



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101133550 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200580033747.6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2005.09.26

H03F 1/32 (2006.01)

(30) 优先权数据

60/616,493 2004.10.06 US

11/168,404 2005.06.29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.04.03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2005/010374 2005.09.26

(87) PCT申请的公布数据

W02006/037502 EN 2006.04.13

(73) 专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

(72) 发明人 P·-O·布兰德特 J·帕森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 曾祥尧 刘杰

(56) 对比文件

US 20040142667 A1, 2004.07.22, 全文.

CN 1341992 A, 2002.03.27, 全文.

US 5903611 A, 1999.05.11, 全文.

US 20020193085 A1, 2002.12.19, 全文.

US 6304140 B1, 2001.10.16, 全文.

US 6642786 B1, 2003.11.04, 说明书第4栏
第26行到第8栏第18行和附图2-4.

审查员 史永良

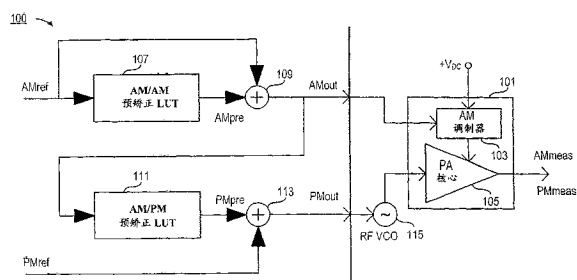
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 23 页

(54) 发明名称

任意波形预矫正表生成

(57) 摘要

通过把时变参考信号 (AMref, PMref) 施加到功率放大器电路 (101) 来确定将补偿由功率放大器电路 (101) 引起的失真的预矫正, 其中, 在每个时刻, 时变参考信号具有参考幅度 (AMref) 和参考相位 (PMref)。测量由功率放大器电路 (101) 提供的对应输出信号 (AMmeas, PMmeas), 其中, 在每个时刻, 输出信号具有测量幅度 (AMmeas) 和测量相位 (PMmeas)。幅度预矫正 (AMpre) 通过把参考幅度 (AMref) 与测量幅度 (AMmeas) 进行比较来确定, 以及相位预矫正 (PMpre) 通过把参考相位 (PMref) 与测量相位 (PMmeas) 进行比较来确定。相位预矫正与参考幅度之间的关系经过确定, 使得对于参考幅度 (AMref) 的任何值, 标识相位预矫正 (PMpre) 的对应值。



1. 一种确定将补偿由功率放大器电路引起的失真的预矫正的方法,所述方法包括:
把时变参考信号施加到所述功率放大器电路,其中,在每个时刻,所述时变参考信号具有参考幅度和参考相位;
测量由所述功率放大器电路提供的对应输出信号,其中,在每个时刻,所述输出信号具有测量幅度和测量相位;
通过把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较来确定幅度预矫正;
通过把所述参考相位与所述测量相位进行比较来确定相位预矫正;以及
确定所述相位预矫正与所述参考幅度之间的关系,使得对于所述参考幅度的任何值,标识所述相位预矫正的对应值,
其中:
所述幅度预矫正与测量幅度值的范围关联;以及
所述方法还包括通过执行以下步骤从所述幅度预矫正中提取代表点:
把所述测量幅度值的范围分为多个间隔;以及
对于所述间隔中的每个,确定平均幅度预矫正值,并采用所述平均幅度预矫正值作为与所述间隔的中心处的测量幅度值关联的幅度预矫正值。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述参考幅度是斜坡波形,以及所述参考相位为常数。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述参考幅度是三角波形,以及所述参考相位为常数。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述参考信号具有变化幅度以及变化相位。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,还包括:
在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均幅度预矫正值之间内插,从而确定与所述第一和第二间隔的中心之间的测量幅度值关联的幅度预矫正值。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于:
所述相位预矫正与参考幅度值的范围关联;以及
所述方法还包括通过执行以下步骤从所述相位预矫正中提取代表点:
把所述参考幅度值的范围分为多个间隔;以及
对于所述间隔中的每个,确定平均相位预矫正值,并采用所述平均相位预矫正值作为与所述间隔的中心处的参考幅度值关联的相位预矫正值。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,还包括:
在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均相位预矫正值之间内插,从而确定与所述第一和第二间隔的中心之间的参考幅度值关联的相位预矫正值。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括:
在把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较之前,执行以下步骤:
标识所述参考幅度中的一个或多个下跌处;
标识所述测量幅度中的一个或多个下跌处;以及
通过把所述参考幅度和所述测量幅度相互之间移位使所述参考幅度的下跌处与所述测量幅度的对应下跌处最佳对齐的量,相对于时间来对齐所述参考幅度和所述测量幅度。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括:

在把所述参考相位与所述测量相位进行比较之前,执行以下步骤:

标识所述参考相位中的一个或多个下跌处;

标识所述测量相位中的一个或多个下跌处;以及

通过把所述参考相位和所述测量相位相互之间移位使所述参考相位的下跌处与所述测量相位的对应下跌处最佳对齐的量,相对于时间来对齐所述参考相位和所述测量相位。

10. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括:

在把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较之前,相对于时间来对齐所述参考幅度和所述测量幅度,其量使与任一个幅度参考值关联的多个幅度预矫正值之间的扩展为最小。

11. 如权利要求 10 所述的方法,其特征在于,包括:

通过确定和所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中的最小一个与和所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中的最大一个之间的差异来确定所述扩展。

12. 如权利要求 10 所述的方法,其特征在于,包括:

确定与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最高值的一些的集合;

确定与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最低值的一些的集合;

通过对与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最高值的一些的集合求平均,来确定所述幅度预矫正值的噪声降低最大值;

通过对与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最低值的一些的集合求平均,来确定所述幅度预矫正值的噪声降低最小值;以及

通过确定所述幅度预矫正值的噪声降低最小值与所述幅度预矫正值的噪声降低最大值之间的差异,来确定所述扩展。

13. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,包括:

在把所述参考相位与所述测量相位进行比较之前,相对于时间来对齐所述参考相位和所述测量相位,其量使与任一个幅度参考值关联的多个相位预矫正值之间的扩展为最小。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,包括:

通过确定和所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中的最小一个与和所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中的最大一个之间的差异来确定所述扩展。

15. 如权利要求 13 所述的方法,其特征在于,包括:

确定与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最高值的一些的集合;

确定与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最低值的一些的集合;

通过对与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最高值的一些的集合求平均,来确定所述相位预矫正值的噪声降低最大值;

通过对与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最低值的一些的集合求平均,来确定所述相位预矫正值的噪声降低最小值;以及

通过确定所述相位预矫正值的噪声降低最小值与所述相位预矫正值的噪声降低最大值之间的差异,来确定所述扩展。

16. 一种用于确定将补偿由功率放大器电路引起的失真的预矫正的设备,所述设备包括:

把时变参考信号施加到所述功率放大器电路的逻辑,其中,在每个时刻,所述时变参考信号具有参考幅度和参考相位;

测量由所述功率放大器电路提供的对应输出信号的逻辑,其中,在每个时刻,所述输出信号具有测量幅度和测量相位;

通过把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较来确定幅度预矫正的逻辑;

通过把所述参考相位与所述测量相位进行比较来确定相位预矫正的逻辑;以及

确定所述相位预矫正与所述参考幅度之间的关系、使得对于所述参考幅度的任何值标识所述相位预矫正的对应值的逻辑,

其中:

所述幅度预矫正与测量幅度值的范围关联;以及

所述设备还包括通过执行以下步骤从所述幅度预矫正中提取代表点的逻辑:

把所述测量幅度值的范围分为多个间隔;以及

对于所述间隔中的每个,确定平均幅度预矫正值,并采用所述平均幅度预矫正值作为与所述间隔的中心处的测量幅度值关联的幅度预矫正值。

17. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,所述参考幅度是斜坡波形,以及所述参考相位为常数。

18. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,所述参考幅度是三角波形,以及所述参考相位为常数。

19. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,所述参考信号具有变化幅度以及变化相位。

20. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,还包括:

在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均幅度预矫正值之间内插、从而确定与所述第一和第二间隔的中心之间的测量幅度值关联的幅度预矫正值的逻辑。

21. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于:

所述相位预矫正与参考幅度值的范围关联;以及

所述设备还包括通过执行以下步骤从所述相位预矫正中提取代表点的逻辑:

把所述参考幅度值的范围分为多个间隔;以及

对于所述间隔中的每个,确定平均相位预矫正值,并采用所述平均相位预矫正值作为与所述间隔的中心处的参考幅度值关联的相位预矫正值。

22. 如权利要求 21 所述的设备,其特征在于,还包括:

在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均相位预矫正值之间内插、从而确定与所述第一和第二间隔的中心之间的参考幅度值关联的相位预矫正值的逻辑。

23. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,包括:

在把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较之前执行以下步骤的逻辑:

标识所述参考幅度中的一个或多个下跌处;

标识所述测量幅度中的一个或多个下跌处;以及

通过把所述参考幅度和所述测量幅度相互之间移位使所述参考幅度的下跌处与所述测量幅度的对应下跌处最佳对齐的量,相对于时间来对齐所述参考幅度和所述测量幅度。

24. 如权利要求 16 所述的设备,其特征在于,包括:

在把所述参考相位与所述测量相位进行比较之前执行以下步骤的逻辑:

标识所述参考相位中的一个或多个下跌处;

标识所述测量相位中的一个或多个下跌处 ; 以及

通过把所述参考相位和所述测量相位相互之间移位使所述参考相位的下跌处与所述测量相位的对应下跌处最佳对齐的量, 相对于时间来对齐所述参考相位和所述测量相位。

25. 如权利要求 16 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

在把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较之前相对于时间来对齐所述参考幅度和所述测量幅度的逻辑, 所述对齐所用的量使与任一个幅度参考值关联的多个幅度预矫正值之间的扩展为最小。

26. 如权利要求 25 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

通过确定和所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中的最小一个与和所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中的最大一个之间的差异来确定所述扩展的逻辑。

27. 如权利要求 25 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

确定与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最高值的一些的集合的逻辑 ;

确定与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最低值的一些的集合的逻辑 ;

通过对与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最高值的一些的集合求平均来确定所述幅度预矫正值的噪声降低最大值的逻辑 ;

