

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 3/54 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510052814.0

[43] 公开日 2006年1月18日

[11] 公开号 CN 1722629A

[22] 申请日 2005.2.28

[21] 申请号 200510052814.0

[30] 优先权

[32] 2004.2.26 [33] US [31] 10/787,544

[71] 申请人 因特隆公司

地址 美国佛罗里达州

[72] 发明人 劳伦斯·W·扬

斯里尼瓦斯·卡塔尔

斯坦利·J·科斯托夫

威廉·E·厄恩肖

哈桑·凯瓦·阿夫哈米

巴特·W·布兰查德

哈珀·布伦特·马什伯恩

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任
公司

代理人 樊卫民 关兆辉

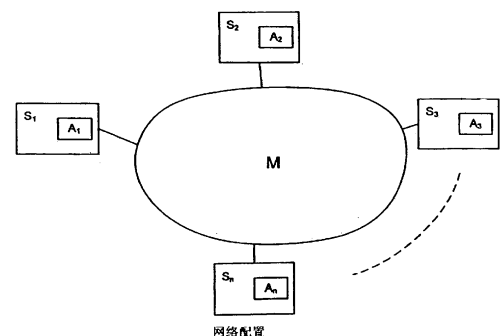
权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 12 页

[54] 发明名称

与周期性改变的信道同步的信道自适应

[57] 摘要

一种在网络中(例如,电源线通信网络)工作的方法,在该网络中多个站在具有周期性变化的信道的共享媒介(例如,AC电源线)上通信。该方法包括确定用于在一对站之间通信的多个信道自适应(例如,单音图),以及分配多个信道自适应的一个给多个周期性变化信道的相位区域的每一个。



1. 一种工作在网络中的方法，在该网络中多个站在具有周期性变化的信道的共享媒介上通信，包括：

- 5 确定用于在一对站之间通信的多个信道自适应；
 分配多个信道自适应的不同的一个给多个周期性变化信道的相位区域的每一个。

10 2. 如权利要求 1 所述的方法，其中，该用于具体相位区域的信道自适应适于在那个相位区域中的信道。

 3. 如权利要求 2 所述的方法，其中，该网络是电源线通信网络，共享媒介是 AC 电源线，并且信道特性随着 AC 线路周期的相位而变化。

15

 4. 一种在网络中工作的方法，在该网络中多个站在具有周期性变化的信道的共享媒介上通信，该方法包括：将信道自适应和周期性变化的信道同步。

20 5. 如权利要求 4 所述的方法，其中，该网络是电源线通信网络，共享媒介是 AC 电源线，并且信道特性随着 AC 线路周期的相位而变化。

 6. 一种工作在电源线通信网络中的方法，其中多个站在 AC 电源线上通信，并且信道特性随着 AC 线路周期的相位而变化，该方法包括：将信道自适应和 AC 线路周期的相位同步。

25

 7. 如权利要求 1、4 或 6 所述的方法，其中，该信道自适应在任意一对的发射器和接收器之间基本上唯一的。

30

8. 如权利要求 6 所述的方法，其中，每个站具有与在其它站的信道设备互相作用的信道自适应设备。
9. 如权利要求 1 或 4 所述的方法，其中，每个站具有与在其它站
5 的信道设备互相作用的信道自适应设备。
10. 如权利要求 8 所述的方法，其中，该信道自适应设备包括用于产生单音图的单音图发生器。
11. 如权利要求 9 所述的方法，其中，该信道自适应设备包括用于产生单音图的单音图发生器。
10
12. 如权利要求 10 所述的方法，其中，该信道自适应设备包括 AC 线路周期的开始的指示。
15
13. 如权利要求 10 所述的方法，其中，该站交换单音图。
14. 如权利要求 10 所述的方法，其中，该单音图发生器具有产生多个单音图、并且将不同的单音图分配给 AC 线路周期的不同相位区域的能力。
20
15. 如权利要求 14 所述的方法，其中，将不同的单音图分配给 AC 线路周期的每半个周期的不同区域，并且用于信道自适应的目的，将 AC 线路周期的每半个周期和另半个周期等效地处理。
25
16. 如权利要求 14 所述的方法，其中，该 AC 线路周期被划分为多个基本相等大小的相位区域，并将不同的单音图分配到该相位区域。
17. 如权利要求 16 所述的方法，其中，一些基本上相等大小的
30

相位区域被分配相同的单音图。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其中，该 AC 线路周期被划分为多个基本相等大小的相位区域，并将不同的单音图分配到相位区域。

5

19. 如权利要求 18 所述的方法，其中，一些基本上相等大小的相位区域被分配相同的单音图。

20. 如权利要求 10 所述的方法，其中，与每个单音图相关的是用在它的边界外的那个单音图的公差指示。

10

21. 如权利要求 11 所述的方法，其中，与每个单音图相关的是用在它的边界外的那个单音图的公差指示。

22. 如权利要求 12 所述的方法，其中，AC 线路周期的开始的指示包括识别 AC 线路周期零交叉。

15

23. 如权利要求 12 所述的方法，其中，该 AC 线路周期的开始的指示包括识别 AC 线路周期零交叉之后的上升信号。

20

24. 如权利要求 12 所述的方法，其中，该 AC 线路周期的开始的指示包括识别 AC 线路周期零交叉之后的下降信号。

25. 如权利要求 12 所述的方法，其中，该 AC 线路周期的开始的指示包括识别 AC 线性信号中的重复特征。

25

26. 如权利要求 25 所述的方法，其中，该 AC 线性信号中的重复特征包括下面的一个或多个：零交叉、AC 功率幅度的峰值、噪声幅度的峰值或最小值。

30

27. 如权利要求 6 所述的方法，其中，该时间标记被在站之间发送以辅助信道自适应和 AC 线路周期的同步。

5 28. 如权利要求 4 所述的方法，其中，该时间标记被在站之间发送以辅助信道自适应的同步。

10 29. 如权利要求 6 所述的方法，其中，在接收站的 AC 线路周期的相位从在发射站的 AC 线路周期偏移，并且将与相位偏移相关的信息提供给发射站使得由发射站使用的信道自适应与在接收站的 AC 线路周期同步。

30. 如权利要求 29 所述的方法，其中，该与相位偏移相关的信息包括在接收和发射站之间的零交叉偏移。

15 31. 如权利要求 30 所述的方法，其中，该接收站确定零交叉偏移，并且将其发送到发射站。

20 32. 如权利要求 31 所述的方法，其中，该发射站确定零交叉偏移。

25 33. 如权利要求 22 所述的方法，其中，在网络中的一个站跟踪 AC 线路周期零交叉，并且发送关于零交叉的时间的信息给网络上的多个站，并且该多个站使用在一个站的零交叉的时间作为它们自己的本地 AC 线路周期零交叉。

