



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03824120. X

[43] 公开日 2005 年 10 月 26 日

[11] 公开号 CN 1689256A

[22] 申请日 2003.9.22 [21] 申请号 03824120. X

[30] 优先权

[32] 2002.10.15 [33] US [31] 10/270,764

[86] 国际申请 PCT/US2003/029855 2003.9.22

[87] 国际公布 WO2004/036763 英 2004.4.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.12

[71] 申请人 汤姆森许可公司

地址 法国布洛涅-比扬古

[72] 发明人 A·R·布伊莱特 M·T·迈尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

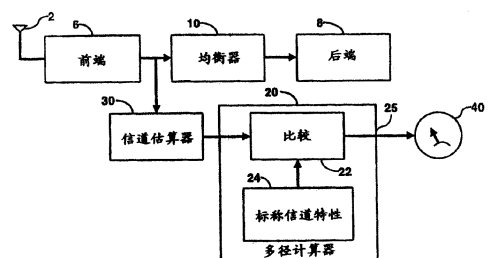
代理人 杨 凯 陈景峻

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 4 页

[54] 发明名称 多径信号强度指示器

[57] 摘要

一种多径信号强度指示器包含在对受多径信号干扰的通信信道进行响应的通信接收机中。多径信号强度指示器包括用于估算通信信道特性的电路和用于存储不含多径信号的通信信道的标称特性的电路。还有其它电路计算标称特性和估算信道特性之间的差异,作为多径信号强度。



1. 在响应受多径信号影响的通信信道的通信接收机中，一种多径信号强度指示器，包括：

- 5 用于估算所述通信信道的特性的电路；
 用于存储不含多径信号的通信信道的标称特性的电路；以及
 用于计算所述标称特性与所述估算的信道特性之间的差异作为多径信号强度的电路。

2. 在一种通信接收机中，包括具有含抽头系数源的自适应数字滤波器的多径均衡器，一种多径信号强度指示器，包括：

10 标称系数值的源，所述标称系数值分别对应于表示不含多径信号的接收信号的抽头系数；以及

 用于计算所述标称系数值与相应抽头系数之间的各个差的组合大小作为多径信号强度的电路。

15 3. 如权利要求 2 所述的指示器，其特征在于，计算电路包括用于产生所述标称系数与所述抽头系数之差的电路。

 4. 如权利要求 3 所述的指示器，其特征在于，差生成电路包括多个与抽头系数源和标称系数源相连的减法器。

20 5. 如权利要求 3 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括用于计算各个所述标称系数与所述抽头系数之差的大小的电路。

 6. 如权利要求 5 所述的指示器，其特征在于，大小计算电路还包括多个与所述差生成电路相连的绝对值电路。

25 7. 如权利要求 5 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括用于组合所述标称系数与所述抽头系数之差的大小的电路。

 8. 如权利要求 7 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括与所述大小计算电路相连的加法器。

 9. 如权利要求 2 所述的指示器，其特征在于：

所述标称系数值源包括其中已预先存储标称系数值的寄存器；
以及

所述计算电路包括：

5 多个与所述抽头系数源和所述标称系数值源相连的减法器，每个减法器对应于相应的一个抽头系数，并且具有响应所述相应抽头系数的第一输入端、响应相应标称值系数的第二输入端、以及产生相应标称系数与抽头系数之差的输出端；

多个绝对值电路，分别与所述多个减法器中相应的一些的输出端相连，每个绝对值电路产生相应差的大小；以及

10 加法器，具有多个分别与所述绝对值电路相连的输入端，用于组合所述差的大小以产生表示多径信号瞬时强度的信号。

10. 如权利要求 9 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括与所述加法器相连的平均电路，用于求出所述差的组合大小的平均值以产生表示多径信号合成强度的信号。

15 11. 如权利要求 9 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括：

与所述抽头系数源相连的参考系数寄存器，用于锁存一组分别对应于所述抽头系数的参考系数；

20 与所述抽头系数源和所述参考系数寄存器相连的多个减法器，每个减法器对应于相应的一个抽头系数，并且具有响应所述相应抽头系数的第一输入端、响应相应参考系数的第二输入端、以及产生所述相应参考系数与抽头系数之差的输出端；

