



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102308643 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 200980156351. 9

(22) 申请日 2009. 12. 03

(30) 优先权数据

61/119628 2008. 12. 03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 08. 03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2009/001797 2009. 12. 03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/063127 EN 2010. 06. 10

(73) 专利权人 北方电讯网络有限公司

地址 加拿大魁北克省

(72) 发明人 C·尼科尔斯 M·维勒特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 张懿 高为

(51) Int. Cl.

H04W 56/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101065987 A, 2007. 10. 31, 说明书附图图1、说明书第5页第6段、第6页第2-3段、第7页第6-7段.

EP 1275259 B1, 2003. 01. 15, 全文.

WO 2006/083777 A2, 2006. 08. 10, 全文.

审查员 张攀索

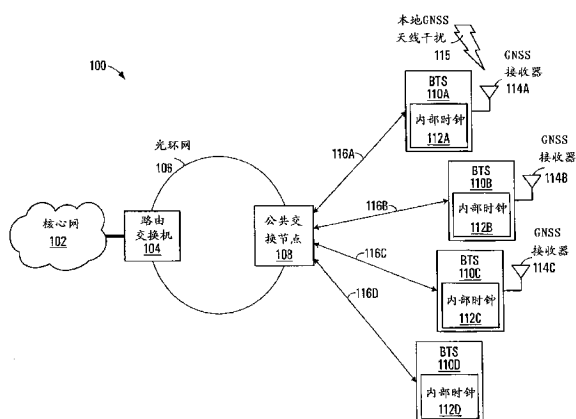
权利要求书5页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

多冗余 GNSS 同步系统

(57) 摘要

本发明经由与多个基站通信的系统节点为所述多个基站的多冗余全球导航卫星系统 GNSS 同步提供了方法和设备。在所述系统节点处, 时间信息被提供给所述多个基站并且从所述多个基站接收时间信息而系统时间基准基于所述时间信息中的至少一些被生成, 使得所述系统时间基准与所述 GNSS 所提供的外部时间历元基准同步。如果基站不能够接收所述 GNSS 服务, 则所述系统节点将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站与所述系统时间基准同步, 所述系统时间基准本身被同步到所述 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准。



1. 一种用在系统节点中的方法,所述系统节点与各自具有相应的内部时钟的多个基站通信,所述方法包括:

将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息;

基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准;以及

对于所述多个基站中不具有与外部时间历元基准同步的相应的内部时钟的基站,将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的相应的内部时钟与所述系统时间基准同步。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准包括:

基于从相应的内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所接收的时间信息中的至少一些生成所述系统时间基准。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息包括:

对于每个基站:

将第一时间戳信息提供给所述基站并且从所述基站接收第二时间戳信息,其中所述系统节点基于所述系统时间基准生成所述第一时间戳信息并且所述基站基于相应的内部时钟生成所述第二时间戳信息。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中生成所述系统时间基准还包括基于所述时间信息中的至少一些使所述系统节点处的系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中生成所述系统时间基准还包括:

对于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站,确定所述基站的相应的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移;

基于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站的相应的时间偏移的平均值控制所述系统节点时钟;以及

基于所述系统节点时钟的输出生成所述系统时间基准。

6. 根据权利要求 3 所述的方法,其中生成所述系统时间基准还包括:

对于每个基站,在所述系统节点处生成相应的系统节点时钟并且基于从所述基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的相应的内部时钟同步;并且

基于对应于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站的相应的系统节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任何一项所述的方法,其中将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息包括:

使用双向时间传输协议来提供并且接收所述时间信息。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任何一项所述的方法,其中将时间同步信息提供给所述多个基站中不具有与所述外部时间历元基准同步的相应的内部时钟的基站以使所述基站的相应的内部时钟与所述系统时间基准同步包括:

依据接收到来自所述基站的外部时间历元基准锁定状态消息将时间同步信息提供给所述基站,所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的内部时钟已经失去与所述

外部时间历元基准的同步。

9. 根据权利要求 1 至 6 中任何一项所述的方法, 其还包括:

基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的内部时钟是否已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

10. 根据权利要求 1 至 6 中任何一项所述的方法, 其中提供并且接收时间信息以及提供时间同步信息包括经由基于分组的通信进行通信。

11. 一种系统节点, 所述系统节点包括:

通信接口, 其被配置成将时间信息提供给各自具有相应的内部时钟的多个基站并且从所述多个基站接收时间信息;

系统节点时钟; 以及

系统节点时钟控制器, 其被配置成:

基于从所述多个基站中的至少一个所接收的时间信息中的至少一些控制所述系统节点时钟;

基于所述系统节点时钟的输出生成系统时间基准; 并且

对于所述多个基站中不具有与外部时间历元基准同步的相应的内部时钟的基站, 将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的相应的内部时钟与所述系统时间基准同步。

12. 根据权利要求 11 所述的系统节点, 其中所述系统节点时钟控制器还被配置成基于从相应的内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述系统节点时钟。

13. 根据权利要求 12 所述的系统节点, 其中被配置成将时间信息提供给所述多个基站并且从所述多个基站接收时间信息的所述通信接口包括还被配置成基于所述系统时间基准生成第一时间戳信息并且从每个基站接收基于所述基站的相应的内部时钟所生成的第二时间戳信息的通信接口。

14. 根据权利要求 13 所述的系统节点, 其中被配置成生成所述系统时间基准的所述系统节点时钟控制器还被配置成基于从所述多个基站中相应的内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所接收的时间信息中的至少一些使所述系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步。

15. 根据权利要求 14 所述的系统节点, 其中所述系统节点时钟控制器还被配置成:

对于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站, 确定所述基站的相应的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移; 并且

基于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站的相应的时间偏移的平均值控制所述系统节点时钟。

16. 根据权利要求 13 所述的系统节点, 其中所述系统节点时钟包括用于每个基站的相应的系统节点时钟, 其中所述系统节点时钟控制器还被配置成:

对于每个基站, 基于从所述基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的相应的内部时钟同步; 并且

基于对应于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站的相应的系统节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

17. 根据权利要求 11 至 16 中任何一项所述的系统节点, 其中所述通信接口包括用于每

个基站的相应的双向时间传输协议接口。

18. 根据权利要求 11 至 16 中任何一项所述的系统节点,其中所述系统节点时钟控制器还被配置成依据接收到来自所述基站的外部时间历元基准锁定状态消息将所述时间同步信息提供给所述基站,所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的相应的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

19. 根据权利要求 11 至 16 中任何一项所述的系统节点,其中所述系统节点时钟控制器还被配置成基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的相应的内部时钟是否已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

20. 根据权利要求 11 至 16 中任何一项所述的系统节点,其中所述通信接口被配置成使用基于分组的通信进行通信。

21. 一种通信系统,所述通信系统包括:

系统节点;和

各自具有内部时钟和与所述系统节点的相应的通信链路的多个基站,

其中所述系统节点被配置成:

与所述多个基站中的每一个交换时间信息;

基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准;以及

对于所述多个基站中不具有与外部时间历元基准同步的相应的内部时钟的基站,将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的相应的内部时钟与所述系统时间基准同步。

22. 根据权利要求 21 所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成基于与所述基站中其相应的内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些生成所述系统时间基准。

23. 根据权利要求 22 所述的通信系统,其中所述系统节点和所述多个基站被配置成通过交换时间戳信息来交换时间信息,其中所述系统节点基于所述系统时间基准生成时间戳信息并且每个基站基于其相应的内部时钟生成时间戳信息。

24. 根据权利要求 23 所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成通过基于与所述基站中其相应的内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些使所述系统节点处的系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步来生成所述系统时间基准。

25. 根据权利要求 24 所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成:

对于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站,确定所述基站的相应的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移;以及

基于内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的时间偏移的平均值控制所述系统节点时钟;并且

基于所述系统节点时钟的输出生成所述系统时间基准。

26. 根据权利要求 23 所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成:

