



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02812401.4

[45] 授权公告日 2007 年 4 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1309180C

[22] 申请日 2002.4.17 [21] 申请号 02812401.4

[30] 优先权

[32] 2001. 4. 19 [33] ES [31] P200100916

[86] 国际申请 PCT/ES2002/000187 2002. 4. 17

[87] 国际公布 WO2002/087104 西 2002. 10. 31

[85] 进入国家阶段日期 2003. 12. 19

[73] 专利权人 硅系统设计公司

地址 西班牙巴伦西亚

[72] 发明人 J·C·里韦罗因苏亚

F·戈麦斯马丁内斯

D·鲁伊斯洛佩斯 N·H·福伦

L·M·托雷斯坎顿

F·J·斯门尼斯马基纳

C·帕多维达尔

J·V·布拉斯科克拉雷

[56] 参考文献

EP0975097A 2000. 1. 26

US5828293A 1998. 10. 27

EP1011235A 2000. 6. 21

WO959537A 1995. 11. 2

WO9302515A 1993. 2. 4

审查员 罗世娜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 栾本生 罗朋

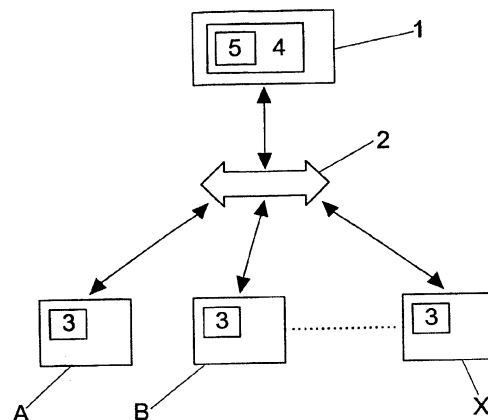
权利要求书 11 页 说明书 24 页 附图 3 页

[54] 发明名称

在电网上的点到多点系统中用于多路访问和传输的方法

[57] 摘要

本发明涉及多个用户设备(A, B, ..., X), 并涉及一前端设备(1), 所述用户设备与前端设备借助于上行信道和下行信道通过电网(2)相连。该创造性的方法实质上提供了: 通过上行信道访问多个用户设备(A, B, ..., X); 使用 OFDMA/TDMA/CDMA 多路复用通过下行信道同时发送由前端设备(1)发出的多个信息帧; 用于以使上行和下行信道的传输容量最大化的方式来动态地指派每个载波的标准; 可以根据请求该传输的用户和信息类型而修改的服务质量; 以及借助于对信噪比的持续监视和计算来进行的带宽动态分配。



1. 用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，包含借助于电网（2）进行双向通信的前端工具（1）和多个用户工具（A, B, ..., X），其中上游信道是从用户工具（A, B, ..., X）到前端工具（1）的信道，下游信道是从前端工具（1）到用户工具（A, B, ..., X）的信道，用户工具（A, B, ..., X）中的每一个都包含用于使该用户工具（A, B, ..., X）能够发送的信息量最大化并使这些用户工具（A, B, ..., X）中的等待时间最小化的媒体访问控制器（MAC）（3, 4）；并且其中通过频分双工（FDD）和/或时分双工（TDD）来将电网划分为上游和下游信道，其特征在于它支持：

-由多个用户工具（A, B, ..., X）在上游信道中进行访问并由前端工具（1）在下游信道中借助于多路复用 OFDMA/TDMA/CDMA—即正交频分多路复用、时分多路复用和/或码分多路复用—来同时发送多个信息链路；

-标准，用于以这个载波上更大的传输容量—每个载波上更多的比特或更佳的信噪比—动态地向用户、以及在于该时刻具有待发送信息的用户之间指派 OFDM 系统—正交频分多路复用—中的每个载波，以便使上游和下游信道中的传输容量最大化，换句话说，就是对前端在发射和接收中观察到的频率响应加以均衡和校平；

-根据需要该传输的用户和信息类型来调整服务质量（QoS），其中可以按照不同时刻的频率响应和在用户工具（A, B, ..., X）与前端工具（1）之间的不同距离来修改这个服务质量；

-通过持续地计算和监视由用户工具（A, B, ..., X）和前端工具（1）在系统的整个带宽上观察到的信噪比，动态地在多个通信请求之间指派可用带宽；以便按照每个用户在每个时刻的传输需求、为这个用户建立的服务质量参数（QoS）、用于使该系统的总容量最大化的标准和用于使传输等待时间最小化的标准来分配传输资源，所述的传输资源是 OFDM 系统中的载波集，为此使用了对一个码元的载波在用户之间进行的重新分配（OFDMA），在时间上的重新分配（TDMA），这是码元到码元的，通过码的重

新分配 (CDMA)，通过持续监视用于电力线路的经常变化的质量参数来优化所述的重新分配。

2. 根据权利要求 1 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于它还包含最大化装置，所述的最大化装置是用于均衡或校平由前端工具 (1) 在发射和接收中看见的频率响应的装置；所述的最大化包含：

-指定与 OFDM 信道中的载波数大小相等的向量空间，其中组成这个空间的元素是每个用户可以在每个载波中看见的每载波比特数或在每个载波中使用的星座的尺寸； $v_i = [v_{i1}, v_{i2} \dots v_{in}]$ ，其中 N 是涉及向量的通信链路中使用的载波总数， v_{ix} 表示在从前端的观点来看的载波 x 中，在来自或去往该用户 i —取决于所涉及的是哪条链路—的通信中的每个载波上的可使用比特数；

-在具有待发送信息的用户之间分配载波以便最大化这个向量的 1 范数： $\|v\|$ ，其中 v 是每个前端工具在上游和下游中的当前码元中使用的每个载波或星座的尺寸或每载波比特的向量；

-将上游和下游的载波总数 N 分组到 M 个载波子信道中以简化该算法的计算和实施，以便减小向量空间的尺寸，产生具有尺寸 N/M 的向量空间，其中坐标值是该子信道中的所有载波的和，并作为结果给出每个用户在每个子信道中看见的每个 OFDM 码元的传输容量；

-将子信道的宽度调整到相干带宽，该相干带宽定义为第一个和最后一个载波的频率位置之间的频率差，其中在这些载波中的频率响应的差异小于某个阈值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于前端工具 (1) 中的 MAC (4) 包含负责在上游和下游信道中动态地分配带宽以便从用户工具 (A, B, ..., X) 进行多个通信的判定块 (5) 或判定器，其中由这个判定块用来动态指派传输带宽的标准是前面所述的那些标准，并且为其采用了以下方式：

-面向分组的传输，前面是指示该传输指向哪个用户以及在什么条件下的标题；

-使用作为频率和不同用户的函数的正交传输容量的标准来将上

游和下游信道分成子信道，以便使用户被多路复用来最大化上游和下游信道的带宽传输；

-随时间变化地将载波动态地指派给多个用户，以便：

-在下游链路中，由于子信道发出的每个分组的标题尤其指示目的地、大小和所使用的星座等，这样，用户必须能够检测和理解由任何子信道接收的所有标题，同时，在知道调制中所用的每载波比特的向量的情况下，只从指向它们的分组中解调信息；

-在上游链路中，除了被调整到相干带宽的子信道中的划分之外，还进行时间上的划分，这样，隙被定义为在两个对于这些隙的分配消息（SAM）之间在上游信道中的码元数，所述的两个隙分配消息（SAM）构成了该判定器（5）用于向用户指派资源的单元，其中通过由下游链路向用户工具（A，B，...，X）发送被称为 SAM 的分配消息来定期指派这些资源，所述的分配消息可包含一个或多个隙的信息，并在它们所涉及的隙之前确定数目的采样被定期发送，换句话说，它们在时间上超前于所涉及的隙，这样，如果隙的码元数较小，则获得的等待时间的下限也较小，但系统的复杂程度更高，正如在资源分配消息（SAM）中的上游信道中的传输容量的成本一样；

-连续地为每个用户测量在上游信道和下游信道中的信噪比，以便连续地为所有用户更新每个子信道中的传输容量；

-借助于询问，也就是分别轮询隙和资源申请消息（MPR）得到的关于哪些用户工具（A，B，...，X）希望进行传输以及数量如何的连续信息，其中在上游中的前端工具（1）的上层是向判定器（5）通知待传输信息量以及从哪些用户进行传输的那些层；以及，

-关于为每个用户定义的 QoS—带宽和等待时间—的信息，所述 QoS 是从前端工具（1）阻塞的用户的数目和信道容量的函数，这样，可以在多个用户希望在一个给定时刻进行发送的情况中对连续指派给单一用户的隙的数目加以限制，从而维持用户在上游连接中访问的平等性。

4. 根据权利要求3所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于当前端工具(1)希望通过下游信道向一个或多个用户工具(A, B, ..., X)进行发送时, 该判定器(5)使用一个或多个所涉及的子信道动态地分配带宽, 并借助于由子信道发出的信息分组中的标题来向使用的目的地建议这个或这些子信道, 为此, 每个用户工具在检测到所述标题之一涉及被指向它的分组时解码相应的数据, 因此用户工具(A, B, ..., X)可以从多个不同的子信道接收多于一个的分组, 能够向该标题指示将新的分组传输到用户, 或指示将使用其中发送标题的子信道来加速先前由另外的一个或多个子信道发送到相同用户的分组的传输, 这是借助于对这个新的子信道和已被用于先前分组的传输的那些子信道的载波加以聚集而实现的。

5. 根据权利要求4所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于调制由下游连接中的子信道发送的标题, 优选地使用对于解码具有较少信噪比要求的调制, 优选地使用 DPSK, 差分相位调制, 和/或 QPSK, 正交相位调制, 伴有误差校正/检测代码和频率分集, 在不同载波上发送相同的信息, 和/或时间分集, 在不同时刻发送相同的信息, 以便提高正确解码所述标题的概率。

6. 根据权利要求4所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于已经涉及的标题包含用于合适的信息分组的所有必要信息, 这样: 目的地、分组类型、对于频率和/或时间上的变化的使用、该分组将被预定给一个用户还是多个用户—多播模式—和/或预定给所有用户—广播模式、为每个载波使用的调制、是否已经使用了 FEC 冗余—误差校正/检测代码—来保护信息分组、和/或是否会使用标题被发送到的子信道来加速来自于先前由另一子信道发送的分组的信息的传输, 或其它信息。

7. 根据权利要求3所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于其中上游连接被划分的隙可被用户工具(A, B, ..., X)用于:

-传输对于询问消息—轮询—的请求;

- 传输资源申请消息 (MPR) ,
- 传输包含以下一项或所有项的数据:
 - 同步序列,
 - 均衡序列,
 - 用于估计信噪比的序列, 和/或
 - 关于该用户工具 (A, B, ..., X) 希望发送到前端工具 (1) 的信息的数据。