34. 如权利要求 22 所述的方法，其中，使用虚拟跟踪得出该 AC 线路周期零交叉，其中站使用它本地的时钟以及 AC 线路周期频率的信息来跟踪虚拟零交叉。

30 35. 如权利要求 14 所述的方法，其中，该单音图区域的数量、

每个区域的边界以及用于每个区域的单音图是基于周期性变化的信道衰减特性来确定的。

5 36. 如权利要求 14 所述的方法，其中，该单音图区域的数量、
每个区域的边界以及用于每个区域的单音图是基于周期性变化的本地
噪声特性来确定的。

10 37. 如权利要求 14 所述的方法，其中，该数据以包括至少一个
报头和一个有效载荷的分组来传输，并且其中配置单音图边界和分组
长度使得大多数分组的有效载荷在一个相位区域中传输，使得有效载
荷不交叉在单音图之间的边界。

15 38. 如权利要求 14 所述的方法，其中，该数据以包括至少一个
报头和一个有效载荷的分组来传输，并且其中配置单音图边界和分组
的长度使得至少一些分组的有效载荷在两个相邻的相位区域中传输，
使得使用一个单音图传输有效载荷的第一部分，以及使用第二单音图
传输有效载荷的第二部分。

与周期性改变的信道同步的信道自适应

5 技术领域

本发明涉及使用 AC 电源线的高速通信。

背景技术

10 通信系统被设计为使用在其下的物理介质可靠地传送信息。比如以太网的已知的通信系统使用特定线路（例如，Cat 5 电缆）用于交换信息。通过设计，这种系统允许所有连接的站以固定的数据速率交换数据。随着对于信息的到处存在的交换的需要增加，出现了一类新的无线线路系统。这种系统使用现有的基础结构交换信息。电源线通信系统是这种系统的一个实例。

15

电源线通信系统使用现有的 AC 线路来交换信息。由于设计这些电源线用于低得多的频率的传输，AC 线路在用于数据传输的较高频率提供变化的信道特性（例如，取决于使用的线路和实际的配线）。为了最大化在多个链路之间的数据速率，通信站需要以时间和频率动态地调整它们的传输参数。这个过程被称为信道自适应。信道自适应产生能够用在每个链路上的一组传输参数（在这个文件中称为单音图（tone maps））。单音图包括诸如使用的频率、它们的调制和使用的前向纠错(FEC)的参数。在高速电源线通信系统中，良好的信道自适应对于在所有链路上提供高数据速率是极为重要的。

25

发明内容

我们已经发现在电源线通信系统中，通过考虑响应于在任意一对通信站之间的电源线信道的噪声和/或频率取决于 AC 线路周期相位的事实可以实现较高的数据速率。

30

电源线通信系统和从电源网取得电能的多种应用设备共享电源线媒介。这些设备是影响电源线信道的一些主要噪声源。几种类型的这种设备产生随着 AC 线路周期相位和载波频率变化的噪声。图 1 示出了其中在 AC 线路周期上的零交叉周围的噪声比在 AC 周期的峰值处的噪声低的实例。比如三端双向可控硅开关元件控制的调光器的设备在每个 AC 线路周期期间接通和关闭。它们不仅产生脉冲噪声而且改变信道频响。另外，使用 AC 马达的几个设备（例如，真空吸尘器，电钻等）产生噪声，该噪声也是线路周期的相位的函数。净效果就是其噪声特性和频响取决于 AC 线路周期相位的时间变化的信道。

10

总的来说，本发明的特征是工作在网络中的方法，在该网络中多个通信站在具有周期性变化的信道的共享媒介上通信。该方法包括确定用于在一对通信站之间的通信的多个信道自适应，并且分配多个信道自适应中不同的一个到多个周期性变化的信道的相位区域的每一个。

15

在优选实施例中，可以完全包括下面特征的一个或多个。用于具体的相位区域的信道自适应可以适于在那个相位区域的信道。该网络可以是电源线通信网络，共享的媒介可以是 AC 电源线（在建筑物之内或之外和低、中或高电压），并且信道特性可以随着 AC 线路周期的相位而改变。信道自适应可被同步到周期性变化的信道。信道自适应在任意一对的发射器和接收器之间基本上唯一。每个站可以具有和在其它站的信道设备互相作用的信道自适应设备。信道自适应设备可以包括用于产生单音图的单音图发生器。信道自适应设备可以包括 AC 线路周期的开始的指示。该站可以交换单音图。该单音图发生器可以具有产生多个单音图，并且将不同的单音图分配给 AC 线路周期的不同相位区域的能力。可以将不同的单音图分配给 AC 线路周期的每半个周期的不同区域，并且为了信道自适应的目的，将 AC 线路周期的每半个周期和另半个周期等效地处理。可以将 AC 线路周期划分为多个基本上大小相等的相位区域，并将不同的单音图分配到该区域。将

30

一些基本上相等大小的相位区域分配给一些单音图。和每个单音图相关的可以是用于使用其边界外的那个单音图的公差指示。AC 线路周期的开始的指示可以包括 AC 线路周期零交叉的识别。AC 线路周期的开始的指示可以包括识别 AC 线路周期零交叉之后的上升信号。

5 AC 线路周期的开始的指示可以包括识别 AC 线路周期零交叉之后的下降信号。AC 线路周期的开始的指示可以包括识别 AC 线信号中的重复特征。AC 线信号中的重复特征可以包括下面的一个或多个：零交叉、AC 功率幅度的峰值、噪声幅度的峰值或最小值。可以在站之间发送时间标记以帮助信道自适应和 AC 线路周期的同步。在接收站的

10 AC 线路周期的相位可能偏移在发射站的 AC 线路周期，并且可以将关于相位偏移的信息提供给发射站，使得由发射站使用的信道自适应和在接收站的 AC 线路周期同步。关于相位偏移的信息包括在接收和发射站之间的零交叉偏移。接收站可以确定零交叉偏移，并且将其发送到发射站。发射站可以确定零交叉偏移。在网络中的一个站可以

15 跟踪 AC 线路周期零交叉，并且发送关于零交叉的时间的信息给网络上的多个站，并且多个站可以使用在一个站的零交叉时间作为它们自己的本地 AC 线路周期零交叉。可以使用虚拟跟踪得出 AC 线路周期零交叉，其中站使用它本地的时钟以及 AC 线路周期频率的信息来跟踪虚拟零交叉。可以基于周期性变化的信道衰减特性或基于周期性变化的本地噪声特性来确定单音图区域的数量、每个区域的边界以及用于每个区域的单音图。如果以包括至少一个报头和一个有效载荷的分组传输数据，则可以配置单音图边界和分组长度使得大多数分组的有效载荷在一个相位区域中传输，使得有效载荷不在单音图之间的边界交叉。或者配置单音图边界和分组的长度使得至少一些分组的有效载

20 荷在两个相邻的相位区域中传输，使得使用一个单音图传输有效载荷的第一部分并使用第二单音图传输有效载荷的第二部分。

本发明的很多优点（一些优点仅能以一些它的实施例来实现）如下。它使得站在多种电源线环境中都可以可靠地工作并且工作在较高的数据速率。它提供能够用在电源线通信系统以及由周期性变化的信