对于每个基站,在所述系统节点处生成相应的系统节点时钟并且基于与所述基站所交换的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的内部时钟同步;并且

基于对应于相应的内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站的相应的系统

节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

27. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述系统节点和所述多个基站被配置成使用双向时间传输协议来交换所述时间信息。

28. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成依据接收到来自所述多个基站中的基站的外部时间历元基准锁定状态消息将所述时间同步信息提供给所述基站,所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的相应的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

29. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述系统节点还被配置成基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的相应的内部时钟是否已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

30. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述系统节点和所述多个基站被配置成使用基于分组的通信进行通信。

31. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述多个基站中的至少一个但不是全部处在使得其不能够接收包含所述外部时间历元基准的全球导航卫星系统 GNSS 信号的位置。

32. 根据权利要求 21 至 26 中任何一项所述的通信系统,其中所述多个基站包括多个家庭基站,并且其中,对于所述多个家庭基站中的至少一个,所述家庭基站与所述系统节点之间的相应的通信链路包括异步数字订户线 ADSL 通信链路。

33. 一种用在具有内部时钟的基站中的方法,所述方法包括:

将时间信息提供给具有与包括当前基站在内的多个基站的通信链路的系统节点并且从所述系统节点接收时间信息;并且

在间接外部时间历元基准约束模式下:

从所述系统节点接收时间同步信息;以及

基于所述时间同步信息控制所述基站的内部时钟以使所述基站的内部时钟与所述系统节点所生成的系统时间基准同步,其中所述系统时间基准与全球导航卫星系统 GNSS 所提供的外部时间历元基准同步。

34. 根据权利要求 33 所述的方法,其还包括:

在直接外部时间历元基准约束模式下:

从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号,所述 GNSS 信号包含所述外部时间历元基准;并且

基于所述外部时间历元基准控制所述基站的内部时钟以使所述内部时钟与所述外部时间历元基准同步。

35. 根据权利要求 34 所述的方法,其还包括:

在确定已经建立对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述间接外部时间历元基准约束模式切换到所述直接外部时间历元基准约束模式;并且

在确定已经失去对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述直接外部时间历元基准约束模式切换到所述间接外部时间历元基准约束模式。

36. 根据权利要求 35 所述的方法,其还包括:

将指示所述基站是否被锁定到所述 GNSS 信号的外部时间历元基准锁定状态消息发送到所述系统节点。

37. 根据权利要求 33 至 36 中任何一项所述的方法,其中与所述系统节点交换时间信息包括根据双向时间传输协议来交换时间信息。

38. 根据权利要求 33 至 36 中任何一项所述的方法,其中所述基站与所述系统节点之间的通信是基于分组的。

39. 一种基站,所述基站包括:

配置成用于与系统节点通信的通信接口;

本地振荡器;以及

内部时钟控制器,其被配置成:

控制所述本地振荡器,

基于所述本地振荡器的输出生成内部时钟;

经由所述通信接口将时间信息提供给所述系统节点并且从所述系统节点接收时间信息;以及

在间接外部时间历元基准约束模式下:

经由所述通信接口从所述系统节点接收时间同步信息;并且

基于所述时间同步信息控制所述本地振荡器以使所述基站的内部时钟与所述系统节点所生成的系统时间基准同步,其中所述系统时间基准与全球导航卫星系统 GNSS 所提供的外部时间历元基准同步。

40. 根据权利要求 39 所述的基站,其还包括:

配置成从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号的全球导航卫星系统 GNSS 接收器,所述 GNSS 信号包含所述外部时间历元基准,

其中在直接外部时间历元基准约束模式下,所述内部时钟控制器被配置成从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号并且基于包含在所述 GNSS 信号中的外部时间历元基准控制所述本地振荡器以使所述内部时钟与所述外部时间历元基准同步。

41. 根据权利要求 40 所述的基站,其中所述 GNSS 接收器包括辅助全球定位系统 A-GPS 接收器。

42. 根据权利要求 40 至 41 中任何一项所述的基站,其中所述内部时钟控制器还被配置成:

在确定已经建立对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述间接外部时间历元基准约束模式切换到所述直接外部时间历元基准约束模式;并且

在确定已经失去对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述直接外部时间历元基准约束模式切换到所述间接外部时间历元基准约束模式。

43. 根据权利要求 42 所述的基站,其中所述内部时钟控制器还被配置成经由所述通信接口将指示所述 GNSS 接收器是否被锁定到所述 GNSS 信号的外部时间历元基准锁定状态消息发送到所述系统节点。

44. 根据权利要求 39 至 41 中任何一项所述的基站,其中所述通信接口还被配置成根据双向时间传输协议将时间信息提供给所述系统节点并且从所述系统节点接收时间信息。

45. 根据权利要求 39 至 41 中任何一项所述的基站,其中所述通信接口还被配置成用于基于分组的通信。

多冗余 GNSS 同步系统

[0001] 相关申请

[0002] 本专利申请要求于 2008 年 12 月 3 日提交的美国临时专利申请 No. 61/119,628 的利益,其所有内容通过引用被并入本文。

发明领域

[0003] 本发明涉及无线通信中的时间同步。

[0004] 发明背景

[0005] 依靠诸如 GPS(全球定位系统)系统等 GNSS(全球导航卫星系统)系统进行定时同步的许多基站部署由于 GPS 信令带中的干扰或在基站处对 GPS 接收天线系统的损害而遭受同步丢失。在许多常规系统中,在 GPS 服务被中断的情况下,通常受 GPS 服务所提供的外部时间历元基准约束(discipline)的基站时钟振荡器将进入保持(holdover)状态,在该状态下本地振荡器模型被用来控制基站时钟振荡器以尝试在等待 GPS 服务回归的同时保持定时精确度。

[0006] 在许多情况下,基站根据其操作的无线电标准限定了在保持期间所要求的时间精确度。例如,在 3GPP2 中,同步精确度必须被保持在限定保持周期的 $10\ \mu\text{s}$ 窗口内。

[0007] 基站时钟满足保持定时规格的能力通常取决于本地振荡器模型被训练的程度。在一些实例中,诸如 GPS 服务丢失等干扰可能发生在部署基站的时候,从而妨碍了在保持事件期间被用作振荡器模型的一部分的自适应算法的充分训练,由此潜在地减少了可用的保持时间。

[0008] 即使在能够满足保持规格的情况下,由于通常在保持事件期间被允许的不严格的定时精确度,基站服务质量就软切换能力而言通常被降低。此外,如果该保持持续时间被超过,则随着基站时钟振荡器进一步漂移而与外部时间历元基准失去同步并且由此与同步到外部时间历元基准的系统的其余部分失去同步,基站功能通常持续下降,到呼叫可能在切换期间被丢弃的程度。

发明内容

[0009] 根据本发明的一个广义的方面,提供了用在系统节点中的方法,所述系统节点与各自具有内部时钟的多个基站通信,所述方法包括:将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息;基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准;以及对于所述多个基站中其内部时钟不与外部时间历元基准同步的基站,将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的内部时钟与所述系统时间基准同步。

[0010] 在一些实施例中,基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准包括:基于从其内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所接收的时间信息中的至少一些生成系统时间基准。

[0011] 在一些实施例中,将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息包括:对于每个基站:将时间戳信息提供给所述基站并且从所

述基站接收时间戳信息,其中所述系统节点基于所述系统时间基准生成时间戳信息并且所述基站基于其内部时钟生成时间戳信息。

[0012] 在一些实施例中,生成所述系统时间基准包括基于所述时间信息中的至少一些使所述系统节点处的系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步。

[0013] 在一些实施例中,生成所述系统时间基准包括:对于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站,确定所述基站的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移;并且基于内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的时间偏移的平均值控制所述系统节点时钟;并且基于所述系统节点时钟的输出生成所述系统时间基准。

[0014] 在一些实施例中,生成所述系统时间基准包括:对于每个基站,在所述系统节点处生成相应的系统节点时钟并且基于从所述基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的内部时钟同步;并且基于对应于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的系统节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