通过对与所述幅度参考值关联的所述幅度预矫正值中最低值的一些的集合求平均来确定所述幅度预矫正值的噪声降低最小值的逻辑 ; 以及

通过确定所述幅度预矫正值的噪声降低最小值与所述幅度预矫正值的噪声降低最大值之间的差异来确定所述扩展的逻辑。

28. 如权利要求 16 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

在把所述参考相位与所述测量相位进行比较之前相对于时间来对齐所述参考相位和所述测量相位的逻辑, 对齐所用的量使与任一个幅度参考值关联的多个相位预矫正值之间的扩展为最小。

29. 如权利要求 28 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

通过确定和所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中的最小一个与和所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中的最大一个之间的差异来确定所述扩展的逻辑。

30. 如权利要求 28 所述的设备, 其特征在于, 包括 :

确定与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最高值的一些的集合的逻辑 ;

确定与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最低值的一些的集合的逻辑 ;

通过对与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最高值的一些的集合求平均来确定所述相位预矫正值的噪声降低最大值的逻辑 ;

通过对与所述幅度参考值关联的所述相位预矫正值中最低值的一些的集合求平均来确定所述相位预矫正值的噪声降低最小值的逻辑 ; 以及

通过确定所述相位预矫正值的噪声降低最小值与所述相位预矫正值的噪声降低最大值之间的差异来确定所述扩展的逻辑。

任意波形预矫正表生成

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2004 年 10 月 6 日提交的美国临时申请 No. 60/616493 的权益,通过引用将其完整地结合到本文中。

[0003] 背景

[0004] 本发明涉及如无线通信中使用的类型之类的功率放大器,以及更具体来说,涉及为了补偿功率放大器引入的失真而确定和实现由功率放大器放大之前的信号的预矫正调节。

[0005] 功率放大器广泛用于电信中。例如,在无线通信应用中,功率放大器见于发射机电路的最后级,在其中,它们用于把所提供信号的功率提升到用于从天线发射的可接受等级。另外,功率放大器通常配备了幅度调制 (AM) 功能,使它们能够按照诸如 EDGE (GSM 演进的增强型数据率)、码分多址 (CDMA)、宽带 CDMA (WCDMA) 等所使用的那些之类的非恒定包络调制方案工作。甚至当使用恒定幅度调制方案时,功率放大器的 AM 功能性可在以时隙来执行传送时应用于功率控制,例如在时分多址 (TDMA) 系统中出现的那样,在其中,全球移动通信系统 (GSM) 和 EDGE 只是两个这样的实例。

[0006] 在这类移动通信的应用中采用市场销售的功率放大器的一个问题在于,它们通常呈现失真。例如,考虑作为表示将按照多个调制方案的任一个进行调制的射频 (RF) 信号的包络 (AM) 的中频 (IF) 信号的参考输入 (称作 AMref)。在理想情况下,把 AMref 提供到功率放大器的 AM 输入端将在功率放大器的输出上无失真地产生 RF AM 信号。但是,实际上,存在功率放大器中产生的失真:AMref 到相位调制失真 (PMdist) 以及 AMref 到 AM。这些类型的失真可分别缩写为 AM/PM 和 AM/AM。

[0007] 在其中信息编码在信号的相位和 / 或幅度中的通信应用中,增加的失真在接收机尝试提取预期信息时可能导致出现严重错误。为了避免这种不合需要的结果,能够以一种将抵消已知为由功率放大器所增加的失真的方式,在信号放大之前来调节信号。这称作对信号“预矫正”,以及为此目的需要施加的幅度和相位调节量称作“预矫正量”。

[0008] 能够构建具有内置预矫正的功率放大器,但是由于不同功率放大器厂商提供的标准“现货供应”组件没有这个功能,所以通常在通信设备的其它部分必须解决 / 补偿此失真。

[0009] 能够以不同方式引入预矫正来补偿功率放大器中的失真。在这点上一个重要方面在于,相同标称功率放大器组件的不同样本将呈现不同的 AM/PM 和 AM/AM 特性。此外,功率放大器 - 调制器将在宽频带上具有可变 AM/PM 和 AM/AM 失真。这意味着,对于不同的功率放大器和频率需要不同的预矫正补偿。

[0010] 在通信装置、如移动台 (MS) 的制造 / 生产过程中,进行不同类别的校准。希望具有一种用于发现功率放大器失真以及用于应用所需补偿 (预矫正) 的校准方法。发现最佳预矫正值的一种方式是通过比较测量频谱性能与理想频谱性能来优化这些值。但是,这种类型的分析可能极费时间,更希望一种快速准确的解决方案。由于进一步减缓测量过程的、还预计测量数据是有噪声的事实,使此问题变得更难。

[0011] 最传统的预矫正算法基于不同质量指数的测量,例如误差向量调制(EVM)和/或“归因于调制的频谱”。因此,则需要迭代过程用于找出提供充分良好结果的预矫正。但是,必须执行这么多不同类型的测量以及然后执行达到可接受结果的必要迭代是非常费时的。

[0012] 因此,希望具有一种用于通信设备的生产的校准系统,它帮助:1) 获得通信设备的优良/健壮性能;以及2) 节省时间和金钱。

发明内容

[0013] 应当强调的是,在本说明中,术语“包括”用来说明存在所述特征、整数、步骤或组件;但这些术语的使用并不排除存在或附加一个或多个其它特征、整数、步骤、组件或上述各项的组合。

[0014] 按照本发明的一种确定将补偿由功率放大器电路引起的失真的预矫正的方法,所述方法包括:把时变参考信号施加到所述功率放大器电路,其中,在每个时刻,所述时变参考信号具有参考幅度和参考相位;测量由所述功率放大器电路提供的对应输出信号,其中,在每个时刻,所述输出信号具有测量幅度和测量相位;通过把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较来确定幅度预矫正;通过把所述参考相位与所述测量相位进行比较来确定相位预矫正;以及确定所述相位预矫正与所述参考幅度之间的关系,使得对于所述参考幅度的任何值,标识所述相位预矫正的对应值,其中:所述幅度预矫正与测量幅度值的范围关联;以及所述方法还包括通过执行以下步骤从所述幅度预矫正中提取代表点:把所述测量幅度值的范围分为多个间隔;以及对于所述间隔中的每个,确定平均幅度预矫正值,并采用所述平均幅度预矫正值作为与所述间隔的中心处的测量幅度值关联的幅度预矫正值。

[0015] 按照本发明的一种用于确定将补偿由功率放大器电路引起的失真的预矫正的设备,所述设备包括:把时变参考信号施加到所述功率放大器电路的逻辑,其中,在每个时刻,所述时变参考信号具有参考幅度和参考相位;测量由所述功率放大器电路提供的对应输出信号的逻辑,其中,在每个时刻,所述输出信号具有测量幅度和测量相位;通过把所述参考幅度与所述测量幅度进行比较来确定幅度预矫正的逻辑;通过把所述参考相位与所述测量相位进行比较来确定相位预矫正的逻辑;以及确定所述相位预矫正与所述参考幅度之间的关系、使得对于所述参考幅度的任何值标识所述相位预矫正的对应值的逻辑,其中:所述幅度预矫正与测量幅度值的范围关联;以及所述设备还包括通过执行以下步骤从所述幅度预矫正中提取代表点的逻辑:把所述测量幅度值的范围分为多个间隔;以及对于所述间隔中的每个,确定平均幅度预矫正值,并采用所述平均幅度预矫正值作为与所述间隔的中心处的测量幅度值关联的幅度预矫正值。根据本发明的一个方面,通过确定补偿由功率放大器电路引起的失真的预矫正的方法、设备以及机器可读存储媒体中存储的可编程指令来实现上述目的和其它目的。确定预矫正包括把时变参考信号施加到功率放大器电路,其中,在每个时刻,时变参考信号具有参考幅度和参考相位。由功率放大器电路提供的对应输出信号被测量,其中,在每个时刻,输出信号具有测量幅度和测量相位。幅度预矫正通过把参考幅度与测量幅度进行比较来确定。相位预矫正通过把参考相位与测量相位进行比较来确定。相位预矫正与参考幅度之间的关系经过确定,使得对于参考幅度的任何值,标识相位预矫正的对应值。

[0016] 参考信号可采取任何形式:例如其中的参考幅度为斜坡波形且参考相位为常数的

形式,其中的参考幅度为三角波形且参考相位为常数的形式,以及其中的参考信号具有变化幅度以及变化相位的形式。

[0017] 在另一个方面,幅度预矫正与测量幅度值的范围关联,以及确定预矫正还包括:通过执行把测量幅度值的范围分为多个间隔,从幅度预矫正中提取代表点;以及对于各间隔,确定平均幅度预矫正值,并采用平均幅度预矫正值作为与间隔中心处的测量幅度值关联的幅度预矫正值。

[0018] 这类实施例还可包括在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均幅度预矫正值之间内插,从而确定与第一和第二间隔的中心之间的参考幅度值关联的幅度预矫正值。

[0019] 在又一个方面,相位预矫正与参考幅度值的范围关联,以及确定预矫正还包括:通过执行把参考幅度值的范围分为多个间隔,从相位预矫正中提取代表点;以及对于各间隔,确定平均相位预矫正值,并采用平均相位预矫正值作为与间隔中心处的参考幅度值关联的相位预矫正值。

[0020] 这类实施例还可包括在分别与相邻的第一和第二间隔关联的两个平均相位预矫正值之间内插,从而确定与第一和第二间隔的中心之间的参考幅度值关联的相位预矫正值。

[0021] 在又一个方面,在比较参考幅度与测量幅度之前,标识参考幅度中的一个或多个下跌处,以及标识测量幅度中的一个或多个下跌处。通过把参考幅度和测量幅度相互之间移位使参考幅度的下跌处与测量幅度的对应下跌处最佳对齐的量,相对于时间来对齐参考幅度和测量幅度。

[0022] 在又一个方面,在比较参考相位与测量相位之前,标识参考相位中的一个或多个下跌处,以及标识测量相位中的一个或多个下跌处。通过把参考相位和测量相位相互之间移位使参考相位的下跌处与测量相位的对应下跌处最佳对齐的量,相对于时间来对齐参考相位和测量相位。

[0023] 在备选实施例中,在比较参考幅度与测量幅度之前,相对于时间来对齐参考幅度和测量幅度,其量使与任一个幅度参考值关联的多个幅度预矫正值之间的扩展为最小。

[0024] 在一些实施例中,通过确定和幅度参考值关联的幅度预矫正值中的最小一个与和幅度参考值关联的幅度预矫正值中的最大一个之间的差异来确定扩展。

[0025] 或者,确定扩展包括:确定与幅度参考值关联的幅度预矫正值中最高值的一些的集合;确定与幅度参考值关联的幅度预矫正值中最低值的一些的集合;通过对与幅度参考值关联的幅度预矫正值中最高值的一些的集合求平均,来确定幅度预矫正值的噪声降低最大值;通过对与幅度参考值关联的幅度预矫正值中最低值的一些的集合求平均,来确定幅度预矫正值的噪声降低最小值;以及通过确定幅度预矫正值的噪声降低最小值与幅度预矫正值的噪声降低最大值之间的差异,来确定扩展。