30

道损害影响的其它介质中的信道自适应机制。它能够提供较高级别的保证的服务质量 (QoS)。

附图说明

- 5 图 1 示出了随着 AC 线路周期相位改变的噪声的实例；
 图 2 是电源线网络配置的示意图；
 图 3 是在电源线网络上的站的配置的框图；
 图 4 示出了在网络上发送的分组的格式；
 图 5 示出了其中将不同单音图分配给 AC 线路周期的五个不同相
10 位区域的每一个的实施例；
 图 6 示出了其中将不同单音图分配给 AC 线路周期的每半个周期
 的三个不同相位区域的每一个的实施例；
 图 7 示出了其中将不同单音图分配给 AC 线路周期的每半个周期
 的五个相同大小的相位区域的每一个的实施例；
15 图 8 示出了其中 AC 线路周期的相位在发射和接收站之间偏移的
 实例；
 图 9 示出了使用发射器零交叉时间标记来计算在站之间的相位偏
 移；
 图 10 是可以用在一些实施中的同步器零交叉跟踪电路的框图；
20 图 11 示出了 MPDU 格式；
 图 12 示出了其中 MPDU 边界匹配单音图边界的实例；
 图 13 示出了其中 MPDU 边界交叉单音图边界的实例。

具体实施方式

- 25 本发明存在很多可能的实施例，过多而不能在这里描述。在下面
 描述当前优选的一些可能的实施例。但是，不能过度强调这些是本发
 明的实施例的描述，而不是本发明的说明，本发明并不限于在这个部
 分中所描述的详细实施例，而是在权利要求中更宽泛的术语中描述。

- 30 如图 2 所示，网络配置可以包括在电源线媒介 M 上通信的多个

站 S_1 到 S_n ，因为先前所述的在电源线网络上不同位置之间的信道变化，媒介 M 在任意一对站之间是唯一的。另外，媒介特性（其包括衰减、噪声等）显示周期性的行为。每个站 S_i 具有信道自适应函数 A_i ，其和在另外的站的信道自适应函数互相作用以确定被称为单音图的通信参数。

5

图 3 示出了典型的站配置。每个站 S 包括信道自适应函数 A ，其包括本地时钟、单音图发生器、媒介周期开始指示符（MPSI）和媒介周期开始同步符（MPSS）。单音图发生器提供在 AC 周期的多种相位区域处使用的单音图。每个单音图指定包括使用的一组载波、它们的调制、和使用的前向纠错编码的参数。本地时钟是工作在某一频率的自由运行的时钟。在每个站将其用作时间基准。媒介周期开始指示符（MPSI）为了信道自适应的目的提供对于媒介周期的开始的基准。媒介周期开始同步符（MPSS）用在其中发射器的 MPSI 和接收器的 MPSI 彼此偏移的实施例中。MPSS 使得能够由发射器和接收器适当地解释单音图边界。

10

15

多个站交换被称为分组的结构化协议实体，其格式如图 4 所示。分组格式允许单音图、用于媒介周期开始同步（其能够随着具体实施例改变）所需的多种字段和规则数据的交换。

20

单音图发生器可以具有多种实施例。通常的情况中，单音图发生器使用信道特性的信息（knowledge）和那些特性随着 AC 线路周期的相位的变化来得出多个单音图，并将多个单音图分配给不同的相位区域。单音图发生器使用信道特性和那些特性随着 AC 线路周期的相位的改变来确定单音图区域的数量和每个单音图区域的边界。单音图发生器还产生用于每个单音图区域的单音图。由单音图发生器使用的信道特性能够包括信道衰减特性（或等效的，信道脉冲响应）。由单音图发生器使用的信道特性还能够包括本地噪声特性。

25

30

5 在一个实施例中，接收器产生能够用在每个 AC 线路周期的多种相位区域中的多个单音图。图 5 示出了这种实施例的实例。在这个实例中，媒介周期开始指示符（MPSI）跟踪 AC 零交叉的上升沿，并且信号估计过程产生五个单音图，每一个单音图用于 AC 线路周期的五个相位区域的一个。单音图-1 在区域 $(0, t_1)$ 中有效。单音图-2 在区域 (t_1, t_2) 中有效。单音图-3 在区域 (t_2, t_3) 中有效。单音图-4 在区域 (t_3, t_4) 中有效。单音图-5 在区域 (t_4, t_5) 中有效。单音图的数量和它们的边界可以与如图 5 所示的有很大不同。

10 另一实施例允许接收器产生可以用在每半个 AC 线路周期的多种相位区域中的多个单音图。但是在这个实施例中，AC 线路周期的正和负的半部分都被等效处理。线路周期的两个半部分基本上在大多数 PLC 网络中经常相同（除了相位相反）。图 6 示出了用在这个实施例中的单音图的实例。该 MPSI 跟踪 AC 线路周期的零交叉，并且信道估计过程产生三个单音图。单音图-1 在区域 $(0, t_1)$ 和 (t_3, t_3+t_1) 中有效。单音图-2 在区域 (t_1, t_2) 和 (t_3+t_1, t_3+t_2) 中有效。单音图-3 在区域 (t_2, t_3) 和 (t_3+t_2, t_3+t_3) 中有效。对于第一实施例的实例，单音图的数量和他们的边界可以与如图 6 所示的有很大不同。

20 另一实施例将 AC 线路周期划分为固定数量的相等大小的相位区域。在这个情况中信道自适应过程产生用于相等尺寸区域的每一个的单音图。这个方法还能够使用单音图的整个线路周期（例如，图 5）或半个线路周期（例如，图 6）重复。图 7 示出了其中将每半个线路周期划分为五个相位区域的实例，并且该信道自适应过程产生用于五个区域的每一个的单音图。根据信道条件，可以在多个区域中使用相同的单音图。例如，单音图-1 和单音图-2 可以相同。在这个实例中，MPSI 跟踪 AC 线路周期的零交叉。

30 在所有上述实施例中，产生的单音图可以包括用于它们的边界的公差。例如，单音图可以具有 100 微秒公差，这表示单音图可以用于

离开实际边界最多 100 微秒。作为选择地，单音图可以具有零公差，表示该单音图不能超过提供的边界使用。另一方法是使得单音图边界重叠以指示公差。发射站应该保证在 AC 线路周期的多种相位使用合适的单音图。发射器可以使用几个方法来保持单音图边界。在下面说明认为优选的一些实施例。这些实施例可以用在分组指向的网络中，其中 MAC 协议数据单元 (MPDU) 用于在站之间交换数据。图 11 示出了 MPDU 格式。该 MPDU 包括报头和有效载荷字段。报头字段包括关于 MPDU 传输持续时间和用于传输有效载荷字段的单音图的信息。有效载荷字段包括被交换的数据。

5

一个优选实施例是对准 MPDU 有效载荷边界使得它们不交叉单音图边界。图 12 示出了在半个 AC 线路周期中具有两个单音图边界的实例。在这个情况中，选择 MPDU-1 的长度使得有效载荷持续时间不交叉单音图边界-I。类似的过程用在单音图边界-II。另一方法是允许改变在 MPDU 有效载荷中的单音图。图 13 示出了这个优选实施例的实例。在这个情况中，MPDU 报头将指示在 MPDU 有效载荷中单音图的变化发生的位置。因此，该 MPDU 有效载荷持续时间不需要和单音图边界对准。