[0015] 在一些实施例中,将时间信息提供给所述多个基站中的每一个并且从所述多个基站中的每一个接收时间信息包括:使用双向时间传输协议来提供并且接收所述时间信息。

[0016] 在一些实施例中,将时间同步信息提供给所述多个基站中其内部时钟不与所述外部时间历元基准同步的基站以使所述基站的内部时钟与所述系统时间基准同步包括:依据收到来自所述基站的外部时间历元基准锁定状态消息将时间同步信息提供给所述基站,所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0017] 在一些实施例中,所述方法还包括:基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0018] 在一些实施例中,提供并且接收时间信息以及提供时间同步信息包括经由基于分组的通信进行通信。

[0019] 根据本发明的另一广义的方面,提供了系统节点,所述系统节点包括:通信接口,其被配置成将时间信息提供给各自具有内部时钟的多个基站并且从所述多个基站接收时间信息;系统节点时钟;以及系统节点时钟控制器,其被配置成:基于从所述多个基站中的至少一个所接收的时间信息中的至少一些控制所述系统节点时钟;基于所述系统节点时钟的输出生成系统时间基准;并且对于所述多个基站中其内部时钟不与外部时间历元基准同步的基站,将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的内部时钟与所述系统时间基准同步。

[0020] 在一些实施例中,所述系统节点时钟控制器被配置成基于从其内部时钟与所述外部时间历元基准同步的每个基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述系统节点时钟。

[0021] 在一些实施例中,所述通信接口被配置成通过提供并且接收时间戳信息来将时间信息提供给所述多个基站并且从所述多个基站接收时间信息,其中所述通信接口被配置成基于所述系统时间基准生成时间戳信息并且从每个基站接收基于所述基站的内部时钟所生成的时间戳信息。

[0022] 在一些实施例中,所述系统节点时钟控制器被配置成通过基于从所述多个基站中其内部时钟与所述外部历元时间基准同步的至少一个基站所接收的时间信息中的至少一些使所述系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步来生成所述系统时间基准。

[0023] 在一些实施例中,所述系统节点时钟控制器被配置成:对于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站,确定所述基站的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移;并且基于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的时间偏移的平均值控制所述系统节点时钟。

[0024] 在一些实施例中,所述系统节点时钟包括用于每个基站的相应的系统节点时钟,并且其中所述系统节点时钟控制器被配置成:对于每个基站,基于从所述基站所接收的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的内部时钟同步;并且基于对应于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的系统节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

[0025] 在一些实施例中,所述通信接口包括用于每个基站的相应的双向时间传输协议接口。

[0026] 在一些实施例中,所述系统节点时钟控制器被配置成依据收到来自基站的外部时间历元基准锁定状态消息将所述时间同步信息提供给所述基站,所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0027] 在一些实施例中,所述系统节点时钟控制器被配置成基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0028] 在一些实施例中,所述通信接口被配置成使用基于分组的通信进行通信。

[0029] 根据本发明的还有另一广义的方面,提供了通信系统,所述通信系统包括:系统节点;以及各自具有内部时钟和与所述系统节点的相应的通信链路的多个基站,其中所述系统节点被配置成:与所述多个基站中的每一个交换时间信息;基于所述时间信息中的至少一些生成系统时间基准;并且对于所述多个基站中其内部时钟不与外部时间历元基准同步的基站,将时间同步信息提供给所述基站以使所述基站的内部时钟与所述系统时间基准同步。

[0030] 在一些实施例中,所述系统节点被配置成基于与所述基站中其内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些生成所述系统时间基准。

[0031] 在一些实施例中,所述系统节点和所述多个基站被配置成通过交换时间戳信息来交换时间信息,其中所述系统节点基于所述系统时间基准生成时间戳信息并且每个基站基于其内部时钟生成时间戳信息。

[0032] 在一些实施例中,所述系统节点被配置成通过基于与所述基站中其内部时钟与所述外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些使所述系统节点处的系统节点时钟与所述外部时间历元基准同步来生成所述系统时间基准。

[0033] 在一些实施例中,所述系统节点被配置成:对于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的每个基站,确定所述基站的内部时钟与所述系统节点处的系统节点时钟之间的相应的时间偏移;并且基于内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的时

间偏移的平均值控制所述系统节点时钟；并且基于所述系统节点时钟的输出生成所述系统时间基准。

[0034] 在一些实施例中，所述系统节点被配置成：对于每个基站，在所述系统节点处生成相应的系统节点时钟并且基于与所述基站所交换的时间信息中的至少一些控制所述相应的系统节点时钟以使所述相应的系统节点时钟与所述基站的内部时钟同步；并且基于对应于其内部时钟同步到所述外部时间历元基准的那些基站的相应的系统节点时钟的平均值生成所述系统时间基准。

[0035] 在一些实施例中，所述系统节点和所述多个基站被配置成使用双向时间传输协议来交换所述时间信息。

[0036] 在一些实施例中，所述系统节点被配置成依据收到来自所述多个基站中的基站的外部时间历元基准锁定状态消息将所述时间同步信息提供给所述基站，所述外部时间历元基准锁定状态消息指示所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0037] 在一些实施例中，所述系统节点被配置成基于从所述多个基站中的基站所接收的时间信息相对于所述系统时间基准的偏差确定所述基站的内部时钟已经失去与所述外部时间历元基准的同步。

[0038] 在一些实施例中，所述系统节点和所述多个基站被配置成使用基于分组的通信进行通信。

[0039] 在一些实施例中，所述多个基站中的至少一个但不是全部处在使得其不能够接收包含所述外部时间历元基准的全球导航卫星系统 GNSS 信号的位置。

[0040] 在一些实施例中，所述多个基站包括多个家庭基站 (femto cell)，并且其中，对于所述多个家庭基站中的至少一个，所述家庭基站与所述系统节点之间的相应的通信链路包括异步数字订户线 ADSL 通信链路。

[0041] 根据本发明的另外的一个广义的方面，提供了用在具有内部时钟的基站中的方法，所述方法包括：将时间信息提供给具有与包括当前基站 (the instant base station) 在内的多个基站的通信链路的系统节点并且从所述系统节点接收时间信息；并且在间接外部时间历元基准约束模式下：从所述系统节点接收时间同步信息；并且基于所述时间同步信息控制所述基站的内部时钟以使所述基站的内部时钟与所述系统节点所生成的系统时间基准同步，其中所述系统时间基准与全球导航卫星系统 GNSS 所提供的外部时间历元基准同步。

[0042] 在一些实施例中，所述方法还包括：在直接外部时间历元基准约束模式下：从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号，所述 GNSS 信号包含所述外部时间历元基准；以及基于所述外部时间历元基准控制所述基站的内部时钟以使所述内部时钟与所述外部时间历元基准同步。

[0043] 在一些实施例中，所述方法还包括：在确定已经建立对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述间接外部时间历元基准约束模式切换到所述直接外部时间历元基准约束模式；并且在确定已经失去对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述直接外部时间历元基准约束模式切换到所述间接外部时间历元基准约束模式。

[0044] 在一些实施例中，所述方法还包括：将指示所述基站是否被锁定到所述 GNSS 信号的外部时间历元基准锁定状态消息发送到所述系统节点。

[0045] 在一些实施例中,与所述系统节点交换时间信息包括根据双向时间传输协议来交换时间信息。

[0046] 在一些实施例中,所述基站与所述系统节点之间的通信是基于分组的。

[0047] 根据本发明的还有另一广义的方面,提供了基站,所述基站包括:配置成用于与系统节点通信的通信接口;本地振荡器;以及内部时钟控制器,其被配置成:控制所述本地振荡器;基于所述本地振荡器的输出生成内部时钟;经由所述通信接口将时间信息提供给所述系统节点并且从所述系统节点接收时间信息;以及在间接外部时间历元基准约束模式下:经由所述通信接口从所述系统节点接收时间同步信息;并且基于所述时间同步信息控制所述本地振荡器以使所述基站的内部时钟与所述系统节点所生成的系统时间基准同步,其中所述系统时间基准与全球导航卫星系统 GNSS 所提供的外部时间历元基准同步。