[0026] 在又一个方面,在比较参考相位与测量相位之前,相对于时间来对齐参考相位和测量相位,其量使与任一个幅度参考值关联的多个相位预矫正值之间的扩展为最小。这同样可通过多种方式的任一种来执行。例如,可通过确定和幅度参考值关联的相位预矫正值中的最小一个与和幅度参考值关联的相位预矫正值中的最大一个之间的差异来确定扩展。或者,确定与幅度参考值关联的相位预矫正值中最高值的一些的集合;以及确定与幅度参

考值关联的相位预矫正值中最低值的一些的集合。通过对与幅度参考值关联的相位预矫正值中最高值的一些的集合求平均,来确定相位预矫正值的噪声降低最大值,以及通过对与幅度参考值关联的相位预矫正值中最低值的一些的集合求平均,来确定相位预矫正值的噪声降低最小值。然后,通过确定相位预矫正值的噪声降低最小值与相位预矫正值的噪声降低最大值之间的差异,来实现确定扩展。

附图简介

[0027] 通过阅读以下结合附图的详细说明,将会了解本发明的目的和优点,附图包括:

[0028] 图 1 是用于对极性功率放大器生成和应用预矫正的基于 LUT 的方法的框图。

[0029] 图 2 说明如何配置图 1 的装置以便使功率放大器失真能够被表征。

[0030] 图 3 是图表,对于典型功率放大器模块来说明在时间上已经对齐两个信号之后,用作 AM 参考信号的已施加三角或斜坡波形与测量 AM 输出之间的比较。

[0031] 图 4 是图 3 所示信息的图表,但是经过重新排列,使得 AMref 处于垂直(即 y)轴,而 AMmeas 处于水平(即 x)轴。

[0032] 图 5 是图表,说明这些实例中使用的功率放大器的 AM 预矫正(即 AMpre 与 AMmeas 之间的关系)。

[0033] 图 6 是图表,对于典型功率放大器模块来说明已施加恒定相位参考信号与功率放大器模块的输出上的 RF 信号的测量相位之间的比较。

[0034] 图 7 是图表,说明示范功率放大器的 PM 预矫正,即信号 PMpre 与信号 AMref 之间的关系。

[0035] 图 8 是典型 EDGE 调制信号的 I/Q 图。

[0036] 图 9 是图表,说明 EDGE 调制信号的频谱特性。

[0037] 图 10 是图表,说明通过三角方法生成的示范有噪 AM 预矫正曲线。

[0038] 图 11a 是通过对图 10 所示的有噪数据应用提取算法得到的示范结果的图表。

[0039] 图 11b 是图表,说明图 10 所示图表的各相应间隔($i = 1$ 至 32)中使用的平均因子 F_i 。

[0040] 图 12 是图表,说明施加到通过提取算法所产生的点的线性内插线的示范结果。

[0041] 图 13 是通过调制方法生成的示范 AM 预矫正曲线,其中的 EDGE 调制信号用作参考信号。

[0042] 图 14 是通过调制方法生成的示范 PM 预矫正曲线,其中的 EDGE 调制信号用作参考信号。

[0043] 图 15a 是示范图表,说明对图 13 所示的 AM 预矫正数据应用提取算法的结果。

[0044] 图 15b 是图表,说明图 13 所示图表的各相应间隔($i = 1$ 至 33)中使用的平均因子 F_i 。

[0045] 图 16a 是示范图表,说明对图 14 所示的 PM 预矫正数据应用提取算法的结果。

[0046] 图 16b 是图表,说明图 14 所示图表的各相应间隔($i = 1$ 至 33)中使用的平均因子 F_i 。

[0047] 图 17a 表示说明 EDGE 参考信号的 AM 部分的图表以及说明当采用例如图 2 所示的配置时的输出的测量 AM 部分的另一个图表。

[0048] 图 17b 是用于执行对齐参考和测量信号的下跌处技术的示范过程的流程图。

[0049] 图 18a、18b 和 18c 各包括绘制成各个不同时间对齐值的 AMref 的函数的信号（例如 EDGE 调制信号）的相位扩展（PMmeas-PMref）的图表。

[0050] 图 19 是流程图，说明用于生成测试中的功率放大器的预矫正查找表值的示范整体过程。

[0051] 图 20a 和 20b 是图表，说明在本发明的一个示范实施例中执行的曲线移位的类型。

[0052] 详细说明

[0053] 现在参照附图说明本发明的各种特征，附图中，相似部分采用相同参考标号来标识。

[0054] 现在结合多个示范实施例更详细地描述本发明的各个方面。为了便于理解本发明，根据将由计算机系统的元件执行的动作序列来描述本发明的多个方面。大家知道，在每个实施例中，可通过专用电路（例如经过互连以执行特殊功能的分立逻辑门电路）、一个或多个处理器运行的程序指令或者它们两者的组合来执行各种动作。此外，本发明还可以考虑完全在包含使处理器执行本文所述技术的计算机指令的适当集合的诸如固态存储器、磁盘、光盘或载波（例如射频、音频或光频率载波）之类的任何形式的计算机可读载体中来实现。因此，本发明的各个方面可按照许多不同形式来实施，以及所有这些形式均被认为处于本发明的范围之内。对于本发明的各个方面的每一个方面，任何这种形式的实施例在本文中可称作“逻辑配置用于”执行所述动作，或者称作执行所述动作的“逻辑”。

[0055] 本文所述的各个示范实施例针对与关联功率放大器的预矫正相关的多个问题，同时避免了对制造过程中迭代测量 / 分析过程的需求。与这种改进关联的这些实施例的一个方面是系统性能降级（即 AM/AM 和 AM/PM）的原因的焦点，而不是实际系统性能本身。

[0056] 下面所述的各个实施例在某种意义上是“最佳的”，因为它们针对减小 AM/AM 和 AM/PM 失真。此外，这些实施例迅速起作用，因为它们不依靠迭代测量 / 分析技术。在其它方面，公开了“提取”技术，它们甚至对于有噪和 / 或调制测量结果也使预矫正实现成为可行。现在更详细地描述本发明的这些方面及其它方面。

[0057] 根据组成无线电的发射机（或收发信机）解决方案的基带体系结构和类型，存在可应用预矫正的不同方式。为了说明本发明的各个方面，本文公开的实例采用查找表（LUT）来生成和应用预矫正。但是，本发明不限于这类实施例。此外，本文献中的论述和实例集中于其中发射机为极性调制类型的情况。图 1 是用于对将由极性功率放大器放大的信号生成和应用预矫正的基于 LUT 的装置 100 的框图。

[0058] 参考 AM 和 PM 输入信号在本文中分别称作 AMref 和 PMref，并且由波形发生器（WFG）（未示出）生成。AMref 信号被提供给装置 100 的 AM 通路。类似地，PMref 信号被提供给装置 100 的 PM 通路。AM 通路产生幅度预矫正信号 AMpre，它被提供给极性功率放大器 101 的包络控制输入端。PM 通路产生相位预矫正信号 PMpre，它将改变提供给功率放大器 101 的 RF 输入端的 RF 信号的相位。功率放大器 101 包括 AM 调制器 103，它采用 AMout 信号来控制功率放大器 101 产生的输出信号的幅度。功率放大器 101 还包括“核心”部分 105，它负责放大所提供 RF 输入信号的功率。

[0059] AM 通路包括 AM/AM 预矫正 LUT 107，它接收 AMref 信号，并从其中产生在其输出端提供的预矫正信号 AMpre。组合电路 109 把 AM 预矫正信号 AMpre 与原始 AM 参考信号 AMref

结合,使得在组合电路 109 的输出端提供 (并且表示来自 AM 通路的输出) 的输出信号 AMout 是 AMref 信号和 AMpre 信号之和,按照:

$$[0060] \quad \text{AMout} = \text{AMref} + \text{AMpre}(\text{AMref}) \quad (1)$$

[0061] 其中,符号 AMpre(AMref) 表示作为 AMref 信号的函数的 AMpre 值。

[0062] AMout 是用作对极性放大器 101 的包络控制输入的输入信号的预矫正 AM 信号。

[0063] AMout 信号也被提供给 AM/PM 预矫正 LUT 111,它从其中产生在其输出端提供的 PM 预矫正信号 PMpre。组合电路 113 把 PM 预矫正信号 PMpre 与原始 PM 参考信号 PMref 结合,使得在组合电路 113 的输出端提供 (并且表示来自 PM 通路的输出) 的输出信号 PMout 是 PMref 信号和 PMpre 信号之和,按照:

$$[0064] \quad \text{PMout} = \text{PMref} + \text{PMpre}(\text{AMout}) \quad (2)$$

[0065] PMout 是经由 RF 发射机的相位调制器 115 传递给功率放大器 101 的 RF 输入端的预矫正相位信息。要注意,PMpre 信号取决于 AMout 信号,其相关性由符号 PMpre(AMout) 表示。

[0066] 现在,论述将进一步涉及用于确定分别产生信号 AMpre 和 PMpre 的两个查找表 107、111 的内容的技术。将描述两个不同的实施例:一个在本文中称作“三角波方法”以及另一个在本文中称作“调制方法”。

[0067] 图 2 说明如何配置图 1 的装置以便使功率放大器失真能够被表征。AM/AM 预矫正 LUT 107 和 AM/PM 预矫正 LUT 111 基本上均被禁用。因此,AMout = AMref 以及 PMout = PMref。

[0068] 首先来看采用三角波方法的实施例,如名称所暗示的,三角波或者线性斜坡用作幅度调制的参考信号 AMref。相位参考信号 PMref 设置为恒定。

[0069] 再次考虑图 1,AM 通路可描述为

[0070]

$$\text{AMmeas} = \text{AMout} + \mathcal{H}_{\text{AMAM}}\{\text{AMout}\} \quad (3)$$

[0071] 其中, $\mathcal{H}_{\text{AMAM}}$ 是引起功率放大器 101 中的 AM/AM 失真的函数。为了包含预矫正的效果,我们采用等式 (1) 来求等式 (3) 的值,得

[0072]

$$\text{AMmeas} = \text{AMref} + \text{AMpre} + \mathcal{H}_{\text{AMAM}}\{\text{AMout}\} \quad (4)$$