8. 根据权利要求 3 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于在上游连接中, 该前端工具 (1) 的判定器 (5) 包含用于以可变的形式向每个用户工具 (A, B, ..., X) 提供最充足的带宽的装置, 借助于隙的最佳指派算法按照诸如待发送信息量、所请求的服务质量、待发送信息类型、由用户在承认的隙中观察到的信噪比等参数来供应更多或更少的隙, 并使用 SAM 消息将所述判定器 (5) 作出的决定传送给用户工具 (A, B, ..., X)。

9. 根据权利要求 3 或 7 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于用于传送由前端工具 (1) 的判定器 (5) 作出的关于在上游连接中分配隙的决定的方法是通过下游连接向每个用户工具 (A, B, ..., X) 发送指派消息 SAM, 并可以包含关于一个或多个隙的信息, 是定期发送的并总是在它们所涉及的隙之前的确定数目的采样, 也就是它们在时间上超前于所涉及的隙, 至少包含:

- 对于每个隙被给到的一个或多个用户 (A, B, ..., X) 的指示,
- 对于每个隙将被用于的用途的指示,
- 在将被给到每个用户的隙之中的码元的数目,
- 每个用户可以从其开始使用该隙的码元号,
- 关于必须用于数据传输的调制的信息, 优选为 QPSK 或与前端工具 (1) 对于已确定的作为该信道中的信噪比的函数的误差定额进行协商的星座;

它还包含:

- 证实接收到资源申请消息 (MPR) ,
- 限制对于已确定的用户工具 (A, B, ..., X) 的访问,

- 校正正在用户工具 (A, B, ..., X) 的时间传输窗口中的迂回,
- 关于功率控制的信息,
- 将要由隙发送的数据的类型和数目, 换句话说, 是否将要发送 0 个或多个均衡或同步码元, 以及对于声音/噪声的估计和/或信息中的数据, 其中优选地使用一些额外的误差保护来对这些 SAM 消息加以编码, 例如具有用于校正/检测误差、频率或时间分集的更大容量的代码, 以及其它系统。

10. 根据权利要求 3 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于在下游信道中, 判定器 (5) 采用考虑了诸如用户工具 (A, B, ..., X) 在子信道中观察到的信噪比或频率响应、消息优先权、信息量等参数的分配函数; 同时用户对通过下游连接发送的标题进行解码, 并决定他们是否必须接受与该标题在同一子信道中发送的数据, 从关于目的地的信息开始, 包含所述的标题。

11. 根据权利要求 10 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于判定器 (5) 可命令使用一个或多个附加的子信道以用于相应的调度, 或增加用户的带宽, 其目的是加速所涉及的分组的传输, 指派多于一个子信道以便在一个时间发送多于一个的信息分组, 借助于所调度的消息中的标题来指示这些决定中的任一个。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于判定器 (5) 可以根据每个用户 (A, B, ..., X) 可在多个子信道中观察到的频率响应来在上游和下游中的多个子信道上分配用户 (A, B, ..., X), 以便使在每个时刻使用的带宽最大化。

13. 根据权利要求 9 或 12 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于对于上游和下游信道, 判定器 (5) 在指派资源时使用 QoS 作为用于使等待时间最小化的标准之一, 换句话说, 每个用户工具 (A, B, ..., X) 在上游连接中提出访问请求之后尽早进行发送, 或者从前端工具 (1) 向用户工具 (A, B, ..., X) 尽快发送分组。

14. 根据权利要求 3 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系

统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于MPR消息优选为较短的控制消息以便向用户工具(A, B, ..., X)通知是否希望发送数据以及作为选择的在以下时刻用户工具(A, B, ..., X)需要的服务质量和待发送的信息块的大小：

-当由用户工具(A, B, ..., X)接收到的SAM消息指示被指派给所述工具的下一个隙就是一系列数据传输隙中的最后一个时，该用户工具(A, B, ..., X)使用该隙的一部分在它有更多待发送数据的情况中发送MPR消息，

-当用户工具(A, B, ..., X)不再有更多待发送的数据并仍然有已指派的隙时，在这种情况下，相应的MPR消息将指示前端工具(1)不再指派给它更多的隙并将剩余的隙重新指派到其它用户工具(A, B, ..., X)，

-当借助于SAM向用户工具(A, B, ..., X)指派了专用于资源申请(MPR)的隙时，使得希望进行发送的一个/多个用户工具(A, B, ..., X)随机或借助于考虑了用户类型、信息类型和其它参数的已确定算法来使用这个隙的一小部分来发送它们的MPR到这个隙；以及其中前端工具(1)检测当多个用户工具在隙的相同区中发生资源申请重合时可能出现的冲突的方式，这样的冲突可以借助于现有技术中已知的算法得以解决，也可以通过使用户工具(A, B, ..., X)在之后的干预中重新发送它们的位置直到解决了用户工具(A, B, ..., X)之间的竞争而得以解决。

15. 根据权利要求3所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于所述轮询隙允许通过使用询问算法向最大数目的用户工具(A, B, ..., X)就它们是否拥有待发送的信息进行提问，其目的是：当所述最大数目被超过时，相同的用户工具(A, B, ..., X)并不始终是被提问的那些用户工具，并且在前端工具(1)包含用于根据用户所展示的行为而将用户工具分成多个类别的装置，为了获得这个信息，该前端工具(1)向它需要其行为的相关信息的那些用户指派询问隙，轮询，当这些用户拥有待发送的信息时，就在分配给它们的隙的一部分中进行响应。

16. 根据权利要求7或9所述的用于点到多点数据数字传输多用

户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于当用户工具（A，B，...，X）拥有待发送数据时，它在消息（SAM）宣布随后的一个隙被预定用于轮询或MPR之前保持等待，这样，如果它接收到轮询SAM，就执行下列步骤：

- 用户工具（A，B，...，X）对SAM中的某些比特进行校验，所述的比特指示它是否属于可使用下一个轮询隙的用户组，
- SAM消息指示其中用户工具（A，B，...，X）必须对资源请求进行回复的位置，这些位置是由持续监视用户工具（A，B，...，X）可以在多个载波-用于上游通信的可用频率-中看见的信噪比的前端工具（1）确定的；
- 将轮询隙分成多个有效区，这些有效区是时间/频率的较小的部分，用户工具（A，B，...，X）选择由SAM指示的区以避免申请的冲突；
- 用户工具（A，B，...，X）在所选的区中发送轮询消息；并且
- 如果所述的轮询已被前端工具（1）接收，则用户工具（A，B，...，X）会在之后接收指派隙的SAM消息；而如果还没有收到所述轮询，则该用户工具（A，B，...，X）将必须等待直到有了新的轮询SAM；而如果用户工具（A，B，...，X）已经在SAM中接收到MPR隙的宣布，则该用户工具（A，B，...，X）将在所述隙中远离要发送的必需品的地方发送MPR消息，所述的MPR消息优选地指示它希望发送的信息的大小、优先权、所要求的QoS，因此所述信息可被标题解码并可被用来优化用于指派判定器（5）的算法；已经预见到：如果该前端工具（1）检测到冲突，则开始一个算法来解决这个冲突或等待用户工具（A，B，...，X）在另一个MPR隙或轮询中发送它们的申请，因为判定器（5）不会在随后的SAM中授予任何数据传输隙。

17. 根据权利要求2、10或16所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于在传输中，用户工具（A，B，...，X）遵守前端工具（1）作出的关于传输时刻、将使用的载波、调制类型以及其它参数的决定，按照以下处理：

- 在已经正确地用户工具（A，B，...，X）接收到传输请求后，

该前端工具(1)从按照行为、传输容量、服务质量和提出申请的用户工具(A, B, ..., X)的其它参数并按照在子信道中监视的信噪比而作出的估计开始指派足够的时隙/频隙, 该判定器(5)负责使用前面提到的算法来在提出发送数据的申请的用户之间分配隙;

-当用户工具(A, B, ..., X)借助于对SAM消息的解调和解码检测到有一个或多个隙被预定给该用户工具时, 它就执行下列操作:

-检查被指派的隙中的每一个以及必须在每个隙的每个载波中使用的调制的类型, 其中该SAM消息负责按照判定器(5)所指派的隙来传送这个信息;

-计算它将能够发送的比特总数, 并从它的存储器中提取该数据, 这些是关于数据、均衡、同步、对于声音/噪声的估计或它们的任何其它组合的信息, 正如在指派给该隙的SAM消息中指示的;

-在必须发送的隙的部分上等待起始码元, 并使用所选择的调制来执行数据的传输;

-如果任一个所指派的隙的类型是时间或频率分集, 则该用户工具(A, B, ..., X)必须以安全形式发送已调信息, 所述的安全形式优选为QPSK, 在频率上重复多次, 也就是说, 从载波 $k+N$ 、 $k+2*N$ 等中的载波 k 传输相同的信息, 这取决于所使用的分集以及所指派的载波, 或在不同时刻重复多次, 时间分集;

-如果该隙是轮询或MPR类型, 则使用前面在权利要求16中指定的方法。

18. 根据权利要求1所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于已经涉及的CDMA多路复用包含频率跳跃方法, 如果将该频率跳跃方法应用于载波, 则用户工具(A, B, ..., X)在传输时刻仅按照在每个瞬间指示可用于发送信息的载波的序列来使用一些载波, 该序列是预先定义的, 并且可以通过伪随机序列生成, 该伪随机序列的种子是借助于SAM消息传送的, 而如果将所述方法应用于子信道, 则该序列被用于在时

间上的每一时刻向用户工具 (A, B, ..., X) 指示必须使用哪个子信道进行发送。

19. 根据权利要求 3 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于调制由隙在上游连接中发送的信息分组标题, 优选地使用对于解码具有较低信噪比要求的调制, 例如 DPSK, 差分相位调制, 和/或 QPSK, 正交相位调制, 连同校正代码/误差检测和频率分集, 在不同载波上发送相同的信息, 和/或时间分集, 在不同时刻发送相同的信息, 以便提高正确解码的概率。

20. 根据权利要求 3 或 19 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于标题包含关于相应信息分组的所有必要信息, 这些信息例如关于分组类型、频率和/或时间分集的使用、用于调制分组中的信息的调制—例如 QPSK 中的所有载波或具有在每个用户已经与前端进行协商之后被固定用于作为该信道上的信噪比的函数的已确定的误差率的星座的所有载波、以及用于保护分组中的信息的 FEC 冗余, 代码校正冗余/误差检测。

21. 根据权利要求 3 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于它包含一系列的控制以便在传输期间在不对任何用户不利的条件下使所有用户的信噪比最大化, 从而允许在上游连接中在相同的 OFDM 码元中进行多路访问并在下游连接中传输多个信息分组; 所述的控制是:

- 控制每个用户工具 (A, B, ..., X) 的注入功率;
- 控制每个用户工具 (A, B, ..., X) 的时间窗口;
- 控制采样频率, 也就是用户工具 (A, B, ..., X) 的频率同步。