分别与所述多个减法器中相应的一些减法器的输出端相连的多个绝对值电路，每个电路产生相应差的大小；以及

25 加法器，具有多个分别与所述绝对值电路相连的输入端，用于组合所述差的大小以产生表示多径信号动态强度的信号。

12. 如权利要求 11 所述的指示器，其特征在于，所述计算电路还包括与所述加法器相连的峰值检测器，用于保持所述差的组合大

小的峰值以产生表示多径信号的峰值动态强度的信号。

13. 如权利要求 2 所述的指示器，其特征在于，还包括用于给用户提供多径信号强度的指示的指示器。

5 14. 在一种通信接收机中，包括具有含抽头系数源的自适应数字滤波器的多径均衡器，一种用于产生多径信号的信号强度指示的方法，包括以下步骤：

检索一组标称系数值，所述标称系数值分别对应于表示不含多径信号的接收信号的抽头系数；

10 计算所述标称系数值与所述抽头系数值之间的各个差的组合大小；以及

提供所述差的组合大小作为多径信号强度。

15 15. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，还包括求出所述差的组合大小的平均值作为多径信号合成强度的步骤。

16. 如权利要求 14 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：
15 存储一组抽头系数作为参考系数；

计算所述参考系数与所述抽头系数值之间的各个差的组合大小；以及

提供所述差的组合大小作为多径信号的动态强度。

20 17. 如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，还包括保持动态多径信号强度的峰值的步骤。

多径信号强度指示器

5 发明领域

本发明涉及信号强度指示器，具体来说，涉及尤其是在多径干扰严重的地面广播应用中、可用于天线指向目的的信号强度指示器。

发明背景

10 通信接收机通常包括一种信号强度指示器。信号强度指示器产生接收天线所接收的所有信号分量合成的指示。这些分量其中包括直接传输信号分量、噪声分量和可能的一个或多个多径信号分量，这些多径信号分量是由物体反射而产生的直接传输信号分量的延迟形式。由固定物体反射而产生的多径信号被称作静态多径或重影信号。
15 由移动物体反射所产生的多径信号被称作动态多径或多普勒信号。

通信接收机通常包括用于补偿多径信号的均衡器。这些多径均衡器可作为补偿由通信信道引入传输信号中的失真的信道均衡器的一部分来实现，或者可作为独立于信道均衡器的不同元件来实现。
20 多径均衡器通常被实现为一种其中抽头系数用已知方式调节到使检测到的动态和静态多径信号减至最小的自适应 FIR 滤波器。然而，本领域的技术人员会理解，也可使用例如通常在决策反馈均衡器实现中可找到的自适应 IIR 滤波器或组合 FIR/IIR 滤波器。

本领域的技术人员会理解，由于直接传输信号分量从发射天线发出，所以它实际上明显是定向的，而噪声分量一般实际上是非定向的。因为多径分量从反射面发出，所以实际上它们也是定向的。
25

用户可使用信号强度指示器的指示来进行天线瞄准。通常，最佳天线瞄准方向是对着直接传输信号分量的源。如上所述，直接传

输信号分量是定向的，而噪声不是定向的。因此，在主要包括直接传输信号分量和噪声(也就是多径分量相对较小)的通信系统中，例如在卫星广播系统中，将天线瞄准信号强度指示器上产生最大电平的方向，通常会产生好的结果。

5 然而，在多径分量较大的通信系统中，例如在地面广播系统中，最佳天线瞄准位置可能不是信号强度指示器上产生最大电平的方向。这是由多径分量的定向性引起的。也就是，常规的信号强度指示器可能从指向一个或多个强多径分量的方向与直接传输信号分量的源的方向之间的天线方向产生最大电平，而不是在直接传输信号分量的源的方向。在这种常见的情况中，信号强度不能指示最佳的
10 天线指向，更糟的是，将指示包括较大多径分量的指向。

 在天线上单独接收的多径分量的强度指示器使用户能够将天线更准确地指向产生最小多径分量的位置，或与信号强度指示器一起用来将天线指向在增加所接收的直接传输信号分量的同时、减少所
15 接收的多径分量的方向。

发明概述

 发明人意识到了当不存在多径信号时，通信信道具有标称响应特性，通信信道的当前响应特性和通信信道的标称响应特性之间的
20 差异提供了多径信号强度的量度。

 依照本发明的原理，多径信号强度指示器包含在对受多径信号影响的通信信道作出响应的通信接收机里。多径信号强度指示器包括用于估算通信信道的当前特性的电路和用于存储不受多径信号影响的通信信道的标称特性的电路。还有一个电路计算标称特性和估
25 算信道特性之间的差，作为多径信号强度。