[0073] 从等式 (4) 中清楚看到,选择

[0074]

$$\text{AMpre} = -\mathcal{H}_{\text{AMAM}}\{\text{AMout}\} \quad (5)$$

[0075] 将在图 1 的电路中产生 AMmeas = AMref,由此用来补偿功率放大器 101 引入的 AM 失真。

[0076] 为了找出要使用什么 AM 预矫正,我们把 AMmeas (即功率放大器模块的输出上测量的 RF 包络) 与 AMref (即 AM 参考信号) 进行比较。在时间上对齐两个信号之后,典型功率放大器的结果可能看起来如图 3 的图表所示。

[0077] 这些曲线表示 AMmeas 与 AMref 之间的关系。希望知道要采用什么 AMref 以便获得某个 AMmeas,所以按照图 4 的图表所示重新排列信息是有帮助的,其中 AMref 处于垂直

(即 y) 轴, 而 AMmeas 处于水平 (即 x) 轴。

[0078] 这时可计算幅度预矫正。采用等式 (3) 和 (5), 并且记住在预矫正表征阶段中 $AM_{out} = AM_{ref}$, 得

$$[0079] \quad AM_{pre} = AM_{ref} - AM_{meas} \quad (6)$$

[0080] 图 5 是图表, 说明这些实例中使用的功率放大器的 AM 预矫正 (即 AM_{pre} 与 AM_{meas} 之间的关系)。

[0081] 预矫正表征技术的第二部分确定要用于 AM/PM 预矫正 LUT 111 中的 PM 预矫正。如前面所述, 三角波方法采用三角波或线性斜坡作为幅度调制的参考信号。但相位参考信号设置为恒定的。

[0082] 参照图 1, PM 通路的输入输出关系可表示为

[0083]

$$PM_{meas} = PM_{out} + \mathcal{H}_{AMPM}\{AM_{out}\} \quad (7)$$

[0084] 其中, $\mathcal{H}_{AMPM}$ 是引起 AM/PM 失真的函数。采用等式 (2) 来求等式 (7) 的值, 得

[0085]

$$PM_{meas} = PM_{ref} + PM_{pre} + \mathcal{H}_{AMPM}\{AM_{out}\} \quad (8)$$

[0086] 从其中清楚看到, 选择

[0087]

$$PM_{pre} = -\mathcal{H}_{AMPM}\{AM_{out}\} \quad (9)$$

[0088] 将产生 $PM_{meas} = PM_{ref}$, 由此用于补偿相位失真的预期目的。

[0089] 为了找出要使用什么 PM 预矫正, 把信号 PM_{meas} (即 PA 模块的输出上测量的 RF 信号的相位) 与 PM_{ref} 信号 (即相位参考信号) 进行比较。对于典型功率放大器, 结果可能看起来如图 6 的图表所示。

[0090] 这时可计算相位预矫正。采用等式 (7) 和 (9), 并且记住在表征中 $PM_{out} = PM_{ref}$, 得到

$$[0091] \quad PM_{pre} = PM_{ref} - PM_{meas} \quad (10)$$

[0092] 图 7 是图表, 说明这个实例中使用的功率放大器的 PM 预矫正, 即信号 PM_{pre} 与信号 AM_{ref} 之间的关系。

[0093] 描述现在将集中于用于确定适当 AM/AM 和 AM/PM 预矫正的一个备选实施例, 其中一个在本文中称作“调制方法”。如名称表示的那样, 调制 (例如 EDGE) 信号在这种情况下用作参考信号, 来代替三角波。EDGE 信号采用 $3\pi/8$ -8PSK 调制。这意味着, 信息的某个部分处于发射信号的幅度 (包络) 中, 以及某个部分处于发射信号的相位中。换言之, 这是 AM 和 PM 的组合。图 8 是典型 EDGE 信号的简图。将会观察到, 星座点在同相 / 正交相位 (I/Q) 平面的各个幅度和相位上定义。

[0094] 图 9 说明 EDGE 调制信号的功率谱特性。垂直轴表示功率谱密度 (PSD), 以 dB 表示; 以及水平轴是与载波的频率距离, 以 Hz 表示。虚曲线表示对“归因于调制的频谱”的要求。

[0095] 因此, 当 EDGE 调制信号作为图 2 所示配置中的参考信号施加时, 在输入端提供两

个信号：一个具有 EDGE 幅度部分，以及一个具有 EDGE 相位信息部分。从其中导出 / 生成预矫正表的测量数据与“三角波”情况相比看起来相当不同，但是从自动化角度来看，在“三角方法”与“调制方法”之间没有差别。此外，LUT 条目的生成期间使用的算法也可能相同，这将在以下论述中看到。

[0096] 通过上述技术的任一种得到的预矫正结果可按照不同方式来使用：

[0097] 1. 作为查找表，其中具有用于充分量化失真的足够点。

[0098] 2. 采用更少的点和内插。

[0099] 3. 作为从其中生成多项式的表。

[0100] 现在，论述将集中于与项目编号 2) 相关的方面。

[0101] 希望让功率放大器表征过程既迅速又准确，并且具有低噪声。此外，一旦已经找出所需预矫正曲线，它们需要以有限的表大小在现实系统中实现。因此，现在，论述将集中于结合快速表征和小型表的部件及方法。

[0102] 假定通过三角方法生成的 AM/AM 表征已经产生例如图 10 所示的 AM 预矫正曲线，其中已确定 AM_{pre} 描绘成 AM_{meas} 的函数。显然，在已确定 AM_{pre} 中存在大量噪声。

[0103] 如果某种滤波或求平均已经添加到测量系统中，则可减小噪声。但是，求平均花费时间，并且时间耗费金钱 - 特别是在计算每一秒的生产线上。此外，在测量设置中添加（更多）滤波要求了解要滤波的内容，但是情况不一定始终是这样。如果决定在进行测量的计算机中加入数字后滤波，则同样适用。

[0104] 因此，根据另一个方面，现在描述在本文中称作“数据提取”的技术，它从例如图 10 所示的那些有噪结果中确定用于生成预矫正的查找表（例如图 1 所示的查找表）中使用的有用数据点的集合。在以下步骤中描述“数据提取”过程的一个示范实施例。

[0105] 1. 首先，查找 x 轴上的最高值 max(x)。采取图 10 所示的结果作为实例，这表示找出 max(AM_{meas})，它大约为 0.45。

[0106] 2. 随后，把 x 轴分为多个间隔。如果将采用具有 E 个条目的表，则采用 E 个间隔。各间隔的中心之间的距离将为 $\text{Step} = \max(x)/E$ ，或者更一般来说， $\text{Step} = [\max(x) - \min(x)]/E$ （如果 x 的最小值不等于零）。

[0107] 3. 选择 x 轴上的某个值 Start，应当从那里开始信号处理。还判定要使用什么 IntervalSize（间隔大小）。这两个参数的值应当经过选择，使得第一间隔的下限 ($\text{LowLimit} = \text{Start} - \text{IntervalSize}/2$) 以及第一间隔的上限 ($\text{HighLimit} = \text{Start} + \text{IntervalSize}/2$) 可被定义，而没有终止在不是有效的值上。换言之，在这个实例中，我们必须选择 Start，使得 $\text{LowLimit} > \min(\text{AM}_{\text{meas}})$ 以及 $\text{HighLimit} < \max(\text{AM}_{\text{meas}})$ 。如果变量 Mid 被定义为间隔中间的值，则这表示在用以开始过程的间隔中 $\text{Mid} = \text{Start}$ 。

[0108] 4. 信号处理以确定（并计算）测量信号的样本的哪一个（以及多少个）满足以下条件来开始： $\text{Start} - \text{IntervalSize}/2 < \text{AM}_{\text{meas}} < \text{Start} + \text{IntervalSize}/2$ 。结果保存在向量中，在这个实例中，所述向量称作“关注”。向量“关注”的元素包括应当进一步调查的样本对 $(x, y) = (\text{AM}_{\text{meas}}, \text{AM}_{\text{pre}})$ 的样本号（例如位置）。“关注”的向量长度是将在步骤 5 中使用的平均因子 F。

[0109] 5. 计算各间隔 i 中的 AM_{pre} 的平均值：

[0110] $\text{AM}_{\text{pre, Avg, } i} = \text{mean}\{\text{AM}_{\text{pre}}|_i\} = \text{sum}\{\text{AM}_{\text{pre}}|_i\}/F$

```

[0111] 6. 对于间隔  $i$ , 这时已计算  $AM_{pre}$  的加权平均值, 从而滤除点  $(x_i, y_i) = (Mid_i, AM_{pre_{Avg, j}})$ 。
[0112] 7. 对于所有其余间隔重复步骤 4-6。
[0113] 下面说明提取算法可如何在 Matlab® 中实现的一个实例:
[0114] %
[0115] NumSteps = 32;
[0116] Xmax = Amlevel; (sets highest Amplitude)
[0117] Step = Xmax/NumSteps;
[0118] IntervalSize = Xmax/16;
[0119] LowLimit = Xmax;
[0120] interesting = [];
[0121] number_of_amples_AMpredist = zeros(1, NumSteps);
[0122] sum_AM_predist = zeros(1, NumSteps);
[0123] Mid_old = Xmax+Step;
[0124] for r = 1:NumSteps
[0125]     Mid_new = Mid_old-Step;
[0126]     HighLimit = Mid_new+IntervalSize/2;
[0127]     LowLimit = Mid_new-IntervalSize/2;
[0128]     interesting = find(AM_meas > LowLimit & AM_meas < HighLimit);
[0129]     number_of_amples_AMpre(r) = length(interesting);
[0130]     sum_AM_predist(r) = sum(AM_predist(min(interesting):max(interesting)));
[0131]     AM_predist32(r) = sum_AM_predist(r)/number_of_samples_AMpre(r);
[0132]     AM_meas32(r) = Mid_new;
[0133]     Mid_old = Mid_new;
[0134] end
[0135] %

```

[0136] 图 11a 和 11b 说明其中已经对图 10 所示的数据使用提取算法的一个实例。在这个情况中, 使用 32 个间隔。图 11a 说明原始 AM_{pre} 对 AM_{meas} 曲线 (灰线) 以及还说明由求平均算法所产生的点 $(x_i, y_i) = (Mid_i, AM_{pre_{Avg, i}})$ (表示为黑点)。图 11b 说明各相应间隔 ($i = 1$ 至 32) 中使用的平均因子 F_i 。