22. 根据权利要求 21 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法, 其特征在于在这些对于注入功率的控制上使用自动增益控制和/或功率屏蔽, 通过所述控制, 使来自用户工具 (A, B, ..., X) 的信号以几乎相同的功率到达前端工具 (1), 这样, 就可以在接收中不损失信噪比的条件下利用极少比特的 A/D—数字/模拟—转换器进行工作。

23. 根据权利要求 21 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系

统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于使用窗口控制来控制从多个用户工具 (A, B, ..., X) 同时到达前端工具 (1) 的信号，换句话说，所发送的所有 OFDM 码元的起始在同一时间窗口内到达前端工具 (1)；这个控制是通过下列方式进行的：

-在下游信道中发生的开环中的调整，表示在时间窗口中的粗调，其中每个用户工具 (A, B, ..., X) 可以看见通过下游信道到达的分组，以此近似地推断必须在传输中延迟/提前的采样，以便使它们在最佳时刻到达前端工具 (1)；

-在上游信道和下游中借助于 SAM 消息进行的闭环中的调整，表示在时间窗口中的细调，其中前端工具 (1) 检测和传送该用户工具 (A, B, ..., X) 为了达到传输的最佳时刻而必须延迟/提前的采样数量。

24. 根据权利要求 21 所述的用于点到多点数据数字传输多用户系统在电网上的数据多路访问和多路传输的方法，其特征在于在所述频率控制中和同步之后，每个用户工具 (A, B, ..., X) 知道前端工具 (1) 所使用的采样频率，然后使用该采样频率来校正上游信道中的传输以便使接收中的频率误差为零；下列方法被用于校正用户工具 (A, B, ..., X) 中的传输频率：

-借助于旋转器在载波中进行残留误差校正，该旋转器对每个载波所经受的旋转进行补偿，将每个载波乘以想要的角度的复指数；和

-借助于可包含系统的数字处理部分中和/或可变频率振荡器中的重采样器或模拟部分中的 VCXO 的频率校正器元件进行的采样频率校正，其中考虑如果相应的时钟足够精确，就不必须使用所述的频率校正器元件，使用前面提到的旋转器足以校正载波中的残留误差。

在电网上的点到多点系统中用于多路访问和传输的方法

技术领域

正如发明名称所述的，本发明涉及一种对于在多用户系统中的数据的多路访问和多路传输的方法，用于在电网上进行数据的点到多点的数字传输。这一方法指定所选的用于控制到该电网的访问的方法作为通过下行信道（从前端工具(kit)到多个用户工具)和上行信道（从用户工具到前端工具）进行传输的方式。本发明的方法已经被设计成特定用于如专利申请号为 200003024、题为“point to multipoint system and process for the transmission over the electricity network of digital data（用于在电网上传输数字数据的点到多点系统和方法）”的发明中描述的系统，但是，这并不排除将它用于支持这种应用的其它系统和结构中。

本发明的主要目的是使传输容量最大化，换句话说，是使每个用户可以从配电网中提取的带宽最大化。

本发明的技术领域包含于在电信部分中，更具体地说，是包含于在前端和多个用户之间使用电网作为传输方式的双向通信的领域中。

背景技术

使用电网作为通信方式是现有技术中公知的，但是由于其性能较差，所以将电网用作数据传输网络的用途已被限制在速度极低的点到点通信中。

这是由于多方面原因造成的，其中主要的一个原因是这一事实：在电网中，装置的连接和断开会在线路上产生电压峰值和阻抗变化，造成按照频率和时间的函数变化的严重的信号丢失。

另外，各种障碍阻碍在前端和多个用户之间建立通信，这是由于在不同频率中的许多阻抗变化和反射产物造成的，所述的反射产物使所接收的信号成为所发射的信号与一系列回声的组合，所述回声循环穿过该电网，对于每个用户在所接收的信号上具有不同的衰减和延迟。

此外，衰减、噪声和信道响应在频率和时间上都会发生动态的变化。

所有的这些障碍都限制了将电网用于全双工、高速的点到多点通信，直到如前面引用的专利 P-200003024 的出现，该专利支持了多个用户工具和前端通过电网进行双向通信的一种系统，其中一个信道是从用户到前端的上游，另一个是从前端到用户工具的下游，在每个工具中包含媒体访问控制模块（MAC），用于使该用户工具能够发送的信息量最大化并使这些用户工具中的等待时间最小化，同时划分电网以用于上游和下游信道是借助于频分双工和/或借助于时分双工来进行的，并且其中的前端和用户工具都包含用于使相应的数字传输适合于电网的装置。

由上面论及的专利 P-200003024 支持的系统充分地解决了前面提到的不便，而且可以包含各种各样的方法，本发明中描述的方法也被包含在其中。

另一方面，用于数据传输的其它通信方式也是背景技术中公知的，例如使用电话中的双绞线来建立点到点或点到多点的通信。

在本文中，我们引用美国专利 No. 5, 673, 290，其中描述了一种点到点的传输方法，该方法包含通过由从前端到多个不同的用户的链路确定的下游信道进行通信，以及通过由从用户到前端的链路确定的上游信道进行通信，由此，使用离散数字多频音（DMT）传输系统并在离散多频音信号上提供对于数字数据的编码和对于经过编码的数据的调制而使通信成为可能。

而且，对通信线路加以监控以确定至少一个线路质量参数，包括每一个中的噪声级，该通信线路还包含大量子信道，每个子信道对应于一个相关联的子载波音调。该调制系统被设计成在调制离散多频音信号时考虑包含所检测的线路质量参数、子信道增益参数和可允许功率的屏蔽参数的多个因素。该调制系统还可以在传输期间动态地更新所使用的子载波和在每个子载波中传输的数据量，以便实时地适合于各个子载波中的变化。

在易受干扰影响的应用中，可以简单地屏蔽或抑制相关联的带宽以避免任一方向中的干扰，并且因此，信号通过具有高于或低于最显著噪声级的频率的子载波进行传输。

此外，在这个美国专利 No. 5, 673, 290 中，传输发生于基带中并使用了实数厄密共轭变换（实数快速傅立叶变换）。由于已经描述的特

性，这一传输方法不能应用于电网上的传输。

而且，在这个美国专利中描述的方法涉及的是点到点通信，因此，它在电网上的使用和用于全双工点到多点通信的可能性都是无法推断的。

另一方面，存在例如在 PCT 专利申请 No. W096/37062 中描述的点到多点通信系统，在该系统中的传输线路可以是同轴电缆、光纤或相似物，该系统使用正交频分多址调制系统 (OFDM)，一种在背景技术中众所周知的调制系统，对于该调制系统，向每个 OFDM 码元添加一个循环前缀以减轻多路传播的缺陷，正如在本技术领域现阶段众所周知的。将循环前缀与 OFDM 调制一起使用可被包含在前面的文件所使用的 DMT 调制中，并在本技术领域现阶段中得以广泛使用。

这个 PCT 文件描述了如何在各个子载波组中建立信道，以便向每个用户指派特定的一组音调，从而使在实现离散傅立叶变换中涉及的复杂性和硬件大大减少，但是，作为一个固定的系统，它不允许根据每个信道中占优势的频率和时间条件来向用户指派不同的子载波，即使是在如在美国专利 No. 5, 673, 290 所描述的可将单个子载波连接或断开以避免干扰时。

此外，它使用了远程环路来校正多个用户调制解调器的本地振荡器的频率。

我们还可以引用关于点到多点通信的美国专利 No. 5, 828, 660 和美国专利 No. 5, 815, 488。

这些文件没有描述对于使用电网的传输的适应。

另外，前面引用的文件都没有涉及对于多个用户的传输，或如何使电网中的上游和下游信道的吞吐量最大化。

发明内容

为了达到这些目的并避免上面段落中指出的不便，本发明包含一种方法，用于对于多用户系统的数据的多路传输和多路访问，以便在电网上进行数据的点到多点数字传输。这个系统包含在电网上进行双向通信的多个用户工具和前端工具，其中：上游信道是从用户工具到前端，下游信道是从前端到用户工具；每个工具中包含媒体访问控制器 (MAC)，用于使该用户工具能够发送的信息量最大化并使这些工具中的等待时间最小化；并且其中通过频分双工 (FDD) 和/或时分双工

(TDD) 来划分电网以用于上游和下游信道。

所述方法的新颖性包含:

- 由多个用户工具在上游信道中进行访问并由前端在下游信道中借助于多路复用 OFDMA/TDMA/CDMA (正交频分多路复用、时分多路复用和/或码分多路复用) 同时发送多个信息分组;
- 标准, 用于为用户动态地指派 OFDM 系统 (正交频分多路复用) 中的每个载波, 并且在该时刻具有待发送信息的用户具有在这个载波上的更大传输容量 (每个载波更多的比特或更佳的信噪比), 以便使上游和下游信道中的传输容量最大化, 即, 对前端在发射和接收中观察到的频率响应加以均衡或校平。
- 根据需要该传输的用户和信息类型来调整服务质量 (QoS), 其中可以按照不同时刻的频率响应和在用户工具与前端工具之间的不同距离来修改这个服务质量;
- 通过持续地计算和监视用户工具和前端工具在系统的整个带宽中观察到的信噪比, 动态地在多个通信请求之间指派可用带宽。

通过这样, 按照每个用户在每个时刻的传输需求、为该用户建立的服务质量参数、用于使该系统的总容量最大化的标准和用于使传输等待时间最小化的标准来分配传输资源 (即 OFDM 系统中的所有载波), 为此使用了对一个码元的载波在用户之间进行的重新分配 (OFDMA), 在时间上的重新分配 (TDMA), 这是码元到码元的, 通过码的重新分配 (CDMA), 通过持续监视用于电力线路的随时间变化的质量参数来优化所述的重新分配。

本发明的方法提供了一种方式, 用于最大化, 即均衡或校平, 由前端工具在发射和接收中给出的频率响应, 这归因于电力线路担当在一个点与另一点之间的频率选择信道, 使某些频率展现出更大的信噪比并因此展现出比其它频率更大的传输容量, 这样, 对于一些用户, 一些频率可能是展现出更大的信噪比的那些频率, 而对于其它用户, 这些频率将是不同的。如所述的用于最大化的方式优选地包含:

- 指定与 OFDM 信道中的载波数大小相等的向量空间, 其中组成这个空间的元素是每个用户可以在每个载波中看见的每载波比特数或在每个载波中使用的星座的尺寸 (dimension)。

$$v_i = [v_{i1}, v_{i2} \dots v_{in}]$$

其中 N 是涉及向量的通信链路中使用的载波总数, V_{ix} 表示在从前端的观点来看的载波 x 中, 在来自或去往该用户 i (取决于所涉及的是哪条链路) 的通信中的每个载波上的可使用比特数。

- 在具有待发送信息的用户之间分配载波以便最大化这个向量的 1 范数 (norm one): $\|v\|$, 其中 v 是每个前端工具在上游和下游中的当前码元中使用的每载波比特 (或每个载波或星座的尺寸) 的向量;