10

如图 8 所示，发射器 (站 A) 经历的 AC 线性相位可能从接收器 (站 B) 经历的相位偏移。这个可能由多种原因造成，包括两个站在建筑中 AC 电源的不同相位，或来自 AC 马达的感性负载。通常，希望使用的单音图由接收器的相位指定。为此，发射器必须知道接收器和发射器的相关相位偏移。多种实施例都可以达成这个结果。

15

20

一个实施例使用在每个站的 AC 零交叉的信息。在发射器和接收器的电路都跟踪 AC 线路周期零交叉的上升沿，并且将零交叉的偏移的信息特性传输到另外的站。例如，发射器 (图 9 中的站 A) 可以在传输分组之前插入来自 AC 零交叉的当前时间的偏移 ($T_{A,zc,Offset}$)，之后接收器可以在接收到分组的情况下存储它的本地 AC 零交叉偏移

25

($T_{B,zc,Offset}$)。将在本地和接收的零交叉偏移之间的差值($T_{B,zc,Offset} - T_{A,zc,Offset}$)提供接收器和发射器的相关相位偏移。可以将涉及相位偏移的信息发送回在另一分组中的发射器,使得由发射器使用的单音图可以和在接收器的零交叉同步。作为选择地,基于从接收器接收的零交叉偏移信息,发射器可以自己确定偏移。

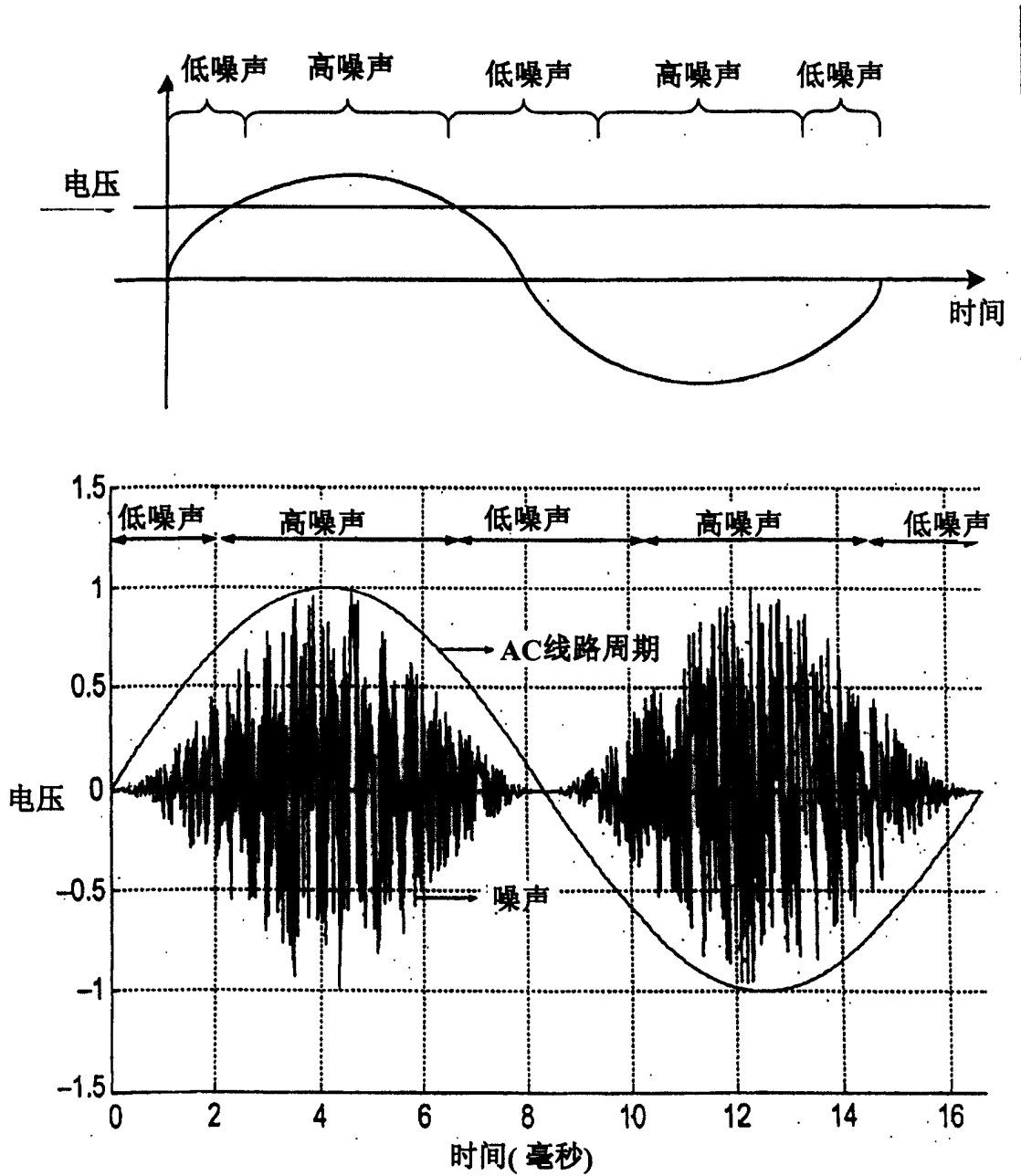
另一实施例使用中心化方法,其中在网络中的一个站(称为同步器站)具有用于跟踪 AC 线路周期零交叉的上升沿的电路。用于这个实施例的分组格式使得能够传输在同步器站和网络中的所有其它站自己的零交叉偏移(例如,通过广播到网络中的所有站和/或单点传播到每个单独的站)。在网络中的所有站跟踪同步器站的 AC 线路周期零交叉,并且使用其作为它们自己的本地 AC 线路周期零交叉。图 10 示出了可以用于跟踪同步器站零交叉的电路的实例。这个电路基于反馈环计算期望的零交叉周期。在所有跟踪相同的同步器站零交叉时同步网络中的所有站的单音图边界。

还有多种跟踪 AC 线路周期零交叉的上升沿的方法。例如,可以使用跟踪 AC 线路周期零交叉的上升沿的电路。作为选择的,可以使用跟踪 AC 线路周期的零交叉(不管它是上升沿或下降沿)的电路。并且电路可以跟踪确定的相位(例如,其它极性中一个极性的峰值)代替零交叉。另外的一个可能性是跟踪线路周期上的同步噪声的电路。

还可以用零交叉的虚拟跟踪代替物理跟踪。为使用虚拟跟踪,站使用它的本地时钟以及 AC 线路周期频率的信息来跟踪虚拟零交叉。如果本地时钟没有紧密地同步,则站可以交换时间标记以获得紧密同步。