[0137] 当预矫正表用于应用时, 某种内插必须用于在点与其最接近的相邻点之间“填充间隙”。作为一个实例, 图 12 说明施加到通过提取算法所产生的点 (黑点) 的线性内插 (黑实线) 的结果。为了便于比较, 它们被叠加到原始 AM_{pre} 对 AM_{meas} 曲线 (灰线) 上。可以看到, 提取算法能够从有噪测量结果中产生有效预矫正。

[0138] 当调制方法用来产生预矫正信息时, 提取算法对于确定要用于预矫正查找表的点集合同样有用。为了更好地理解这些益处, 考虑其中的 EDGE 调制信号用于调制方法的一个实例。在这时, 两个参考信号 - 一个用于 EDGE AM 部分以及一个用于 PM 部分 - 具有 1MHz 的

区域中的频率分量。EDGE 信号的性质将使参考值（例如 AMref）与测量值（例如 AMmeas）之间的关系是变化的。因此，AM 和 PM 预矫正曲线看起来分别如图 13 和图 14 所示。显然，即使从调制方法中得到无噪结果，要添加的 AM 预矫正与 AM 预矫正之间仍然存在非函数关系。因此，不存在用以构造预矫正查找表的点的直接视在集合。但是，提取算法能够通过这个数据的全部进行归类，从而导出 AM 预矫正以及 PM 预矫正的相关点。

[0139] 这通过图 15a 来说明，它是示范图表，说明对图 13 所示的 AM 预矫正数据应用提取算法的结果。还说明了生成点之间的线性内插的结果。图 15b 是图表，说明图 13 所示图表的各相应间隔（ $i = 1$ 至 33）中使用的平均因子 F_i 。

[0140] 类似地，图 16a 是示范图表，说明对图 14 所示的 PM 预矫正数据应用提取算法的结果。还说明了生成点之间的线性内插的结果。图 16b 是图表，说明图 14 所示图表的各相应间隔（ $i = 1$ 至 33）中使用的平均因子 F_i 。

[0141] 如前面所述，三角方法以及调制方法均涉及把测量结果与所施加参考信号进行比较。为了取得最佳结果，这种比较应当在首先已经对两个信号进行时间对齐之后再行进行。现在将提供若干技术用于对齐参考和测量信号。

[0142] 这些技术的第一种在本文中称作“下跌处技术”。如名称所表示的那样，这种技术在调制中采用 AM 或 PM 下跌处（取决于希望对齐哪一种类型的调制）来找出最佳对齐。作为一个实例，图 17a 表示说明 EDGE 参考信号的 PM 部分的图表 1701 以及说明当采用例如图 2 所示的配置（即没有预矫正的配置）时的输出的测量 PM 部分的另一个图表 1703。下跌处技术的目的是确定什么时间移位可应用于图表之一，以便最佳地排齐在相应信号中明显的下跌处。

[0143] 图 17b 是用于执行下跌处技术的示范过程的流程图。例如，此过程可以进行粗略/粗时间对齐（例如采用数学相关）开始（步骤 1751）。图 17b 中的框 1751 以虚线表示，以表明这个步骤是可选的。

[0144] 下一个步骤是找出低于某个等级（门限）的两个曲线的每个（即分别为参考曲线 1701 和测量曲线 1703）中的所有下跌处（最小值）（步骤 1753）。也就是说，选择门限值，以及曲线上低于那个门限等级的所有点被确定为属于下跌处的部分。对于参考曲线中的下跌处的每个（“选择”步骤 1755 结合判定框 1761），尝试找出可能与参考曲线 1701 中的“参考下跌处”对应的测量曲线 1703 中的下跌处（步骤 1757）。如果找到似乎匹配“参考下跌处”的“测量”下跌处，则我们得到“下跌处对”。下一个步骤将是找出每对下跌处之间的定时失配（步骤 1759）。在已经分析所有下跌处之后（判定框 1761 的“否”路线），最终对需要什么时间调节（ Δt ）来对齐测量曲线和参考曲线作出决定（步骤 1763）。

[0145] 对 Δt 的适当值作出决定的一个可能的基础是平均值：

$$[0146] \quad \Delta t_{\text{avg}} = (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_{N-1} + \Delta t_N) / N$$

[0147] 假定已经找到 N 对下跌处。在时间是关键系统中，可能无法准确执行 Δt_{avg} 表示的移位量，因为 Δt_{avg} 是实数。因此，如果 T_s 是样本周期，则可采用 $k_{\text{avg}} \cdot T_s$ （其中 k_{avg} 为整数）作为 Δt_{avg} 的近似值。 k_{avg} 的值可确定为：

$$[0148] \quad k_{\text{avg}} = \text{ROUND}(\Delta t_{\text{avg}} / T_s)$$

[0149] 其中，“ROUND(x)”是找出变元 x 的最接近整数值的函数。 k_{avg} 的值则表明理想时间移位所对应的离散时间步长的数量。

[0150] 对 Δt 的适当值作出决定的一个备选基础是多数判定法。也就是说,对于每对下跌处 p ,确定时间调节对应于多少样本 k 。如果 T_s 是样本周期,则对于样本对 p 可写作 $\Delta t_p \approx k_p \cdot T_s$ 。在检查所有对之后,过程则确定 k 的哪一个值最通用。

[0151] 用于对齐参考和测量信号的一种备选技术在本文中称作“扩展技术”。这种技术非常准确,并包含分析 AM/AM 和 / 或 AM/PM 失真。当信号、如 EDGE 调制信号在表征过程中用作参考信号时,在这些曲线中将始终存在“扩展”。本文所使用的术语“扩展”表示对于测量 AM 信号(对于 AM 预矫正曲线)或者 AM 参考信号(对于 PM 预矫正曲线)的任何给定值所需预矫正的最大量与预矫正的最小量之间的差异。例如参见图 13 和图 14。作为一个实例,考虑其中的测量 AM 信号(以“伏特”单位表示)等于值 0.5 的 AM 预矫正曲线上的点。在这里,必要的 AM 预矫正的最小量大约为 0.03,以及必要的 AM 预矫正的最大量大约为 0.046。这个点上的扩展因而为 $0.046 - 0.03 = 0.016$ 。可执行类似计算来确定测量 AM 信号的其它值上的扩展,使得可生成表示 AM 参考信号的各个值对应的扩展的曲线。

[0152] 在预矫正曲线中找到的扩展量与生成预矫正曲线时使参考和测量信号时间对齐的良好程度相关;使它们更多地对齐,则扩展更小。这种属性可用来找出参考与测量信号之间的适当对齐。此过程包括在方法上使参考和测量曲线相互之间移位,并确定对于对应预矫正曲线的扩展的所得影响。如果对测量结果抽样,则 Δt 的时间延迟在满足以下两个不等式时可被认为是最佳的:

$$[0153] \quad \text{Spread}(kT_s) < \text{Spread}((k-1)T_s)$$

$$[0154] \quad \text{以及}$$

$$[0155] \quad \text{Spread}(kT_s) < \text{Spread}((k+1)T_s)$$

[0156] 其中, k 是样本数量, T_s 是样本周期,以及扩展被定义为:

$$[0157] \quad \text{Spread}(\text{AMref}) = \max\{\text{Predist}(\text{AMref})\} - \min\{\text{Predist}(\text{AMref})\} \quad (11)$$

[0158] 对齐对延迟扩展的影响如图 18a、18b 和 18c 所示,其中的每个包括绘制成各个不同时间对齐值的 AMref 的函数的信号(例如 EDGE 调制信号)的相位扩展($\text{PM}_{\text{meas}} - \text{PM}_{\text{ref}}$)的图表。图 18a 说明理想情况。在此图中,对于标识为 AMref1、AMref2 和 AMref3 的 AMref 的三个值示出延迟扩展。在这里,最大扩展处于 AMref2 附近。

[0159] 图 18b 说明测量信号和参考信号没有经过时间对齐时对延迟扩展发生的情况。在这里可以看到,AMref1 上的扩展(由双箭头的长度表示)对于这种情况比对于理想情况(图 18a)中的对应点大。

[0160] 图 18c 说明当定时误差变得更差时发生的情况 - 与图 18a 和图 18b 所示的对应扩展相比,扩展进一步增加,如点 AMref1 上更长的双箭头所示。

[0161] 在又一个备选方案中,以降低来自测量噪声的影响的方式重新定义 $\max\{\cdot\}$ 和 $\min\{\cdot\}$ 函数。设这些函数分别称作 $\max_{\text{NR}}\{\cdot\}$ 和 $\min_{\text{NR}}\{\cdot\}$ (其中下标“NR”表示噪声降低)。在以下步骤中说明这些函数及其使用的一个示范实施例:

[0162] 1. 采用 $\max\{\cdot\}$ 和 $\min\{\cdot\}$ 的传统定义,找到 $\text{Predist}_{\text{max}}(\Delta t) = \max\{\text{Predist}(\Delta t)\}$ 和 $\text{Predist}_{\text{min}}(\Delta t) = \min\{\text{Predist}(\Delta t)\}$ 。

[0163] 2. 把扩展计算为:

$$[0164] \quad \text{Spread}(\Delta t) = \text{Predist}_{\text{max}}(\Delta t) - \text{Predist}_{\text{min}}(\Delta t)$$

[0165] 3. 把 Predist 信号沿扩展的方向分为 M 个间隔,其中的每个部分为

[0166] $L = \text{Spread}/M$.