- 将上游和下游的载波总数 N 分组到 M 个载波的子信道中以简化该算法的计算和实施, 从而减小向量空间的尺寸, 产生具有尺寸 N/M 的向量空间, 其中坐标值是该子信道中的所有载波的和, 并作为结果给出每个用户在每个子信道中看见的每个 OFDM 码元的传输容量。

- 将子信道的宽度调整到相干带宽, 所述相干带宽定义为第一个和最后一个载波的频率位置之间的频率差, 其中在这些载波中的频率响应的差异小于某个阈值。

根据本发明的一个优选实施例, 前端 MAC 包含负责在上游和下游信道中动态地分配带宽以便从用户工具进行多个通信的判定块或判定器, 其中由这个判定器用来动态指派传输带宽的标准是前面所述的那些标准, 并且为其采用了以下方式:

- 面向分组的传输, 之前是指示该传输指向哪个用户以及在什么条件下的标题;

- 将上游和下游信道分成子信道, 以便使用户被多路复用来最大化上游和下游信道的带宽传输;

- 将载波动态地指派给随时间变化的多个用户, 以便:

- 在下游链路中, 由子信道发出的每个分组的标题特别指示目的地、大小和所使用的星座等内容, 因此, 用户必须能够检测和理解由任何子信道接收的所有标题, 同时, 在它们知道调制中所用的每载波比特的向量时只从指向它们的分组中解调信息;

- 在上游链路中, 除了划分成被调整到相干带宽的子信道, 还进行时间上的划分, 这样, 隙 (SLOT) 被定义为在两个对于这些隙的分配消息 (SAM) 之间在上游信道中的码元数, 并

且构成了该判定器用于向用户指派资源的单元，其中通过由下游链路向用户工具发送隙分配消息（被称为 SAM）来定期指派这些资源，所述的隙分配消息可包含一个或多个隙，并在它们所涉及的隙之前的确定数目的采样之前被定期发送（即，它们临时超前于所述隙），这样，如果隙的码元数较小，则可获得的等待时间的下限（floor）也较小，但系统的复杂程度更高，正如在资源分配消息（SAM）中的上游信道中的传输容量的成本一样；

- 连续地为每个用户测量在所有信道—上游信道和下游信道—中的信噪比，以便连续地为每个用户更新每个子信道中的传输容量；

- 分别借助于询问（轮询）隙和资源申请消息（MPR）得到的关于哪些用户希望进行传输以及数量如何的连续信息，其中在上游中的前端的上层是向判定器通知待传输信息量以及从哪些用户进行传输的那些层；以及，

- 关于为每个用户定义的 QoS（带宽和等待时间）的信息，所述 QoS 是信道容量和从前端工具阻塞（hang）的用户的数目的函数，这样，可以在多个用户希望在一个给定时刻进行发送的情况中对连续指派给单一用户的隙的数目加以限制，从而维持用户在上游连接中访问的平等。

当前端工具希望通过下游信道向一个或多个用户工具进行发送时，该判定器块使用一个或多个所涉及的子信道动态地分配带宽，并借助于由子信道发出的信息分组中的标题向用户建议如何使用这个或这些子信道，这样，每个用户工具在检测到在所述标题之一涉及一个指向它的分组（用户工具可以从多个不同的子信道接收多于一个的分组）时，解码相应的数据，所述标题能够指示将新的分组传输到用户，或将使用其中发送所述标题的子信道来加速先前由另外的一个或多个子信道发送到相同用户的分组的传输，这是借助于对这个新的子信道和已被用于先前分组的传输的那些子信道的载波加以聚集而实现的。

由于信道在下游连接中发送的标题优选地是利用如下的调制方法进行调制的，该调制具有对于它们的解码的有限的信噪比要求，优选为 DPSK（差分相位调制）和/或 QPSK（正交相位调制），伴有校正代

码/误差检测和频率分集（在不同的载波中发送相同信息）和/或时间分集（在不同的时刻发送相同信息），以便提高对所述标题正确解码的概率。

此外，已经涉及的标题包含用于合适的信息分组的所有必要信息，这样：目的地、分组类型、对于频率和/或时间上的变化的使用、该分组是被预定给一个用户还是多个用户（多播模式）和/或所有用户（广播模式）、为每个载波使用的调制、是否已经使用了FEC冗余（代码校正冗余/误差检测）来保护信息分组、和/或是否会使用标题发送到的子信道来加速来自于先前由另一子信道发送的分组的信息的传输，或其它信息。

在另一方面，由上游连接划分成的前面提到的隙可被用户工具用于：

- 传输对于询问消息（轮询）的请求；
- 传输资源申请消息（MPR），
- 传输包含以下一项或所有项的数据：
 - 同步序列，
 - 均衡序列，
 - 用于估计信噪比的序列，和/或
 - 关于该用户希望发送到前端的信息的数据。

在上游连接中，该判定器包含用于以可变的形式向每个用户工具提供最充足的带宽的装置，借助于隙的最佳指派算法按照诸如待发送信息量、所请求的服务质量、待发送信息类型、由用户在承认（conceded）的隙中观察到的信噪比等参数来供应更多或更少的隙，并使用SAM消息将所述判定器作出的决定传送给用户工具。

由前端的判定器作出的关于在上游连接中分配隙的决定的传送方法是通过下游连接向每个用户工具发送指派消息SAM，并可包含关于一个或多个隙的信息，是定期发送的并总是在它们所涉及的隙之前的确定数目的采样（即，它们临时超前于它们），至少包含：

- 对于每个隙被给予的一个或多个用户的指示，
- 每个隙的用途，
- 在将被给予每个用户的隙之中的码元的数目，
- 每个用户可以从其开始可以使用该隙的码元号，

-关于必须用于数据传输的调制的信息，优选为 QPSK 或与前端工具就已确定的误差率进行协商的星座，所述的已确定的误差率是该信道的信噪比的函数；

它还包含：

- 证实接收到资源申请消息 (MPR)，
- 限制对于已确定的用户工具的访问，
- 校正正在用户工具的时间传输窗口中的迂回，
- 关于功率控制的信息，
- 将要由用户发送的数据的类型和数目，即是否将要发送 0 个或多个均衡或同步码元，以及对于声音/噪声的估计和/或信息数据。

优选地，使用一些额外的误差保护来对这些 SAM 消息加以编码，例如具有用于校正/检测误差、频率或时间分集的更大容量的代码，及其它系统。

此外，在下游信道中，判定器采用分配函数，同时考虑诸如用户工具在子信道中观察到的信噪比（或频率响应）、消息优先权、信息量等参数。用户对通过下游连接发送的标题从关于目的地的信息开始进行解码，并决定它们是否必须接收与该标题在同一子信道中发送的数据，包含所述的标题。

判定器可命令使用一个或多个附加的子信道以用于相应的调度 (dispatch)，或增加用户的带宽，其目的是加速所涉及的分组传输，指派多于一个子信道以便在一个时间发送多于一个的信息分组，借助于所调度的消息中的标题来指示这些决定中的任一个。

判定器可以根据每个用户可在多个子信道中观察到的频率响应来在上游和下游中的多个子信道上分配用户，以便使在每个时刻使用的带宽最大化。

在上游和下游信道中，在指派资源时，判定器使用 QoS 作为使等待时间最小化的标准之一，即每个用户工具在上游连接中发出访问请求之后尽快进行发送，或者从前端工具向用户尽快发送分组。

前面提到的 MPR 消息优选为较短的控制消息，该控制消息通知何时用户工具希望发送数据，并且作为选择，该控制消息关于在以下时刻用户工具需要的服务质量和待发送的信息块的大小：

- 当由用户工具接收到的SAM消息指示被指派给所述工具的下一个隙就是一系列数据传输隙中的最后一个时，该用户工具将使用该隙的一部分在它有更多待发送数据的情况中发送MPR消息，
- 当用户工具不再更多的要发送的数据但仍然有已指派的隙时，在这种情况下，相应的MPR消息将指示前端不再指派更多的隙并将剩余的隙重新指派到其它用户工具，
- 当用户工具被指派（借助于SAM）了专用于资源申请（MPR）的隙时，使得希望进行发送的用户工具会在这个隙中发送它们的MPR（随机或借助于考虑了用户类型、信息类型和其它参数的已确定算法来使用这个隙的一小部分）；并且使得前端工具检测当多个用户工具在隙的相同区中发生资源申请重合时可能出现的冲突，这样的冲突可以借助于现有技术中已知的算法得以解决，也可以通过使用户工具在之后的干预中重新发送它们的位置直到解决了用户之间的竞争而得以解决。

轮询隙允许借助于询问算法向最大数目的用户就它们是否拥有待发送的信息进行提问，其目的是：当所述最大数目被超过时，相同的用户工具并不总是被提问的那些用户工具，并且被包括在前端中作为根据用户所展示的行为而将用户工具分成多个类别的装置，并且为了获得这个信息，该前端指派询问隙（轮询）到它需要其行为的相关信息的那些用户，当这些用户拥有待发送的信息时，就在分配给它们的隙的一部分中进行响应。

当用户工具拥有待发送数据时，它在消息（SAM）宣布随后的隙之一被预定用于轮询或MPR之前保持等待，这样，如果它接收到轮询SAM，则执行下列步骤：

- 用户工具对SAM中的某些比特进行校验，以便指示它是否属于可使用下一个轮询隙的用户组，
- SAM消息指示其中用户工具必须对资源请求进行回复的位置，这些位置是由持续监视信噪比的前端工具确定的，所述的信噪比也可由用户工具在多个载波中看见（用于上游通信的可用频率）；
- 将轮询隙分成多个有效区，这些有效区是时间/频率的较小的部分，用户工具选择由SAM指示的区以避免申请的冲突；
- 用户工具在所选的区中发送轮询消息；并且

-如果所述的轮询已经在前端工具中被接收，则用户工具会在之后接收指派隙的 SAM 消息；而如果用户工具还没有收到所述轮询，则该用户工具将会等待直到有了新的轮询 SAM；然而，如果用户工具已经在 SAM 中接收到 MPR 隙的宣布，则该用户工具将在所述隙中远离要发送的必需品的地方发送 MPR 消息，所述的 MPR 消息优选地指示它希望发送的信息的大小、优先权、所要求的 QoS、所述信息可能以什么形式由前端解码以及它是否可被用来优化用于指派仲裁隙的算法；已经预见到：如果该前端检测到冲突时，则开始一个算法来解决这个冲突或等待用户工具在另一个 MPR 隙或轮询中发送它们的申请（因为判定器不会在随后的 SAM 中授予任何数据传输隙）。

在本发明的一个优选实施例中，用户工具根据以下过程遵守前端作出的关于发送时刻、将使用的载波、调制类型以及其它参数的决定：

-在已经正确地用户工具接收到传输请求后，该前端从按照行为、传输容量、服务质量和提出申请的用户工具的其它参数并按照在子信道中受到监视的信噪比而作出的估计开始指派足够的时隙/频隙，该判定器负责使用前面提到的算法来在提出发送数据的申请的用户之间分配隙；