[0048] 在一些实施例中,所述基站还包括:配置成从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号的全球导航卫星系统 GNSS 接收器,所述 GNSS 信号包含所述外部时间历元基准,其中在直接外部时间历元基准约束模式下,所述内部时钟控制器被配置成从所述 GNSS 系统接收 GNSS 信号并且基于包含在所述 GNSS 信号中的外部时间历元基准控制所述本地振荡器以使所述内部时钟与所述外部时间历元基准同步。

[0049] 在一些实施例中,所述 GNSS 接收器包括辅助全球定位系统 A-GPS 接收器。

[0050] 在一些实施例中,所述内部时钟控制器被配置成:在确定已经建立对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述间接外部时间历元基准约束模式切换到所述直接外部时间历元基准约束模式;并且在确定已经失去对所述 GNSS 信号的锁定后就从所述直接外部时间历元基准约束模式切换到所述间接外部时间历元基准约束模式。

[0051] 在一些实施例中,所述内部时钟控制器被配置成经由所述通信接口将指示所述 GNSS 接收器是否被锁定到 GNSS 信号的外部时间历元基准锁定状态消息发送到所述系统节点。

[0052] 在一些实施例中,所述通信接口被配置成根据双向时间传输协议将时间信息提供给所述系统节点并且从所述系统节点接收时间信息。

[0053] 在一些实施例中,所述通信接口被配置成用于基于分组的通信。

[0054] 根据本发明的另一方面,提供了:

[0055] 使基站收发信台能够通过回程连接传送同步和谐振信息 (syntonization information) 的技术;

[0056] 使用来自基站收发信台的同步告警信号将被告警的基站收发信台的时钟基准转移至从替代的起作用的基站收发信台所传递的网络时钟信号以便保持系统同步的技术;

[0057] 在基站收发信台的回程网络中的公共节点 (common node) 处比较基站时钟阵列的时间对准的技术;

[0058] 为了识别未与由诸如 GPS 等外部时间历元基准限定的系统时间时间对准的时钟信号的目的而在公共网络节点处使用对 N 个基站时钟在相位上的比较的技术;以及

[0059] 为了在一个至 N-1 个基站收发信台失去与诸如 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准等施加在每个基站处的主同步基准的同步的情况下保持所述基站收发信台的同步信息的目的而通过 N 个基站收发信台之间的回程传输同步信息的技术。

[0060] 通过审阅以下对本发明的具体实施例的说明,本发明的其他方面和特征对于本领域

域的普通技术人员将变得显而易见。

附图说明

[0061] 现在将参考附图更加详细地描述本发明的实施例,其中:

[0062] 图 1 是根据本发明的实施例的通信系统的示意图;

[0063] 图 2 是根据本发明的实施例的另一通信系统的框图;

[0064] 图 3 是根据本发明的实施例配置和布置的系统节点和两个基站的框图;以及

[0065] 图 4 是根据本发明的实施例的用在与各自具有内部时钟的多个基站通信的系统节点中的方法的示例的流程图。

具体实施方式

[0066] 在以下对示例实施例的详细说明中,对附图进行了参考,所述附图构成所述说明的一部分,并且在附图中通过示意的方式示出了具体的示例实施例,可以在所述具体的示例实施例中实践本发明。这些实施例被足够详细地描述以使本领域的技术人员能够实践本发明,并且应理解的是可以采用其他实施例并且可以进行逻辑的、机械的、电学的及其他改变而不背离本发明的范围。因此,以下详细说明不应从限制的意义上被接受,并且所述范围由所附权利要求限定。

[0067] 各种方法和设备被提供用于通信系统中的基站的多冗余全球导航卫星系统(GNSS)同步。

[0068] 本发明的技术允许在诸如为所有基站所共用的回程交换节点等为所有基站所共用的系统节点处比较受 GNSS 约束的基站时钟。除了来自 GNSS 接收器的锁定信息消息以外,一些实施例还利用基站时钟相位的比较,即相对时间偏移,来确定基站时钟是否有时间误差。如果检测到时间误差,即基站时钟已经失去与 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准的同步,则公共交换节点将时间同步信息提供给有时间误差的基站。所述时间同步信息基于在公共交换节点处所生成的系统时间基准,在公共交换节点处基于与仍然与外部时间历元基准同步的那些基站互通的时间信息生成所述系统时间基准。

[0069] 本发明的实施例调节 (leverage) 分别位于多个基站处的多个现有的受 GNSS 约束的内部时钟的现有的冗余度以潜在地提高基站抵抗 GNSS 服务丢失的操作稳健性。以这种方式,本发明的至少一些实施例可以通过利用仍然与 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准同步的周围的基站时钟的可用性来克服存在于许多常规基站中的基于 GNSS 的架构中目前的单点失效机制,以为已经失去 GNSS 服务和 / 或处在使得 GNSS 服务不可用的位置 (例如在隧道中) 的一个或多个基站生成时间同步信息。由此,本发明的一些实施例可以有助于系统时间同步扩展到被部署在不能够直接接收 GNSS 同步信号的位置上的基站。

[0070] 现在将参考图 1 来描述根据本发明的实施例布置和配置的通信系统的示例。

[0071] 图 1 是根据本发明的实施例布置和配置的通信系统 100 的框图。通信系统 100 包括公共交换节点 108 和多个基站,即 BTS 110A 至 BTS110D。公共交换节点 108 是可在其中实现本发明的实施例的系统节点的一个示例。公共交换节点 108 具有与 BTS 110A 至 BTS 110D 中的每一个的相应的通信链路,分别为 116A 至 116D。

[0072] 在图 1 所示的实施例中,公共交换节点 108 经由光环网 (optical ring) 106 和路

由交换机 104 连接至核心网 102。更一般地,公共交换节点 108 可以通过任何回程网络拓扑结构连接至核心网 102。

[0073] BTS 110A 至 BTS 110D 中的每一个都具有相应的内部时钟,分别为 112A 至 112D。BTS 110A、BTS 110B 和 BTS 110C 各自具有相应的 GNSS 接收器,分别为 114A、114B 和 114C。BTS 110D 不具有 GNSS 接收器。

[0074] 在操作中,公共交换节点 108 经由相应的通信链路 116A 至 116D 与 BTS 110A 至 BTS 110D 中的每一个交换时间信息,并且基于与 BTS110A 至 BTS 110D 中的至少一个 BTS 所交换的时间信息中的至少一些生成系统时间基准,所述 BTS 110A 至 BTS 110D 中的至少一个 BTS 的内部时钟与 GNSS 系统所提供的外部时间历元基准同步。

[0075] 对于所述多个基站中其内部时钟不与包含在经由诸如 GNSS 接收器 114A 至 114C 等 GNSS 接收器所接收的 GNSS 同步信号内的外部时间历元基准同步的基站,公共交换节点 108 将时间同步信息提供给该基站以使该基站的内部时钟与系统时间基准同步。例如,在图 1 所描绘的时刻,由于本地 GNSS 天线干扰,BTS 110A 已经失去 GNSS 服务,这在图 1 中的 115 处大概地指出。因而,内部时钟 112A 很可能失去与 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准的同步。在确定 BTS110A 已经失去与外部时间历元基准的同步后,公共交换节点 108 就向 BTS 110A 提供时间同步信息以使内部时钟 112A 与系统时间基准同步,BTS 110A 已经失去与外部时间历元基准的同步例如可以由 BTS110A 所生成的外部时间历元基准锁定状态消息指示或者由在公共交换节点 108 处对从 BTS 110A 所接收的时间信息已经偏离系统时间基准的确定指示,所述系统时间基准基于与所述基站中还保持与外部时间历元基准的同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些生成。基于来自仍然与外部时间历元基准同步的至少一个 BTS 的时间信息中的至少一些生成系统时间基准表示系统时间基准将与外部时间历元基准同步。