[0167] 4. 设 Predist_1 是间隔 $1:\text{Predist}_{\min}$ 至 $\text{Predist}_{\min}+L$ 中的全部值

[0168] 5. 设 Predist_M 是间隔 $M:\text{Predist}_{\max}-L$ 至 $\text{Predist}_{\max}$ 中的全部值

[0169] 6. 然后,把 $\min_{\text{NR}}\{.\}$ 、 $\max_{\text{NR}}\{.\}$ 和 $\text{Spread}_{\text{NR}}$ 定义为

[0170] $\min_{\text{NR}} = \text{avg}\{\text{Predist}_1\}$ (12)

[0171] $\max_{\text{NR}} = \text{avg}\{\text{Predist}_M\}$ (13)

[0172] $\text{Spread}_{\text{NR}} = \max_{\text{NR}} - \min_{\text{NR}}$ (14)

[0173] 等式 (14) 在有噪环境中将提供比等式 (11) 更可靠的结果,因为它利用一组低值和一组高值的平均值。这种滤波作用可通过改变数量 M 来调节。当 M 的值减小时,滤波作用得到增强。但是, M 应当设置为足够高,以便为参数 $\text{Spread}_{\text{NR}}$ 提供所要求精度。

[0174] 如果 AM/AM 和 AM/PM 都用来查找最佳对齐并且它们是不同的,则应当选择不同的对齐值 (即 AM 与 PM 参考之间的延迟)。

[0175] 已经描述了本发明的各个方面,现在将参照图 19 的流程图来描述用于生成测试中的功率放大器的预矫正查找表值的整个过程。无疑可以预计,这个过程将通过自动化机械 / 电路、例如在运行适当的指令集的可编程处理器的指导下执行。

[0176] 此过程通过在例如图 2 所示的配置中采用参考信号 AMref 运行功率放大器 /AM 调制器开始 (步骤 1901)。在功率放大器的输出上测量幅度 (AMmeas) 和相位 (PMmeas) 响应,其中所测量响应表示为 I 和 Q 值,或者表示为相位和幅度 (步骤 1903)。

[0177] AMref 对 AMmeas 信号应当设置为在峰值参考值上的某个比率,例如 $1:1$ (步骤 1905)。也就是说,结果经过归一化,使得它们可在相同标度上表示。

[0178] 将分别分析幅度和相位结果。因此,在测量响应以 I 和 Q 值的形式得到的情况中,它们应当被转换为幅度和相位值。首先来看幅度分析,采用多种技术的任一种、例如但不限于前面所述技术对 AMref 和 AMmeas 信号进行时间对齐 (步骤 1907)。

[0179] 测量数据经过换算以便适合给定基带表示的给定动态范围和分辨率 (步骤 1909)。例如,如果 8 位用来表示编号,则数据被换算为采用 256 个可能的等级 (范围从 0 到 255)。 AMref 值则被映射到 AMmeas 的对应值 (步骤 1911)。

[0180] 然后选择沿 AMref 曲线的 $M+1$ 个点,以及执行提取算法 (如前面所述) 以便产生 $M+1$ 个预矫正值 (步骤 1913)。

[0181] $M+1$ 个预矫正值则存储在用作 AM/AM 预矫正表的表中 (步骤 1915)。

[0182] 相位值以类似方式来处理。在步骤 1917 开始,采用多种技术的任一种、例如但不限于前面所述技术对 PMref 和 PMmeas 曲线进行时间对齐。

[0183] PMmeas 信号则以绝对值进行移位,但保持相对数据 (步骤 1919)。图 20a 和图 20b 说明在这个步骤中执行的移位的类型。图 20a 是进行任何移位之前绘制成时间的函数的 PMmeas 的图表。 PMref 在时间上是恒定的,并且在这个实例中设置为等于 0 度。测量相位与参考相位之间的最大差异为 $y = \text{PMmeas}_{\max 1}$; 以及最小差异为 $\text{PMmeas}_{\min}$ 。没有移位,则预矫正信号将必须跨越从 0 到 $\text{PMmeas}_{\max 1}$ 。

[0184] 图 20b 说明向下移动 $\text{PMmeas}_{\min}$ 的图 20a 的数据,它使基带中的分辨率能够以更有效的方式被使用。这是因为预矫正信号仅必须跨越从 0 到 $y2 = \text{PMmeas}_{\max 2} = \text{PMmeas}_{\max 1} - \text{PMmeas}_{\min}$ 。

[0185] 现在回到图 19, 然后选择沿 AMref 曲线的 L+1 个点, 以及执行提取算法 (如前面所述) 以便产生 L+1 个预矫正值 (步骤 1921)。

[0186] L+1 个预矫正值则存储在用作 AM/PM 预矫正表的表中 (步骤 1923)。

[0187] 本文所述的技术提供功率放大器的预矫正的快速校准, 从而实现例如包括具有样本变化的功率放大器调制器的发射机的低成本生产。这些技术还提供包括提取和平滑的准确单步预矫正及查找表生成。这些技术的使用产生优良的调制性能 (例如误差向量幅度和相邻信道功率比), 并放宽对于功率放大器在 AM/AM 和 AM/PM 失真方面的要求。

[0188] 已经参照具体实施例描述了本发明。然而, 本领域的技术人员非常清楚, 能够按照不同于上述实施例的具体形式来实现本发明。

[0189] 例如, 以不同方式所述的实施例已经假定采用以下各项的移动台: 1) 极性调制无线电体系结构; 以及 2) 采用查找表的预矫正。但是, 这些技术对于其它类型的系统也适用 (例如, 线性无线电体系结构、采用多项式的预矫正等)。

[0190] 因此, 所述实施例只是说明性的, 而决不当应当看作是限制性的。本发明的范围由所附权利要求、而不是由上述说明来给定, 以及落入本权利要求的范围之内的所有变更及等效方案均要包含在其中。