-当用户工具借助于对 SAM 消息的解调和解码而检测到有一个或多个隙被指定给该用户工具时，它执行下列操作：

- 检查所指派的每个隙以及必须在每个隙的每个载波中使用的调制的类型，SAM 消息负责按照判定器所指派的隙来传送这个信息；
- 计算它一共能发送多少比特（并从它的存储器中提取该数据），这些比特是关于数据、均衡、同步、对于声音/噪声的估计或这些的任何其它组合的信息，正如在指派给这个隙的 SAM 消息中指示的；
- 等待直到在起始码元在必须发送的隙的一部分上开始并使用所选的调制来执行数据传输；
- 如果所指派的任一个隙的类型是在时间或频率上分集的，则该用户工具就必须以在频率上重复多次的安全形式（优选为 QPSK）发送已调信息，也就是说，从载波 $k + N$ 、 $k + 2 * N$

等中的载波 k 发送相同的信息，这取决于所使用的分集以及所指派的载波，或在不同时刻重复的多次（时间分集）；

● 如果该隙是轮询或 MPR 类型，则使用前面提到的过程。

前面已经涉及的 CDMA 多路复用包含频率跳跃方法，如果将该频率跳跃方法应用于载波，则用户工具在传输时刻仅按照在每个瞬间指示可用于发送信息的载波的序列来使用一些载波，该序列是预先定义的，并且可以通过伪随机序列生成，该伪随机序列的种子是借助于 SAM 消息传送的，而如果将所述方法应用于子信道，则该序列被用于在时间上的每一时刻向用户工具指示必须使用哪个子信道进行发送。

调制由隙在上游连接中发送的信息分组标题，优选地使用对于解码具有较低信噪比要求的调制，例如 DPSK（差分相位调制）和/或 QPSK（正交相位调制），伴有校正代码/误差检测和频率分集（在不同载波上发送相同的信息）和/或时间（在不同时刻发送相同的信息）以便增加正确解码的概率。

前面提到的标题包含关于相应信息分组的所有必要信息，例如关于分组类型、频率和/或时间分集的使用、用于调制分组中的信息的调制（例如，QPSK 中的所有载波或具有在每个用户已经与前端进行协商之后被固定用于已确定的误差定额的星座的所有载波，其中已确定的误差定额是该信道上的信噪比的函数）和用于保护分组中的信息的 FEC 冗余（代码校正冗余/误差检测）等的信息。

本发明中的方法可包含一系列的控制以便在传输期间在不对任何用户不利的条件下使所有用户的信噪比最大化，从而允许在上游连接中在相同的 OFDM 码元中进行多路访问并同时在下游连接中发送多个信息分组；所述的控制是：

- 控制每个用户工具的注入功率；
- 控制每个用户工具的时间窗口；
- 控制采样频率，即用户工具的频率同步。

在对于注入功率的控制上使用自动增益控制和/或功率屏蔽，通过所述控制，使来自用户工具的信号以几乎相同的功率到达前端，这样，就可以在接收中在不损失信噪比的条件下利用极少比特的 A/D（数字/模拟）转换器进行工作。

另一方面，如所述的，使用窗口控制来控制从多个用户同时到达

前端的信号，即所发送的所有 OFDM 码元的起始在同一时间窗口内到达前端；这个控制是通过下列方式进行的：

-在下游信道中发生的开环中的调整，表示在时间窗口中的粗调，其中每个用户工具可以看见通过下游信道到达的分组，由此近似地推断必须在传输中延迟/提前的采样，以便使它们在最佳时刻到达前端；

-在上游信道和下游信道中借助于 SAM 消息进行的闭环中的调整，表示在时间窗口中的细调，其中前端工具检测和传送该用户工具为了达到传输的最佳时刻而必须延迟/提前的采样数量。

最后，在前面涉及的频率控制中，在同步之后，每个用户工具知道前端所使用的采样频率，然后使用该采样频率来校正上游信道中的传输以便使接收中的频率误差为零；下列方法被用于校正用户工具中的传输频率：

-借助于旋转器 (rotor) 在载波中进行残留误差校正，该旋转器对每个载波所经受的旋转进行补偿 (将每个载波乘以想要的角度的复指数)；和

-借助于频率校正器元件 (可包含系统的数字处理部分中和/或可变频率振荡器中的重采样器，和/或模拟部分中的 VCXO) 进行的采样频率校正，如果相应的时钟足够精确，就认为不必要使用所述的频率校正器元件，使用前面提到的旋转器足以校正载波中的残留误差。

提供了下列附图以便于更好地理解本发明，这些附图同时构成了具体描述和权利要求书的一个主要部分，它们提供了对于本发明的原理解释性而不是限制性的表示。

附图说明

图 1 示意性地表示了本发明的方法可应用于的系统的结构。

图 2 示意性地表示了使用本发明的例子通过上游信道在时间和频率上对隙的划分。

图 3 示意性地表示了如本发明的方法所使用的关于上游或下游信道的子信道划分的表。

图 4 示意性地表示了由在本发明中描述的方法所使用的在系统中通过下游信道指派载波的例子。

图 5 示意性地表示了在使用本发明的方法的系统的下游信道的每个子信道中传输具有标题的分组。

图 6 示意性地表示了在使用本发明所描述的方法的系统的上游信道中使用频率跳跃方法。

具体实施方式

下面是对于本发明优选实施例的描述，数字指的是附图中使用的附图标记。

将此例中使用的方法应用于包含多个用户工具 (A, B, ..., X) 和一个前端工具 (1) 的系统中。

这些工具 (A, B, ..., X) 和 (1) 在电网 (2) 上进行双向通信，建立一条从用户工具 (A, B, ..., X) 到前端 (1) 的上游信道以及从前端 (1) 工具到用户工具 (A, B, ..., X) 的下游信道。

用户工具 (A, B, ..., X) 和前端 (1) 都包含媒体访问控制器 (MAC)，该媒体访问控制器 (MAC) 在用户工具中表示为数字 3，在前端工具中表示为数字 4。

借助于这个 MAC，使得用户工具 (A, B, ..., X) 可发送的信息量最大化，并且使所述工具 (A, B, ..., X) 的等待时间最小化。

为了在物理介质 (即电网) 上包含两个通信连接，即上游连接和下游连接，必须采取频率划分 (FDD = 频分双工) 或时间划分 (TDD = 时分双工)。

在图 1 中显示了所描述的配置。

在当前示例中描述的方法具有以下四个重要特征：

- 由多个用户工具 (A, B, ..., X) 在上游信道中进行访问并由前端 (1) 在下游信道中借助于多路复用 OFDMA/TDMA/CDMA (正交频分多路复用、时分多路复用和或码分多路复用) 同时发送多个信息分组；

- 标准，用于以每个载波上更大的传输容量 (每个载波上更多的比特或更佳的信噪比) 动态地向用户、以及在于该时刻具有待发送信息的用户之间指派 OFDM 系统 (正交频分多路复用) 中的每个载波，以便使上游和下游信道中的传输容量最大化，即，对前端在发射和接收中观察到的频率中的请求加以均衡和校平；

- 可根据需要该传输的用户和信息类型加以调整的服务质量

(QoS)，其中可以按照不同时刻的频率响应和在用户工具(A, B, ..., X)与前端工具(1)之间的不同距离来修改这个服务质量；
-通过持续地计算和监视由用户工具(A, B, ..., X)和前端工具(1)在系统的整个带宽中观察到的信噪比，动态地在多个通信请求之间指派可用带宽。

借助于这四个特性，按照每个用户在每个时刻的传输需求、为该用户建立的服务质量参数、用于使该系统的总容量最大化的标准和用于使传输等待时间最小化的标准来分配传输资源，即OFDM系统中的所有载波，为此使用了对一个码元的载波在用户之间进行的重新分配(OFDMA)，在时间上的重新分配(TDMA)，这是码元到码元的，通过码的重新分配(CDMA)，通过持续监视用于电力线路的随时间变化的质量参数来优化所述的重新分配。

在这个例子的方法中，前端工具(1)负责在用户工具(A, B, ..., X)之间分配带宽，同时考虑了例如指派给每个用户的服务质量的因素。上游信道被划分成时间和频率的间隔，称为隙，在图2中示出，在希望进行发送的用户之间分配这些隙。位于前端(1)的MAC(4)中的判定器或判定器(5)执行这个分配。关于哪些隙必须被每个用户使用和或该隙的哪些码元必须被一个或多个用户使用的信息与关于将在所指派的码元和隙中使用的调制类型和每个的功能等的信息一起被引入到称为SAM的隙指派消息中，该隙指派消息由下游信道定期发送到所有的用户工具(A, B, ..., X)。

这个复合共享的灵活性允许了对于传输介质的最佳利用。为此还包含了一系列的控制，包含：

- 控制每个用户(A, B, ..., X)的注入功率；
- 控制每个用户(A, B, ..., X)的时间窗口；
- 控制采样频率，即用户工具(A, B, ..., X)的频率同步。

为了在上游和下游连接中动态地分配带宽，将这些连接或信道划分成一系列子信道，在所述子信道中包含成组的不同载波。

子信道中的带宽被调整到电网(2)的特性，特别是用于该信道的相干带宽；为多载波传输系统定义所述的相干带宽，就像在第一个和最后一个载波的频率位置之间的频率差，其中在这些载波中的频率响应中的差异小于某个阈值(例如12dB)。

当子信道被调整到相干带宽时，可以保证用于已确定用户的这个子信道中的载波的频率响应将是封闭的 (enclosed)。因此，用户将会看见组成具有较稳定的信噪比的子信道的所有载波。

这个调整允许可以按照在子信道中观察到的频率响应的函数来选择用户。每个用户可被指派最佳的频谱区以便使在每个连接中观察到的平均带宽最大化。此外，子信道还可能被指派给一个到另一个地 (one to the other) 观察正交频率响应的多个用户 (在该用户观察到一个较低 S/N 而另一个用户观察到一个较高的 S/N 并反之亦然子信道中)，这样就有可能使带宽使用最大化。

在最好的情况中，目标是具有这样的高度粒化 (high granulation)，即每个子信道仅包含一个载波。在这种情况下需要复杂的算法，该算法将花费大量的时间和处理容量来按照每个子信道中的频率响应将用户分配到子信道，以便使平均带宽中的优势最大化。为了具有快速和可管理的算法，将该连接分成上游和下游连接中的八个或十六个子信道，始终符合由该信道的相干带宽强加的限制。

图 3 显示了四个用户 A、B、C 和 D 维持大于由上游信道划分成的四个子信道 13、14、15 和 16 中的每一个的已确定阈值的频率响应的表的例子。这个表被保存在前端工具 (1) 中，并在向用户分配带宽时使用，以便在将子信道指派给观察正交频率响应的用户时使平均带宽最大化。

