N	峰检测器
[0111]	303	求和单元
[0112]	304	峰检测器
[0113]	305	对准优化器
[0114]	306 ₁ -306 _N	时移器
[0115]	31	第一波峰因数降低 (CFR) 级
[0116]	310 ₁ -310 _N	EVM/PAR 计量
[0117]	311	求和单元
[0118]	312	峰检测器
[0119]	313	第一级 CFR 控制器
[0120]	314 ₁ -314 _N	CFR 单元
[0121]	32	第二波峰因数降低 (CFR) 级
[0122]	320 ₁ -320 _N	EVM/PAR 计量
[0123]	321 ₁ -321 _N	滤波单元
[0124]	322	第二级 CFR 控制器
[0125]	323	求和单元
[0126]	324	EVM/PAR 计量
[0127]	325	峰检测器
[0128]	326	CFR 单元
[0129]	327	滤波单元
[0130]	4	建筑物
[0131]	40	楼层

[0132]	C_1-C_N	载波信号
[0133]	D	下行链路方向
[0134]	f	频率
[0135]	F_B	频带
[0136]	I_1-I_N	输入端口
[0137]	IF_{IN}	IF输入信号
[0138]	IF_{OUT}	IF输出信号
[0139]	RF_{IN}	RF输入信号
[0140]	RF_{OUT}	RF输出信号
[0141]	U	上行链路方向