 发明人还意识到，在多径信道均衡器中自适应数字滤波器的抽头的系数值表示当前信道特性，从而提供多径信号的一种表示。依照本发明的其他原理，多径信号强度指示器还包含在含有多径均衡

器的通信接收机里，该多径均衡器具有包括抽头系数源的自适应数字滤波器。多径信号强度指示器包括对应于表示不含多径信号的接收信号的抽头系数的标称系数值的源。多径信号强度指示器中的另外的电路计算标称系数值和相应抽头系数值之间的各个差的组合大小，作为多径信号强度。

通过使用依照本发明原理的多径信号强度指示器，用户可以更精确地瞄准天线，从而使所接收的直接传输信号分量最大，同时使所接收的多径分量最小。

附图简述

在图中：

图 1 是包括依照本发明原理的多径信号强度指示器的通信接收机的一部分的框图；

图 2 是包括依照本发明原理的多径信号强度指示器的一个备选实施例的通信接收机的一部分的更详细框图；

图 3 是可用于图 2 所示系统的多径计算器的框图；以及

图 4 是图 2 和图 3 所示的多径计算器中其它电路的框图。

发明详述

图 1 是包括依照本发明原理的多径信号强度指示器的通信接收机的一部分的框图。图 1 仅说明描述和理解本发明工作所必需的那些元件。本领域的技术人员会理解，还有什么附加元件是必需的，怎样设计和实现这些元件，怎样相互连接所有元件来构成可工作的通信接收机。为了使图简化，没有说明时钟信号线和控制线。本领域的技术人员会理解这些信号是必需的，也知道怎样产生它们并使它们相互连接成图 1 所示的电路。

图 1 中，天线 2，具体来说是定向天线，与接收机前端 6 的输入端子相连。这个前端 6 可包括射频(RF)调谐器；中频(IF)放大器；解

调器；载波、符号和段定时恢复电路；DC 恢复电路；场同步检测器；以及 NTSC 共道抑制电路；(所有都未示出)都是已知设计。接收机前端 6 的输出端与多径均衡器 10 和信道估算器 30 的相应输入端相连。均衡器 10 的输出端与接收机后端 8 相连。接收机后端 8 可包括相位跟踪环、内置解码器、去交织器、外部解码器、解扰器和用于处理接收信号的其他电路，(都未示出)所有的都是已知设计。例如，在地面广播电视通信系统中，此电路可包括用于显示由视频分量表示的图像的显示屏和相关电路以及用于再现由所接收电视信号中音频分量表示的声音的扬声器和相关电路。

信道估算器 30 的输出端与比较电路 22 的第一输入端相连。标称信道特性源 24 与比较电路 22 的第二输入端相连。比较电路 22 和标称信道特性源 24 的组合构成了多径计算器 20。比较电路 22 的输出端与多径计算器 20 的输出端 25 相连，该输出端又与示意表示为模拟仪表 40 的多径信号强度指示器 40 的输入端相连。

工作中，前端 6、均衡器 10 和后端 8 以已知方式工作，接收由发射机通过通信信道发射的已调制信号，并提取、处理和利用调制信号。如上所述，通信信道常受到可能是各种强度的多径信号的影响。信道估算器 30 产生表示当前通信信道特性的估算值的数据。当前信道特性包含表示接收信号中当前多径信号分量强度的信息。在没有多径分量出现时，标称信道特性源 24 包含表示通信信道特性的数据。比较电路 22 将当前通信信道特性和标称通信信道特性相比较。当前通信信道特性和标称通信信道特性的差异是接收信号中的多径分量强度的量度。

在所说明的实施例中，信道估算器 30 用来产生信道的当前脉冲响应的估算值。可以使用用于确定信道的当前脉冲响应的任何方法。例如，本领域的技术人员知道，在 HDTV 接收机中，所接收的信号包括具有固定已知值的周期性重复的同步序列。这些周期序列可用作训练序列。在这样的系统中，信道估算器 30 包括相关器，用于把