在图 3 的表中显示了所使用的第一个分配标准的例子。当用户希望在上游连接中进行发送时，或当前端希望通过下游连接向用户进行发送时，使用所提到的表或类似物来观察可以在哪个子信道中发送信息。

优化多个用户在电网 (2) 上的同时通信的最重要的一点是在用户之间动态地指派带宽。

为了优化对用户的载波指派，需要用户和前端工具在两条通信信道中持续计算和监视频率响应或信噪比。这是由于电网不是稳定介质而是按照随时间移动的函数、并根据在所考虑的用户和前端之间存在的距离而改变这一事实造成的。

目的始终是按照使通信信道的平均容量最大化的标准找到对于每个用户的最佳的载波分配，这可以通过使总带宽中的信噪比最大化来

实现。

为了分配带宽而确定该通信将去往的用户。通过资源申请消息 (MPR) 和对用户的提问 (轮询), 该前端 1 知道了对于上游连接的这个信息, 而在下游中, 它会知道分组将要发送到的目的地。

一旦知道了在该通信中涉及的用户, 就使用图 3 中示出的类型的表或数据库来确定必须将哪些子信道指派给每个用户, 其目的是使传输容量最大化。

为了最大化, 即均衡或校平, 由前端 1 在发射和接收中给出的频率响应, 执行以下步骤:

-指定与 OFDM 信道中的载波数大小相等的向量空间, 其中组成这个空间的元素是每个用户可以在每个载波中看见的每载波比特数或在每个载波中使用的星座的尺寸。

$$v_i = [v_{i1}, v_{i2} \dots v_{in}] ,$$

其中 N 是涉及向量的通信链路中使用的载波总数, v_{ix} 表示在从前端的观点来看的载波 x 中, 在来自或去往该用户 i (取决于所涉及的是哪条链路) 的通信中的每个载波上的可使用比特数。

-在具有待发送信息的用户之间分配载波以便最大化这个向量的 1 范数: $\|v\|$, 其中 v 是每个前端工具在上游和下游中的当前码元中使用的每载波比特 (或每个载波或星座的尺寸) 的向量;

-将上游和下游的载波总数 N 分组到 M 个载波子信道中以简化该算法的计算和实施, 以便减小向量空间的尺寸, 产生具有尺寸 N/M 的向量空间, 其中坐标值是子信道中的所有载波的和, 并作为结果给出每个用户在每个子信道中看见的每个 OFDM 码元的传输容量。

-将子信道的宽度调整到相干带宽, 所述相干带宽定义为第一个和最后一个载波的频率位置之间的频率差, 其中在这些载波中的频率响应的差异小于某个阈值。

一旦前端 1 知道了将要发送的用户工具 (A, B, \dots, X), 或者知道了将要接收的那些 (在下游信道的情况中), 它就观察服务质量要求 QoS 和在前面涉及的表中的足够的子信道。最后, 作为分配标准, 它使用一个正交算法, 然后在最正交 (最不同) 的用户之间分配带宽。以这种方式, 如前端 1 观察到的通信信道中的频率响应是尽可能地水

平的。

图 4 是对于下游信道的载波指派和从前端工具 1 向一些用户 A 和 B 发送信息的图形表示。轴 18 和 19 分别表示信噪比或每载波比特和载波频率，图形 20 表示在用户 A 的方向观察的信道，即在下游连接中的载波的根据用户 A 支持的每载波比特或 S/N 信道响应，其被前端用来优化对于此用户的传输，而图形 21 表示在用户 B 的方向观察的信道。由前端工具 1 选择 17 的分配用图形 22 表示。

当前端工具 1 希望向特定用户进行发送时，它使用子信道之一和目的地的建议，并借助于由这个子信道发出的分组标题来使用这个子信道。该用户解码用于指示有一个分组被指向该用户的标题，并解码相应的数据。

只有前端 1 可以在下游中向一个或多个用户 (A, B, ..., X) 进行发送。该前端 1 可以记录必须被发送到多个用户的分组以保证已确定的 QoS，即使它也可以以脉冲串的模式进行工作，即当上层已经确定了必须发送的对象时立即将待发送的分组排成队列。

在下游连接中，使用由这个连接分成的一个或多个子信道来发送分组。在每一个子信道中，将要发送分组到用户的这一事实是借助于前面已经提到的标题来指示的。除了可以使用子信道来发送不同分组到新用户之外，还可以使用这个子信道中的载波来加速对于已由另一子信道发送的分组信息的传输（将这个子信道中的载波聚集到发送了最初分组的子信道，从而加快对于这个分组的传输）。为了指示将要使用一个子信道作为用于加速该传输的聚集，由该聚集子信道发送具有指向受影响的用户的标题的信息分组。

用户观察整个下游连接，寻找哪个分组的标题指示该分组指向它们。必须为该系统中的每个用户正确地解码或解释这些标题，因此，该分组的这个部分必须具有极低的对于解码的 S/N 需求。为此，可以使用伴有健壮的校正/误差检测代码及时间、频率分集的 BPSK 或 QPSK 的安全调制。

当用户解码了指示有一个分组被指向该用户的标题时，它会知道相应的用于发送该分组的一个或多个子信道，并且它会接受由这些子信道发送的数据。如果该标题并非指向该用户，则该用户简单地忽略与该标题相关联的数据。如果标题指示正在使用新的子信道来加速分

组的发送，它就会解码通过新载波到达的信息以及通过原来的子信道中的载波到达的信息以获得该信道中的信息。通过这种方式，就实现了在下游连接中动态地分配带宽。

标题的使用在该系统中是非常重要的，因为它允许分组是独立的。该标题包含关于分组的所有必要信息，例如目的地、大小、分组类型、它是否具有频率或时间上的分集、它是否处于多播模式下（这个模式指示它将由许多用户进行接收）等等。在上游信道中，必须使用额外的机构来了解可以在什么时候发送分组，即判定器 5 对隙的分配和将把该分配发送到用户的隙指派消息。

图 5 显示了在下游连接中使用四个子信道 24 的例子。从图 5 中可以理解，从上面数第一和第二个子信道发送由标题 27 开头的分组。在第四个子信道中，开始对分组进行传输，并在之前使用第三个子信道以便利用用于相同分组的新的载波来加速对于相同分组的传输，如箭头 28 所表示的。这是借助于第三个子信道的标题 27 来指示的。箭头 23 表示从前端工具 1 向用户 A、B、C 或 D 的分组传输方向。轴 25 和 26 分别表示时间和频率。

为了在上游连接或信道中进行传输，将信道在逻辑上分成时间和频率的间隔，称为隙（正如前面提到的），以便允许多个用户在电网 2 上在前端 1 的方向中同时进行发送。通过这个结构，可以对带宽进行动态地指派，这样就可以授予更多或更少的时隙（码元）或频隙（载波），以便使用户可以发送具有不同质量要求（带宽和等待时间）的信息，并通过向在子信道上观察足够的信噪比的用户授予隙，以便使用最密集的调制而达到优化传输的目的。

当这些隙之一被指派到用户工具（A, B, ..., X）时，该用户会知道它可以在哪些时刻或时间的期间以及在哪些载波中（也就是在哪个频率上）发出它希望发送的信息。与隙相关联的载波组被称作上游连接中的子信道。将每个子信道中的频率调整到该信道的相干带宽，以便使每个用户在每个子信道中观察到相似的频率响应（安排某些限制之间）。这就允许了上游信道容量的增加。

图 2 显示了用于可能的实施的在已确定时刻中分配隙的例子。轴 11 和 12 分别表示频率和时间，而隙 7、8、9 和 10 分别表示与不同用户 A、B、C 和 D 相关联的隙，而隙 6 表示空闲的隙。

所涉及的隙可以由用户工具 (A, B, ..., X) 用于多种用途, 例如:

- 传输对于询问消息 (轮询) 的请求;
- 传输资源申请消息 (MPR),
- 传输包含下面的一项或所有项的数据:
 1. 同步序列,
 2. 均衡序列,
 3. 用于估计信噪比的序列, 和/或
 4. 用户 (A, B, ..., X) 希望发送到前端 1 的信息数据。

借助于指派隙的 SAM 消息, 前端 1 指示每个隙的目的以及它可以被哪个或哪些用户加以使用。在本上下文中, 多址系统是中央系统, 其中用户工具 (A, B, ..., X) 只有在前端 1 预先进行决定并将决定与可被发送的信息量和调制类型等一起发送到所涉及的用户时才在电网 2 上进行发送。

为了优化上游信道在利用 OFDMA/TDMA/CDMA 对于电网 2 的访问中的使用, 已经开发了前面提到的三种控制, 利用这三种控制, 使所有用户的信噪比最大化, 同时不必在用于发送的另一个用户之上对一个用户不利。

关于对注入功率的控制, 使用自动增益控制和/或功率屏蔽以便使用户工具 (A, B, ..., X) 的信号以几乎相同的功率到达前端工具 1, 这样, 就可以在接收中在不损失信噪比的条件下利用极少比特的 A/D (数字/模拟) 转换器进行工作。

使用时间窗口控制来确保来自多个用户工具 (A, B, ..., X) 的信号同时到达前端工具 1, 即所发送的所有 OFDM 码元的起始在同一时间窗口内到达前端 1; 这个控制是通过下列方式进行的:

- 在下游信道中发生的开环中的调整, 表示在时间窗口中的粗调, 其中每个用户工具可以看见通过下游信道到达的分组, 由此近似地推断必须在传输中延迟/提前的采样, 以便使它们在最佳时刻到达前端 1;
- 在上游信道和下游中借助于 SAM 消息进行的闭环中的调整, 表示在时间窗口中的细调, 其中前端工具 1 检测和传送该用户工具为了达到传输的最佳时刻而必须延迟/提前的采样数量。

对于同步之后的频率控制, 每个用户工具 (A, B, ..., X) 获得前

端 1 所使用的采样频率，然后使用该采样频率来校正上游信道中的传输以便使在前端 1 中的接收中的频率误差为零；下列方法被用于校正用户工具 (A, B, ..., X) 中的传输频率：

-借助于旋转器在载波中进行残留误差校正，该旋转器对每个载波所经受的旋转进行补偿（将每个载波乘以想要的角度的复指数）；

和

-借助于频率校正器元件（可包含系统的数字处理部分中和/或可变频率振荡器中的重采样器，和/或模拟部分中的 VCXO）进行采样频率校正，如果相应的时钟足够精确，就认为不必须使用所述的频率校正器元件，使用前面提到的旋转器足以校正载波中的残留误差。

在上游连接和 CDMA 多路复用中，使用了频率跳跃方法，如果将该频率跳跃方法应用于载波，则其中用户工具 (A, B, ..., X) 在传输时刻仅按照在每个瞬间指示可用于发送信息的载波的序列来使用一些载波，该序列是预先定义的，并且可以通过伪随机序列生成，该伪随机序列的种子是借助于 SAM 消息传送的，而如果将所述方法应用于子信道，则该序列被用于向用户工具 (A, B, ..., X) 指示在时间上的每一时刻必须使用哪些子信道进行发送。