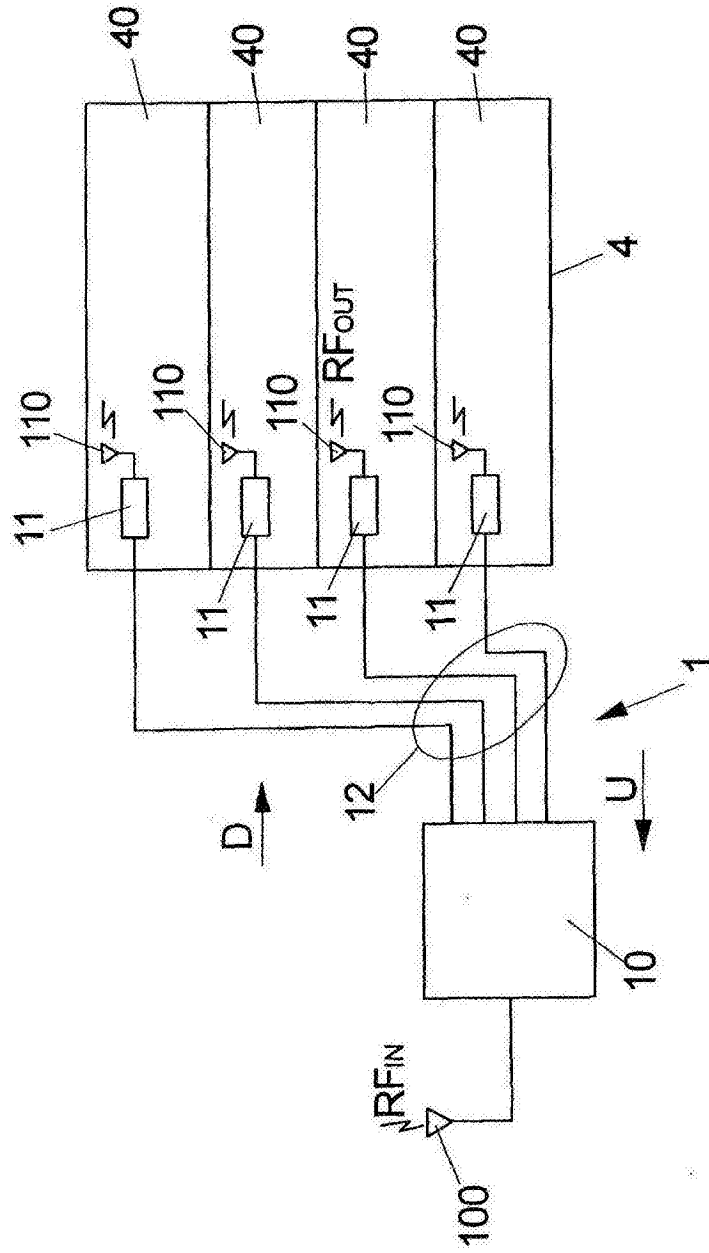


图1

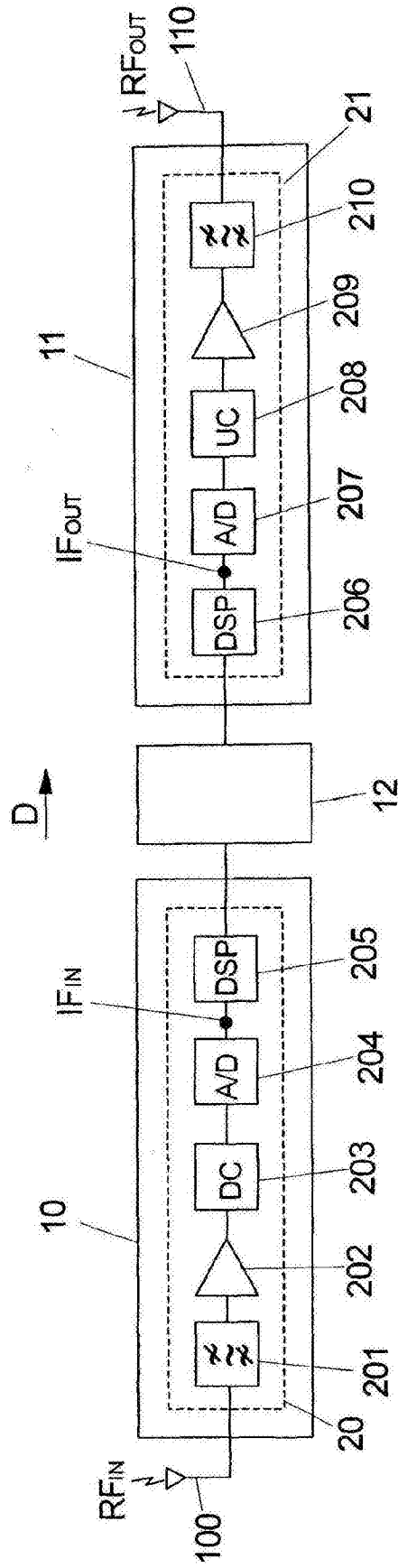


图2