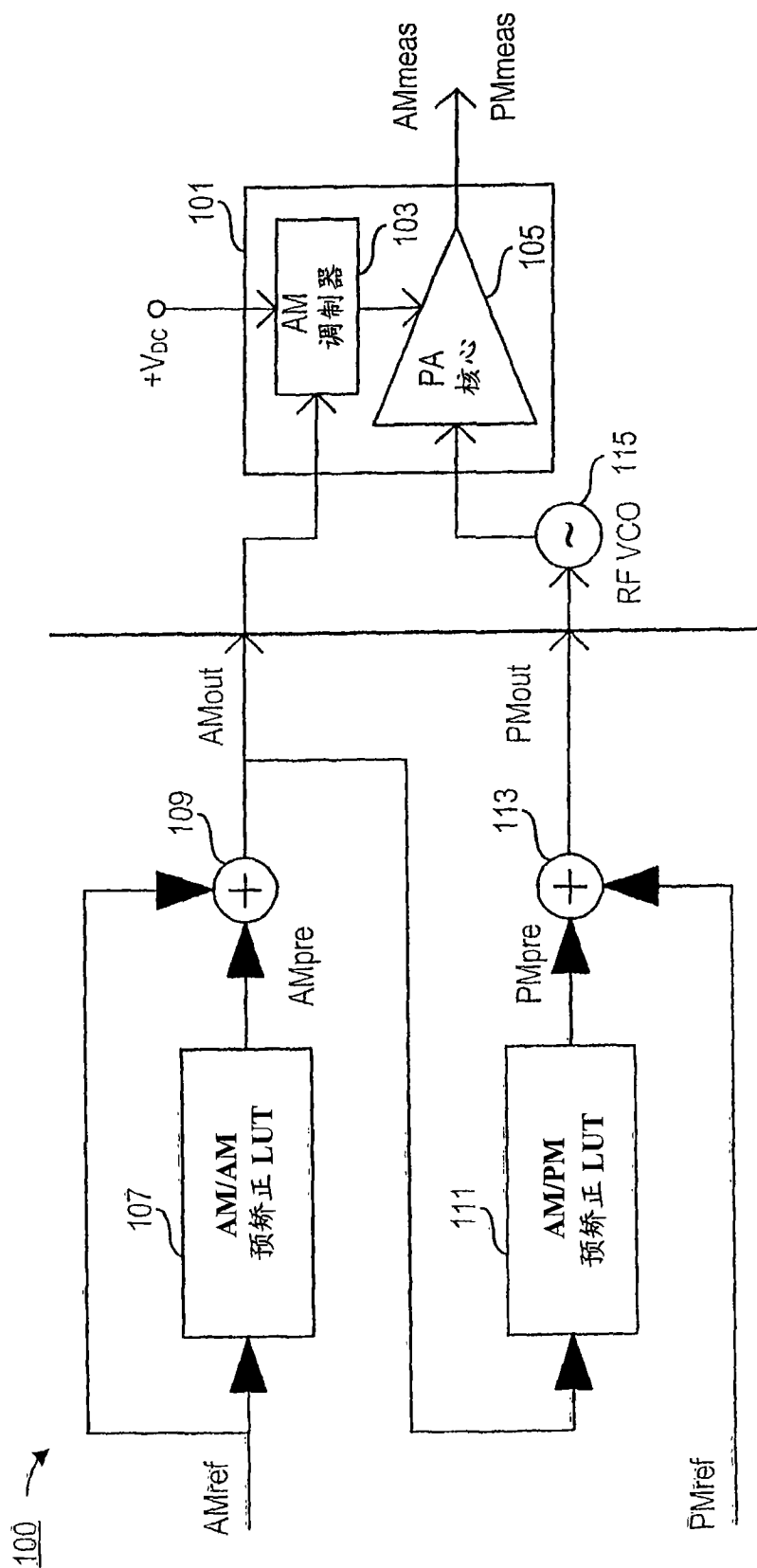


图 1

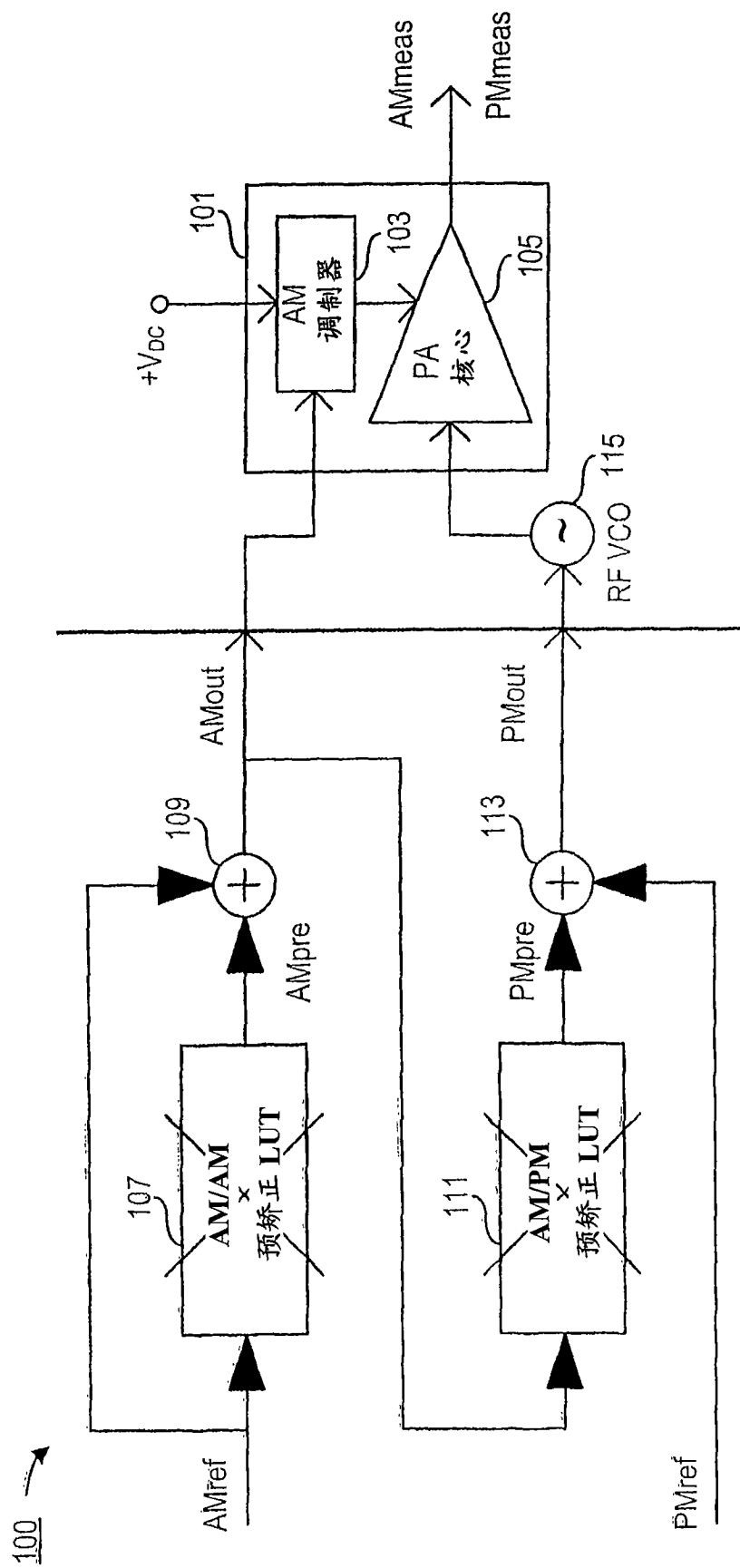


图 2

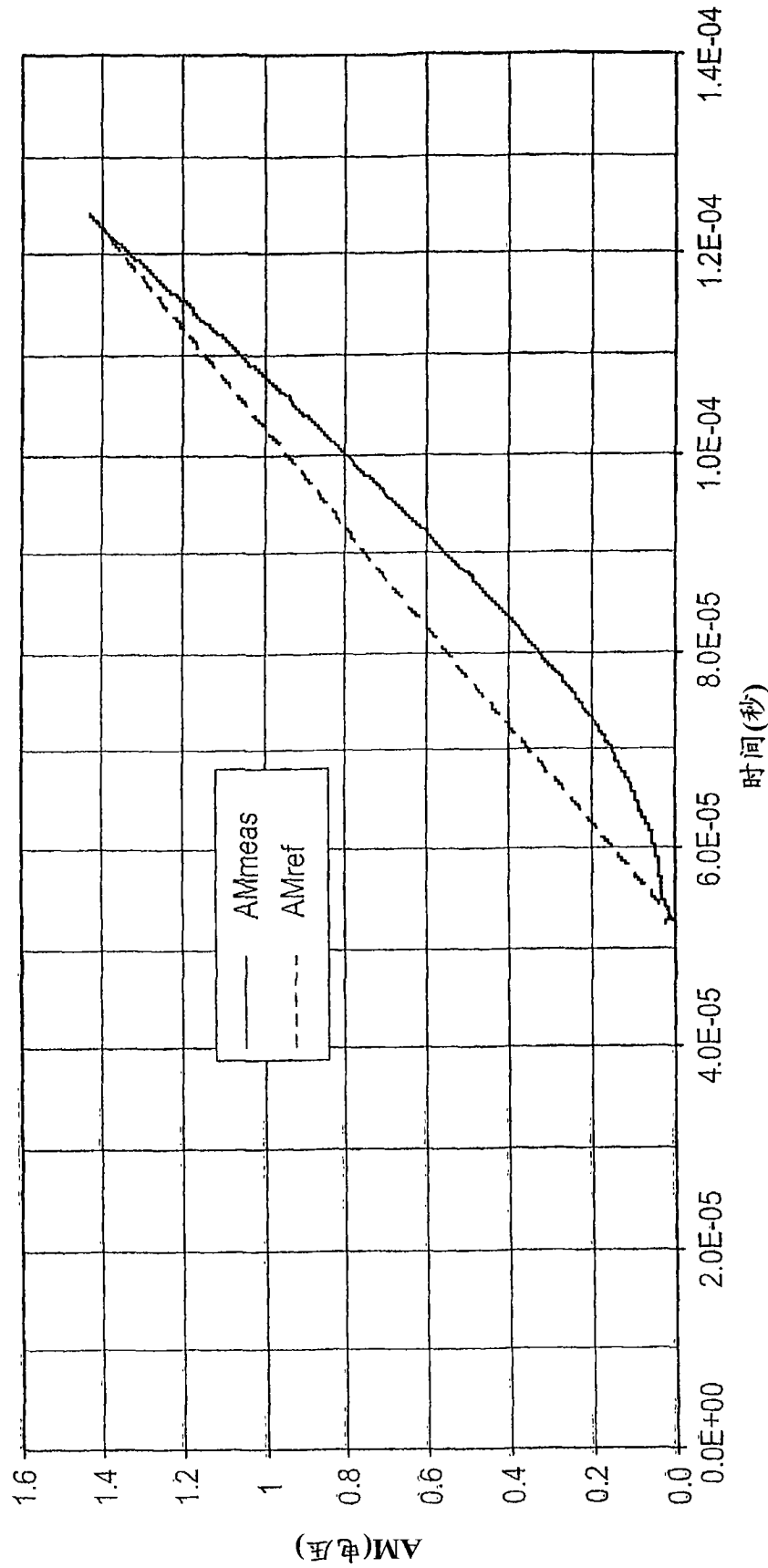


图 3

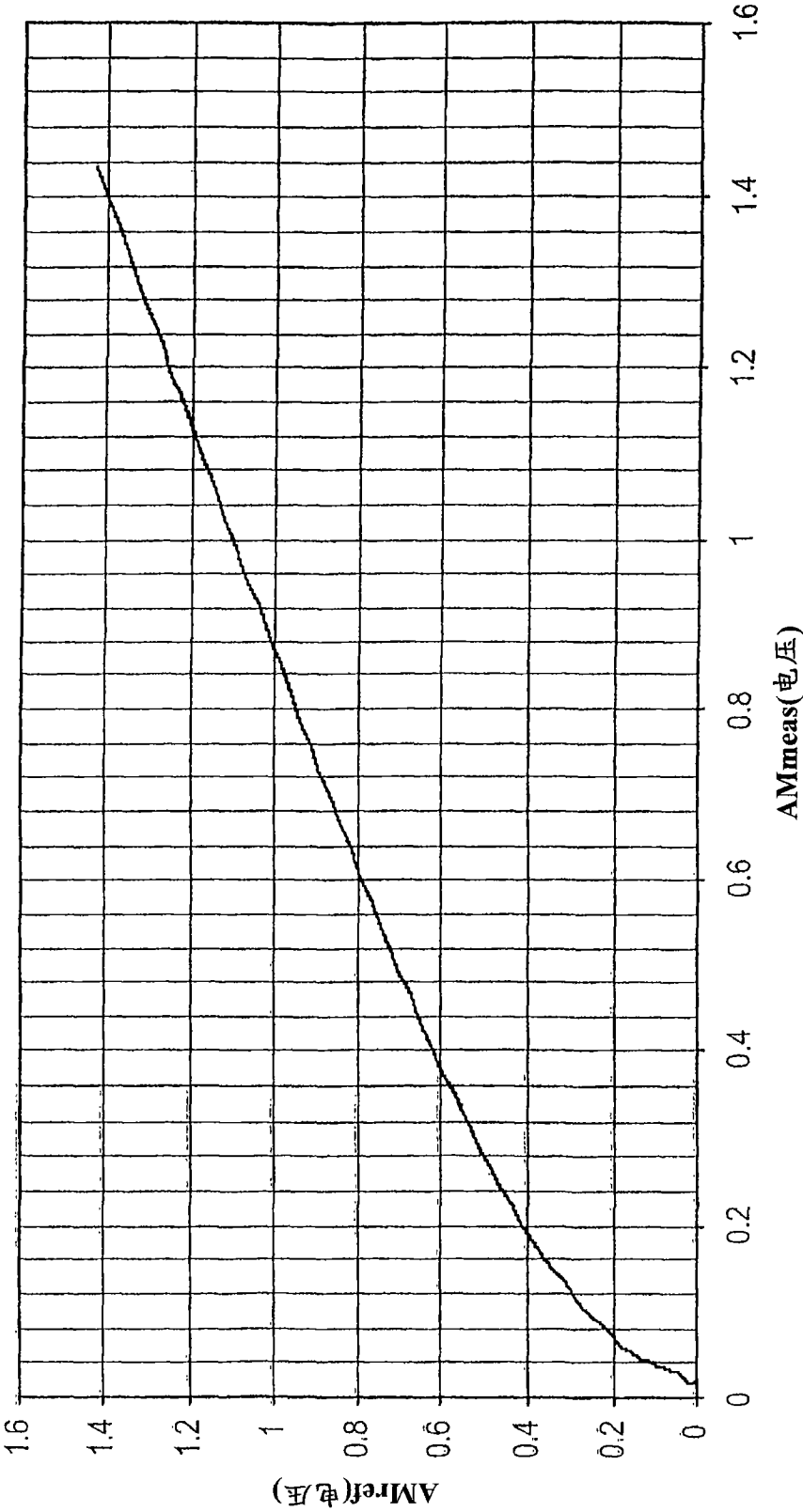