“频率跳跃”的优点之一是：在时间上将子信道或载波分配给用户，即，用户并非在所有时间上都使用具有高信噪比的子信道，相反，它也使用（当序列指示它时）具有低信噪比的信道，这样，平均起来，所有的用户看见一个平均的信道，并从而使该电网的传输带宽最大化。

图 6 表示了用于在前端 1 的方向中的一些用户工具 A、B、C 和 D 之间的通信的频率跳跃的例子；其中箭头 29 表示数据传输的方向，而箭头 30 表示每个子信道的带宽。轴 31 和 32 分别表示频率和时间。附图标记 33、34、35 和 36 分别表示来自用户 A、B、C 和 D 的调度，而附图标记 37 表示在用户之间的冲突。

隙指派消息 SAM 是通过下游信道定期发送并由所有用户进行解码的消息。它们的周期取决于由上游信道分成的隙的大小。一旦选择了频率和时间的间隔（隙）的大小，就必须持续地维持该周期。

SAM 消息的目的是：

-宣布或标识已经获准在由上游信道分成的频隙和时隙中的每一个上进行传输的一个或多个用户工具 (A, B, ..., X) ;

-指示这个隙必须用于的用途: 传输、均衡、S/N、同步、数据、询问 (轮询)、资源请求 (MPR) 等等。

-发送附加信息到资源请求接收, 限制对于成组用户的访问等等。

SAM 消息对于构建具有带宽动态指派的系统来说是必要的。当用户需要发送信息时, 它们向前端 1 提出请求 (使用资源请求或询问的方法)。前端 1 不是向用户授予一个固定的带宽, 而是进行一种动态地分配, 向提出请求的用户按照例如待发送信息量、所请求的服务质量、待发送信息类型、用户在被授予的隙中观察到的信噪比等等因素来提供更多或更少的隙。

执行借助于 OFDMA 的共享, 以便使带宽的动态分配尽可能地有效。利用这种共享, 多个用户可以使用一个 OFDM 码元中的不同载波来发送信息。

隙指派消息可以在一个或多个隙上携带信息。由于这些 SAM 消息的重要性, 它们还优选地携带一些用于误差保护的系统, 例如具有用于校正/检测误差、频率和/或时间的分集的大容量的代码等等。很明显, 用于指派隙的消息始终在时间上超前于它们所涉及的上游信道中的隙。

此外, SAM 消息可以指示被指派给用户的隙是第一个、最后一个还是中间的一个。如果该隙是那些被授予用户用于发送信息的隙中的第一个, 那么数据将不会在该隙的所有码元中得以发送, 而是, 该隙的多个码元必须被用于发送补充信息, 例如同步或均衡。如果该隙是中间的隙, 则使用它的全部来发送数据。如果它是被指派给用户工具 (A, B, ..., X) 的最后一个隙, 则它发送信息和资源申请消息 (MPR), 以便使前端工具 1 了解它是否希望发送更多的信息。这并不是工具可以发送资源申请消息的唯一时机, 也可以在用户具有待发送信息并且从前端工具 1 指示下一个隙的目的是资源申请的时候发送这些资源申请消息。

在当前的例子中, 由下游信道在每个用户 (A, B, ..., X) 的方向中发送的 SAM 消息至少包含以下信息:

-指示每个隙已经被授予给的一个或多个用户工具 (A, B, ..., X),

- 指示这个隙必须被用于的用途;
- 每个工具可以在该隙中使用的码元的数目,
- 某个用户可以从其开始在该隙中进行发送的码元号,
- 关于为了发送数据必须使用的调制的信息,

此外,所述的 SAM 消息可包含:

- 证实消息 MPR 的接收,
- 限制对于某些用户工具 (A, B, ..., X) 的访问,
- 校正该用户工具 (A, B, ..., X) 的传输时间窗口中的偏差,
- 关于功率控制的信息,
- 将由用户发送的数据的类型和数目,即,将要发送的是 0 个或多个均衡或同步码元,以及对于声音/噪声的比值的估计和/或信息数据。

另一方面,前面多处提到的 MPR 消息是较短的控制消息,该控制消息提供关于用户工具 (A, B, ..., X) 是否希望发送数据的信息,并且作为选择,提供关于待发送的信息块的大小和用户工具 (A, B, ..., X) 想要的服务质量的信息,它们是在不同时刻发出的。所述的时刻是:

- 当由用户工具 (A, B, ..., X) 接收到的 SAM 消息指示被指派给所述工具的下一个隙就是用于数据传输的一系列隙中的最后一个时,以便使用户工具 (A, B, ..., X) 可以使用该隙的一部分在它有更多待发送数据的情况中发送 MPR 消息,
- 当已经借助于 SAM 向用户工具 (A, B, ..., X) 指派了专用于资源申请的隙时,使得希望进行发送的一个或多个用户工具 (A, B, ..., X) 会在这个隙中发送它们的 MPR;

当用户工具 (A, B, ..., X) 拥有待发送数据时,它在 SAM 消息宣布随后的一些隙被预定用于轮询或 MPR 之前保持等待,这样,如果它接收到轮询 SAM,它就执行下列步骤:

- 用户工具 (A, B, ..., X) 对 SAM 中的某些比特进行校验,所述的比特用于指示它是否属于可使用随后的轮询隙的用户组,
- SAM 消息指示其中用户工具 (A, B, ..., X) 必须对资源请求进行回复的位置,这些位置是由持续监视用户工具 (A, B, ..., X) 可以在上游连接中的多个可用载波中看见的信噪比的前端工具 1 确定的;

-将轮询隙分成多个有效区，这些有效区是时间/频率的较小的部分，用户工具 (A, B, ..., X) 选择由 SAM 指示的区以避免申请的冲突；

-用户工具 (A, B, ..., X) 在所选的区中发送轮询消息；并且

-如果所述的轮询已经被前端工具 1 接收，则用户工具 (A, B, ..., X) 会在之后接收指派隙的 SAM 消息；而如果还没有收到所述轮询，则该用户工具 (A, B, ..., X) 必须等待直到有了新的轮询 SAM。

另一方面，当该用户工具 (A, B, ..., X) 接收到 MPR SAM 时，它就在远离要发送的必需品的相应的隙中发送 MPR 消息，所述的 MPR 消息优选地指示待发送信息量、优先权、所要求的 QoS、所述信息可能以什么形式由前端解码以及它是否可被用来优化判定器 5 用于指派隙的算法；如果在之前已经预见该前端 1 会检测到冲突，则执行一个冲突解决算法，用户工具 (A, B, ..., X) 在下一个 MPR 隙或轮询中发送它们的申请，因为判定器 5 将不会在随后的 SAM 中授予它们任何传输隙。

在本例中，当用户工具 (A, B, ..., X) 希望进行发送时，它遵守前端工具 1 借助于以下处理作出的关于传输时刻、将使用的载波、调制类型以及其它参数的决定：

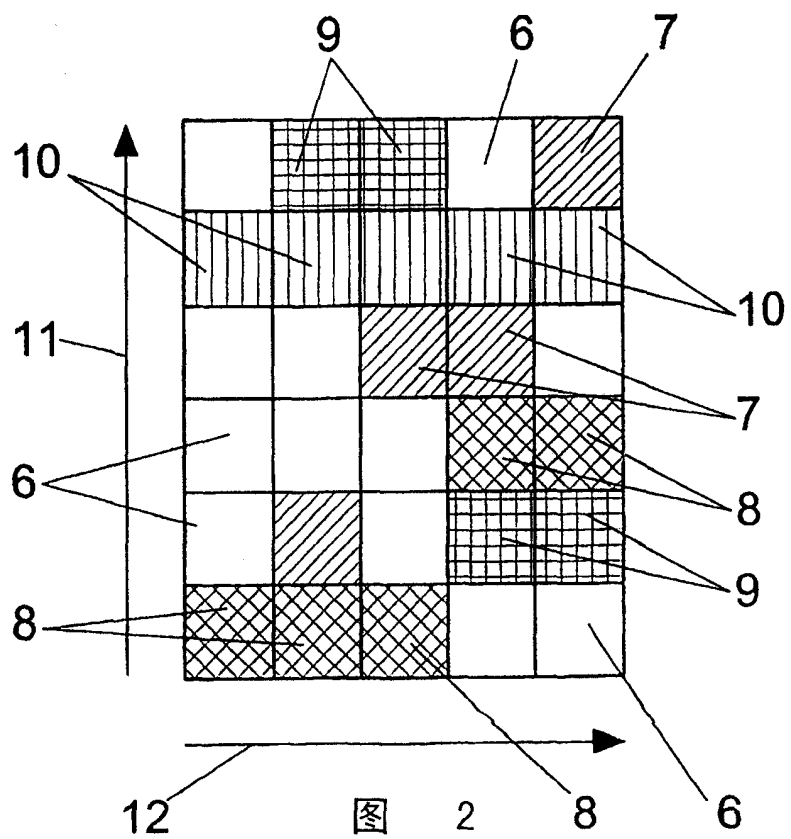
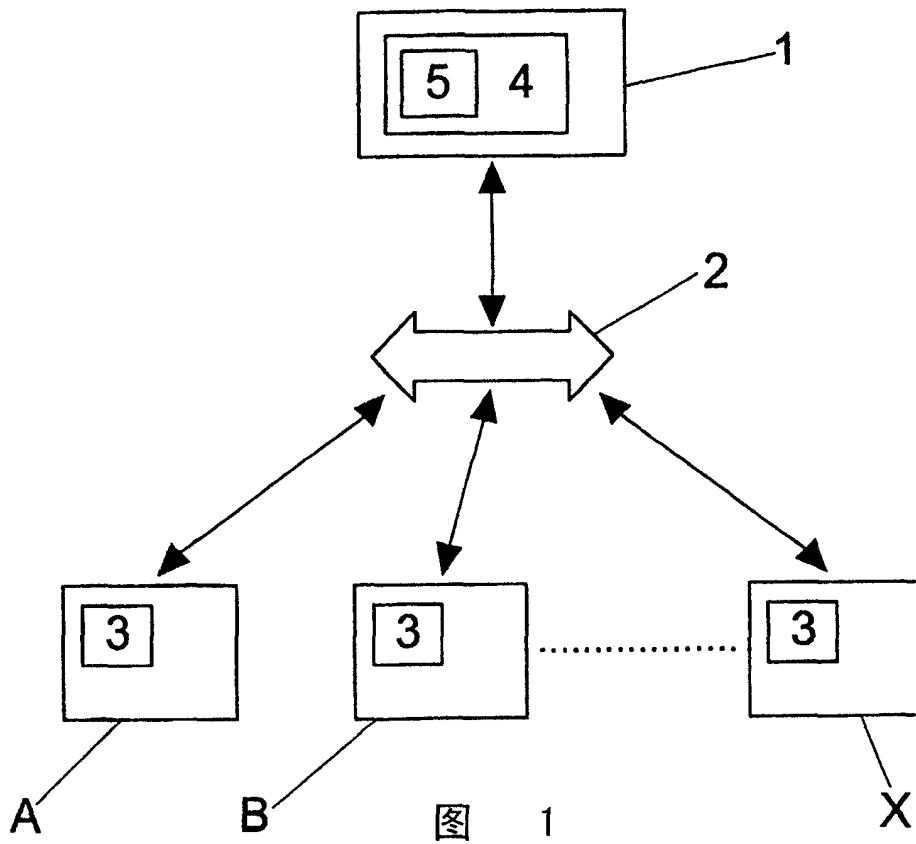
-在正确地用户工具 (A, B, ..., X) 接收到传输请求后，该前端工具 1 从根据行为、传输容量、服务质量和提出申请的用户工具 (A, B, ..., X) 的其它参数并按照例如在每个子信道中观察的对于信噪比的监视而实现的估计开始指派足够的时隙/频隙，该判定器 5 负责借助于算法来在提出发送数据的申请的用户之间分配隙；