在进行信道自适应中或在常规的传输期间,可以发送多种类型的时间标记。

本发明除了上面所述的很多其它实施例也在本发明如权利要求所定义的范围中。



随着AC线路周期相位变化的噪声实例

图1

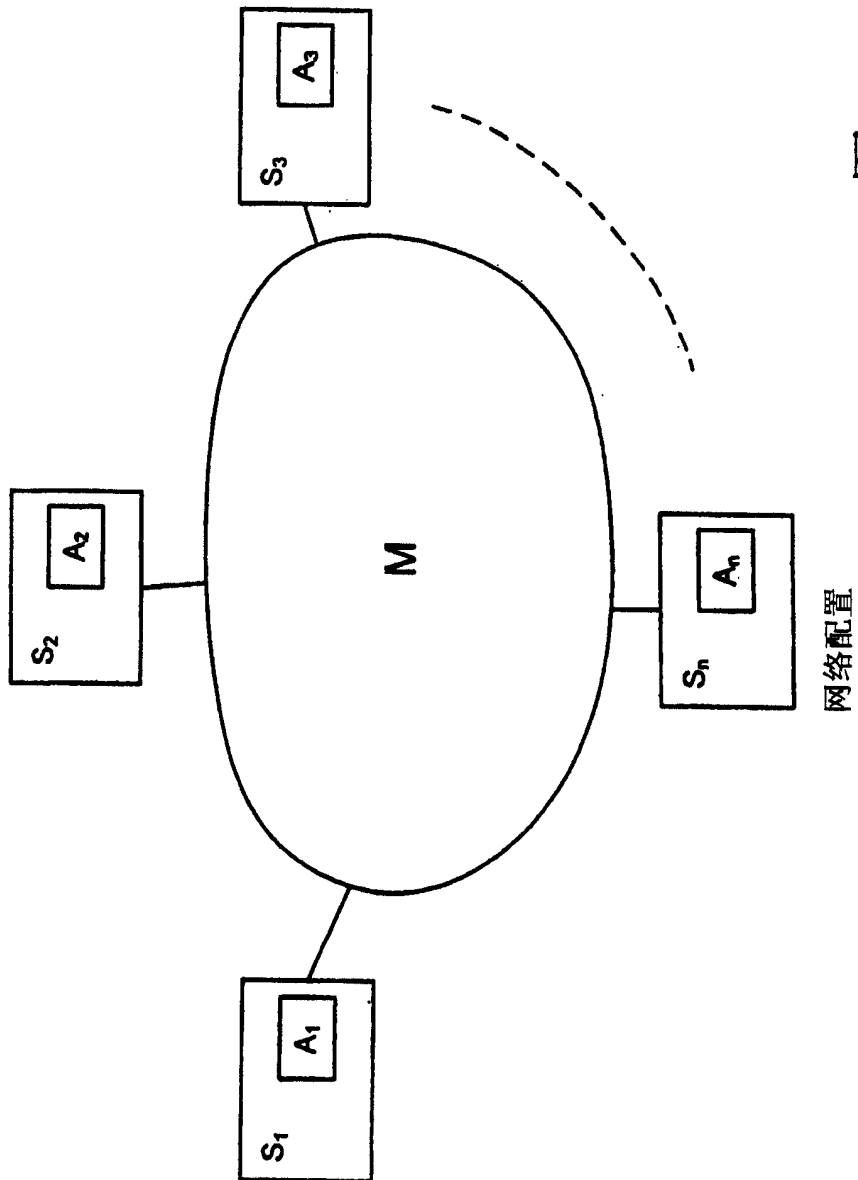
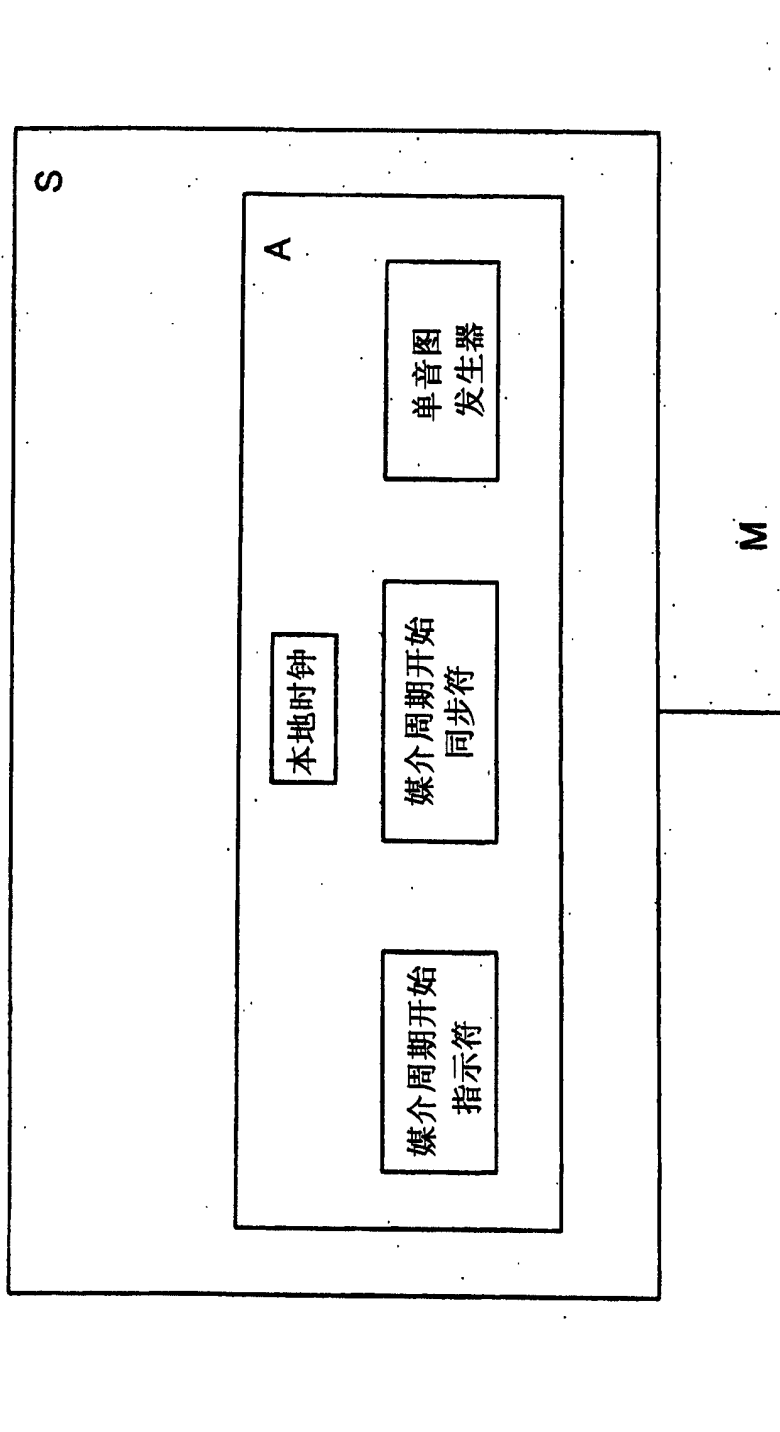
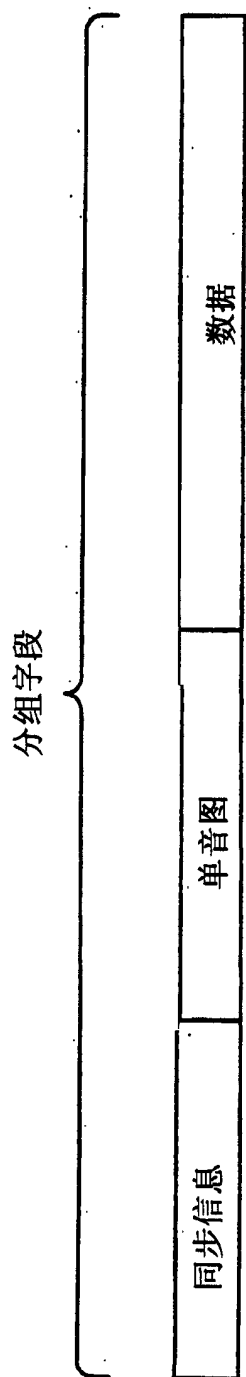