所接收的 HDTV 信号中的周期训练序列与具有那些已知固定值的参考信号序列相关，这种相关的结果是一个表示当前信道脉冲响应的向量或信号值序列。

5 在没有多径的理想信道中，由这样的向量表示的脉冲响应是单脉冲。因此，存储在源 24 中的标称信道特性对于这样一个理想信道，是一个表示单脉冲的向量。通信信道中多径信号的出现产生不是单脉冲的信道响应特性。多径计算器 20 将表示当前脉冲响应的向量中的每个元素与表示标称脉冲响应的向量中的相应元素相比较。更明确地说，首先计算当前脉冲响应中的每个元素与标称脉冲响应中相应元素的差异，然后计算每个差异的大小，最后，差异的大小的组合构成了多径分量强度的量度。多径分量强度的这个量度经由输出端 25 提供给多径信号强度指示器 40。

15 然而，发明人还认识到，均衡器 10 中的抽头系数还表示当前信道响应特性，尽管他们的值的向量代表表示将由信道估算器 30 计算的信道特性的向量的逆向量。结果，可以用均衡器 10 中现有的电路来产生表示信道脉冲响应的向量。

图 2 是包括依照本发明原理的多径信号强度指示器的一个备选实施例的通信接收机的一部分的更详细框图。与图 1 所示的那些元件相同的元件由相同的参考数字来标明，下面不再详细描述。图 2 20 中，输入端 5 与通信接收机前端 6 相连。输入端 5 的信号是数字样本流。输入端 5 与延迟电路 102、104、106 和 108 的串联连接的输入端相连。每个延迟电路将在其输入端的信号延迟一个样值时间，并且可由公共时钟信号来定时(未示出)。

25 输入端 5 和延迟电路 102、104、106 和 108 的各个输出端与相应的系数乘法器 110、112、114、116 和 118 的各个第一输入端相连。系数乘法器 110、112、114、116 和 118 的各个输出端与信号加法器 120 的相应输入端相连。延迟电路 102、104、106 和 108、系数乘法器 110、112、114、116 和 118 以及加法器 120 的组合构成 FIR 数字

滤波器 100。然而，如上所述，数字滤波器 100 还可以用 IIR 滤波器的形式或者 FIR/IIR 滤波器的组合来实现。尽管图 2 中说明了包括五个抽头的 FIR 滤波器 100，但本领域的技术人员知道可以包含任意数目的抽头。

5 信号加法器 120 的输出端与输出端 15 相连。输出端 15 与通信接收机的后端 8(图 1)相连。信号加法器 120 的输出端还与误差信号发生器 122 的第一输入端相连。误差信号发生器 122 的输出端与系数控制器 124 的输入端相连。系数控制器 124 的各个输出端与系数乘法器 110、112、114、116 和 118 的相应第二输入端相连。

10 训练信号源或限幅器 126 与误差信号发生器的第二输入端相连。通常，在通信接收机中只实现这两个功能中的一个。如果均衡是基于接收训练信号并将它与这样的接收训练信号的理想版本相比较，那么元件 126 用作训练信号源。如果均衡是基于判决，那么元件 126 用作限幅器，并且如图 2 的虚线所示，具有与信号加法器 120 的输出端相连的输入端。FIR 滤波器 100、误差信号发生器 122、训练信号源/限幅器 126 和系数控制器 124 的组合构成多径均衡器 10。

15 系数控制器 124 的各个输出端还与多径计算器 20 的相应输入端相连。多径计算器 20 的输出端与输出端 25 相连，并以下面更详细描述的方式，产生表示通信接收机的天线上接收的多径分量的强度的信号。

20 工作中，FIR 滤波器 100 以已知的方式工作以使多径信号分量最小。误差信号发生器 122 将滤波后的接收信号与理想信号相比较以产生误差信号。如上所述，在训练信号源/限幅器 126 中或者从限幅后的接收信号逐个样本地导出理想信号，或者作为来自预定训练信号的样本序列。这个误差信号表示接收信号与应该接收的信号之间的差异。假定这个差异是由多径失真引起的。误差信号由能相应地更新系数值的系数控制器 124 来分析。系数控制器 124 用以调整系数值，使得误差信号保持在最低水平，所有都采用已知方式。