-当用户工具 (A, B, ..., X) 借助于对 SAM 消息的解调和解码检测到有一个或多个隙被预定给该用户工具时，它就执行下列操作：

1. 校验它已经被指派的隙中的每一个以及它必须在每个隙的每个载波中使用的调制的类型，其中该 SAM 消息负责按照判定器 5 所指派的隙来传送这个信息；
2. 计算它将能够发送的比特总数（并从它的存储器中提取该数据），所述的比特可能是关于信息、均衡、同步、对于信噪比的估计或它们的任何其它组合的数据，正如指派该隙的

SAM 消息中指示的；

3. 在该隙开始的起始时间之前保持等待，并使用所要求的调制在该隙的载波中发送数据；
4. 如果任一个所指派的隙中的类型是时间或频率分集，则该用户工具 (A, B, ..., X) 必须以安全形式发送已调信息，所述的安全形式优选为 QPSK，并且在频率上重复传输多次，也就是说，从载波 $k + N$ 、 $k + 2 * N$ 等中的载波 k 传输相同的信息，这取决于所使用的分集以及所指派的载波，或在不同时刻重复多次（时间分集）；
5. 如果该隙是轮询或 MPR 类型，则使用前面提到的处理。



13		A		C	
14		A	B	C	
15			B		D
16			B		

图 3

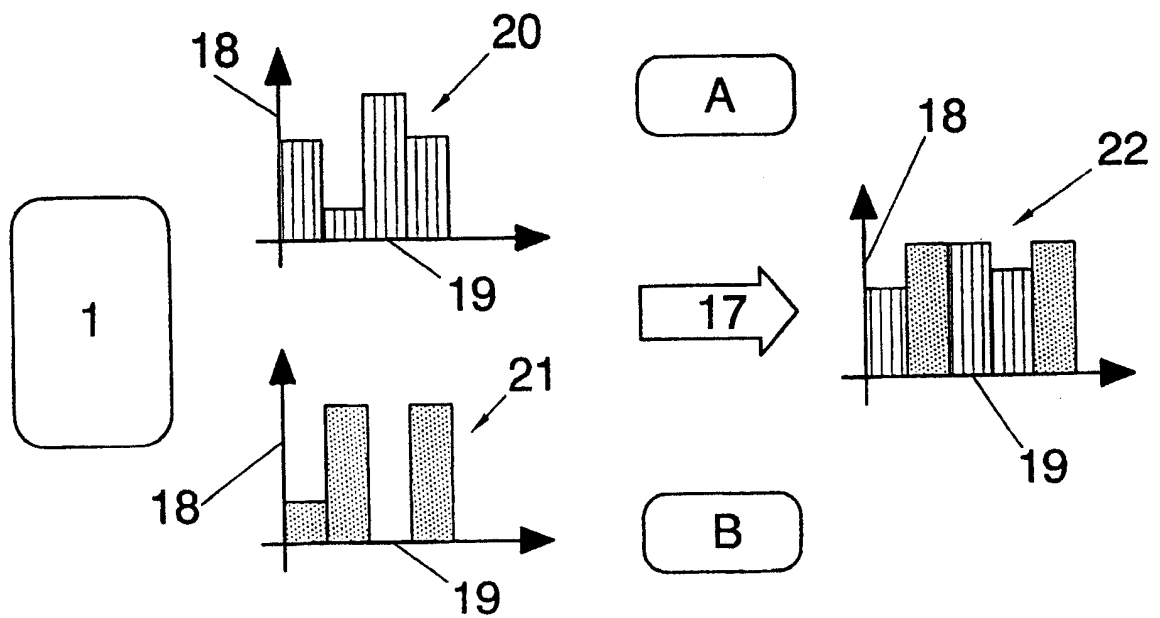


图 4

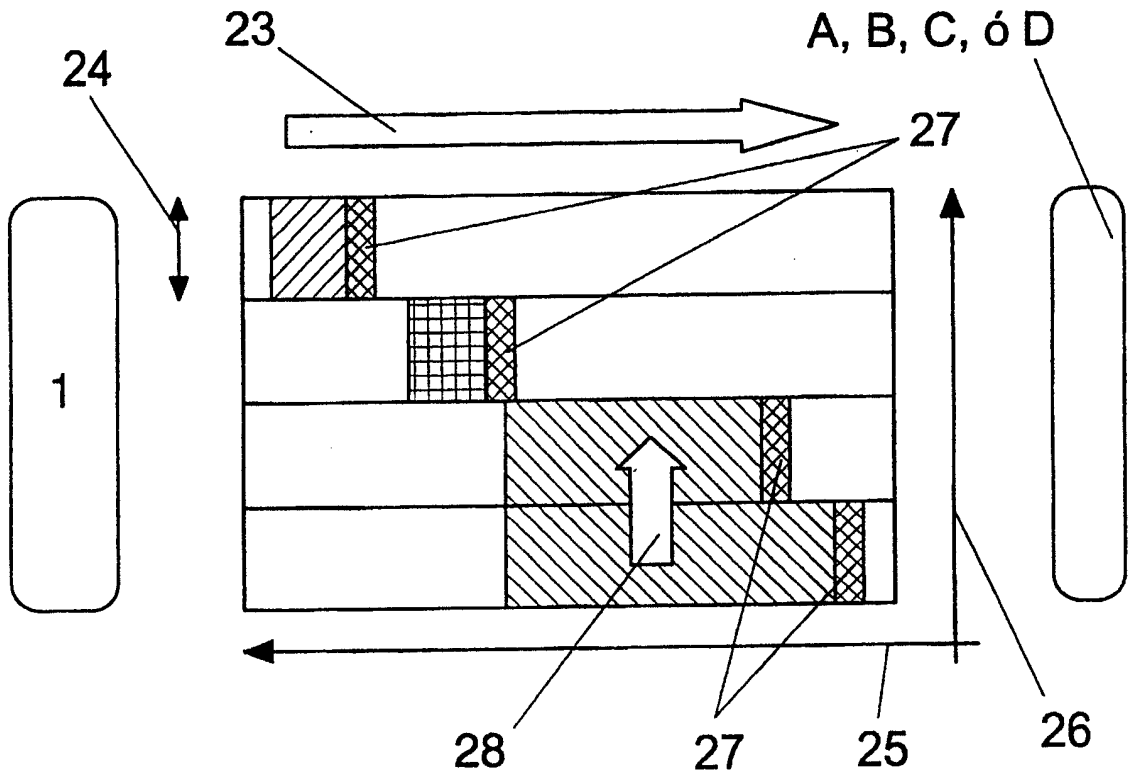


图 5

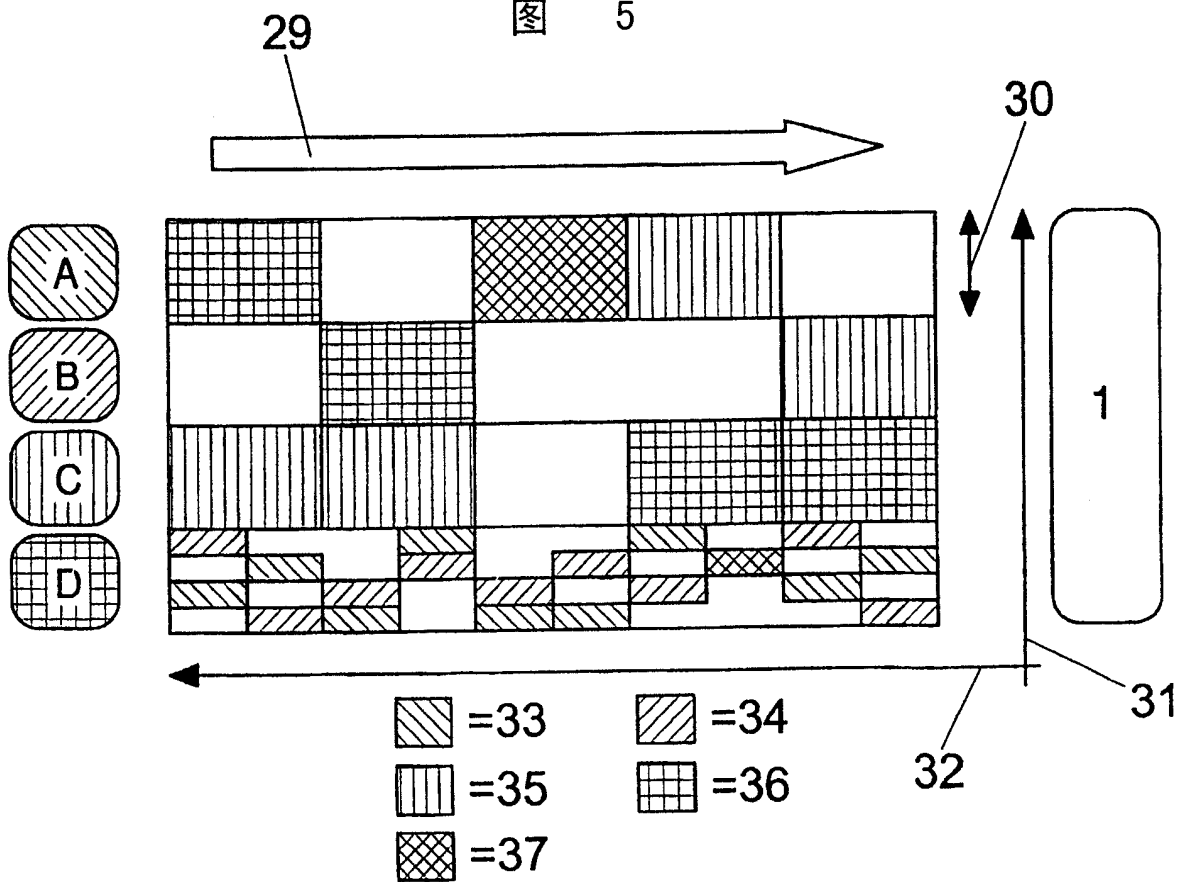


图 6