图2



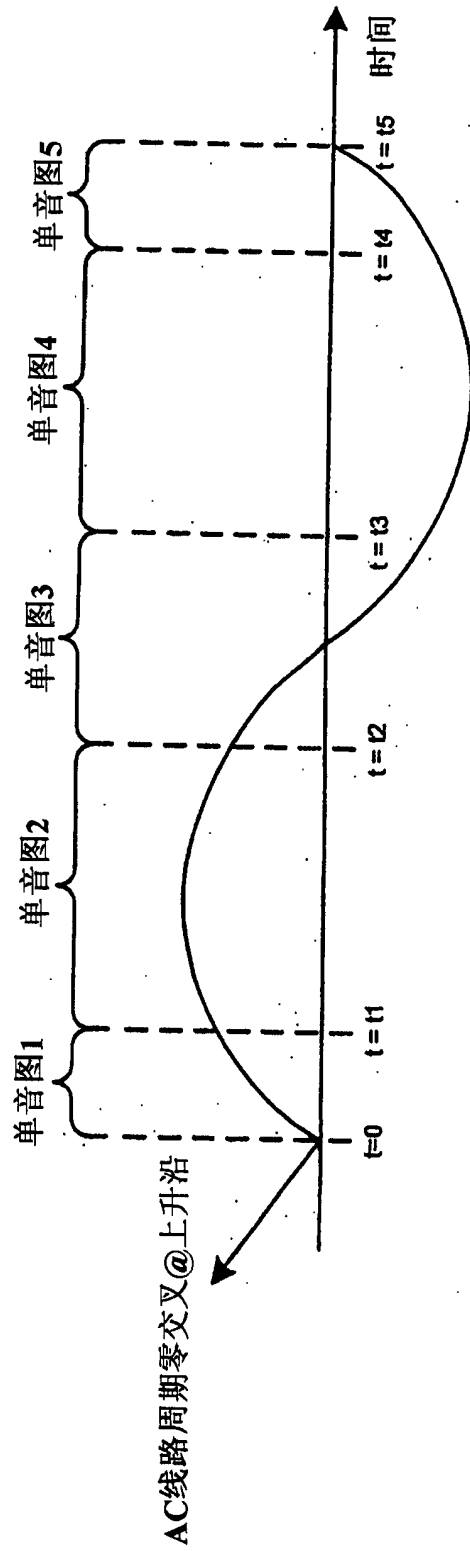
站配置

图3



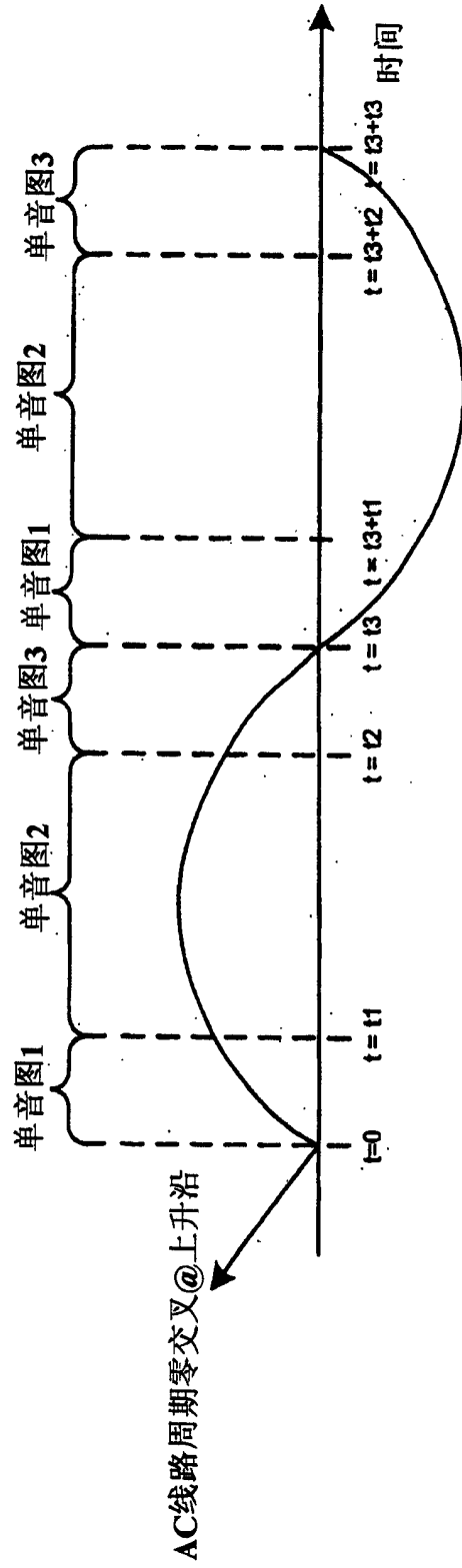
分组字段

图4



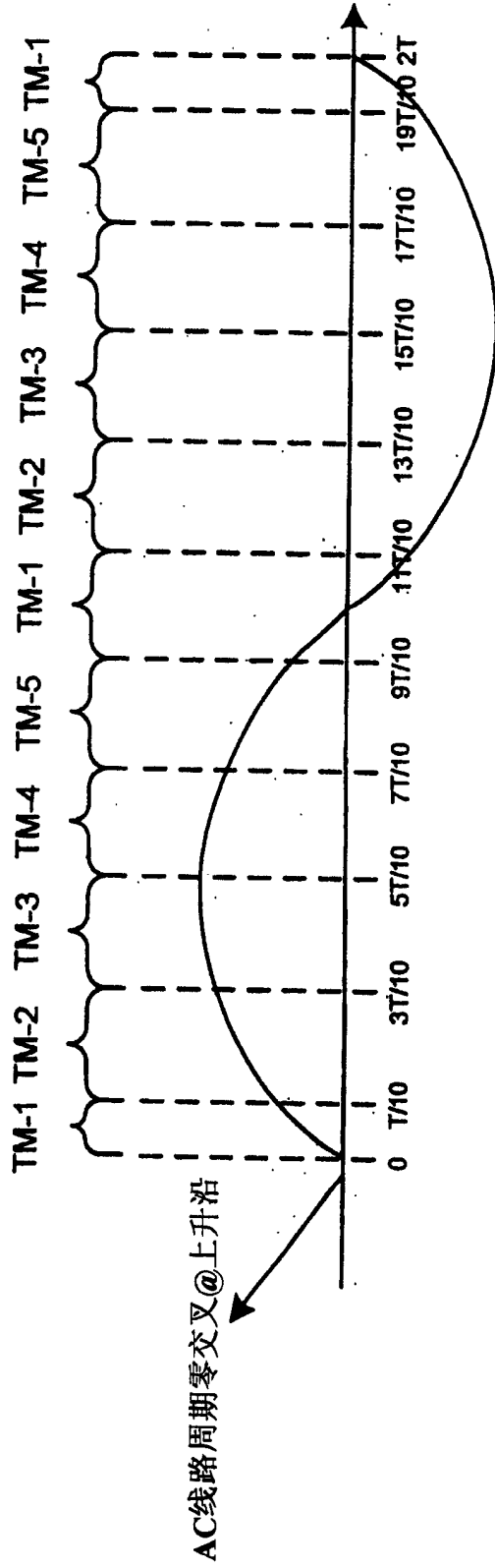
用于AC线路周期方法的单音图区域的实例

图5