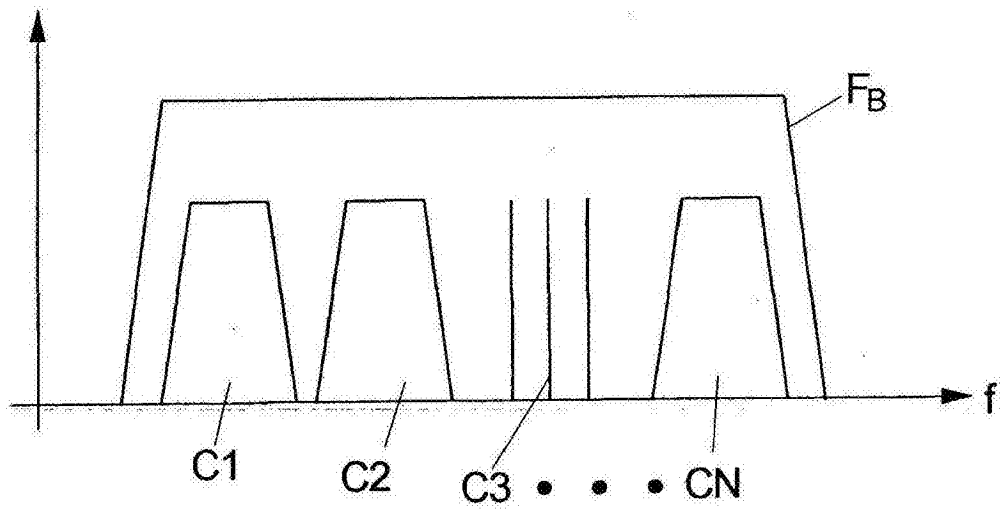


图3

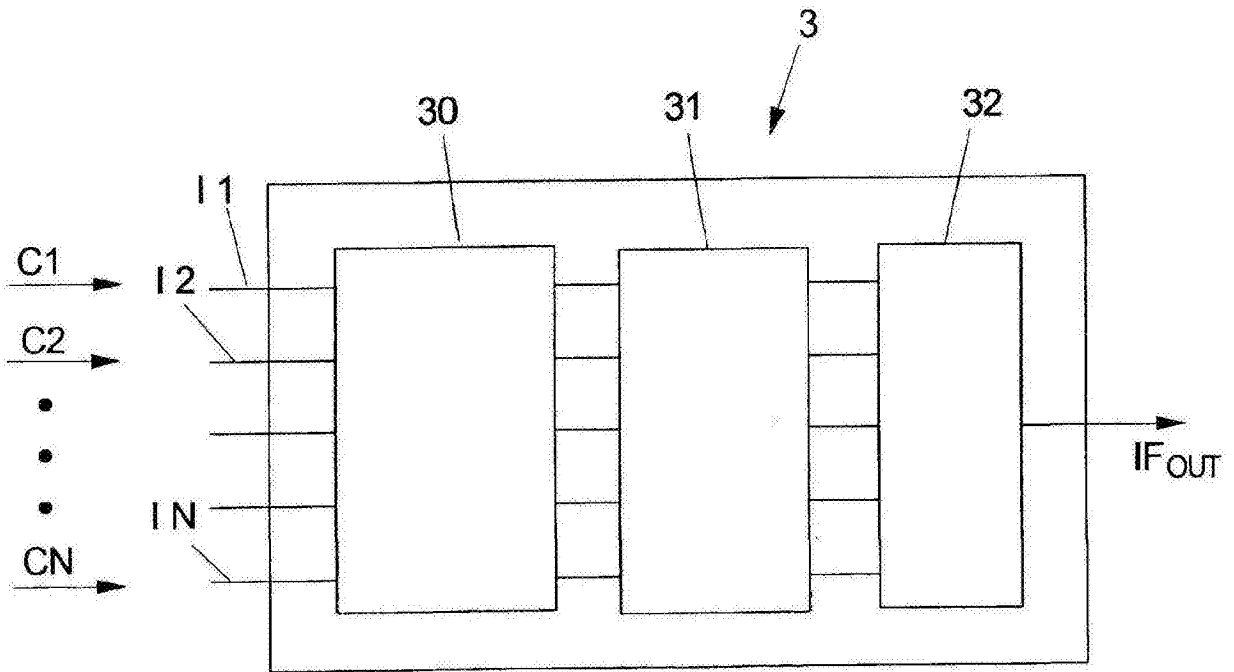


图4