对于在时域工作的均衡器 10, 如果不存在多径信号, 则用于中心抽头(乘法器 114)的系数在标称上为一个预定的非零值, 例如 1, 其它抽头(乘法器 110、112、116 和 118)的系数将是零。对于在频域工作的均衡器 10, 系数具有表示信道的标称脉冲响应的值。任何情况下, 实际系数与那些标称值的偏差表示多径失真的存在。多径计算器 20 将当前系数值与标称值比较, 以下面详细描述的方式产生表示接收信号中检测的多径失真程度的信号。

图 3 是可用于图 2 所示系统中的多径计算器 20 的框图。图 3 中, 标为 C_{-2} 、 C_{-1} 、 C_0 、 C_1 和 C_2 的各个系数输入端连接成接收由分别提供图 2 中系数乘法器 110、112、114、116 和 118 的五个系数构成的向量。更明确地说, C_0 是用于 FIR 滤波器 100 的中心抽头的系数。

系数输入端 C_{-2} 到 C_2 与减法器 210、212、214、216 和 218 的各个第一输入端相连。寄存器 240 具有预先存储在其中的系数的标称值(即, 如上所述, 无多径分量)。寄存器 240 的各个输出端与减法器 210、212、214、216 和 218 的相应第二输入端相连。也就是, 标称系数 N_{-2} 与接收当前系数 C_{-2} 的减法器 210 的第二输入端相连, 标称系数 N_{-1} 与接收当前系数 C_{-1} 的减法器 212 的第二输入端相连, 等等。减法器 210、212、214、216 和 218 的各个输出端与绝对值电路 220、222、224、226 和 228 的相应输入端相连。绝对值电路 220、222、224、226 和 228 的各个输出端与加法器 230 的相应输入端相连。加法器 230 的输出端产生多径表示信号, 并与输出端 25 相连。

工作中, 减法器 210、212、214、216 和 218 分别计算每个当前系数 C_{-2} 、 C_{-1} 、 C_0 、 C_1 和 C_2 和相应系数标称值 N_{-2} 、 N_{-1} 、 N_0 、 N_1 和 N_2 之差。每个得到的差的大小表示在相应抽头的时间位置的多径信号强度。绝对值电路 220、222、224、226 和 228 计算大小, 而不考虑差的符号。加法器 230 把这些差的大小加起来。这个和表示接收信号的多径分量的瞬时信号强度。

提供静态加动态的混合多径信号强度的量度也是可能的。为了

提供这一功能,加法器 230 的输出端与图 3 中虚框所示的平均电路 250 的输入端相连。平均电路 250 的输出端与输出端 35 相连,并产生表示多径分量信号强度平均值的信号,其中多径分量为合成多径分量。

图 4 是图 1、图 2 和图 3 所示多径计算器 20 中其它电路的框图。

5 图 4 中与图 2 和图 3 相同的那些元件采用相同的参考标记,并不再详细描述。图 4 中,输入端 C_2 、 C_1 、 C_0 、 C_1 和 C_2 分别与参考系数集寄存器 252 的相应输入端以及减法器 260、262、264、266 和 268 的第一输入端相连。参考集寄存器 252 的各个输出端与减法器 260、262、264、266 和 268 的相应第二输入端相连。也就是,对应于系数
10 C_2 的参考系数 R_2 与接收当前系数 C_2 的减法器 260 的第二输入端相连;对应于系数 C_1 的参考系数 R_1 与接收当前系数 C_1 的减法器 262 的第二输入端相连;依此类推。减法器 260、262、264、266 和 268 的各个输出端与绝对值电路 270、272、274、276 和 278 的相应输入端相连。绝对值电路 270、272、274、276 和 278 的各个输出端与加
15 法器 280 的相应输入端相连。加法器 280 的输出端产生表示动态多径分量的信号,并与输出端 45 相连。

动态多径分量由系数 C_2 、 C_1 、 C_0 、 C_1 和 C_2 值的短期变化来表示。为了提供动态多径分量的量度,称作参考集 R_2 到 R_2 的系数集被锁存到参考系数集寄存器 252 中。然后,将参考系数集 R_2 到 R_2 与来自 FIR 100(图 2 的)的连续系数集 C_2 到 C_2 相比较。减法器 260、262、264、266 和 268 计算来自 FIR 100 的系数 C_2 到 C_2 与参考集的那些
20 系数 R_2 到 R_2 之间的各个差。如上参照图 3 所述,这些差的大小表示在相应抽头的相应时间位置的动态多径分量。绝对值电路 270、272、274、276 和 278 计算这些差的大小。加法器 280 将这些差的大小加
25 起来,在输出端 45 提供总的动态多径值。