[0076] 此外,注意到 BTS 110D 不具有 GNSS 接收器,并且由此其不能够直接接收 GNSS 同步信号以约束内部时钟 112D。因此,由于 BTS110D 不能够通过接收 GNSS 同步信号来同步到外部时间历元基准,所以公共交换节点 108 经由通信链路 116D 将时间同步信息提供给 BTS 110D 以使内部时钟 112D 与公共交换节点 108 所生成的系统时间基准同步,如上文所提到的那样,该系统时间基准基于与诸如 BTS110B 和 / 或 BTS 110C 等仍然被锁定到 GNSS 同步信号并且与其中所包含的外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息生成,从而使得该系统时间基准与外部时间历元基准同步。

[0077] 在一些实施例中,没有被设置有 GNSS 接收器的 BTS 110D 可以被部署在不可能直接接收 GNSS 同步信号的位置上,诸如公路隧道。

[0078] 在一些实施例中,公共交换节点 108 和 BTS 110A 至 110D 被配置成通过交换时间戳信息而经由通信链路 116A 至 116D 来交换时间信息,其中公共交换节点 108 基于系统时间基准生成时间戳信息并且每个基站 BTS 110A 至 110D 基于其内部时钟 112A 至 112D 生成时间戳信息。在一些实施例中,公共交换节点 108 和 BTS 110A 至 110D 被配置成使用双向时间传输协议来交换时间信息。

[0079] 在一些实施例中,公共交换节点 108 包括交换节点时钟(未在图 1 中示出)并且公共交换节点 108 被配置成通过基于与 BTS 110A 至 110D 中的至少一个所交换的时间信息中的至少一些使交换节点时钟与外部时间历元基准同步来生成系统时间基准。在一些情况

下,对于其内部时钟同步到外部时间历元基准的每个基站,公共交换节点 108 被配置成确定基站的内部时钟与公共交换节点处的交换节点时钟之间的相应的时间偏移。公共交换节点 108 进而基于其内部时钟同步到外部时间历元基准的那些基站的相应的时间偏移的平均值控制交换节点时钟并且基于该交换节点时钟的输出生成系统时间基准。

[0080] 在一些实施例中,对于 BTS 110A 至 110D 中的每一个,公共交换节点 108 生成相应的交换节点时钟(未在图 1 中示出)并且基于与相应的基站所交换的时间信息中的至少一些控制相应的交换节点时钟以使相应的交换节点时钟与相应的基站的内部时钟同步。在一些情况下,公共交换节点 108 基于对应于其内部时钟同步到外部时间历元基准的那些基站的相应的交换节点时钟的平均值生成系统时间基准。例如,假定 BTS 110B 和 BTS 110C 当前正经由它们相应的 GNSS 接收器 114B 和 114C 接收 GNSS 服务,那么公共交换节点 108 可以基于对应于 BTS 110B 和 110C 的相应的交换节点时钟的平均值生成系统时间基准。

[0081] 在一些实施例中,公共交换节点 108 和 BTS 110A 至 110D 被配置成使用基于分组的通信分别经由通信链路 116A 至 116D 进行通信。

[0082] 在图 1 所示的示例实施例中,BTS 110A 至 110D 被假定为是宏蜂窝基站收发信台。然而,更一般地,本发明的实施例可以在任何基站部署应用中实现,包括但不限于 WiMAX、4G、CDMA、家庭基站、长期演进(LTE)基站及其组合。

[0083] 现在将参考图 2 来描述根据本发明的实施例的包括家庭基站(femto cell base station)的通信系统的示例。

[0084] 图 2 是根据本发明的另一实施例布置和配置的通信系统 200 的框图。通信系统 200 包括公共交换节点 208 和多个家庭基站,即家庭基站 210A 至 210C。公共交换节点 208 具有与家庭基站 210A 至 210C 中的每一个的相应的通信链路,分别为 216A 至 216C。在图 2 所示的实施例中,通信链路 216A 至 216C 被假定为是数字订户线 DSL 通信链路。在一些实施例中,这些通信链路可以是异步数字订户线 ADSL 通信链路。

[0085] 家庭基站 210A 至 210C 中的每一个都具有相应的内部时钟以及相应的 GNSS 接收器,所述相应的内部时钟分别为内部时钟 212A 至 212C,而所述相应的 GNSS 接收器在所示意的实施例中分别被实现为辅助 GPS A-GPS 接收器 214A 至 214C。在辅助 GPS 系统中,GPS 接收器不仅从一个或多个 GPS 卫星接收 GPS 信号,而且还从一个或多个网络服务器接收辅助信息以辅助捕获 GPS 卫星信号和/或者处理所捕获的 GPS 卫星信号以减少在接收器处进行的处理并且潜在地改善 GPS 接收器的启动性能。为了简明起见,这里省略了对辅助 GPS 的更完整的说明。

[0086] 在图 2 所示的实施例中,公共交换节点 208 经由回程网络通信链路连接至核心网络 202。公共交换节点 208 包括 DSL 接入复用器 DSLAM 207。DSLAM 207 多路复用(multiplex)经由 DSL 通信链路 216A 至 216C 所接收的以核心网 202 为目的地的信息并且经由回程网络通信链路将其传送到核心网 202。在一些实施例中,该回程网络通信链路可以是光链路。

[0087] 在操作中,为了保持家庭基站 210A 至 210C 的 GPS 同步,公共交换节点 208 以与在上文中参考图 1 所描述的公共交换节点 108 相同的方式工作。即,公共交换节点 208 与家庭基站 210A 至 210C 交换时间信息并且基于与家庭基站 210A 至 210C 中仍然与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准同步的至少一个家庭基站所交换的时间信息中的至少一些生

成与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准同步的系统时间基准。如果家庭基站失去与外部时间历元基准的同步,则公共交换节点 208 将时间同步信息提供给家庭基站以使该家庭基站的内部时钟与同步到外部时间历元基准的系统时间基准同步,由此间接地使该家庭基站与外部时间历元基准重新同步。

[0088] 在图 2 所描绘的时刻,由于在 215 处大概地指示的本地 GPS 天线干扰,家庭基站 210 不能够接收 GPS 服务。在确定家庭基站 210A 已经失去与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准的同步后,公共交换节点 208 就向家庭基站 210A 提供时间同步信息以使内部时钟 212A 与在公共交换节点 208 处所生成的系统时间基准同步。如在上文中所提到的那样,基于与家庭基站中仍然与外部时间历元基准同步的至少一个所交换的时间信息中的至少一些生成系统时间基准表示系统时间基准将与外部时间历元基准同步。

[0089] 现在将参考图 3 来提供对可以作为根据本发明的示例实施例的公共交换节点和基站的一部分被包括的组件的讨论。

[0090] 图 3 是包括根据本发明的示例实施例配置和布置的公共交换节点 308 和两个基站 BTS 310A 和 310B 的通信系统 300 的框图。

[0091] 公共交换节点 308 包括两个通信接口 322A 和 322B、交换节点时钟控制器 324、两个数字到模拟转换器 DAC 326A 和 326B、两个振荡器 328A 和 328B 以及回程网络接口 330。通信接口 322A 和 322B 在功能上连接至交换节点时钟控制器 324。交换节点时钟控制器 324 具有至 DAC 326A 和 326B 的相应的功能连接,DAC 326A 和 326B 又分别在功能上连接至振荡器 328A 和 328B。振荡器 328A 和 328B 各自具有相应的在功能上连接至交换节点时钟控制器 324 的输出。网络接口 330 提供至核心网的通信接口(未在图 3 中示出)。

[0092] BTS 310 中的每一个分别包括相应的 GPS 接收器 314A 和 314B,分别包括相应的内部时钟 312A 和 312B 以及分别包括相应的通信接口 320A 和 320B。内部时钟 312A 包括内部时钟控制器 318A、DAC 323A 和振荡器 325A,而内部时钟 312B 包括内部时钟控制器 318B、DAC323B 和振荡器 325B。