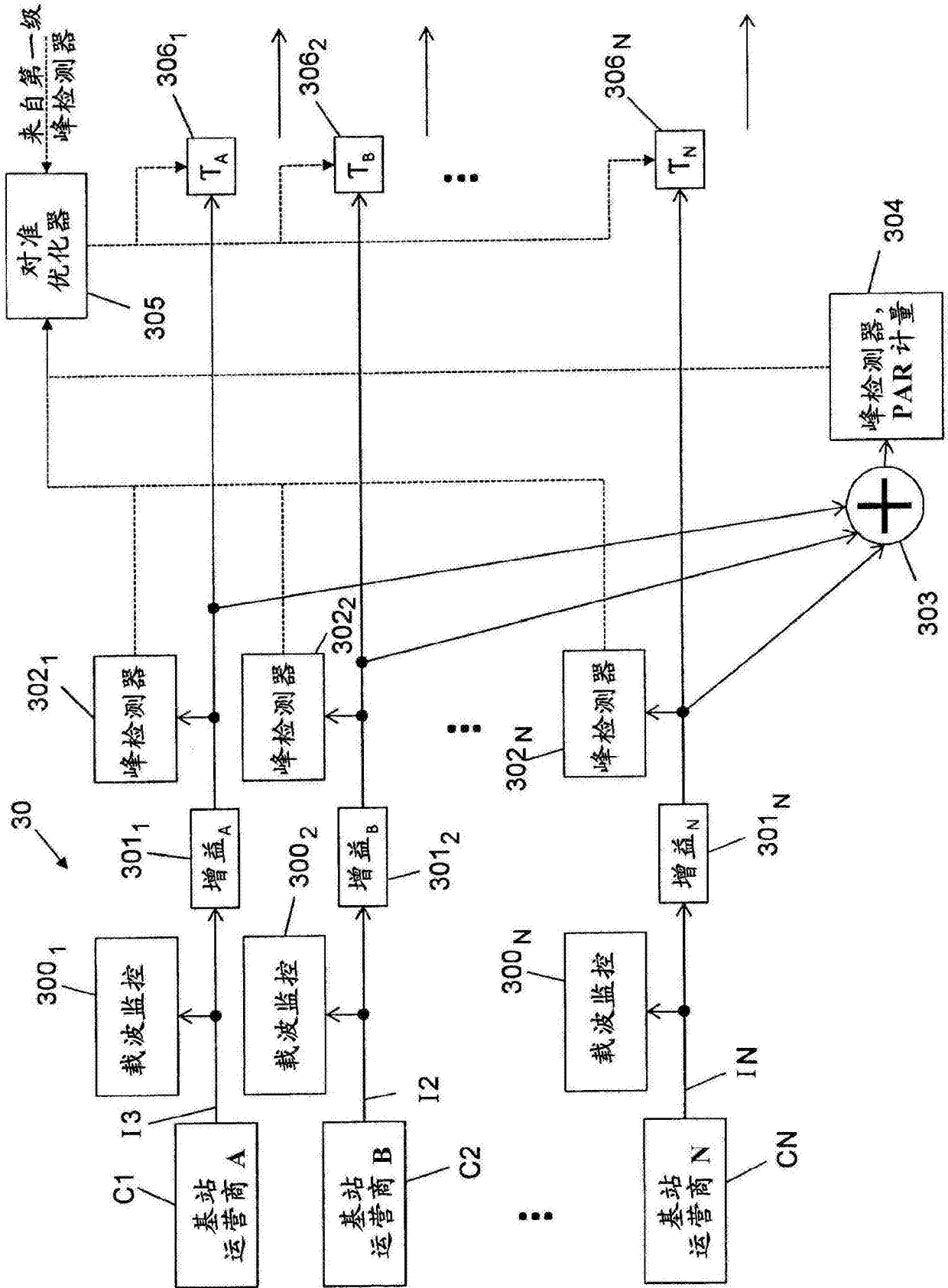


图5A输入级

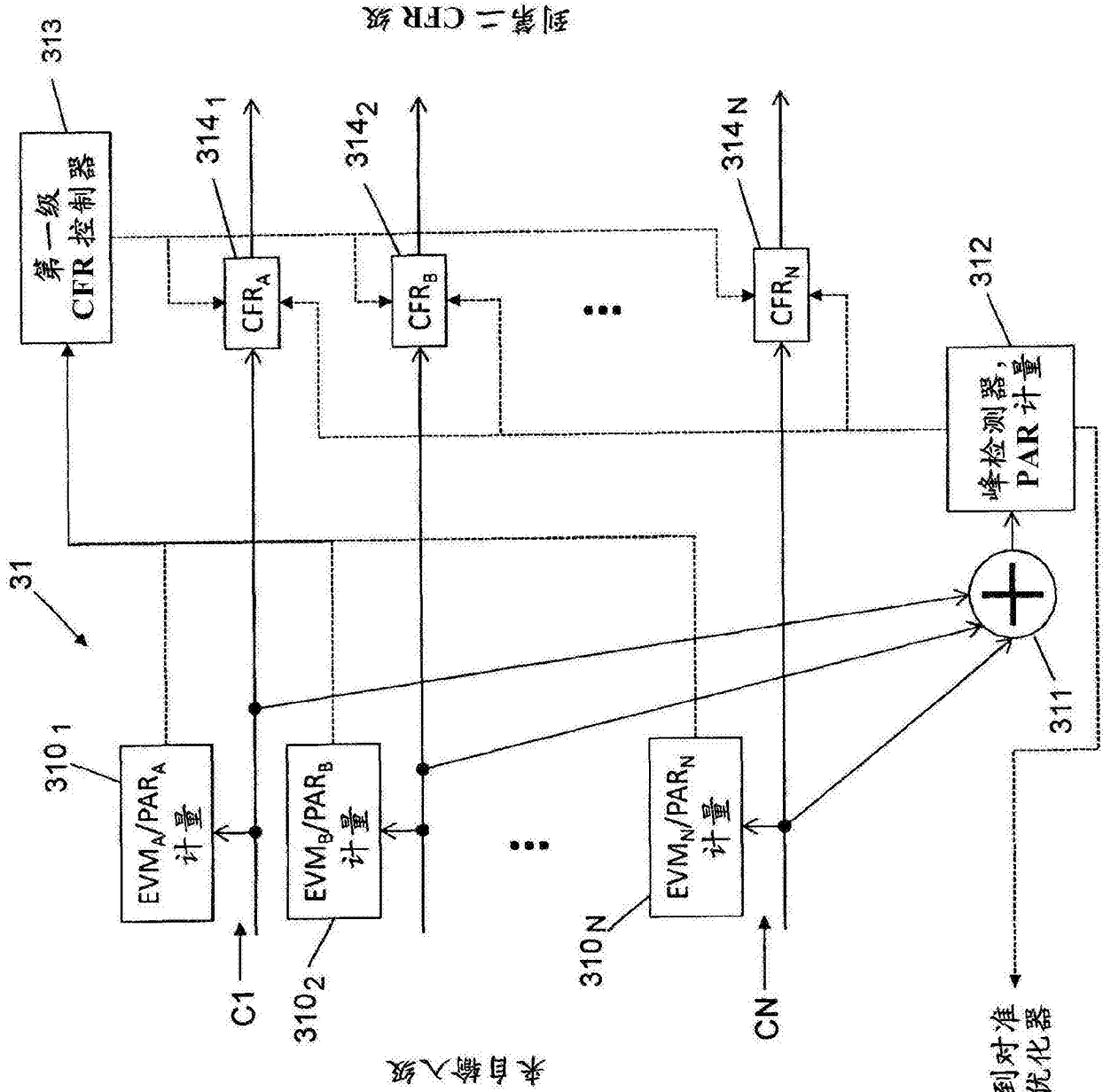


图5B第一CFR级