动态多径分量的更精确量度可以通过在一个预定时间间隔内保持动态多径分量的峰值来计算。在图 4,加法器 280 的输出端与图 4 中虚框所示的峰值检测器 290 的输入端相连。峰值检测器 290 的输

出端产生表示动态多径分量峰值的信号，并与输出端 55 相连。这个峰值与动态多径分量更精确地相关。

在每个预定时间间隔的末尾，将峰值检测器 290 中的值复位。可以调整预定时间间隔的长度以产生可被检测的多普勒多径信号变化速率的下限。

也可能在参考系数集寄存器 252 中定期地锁存一组新的参考系数值 R_1 到 R_2 。例如，可能在每次峰值检测器 290 复位时，或者在某个固定或可变数量的复位时间间隔后，将一组新的参考系数值锁存到参考系数集寄存器 252 中。或者，复位峰值检测器 290 和在参考系数集寄存器 252 中锁存新的系数参考集可以完全彼此独立地进行。

在输出端 25、35、45 和/或 55，多径分量表示信号中的任一个都可以与任何已知形式的相应信号强度指示器相连(例如图 1 的 40)。例如，它们可以连接到模拟仪表、数字读出器或视频显示器。视频显示器可以是模拟仪表或数字读出器的形式，或者可以在任何其它已知信号值指示器中，比如垂直或水平条指示器。还可以提供其它可视的指示，例如改变显示器的亮度和/或颜色以响应多径分量信号强度的不同范围。此外，可以提供其它指示，例如信号强度的声音指示，通过例如改变音频信号的音量和/或频率以响应多径分量信号强度的不同范围。这些或任何其它适当的信号强度指示都可以提供给用户。如上所述，这些指示可帮助用户更准确地对准天线。

本领域的技术人员会注意到图 3 和图 4 所描述的电路的相似点。熟练的从业者会知道电路图只是说明性和示范性的，并不一定表示实际电路的布置。例如，在图 3 和图 4 所示的电路中共用相同的减法器、绝对值电路和加法器是可能的。在这样的配置中，可以在标称系数值寄存器 240、参考系数集寄存器 252 和共用减法器中间连接多路复用器。可以用已知的方式来控制这些多路复用器，以便动态地在图 3 所示配置与图 4 所示配置之间重新配置电路。当电路用适当的方式配置时，可以用已知方式类似地控制与输出端 25、35、45

和 55 相连的锁存器以锁存它们的输入值。本领域的技术人员还会理解，所示的电路完全可以在一种在控制程序的控制下工作的处理器内实现，以完成上述计算并向用户提供结果。