[0093] 内部时钟控制器 318A 在功能上连接至 DAC 323A,DAC 323A 又在功能上连接至振荡器 325A。振荡器 325A 的输出在功能上连接至内部时钟控制器 318A 的输入。GPS 接收器 314A 还在功能上连接至 GPS 接收器 314A 和通信接口 320A。BTS 310B 的元件以与 BTS 310A 的对应的元件相同的方式被布置。BTS 310A 和 BTS 310B 的通信接口 320A 和 320B 分别经由通信链路 316A 和 316B 分别在功能上分别连接至公共交换节点 308 的通信接口 322A 和通信接口 322B。

[0094] 在操作中,当 BTS 310A 和 310B 两者都正在接收 GPS 同步信号并且都与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准同步时,内部时钟控制器 318A 和 318B 基于包含在分别经由 GPS 接收器 314A 和 314B 所接收的 GPS 同步信号中的外部时间历元基准来约束振荡器 325A 和 325B。这使内部时钟 312A 和 312B 保持为与外部时间历元基准时间对准。在所示意的实施例中,内部时钟控制器 318A 和 318B 生成数字控制信号,DAC 323A 和 323B 将所述数字控制信号转换成模拟控制信号以分别施加至振荡器 325A 和 325B 的模拟控制输入。

[0095] 通信接口 320A 和 320B 分别经由通信链路 316A 和 316B 与公共交换节点 308 的通信接口 322A 和 322B 交换时间信息。

[0096] 在所示意的实施例中,公共交换节点 308 包括用于 BTS 310A 和 310B 的相应的振

荡器,分别为振荡器 328A 和 328B。交换节点时钟控制器 324 基于每个振荡器 328A 和 328B 的输出生成相应的交换节点时钟。对于每个基站,交换节点时钟控制器 324 基于与该基站所交换的时间信息控制相应的振荡器以使相应的交换节点时钟与该基站的内部时钟同步,所述交换节点时钟控制器基于相应的振荡器的输出生成所述相应的交换节点时钟。交换节点时钟控制器 324 还基于对应于保持同步到 GPS 服务所提供的外部时间历元基准的那些基站的相应的交换节点时钟的平均值生成系统时间基准。例如,在 BTS 310A 和 BTS 320B 两者都正在接收 GPS 同步信号使得它们的内部时钟 312A 和 312B 分别与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准同步的同时,交换节点时钟控制器 324 使振荡器 328A 和 328B 分别与振荡器 325A 和 325B 同步,并且生成系统时间基准为基于振荡器 328A 和 328B 的输出所生成的交换节点时钟的平均值。

[0097] 例如,如果在 GPS 服务被保持在 BTS 310B 处的同时 BTS 310A 失去 GPS 服务,则交换节点时钟控制器 324 基于基于振荡器 328B 的输出所生成的交换节点时钟生成系统时间基准并且经由通信链路 316A 将时间同步信息发送到 BTS 310A 供内部时钟控制器 318A 使用以控制振荡器 325A,使得内部时钟 312A 与在公共交换节点 308 处所生成的系统时间基准同步。因为在公共交换节点 308 处所生成的系统时间基准基于振荡器 328B 的输出,该输出通过交换节点 308 与 BTS310B 之间的时间信息交换而同步到振荡器 325B,所以 BTS 310A 中的振荡器 325A 与系统时间基准的同步还将使振荡器 325A 与外部时间历元基准同步,只要 BTS 310B 继续接收 GPS 服务并且振荡器 310B 与外部时间历元基准同步。

[0098] 在一些实施例中,通信接口 320A、320B、322A 和 322B 被配置成通过交换时间戳信息来交换时间信息。例如,在一些实施例中,通信接口 322A 和 322B 被配置成基于分别根据振荡器 328A 和 328B 的输出所生成的交换节点时钟生成时间戳信息并且分别从 BTS 310A 和 310B 的通信接口 320A 和 320B 接收分别基于内部时钟 312A 和 312B 所生成的时间戳信息。

[0099] 在图 3 中,公共交换节点 308 包括用于每个基站的相应的振荡器。在另一实施例中,不管基站的数目如何,公共交换节点 308 仅仅包括一个振荡器。在这样的实施例中,交换节点时钟控制器 324 被配置成根据那个振荡器的输出生成交换节点时钟。此外,交换节点时钟控制器 324 被配置成基于交换节点时钟的输出生成系统时间基准。

[0100] 在一些实施例中,通信接口 322A 和 322B 被配置成通过交换时间戳信息而与多个基站交换时间信息,其中通信接口 322A 和 322B 被配置成基于交换节点时钟控制器 324 所生成的系统时间基准生成时间戳信息并且从每个基站接收基于基站的内部时钟所生成的时间戳信息。

[0101] 在一些实施例中,交换节点时钟控制器 324 被配置成通过基于与仍然与 GPS 服务所提供的外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些使交换节点时钟与外部时间历元基准同步来生成系统时间基准。

[0102] 在一些实施例中,对于其内部时钟同步到外部时间历元基准的每个基站,交换节点时钟控制器 324 被配置成确定基站的内部时钟与公共交换节点处的交换节点时钟之间的相应的时间偏移并且基于其内部时钟同步到外部时间历元基准的那些基站的相应的时间偏移的平均值控制交换节点时钟。

[0103] 在一些实施例中,通信接口 322A、322B、320A 和 322B 是双向时间传输协议接口。

[0104] 在一些实施例中, BTS 310A 和 310B 的内部时钟控制器 318A 和 318B 被配置成经由它们相应的通信接口 320A 和 320B 将外部时间历元基准锁定状态消息发送到公共交换节点 308, 所述外部时间历元基准锁定状态消息指示它们相应的 GPS 接收器 314A 和 314B 是否被锁定到 GPS 信号。

[0105] 在一些实施例中, 交换节点时钟控制器 324 被配置成依据收到来自基站的外部时间历元基准锁定状态消息将时间同步信息提供给该基站, 所述外部时间历元基准锁定状态消息指示该基站的内部时钟已经失去与外部时间历元基准的同步。

[0106] 在一些实施例中, 交换节点时钟控制器 324 被配置成基于从多个基站中的基站所接收的时间信息相对于系统时间基准的偏差确定该基站的内部时钟已经失去与外部时间历元基准的同步。

[0107] BTS 310A 和 310B 被配置成在两种模式下操作: 间接外部时间历元基准约束模式和直接外部时间历元基准约束模式。

[0108] 在间接外部时间历元基准约束模式下, 内部时钟控制器 318A 和 318B 被配置成从公共交换节点 308 接收时间同步信息并且基于该时间同步信息控制它们相应的本地振荡器以使它们相应的内部时钟与公共交换节点所生成的系统时间基准同步。

[0109] 在间接外部时间历元基准约束模式下, 内部时钟控制器 318A 和 318B 被配置成基于包含在它们相应的 GPS 接收器所接收的 GPS 信号中的外部时间历元基准控制它们的本地振荡器以使它们相应的内部时钟与外部时间历元基准同步。

[0110] 在一些实施例中, 内部时钟控制器 318A 和 318B 被配置成在确定已经建立对 GPS 信号的锁定后就从间接外部时间历元基准约束模式切换到直接外部时间历元基准约束模式。

[0111] 在一些实施例中, 内部时钟控制器 318A 和 318B 被配置成在确定已经失去对 GNSS 信号的锁定后就从所述直接外部时间历元基准约束模式切换到所述间接外部时间历元基准约束模式。

[0112] 在一些实施例中, 在公共交换节点 308 与 BTS 310A 和 310B 之间所交换的时间信息可以是分别基于 BTS 310A 和 310B 的振荡器 325A 和 325B 所生成的时间戳信息和基于公共交换节点 308 的振荡器 328A 和 328B 的输出所生成的时间戳信息。

[0113] 在一些实施例中, 通信接口 322A、322B、320A 和 320B 被实现为根据双向时间传输协议来操作的 MAC/PHY 接口, 诸如在用于使时钟同步的 IEEE 标准 1588 中所定义的双向时间传输协议。通过引用将 IEEE 标准 1588 整体并入本文。