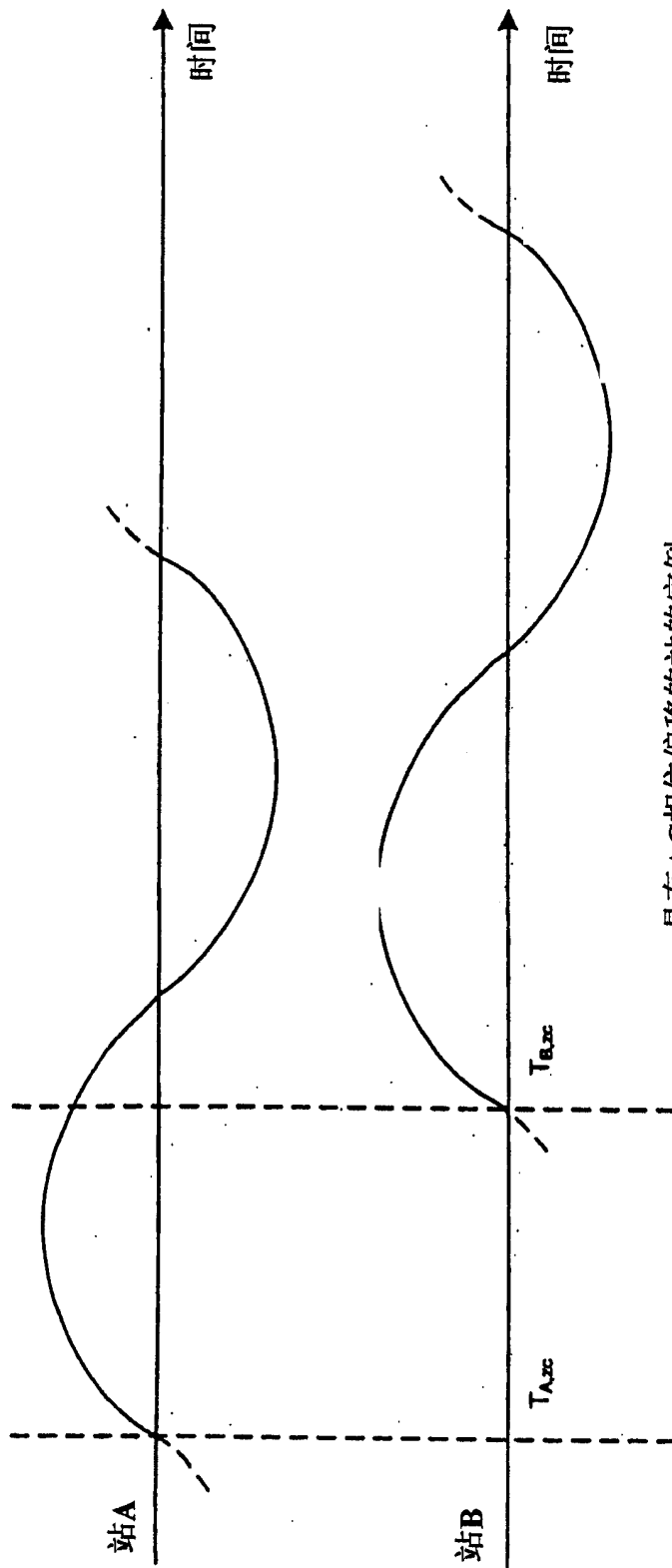
用于半线路周期方法的单音图区域的实例

图6



具有每半周期五个区域的固定单音图区域的实例

图7



具有AC相位偏移的站的实例

图8

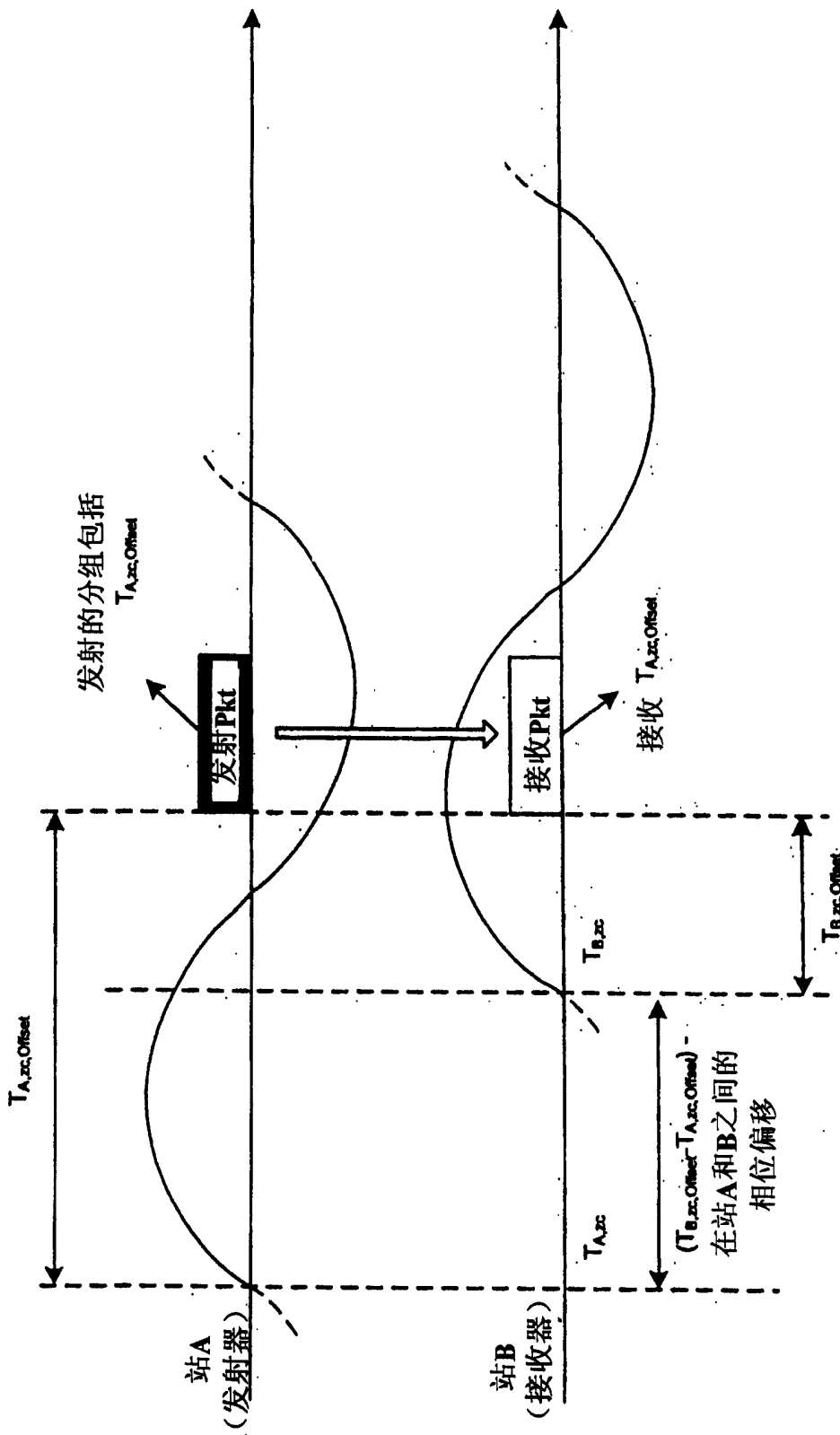
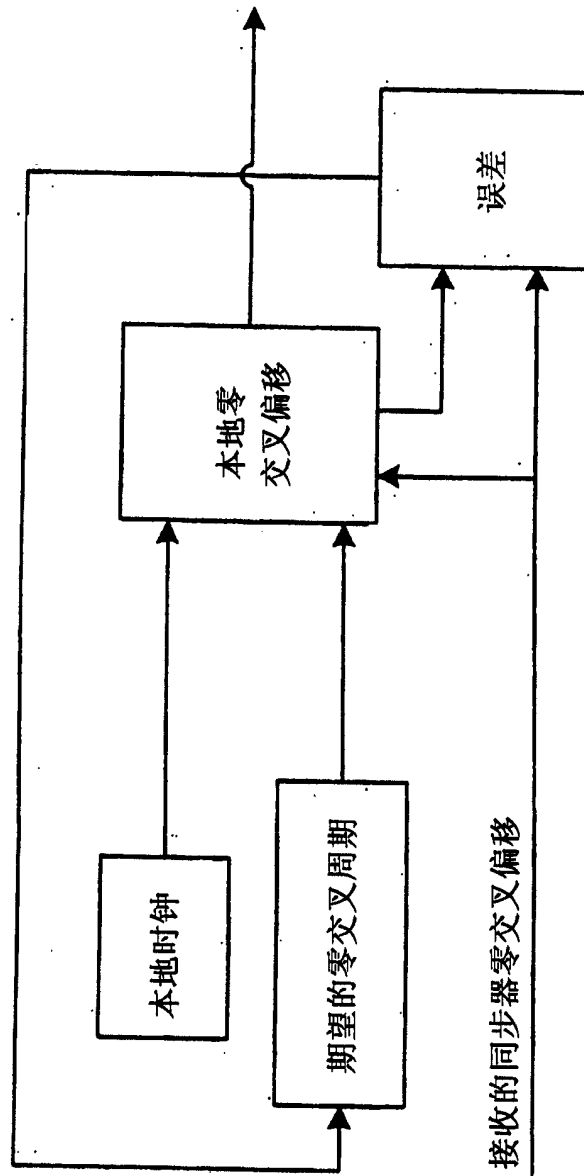