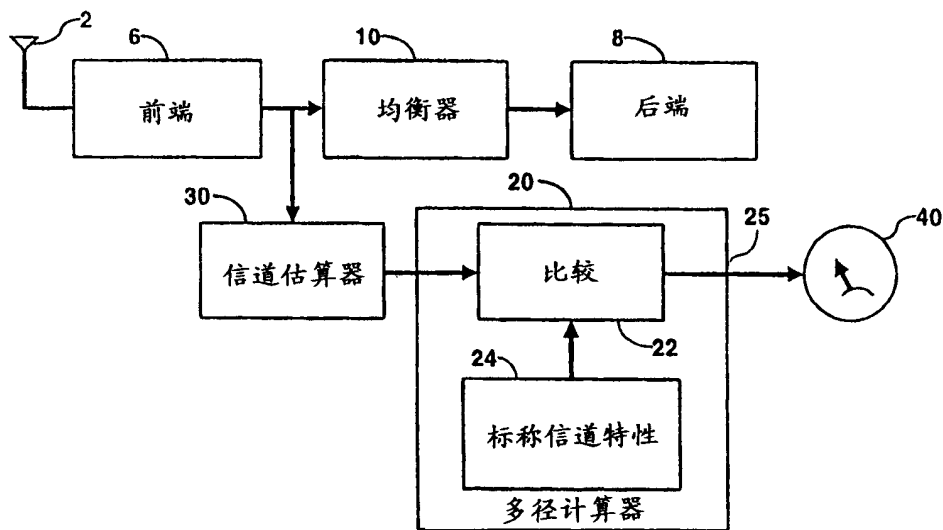


图 1-总体

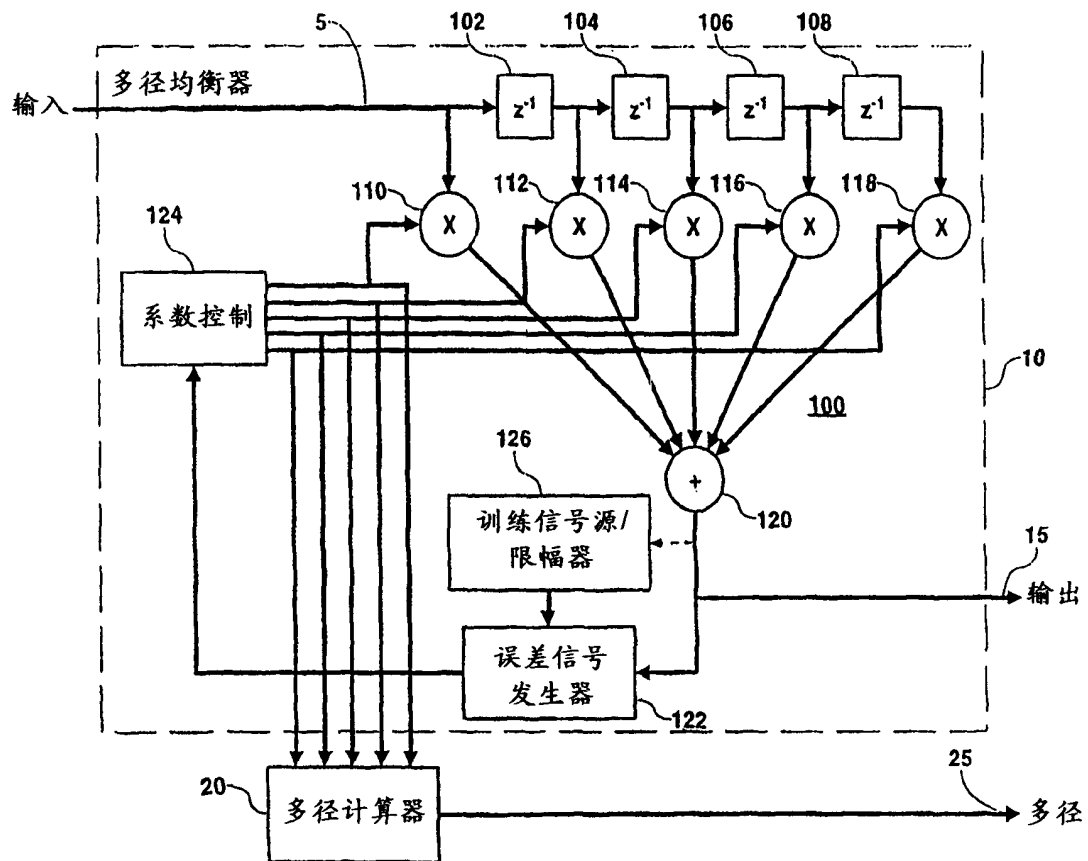


图 2-系统