[0114] 在一些实施例中, 振荡器 328A 和 328B 被实现为数值振荡器, 其例如可以用适合于实现数值振荡器的逻辑操作的、诸如 FPGA 的逻辑器件或任何其他硬件/固件实现方式或者硬件/固件和软件实现方式的组合来实现。在一些实施例中, 交换节点时钟控制器 324 的功能可以用相同的或不同的硬件/固件或者硬件/固件和软件实现方式的组合来实现。

[0115] 现在将参考图 4 的流程图来描述在诸如回程交换节点的系统节点中用于与该系统节点通信的多个基站的多冗余 GNSS 同步的方法的示例。

[0116] 在框 401 处, 系统节点将时间信息提供给多个基站中的每一个, 并且从多个基站中的每一个接收时间信息。例如, 这可以包括与所述基站中的每一个交换时间戳。在一些实施例中, 交换节点和基站可以使用双向时间传输协议来交换时间戳信息。

[0117] 在框 402 处,回程交换节点基于与所述多个基站中其内部时钟与 GNSS 服务所提供的外部时间历元基准同步的至少一个基站所交换的时间信息中的至少一些生成同步到外部时间历元基准的系统时间基准。

[0118] 在框 403 处,对于所述多个基站中其内部时钟不与外部时间历元基准同步的基站,回程交换节点将时间同步信息提供给该基站以使该基站的内部时钟与系统时间基准同步,所述系统时间基准与外部时间历元基准同步。以这种方式,回程交换节点使用与外部时间历元信号同步的至少一个基站的 GNSS 同步的内部时钟为已经失去与外部时间历元基准的同步的基站生成时间同步信息。

[0119] 在上述实施例中,为简单起见,设备元件和电路彼此连接,如图所示。在本发明的实际应用中,元件、电路等可以直接地彼此连接。同样地,元件、电路等可以通过对于设备或装置的操作必要的其他元件、电路等间接地彼此连接。由此,在设备和装置的实际配置中,元件和电路直接地或间接地彼此耦合或彼此连接。

[0120] 尽管此处所讨论的实施例已经假定每个基站与系统节点之间的直接连接,但是一些实施例可以补偿可能潜在地由位于基站与系统节点之间的居间节点引入的不对称延迟。在系统节点与基站之间的时间信息交换中的不对称延迟,即将时间信息从基站发送到系统节点所花费的时间相对于将时间信息从系统节点发送到基站所花费的时间的差可能潜在地导致对可达到的同步的时间精确度的损害。根据所要求的时间精确度,可以容许某种程度的不对称而无需对其进行补偿。在一些实施例中,当生成系统时间基准并且提供时间同步信息时,可以在系统节点处对由居间节点所引入的不对称建模以虑及该不对称。

[0121] 前述说明包括仅以举例的方式所提供的许多详细的和特定的实施例,并且不应该被解释为限制本发明的范围。本领域的技术人员可以对具体实施例进行改造、修正和变化而不背离本发明的范围,本发明的范围由所附权利要求唯一地限定。