图9

使用发射器零交叉时间标记的相位偏移计算

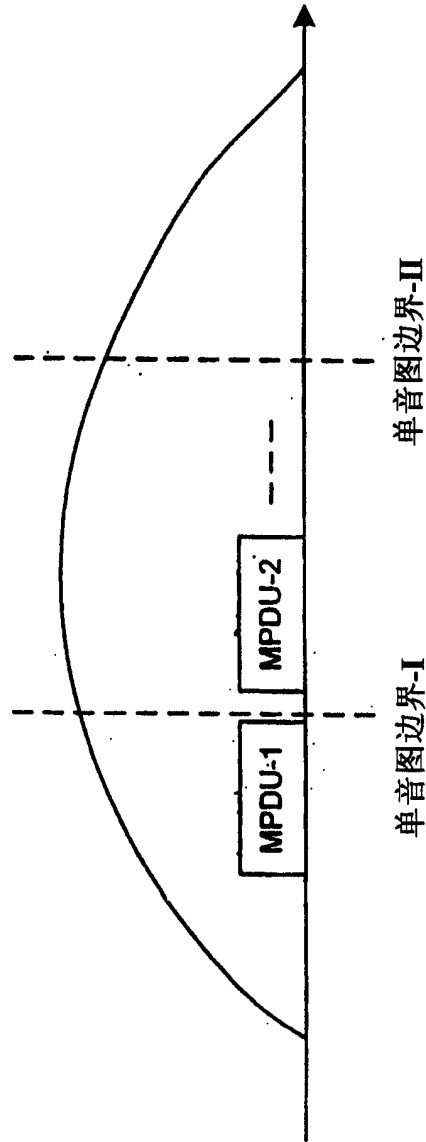


同步器零交叉跟踪电路

图10



MPDU格式
图11



匹配单音图边界的MPDU边界

图12

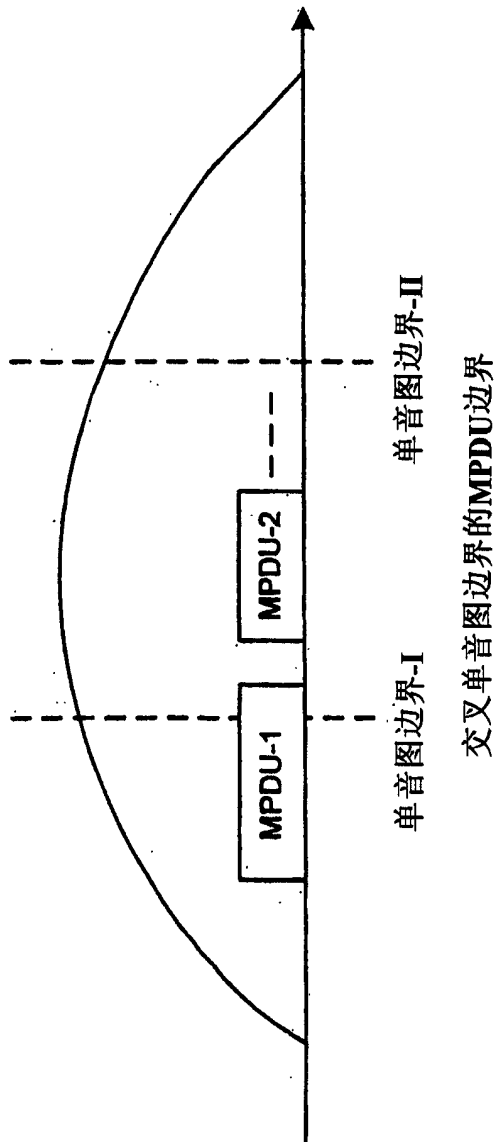


图13