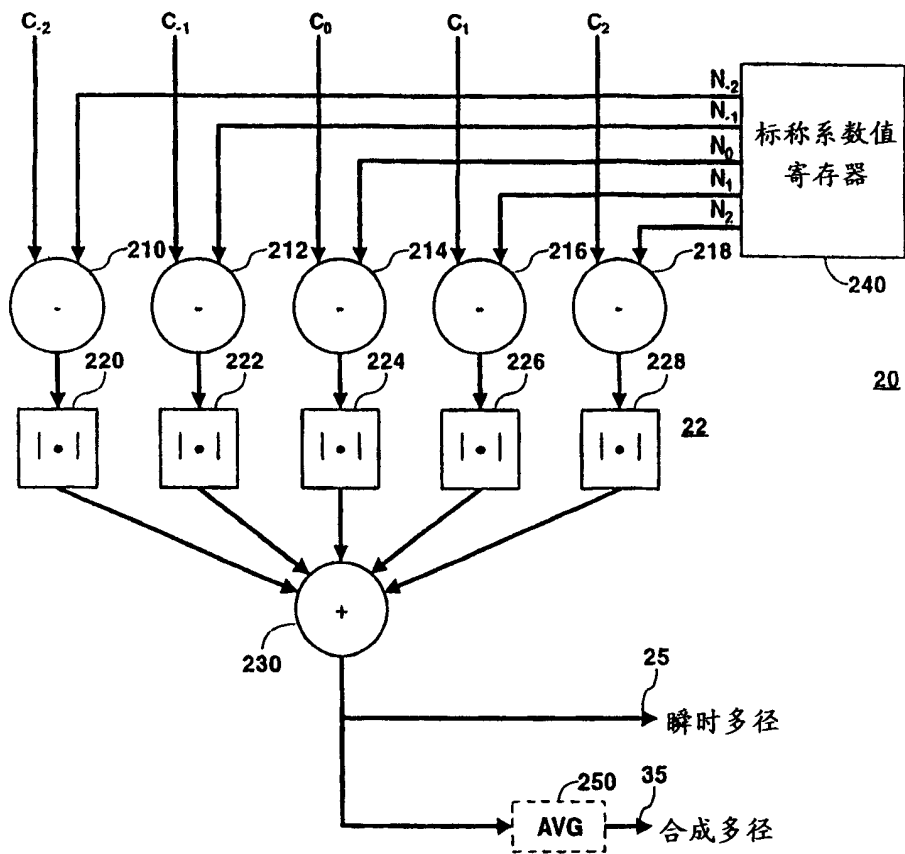


图 3-多径计算器

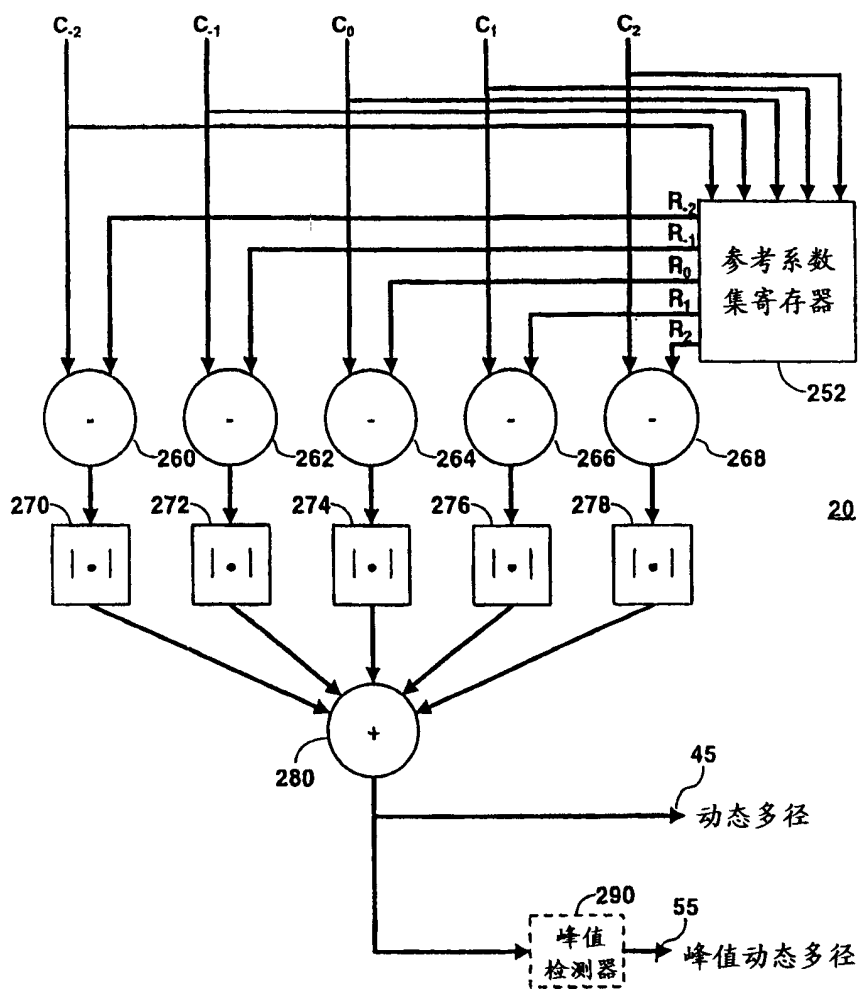


图 4-动态计算器