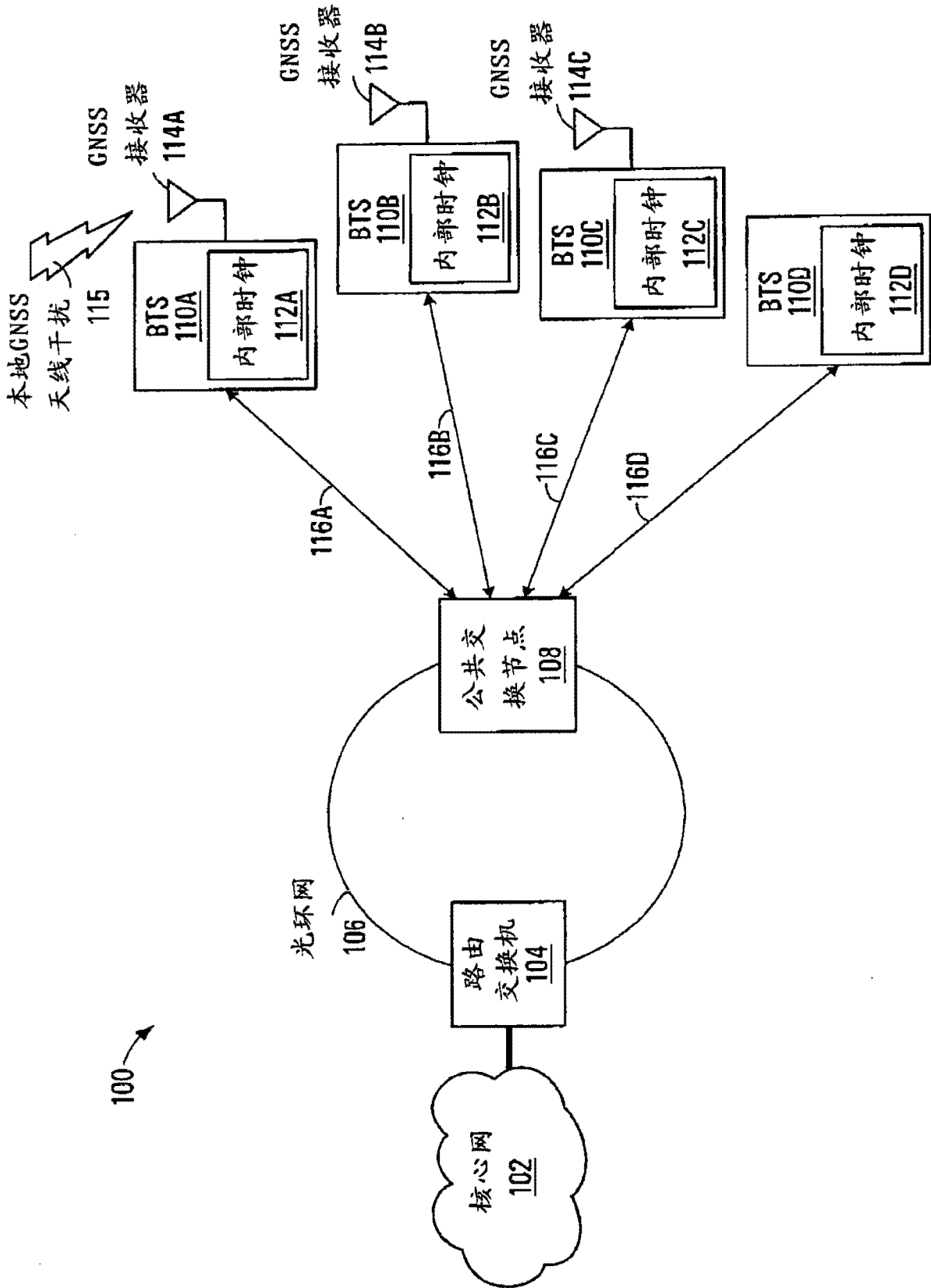


图 1

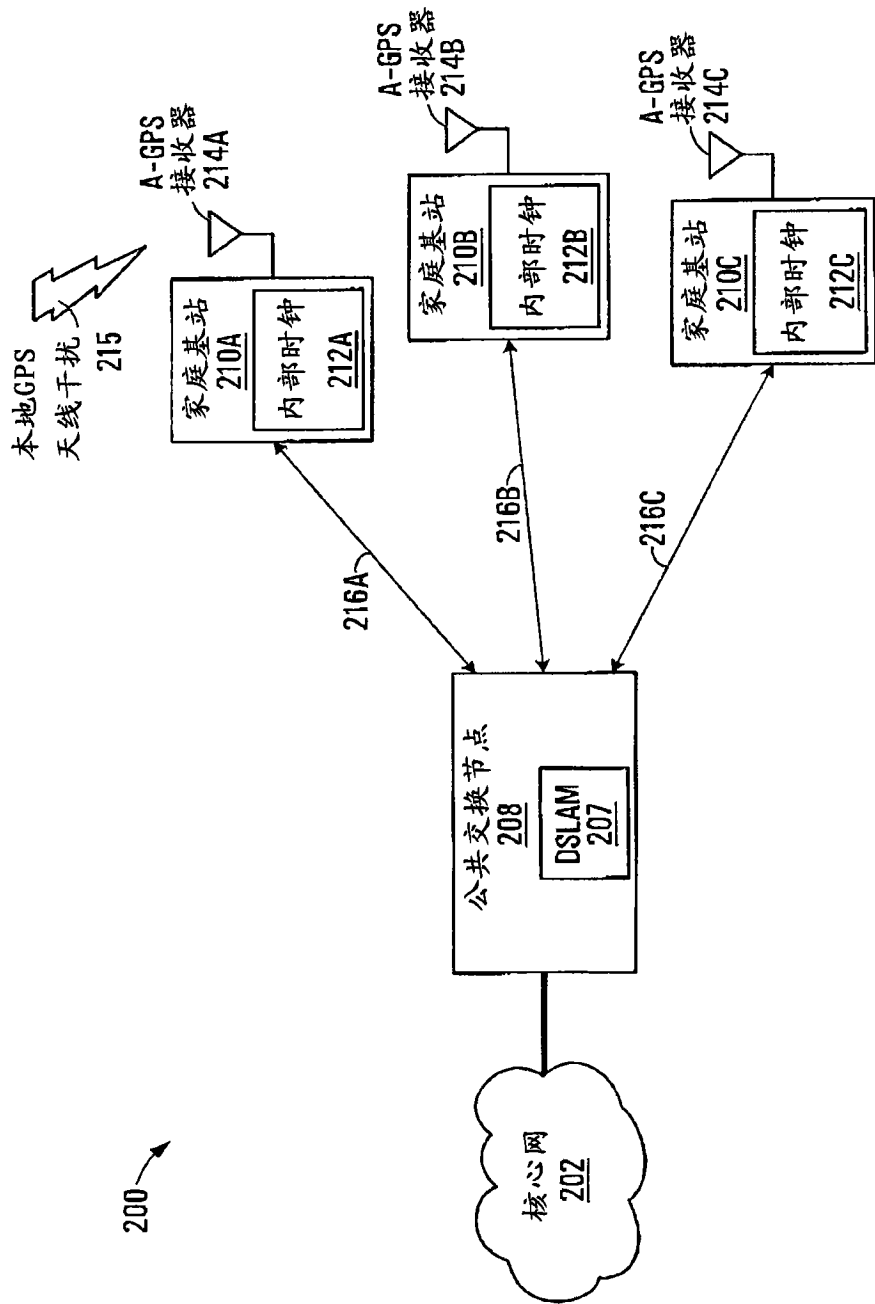


图 2

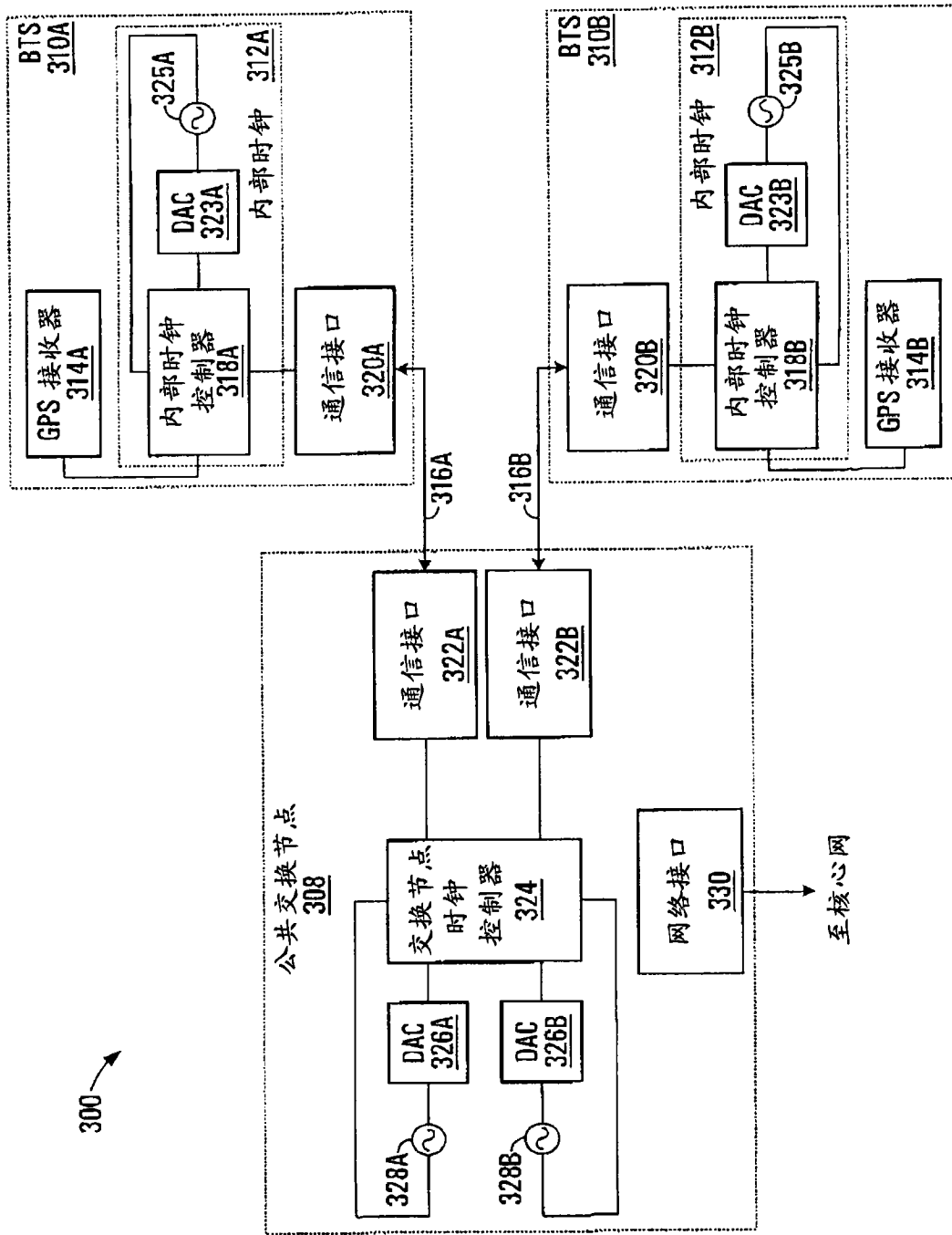


图 3

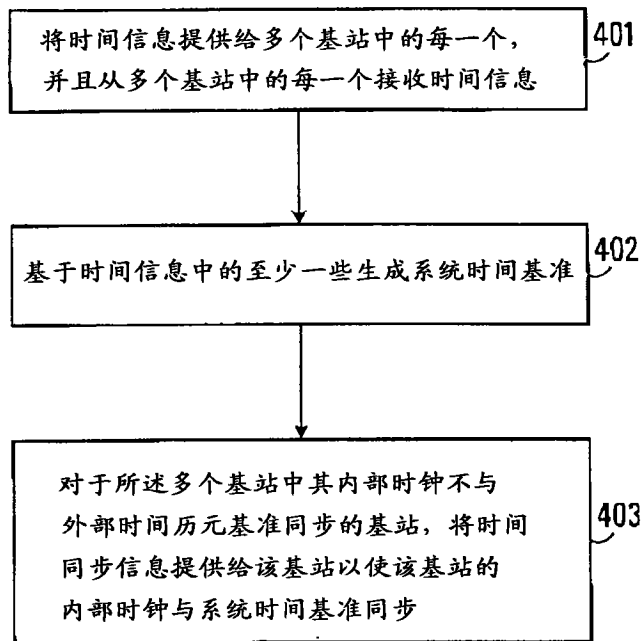


图 4