图 4

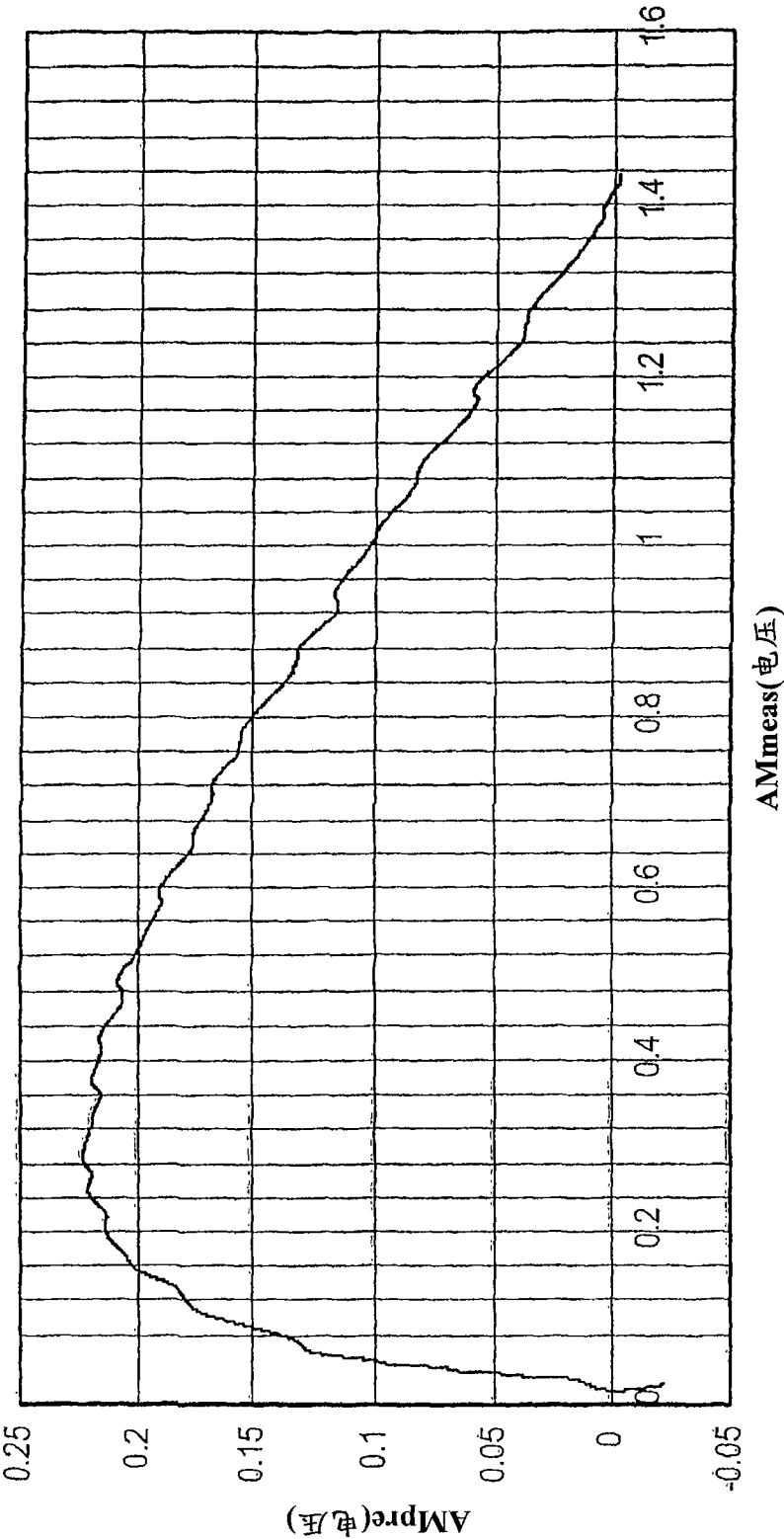
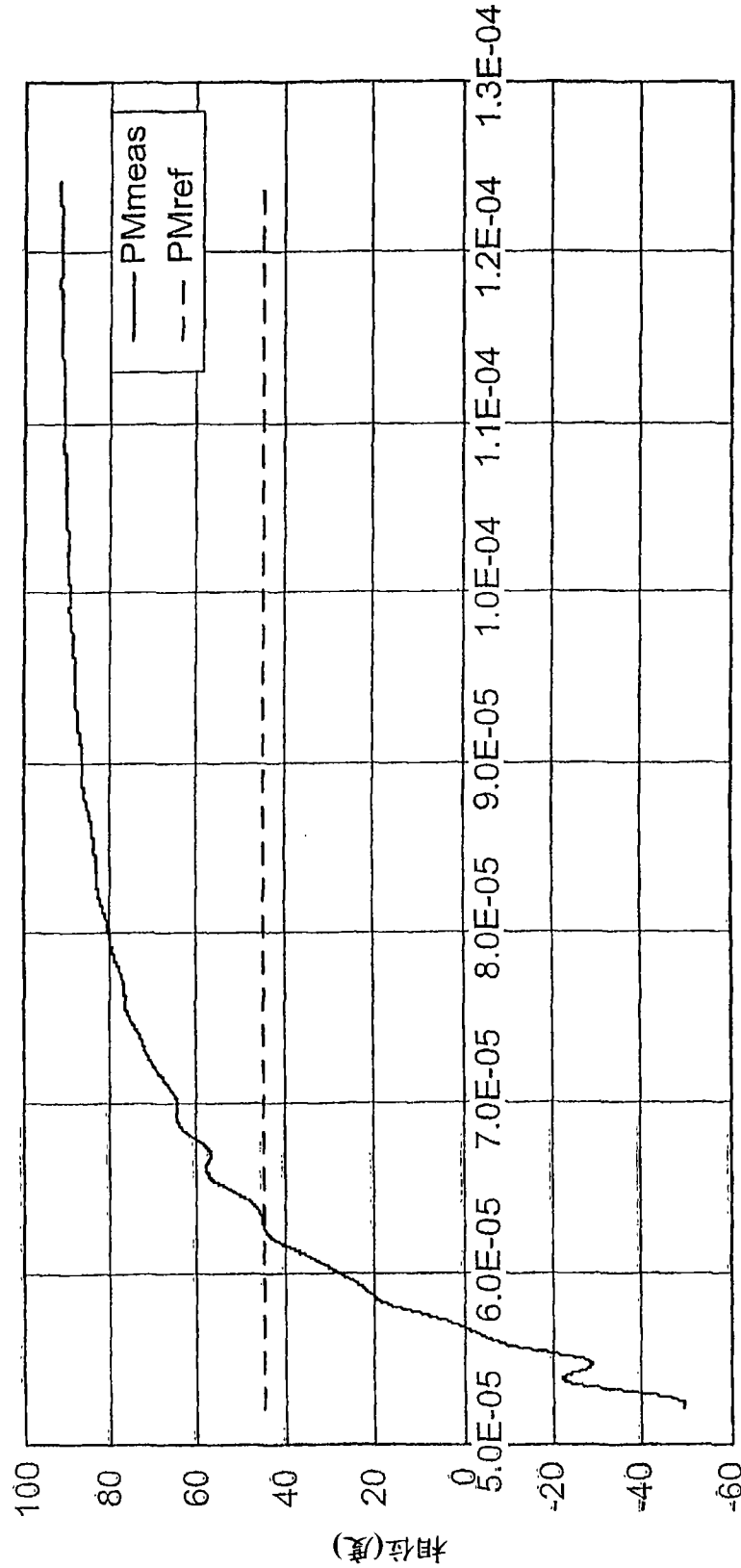


图 5



时间(秒)

图 6

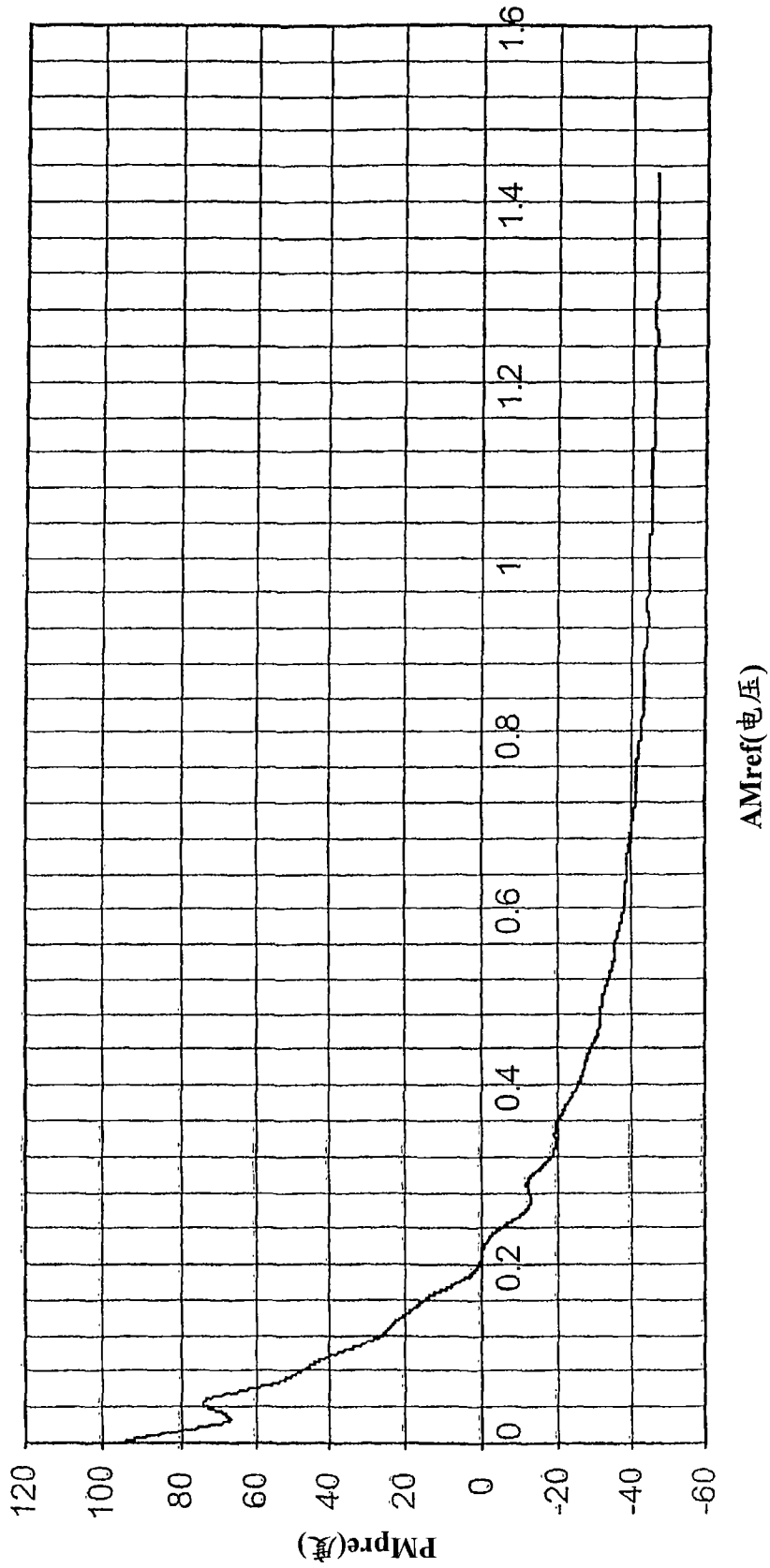


图 7

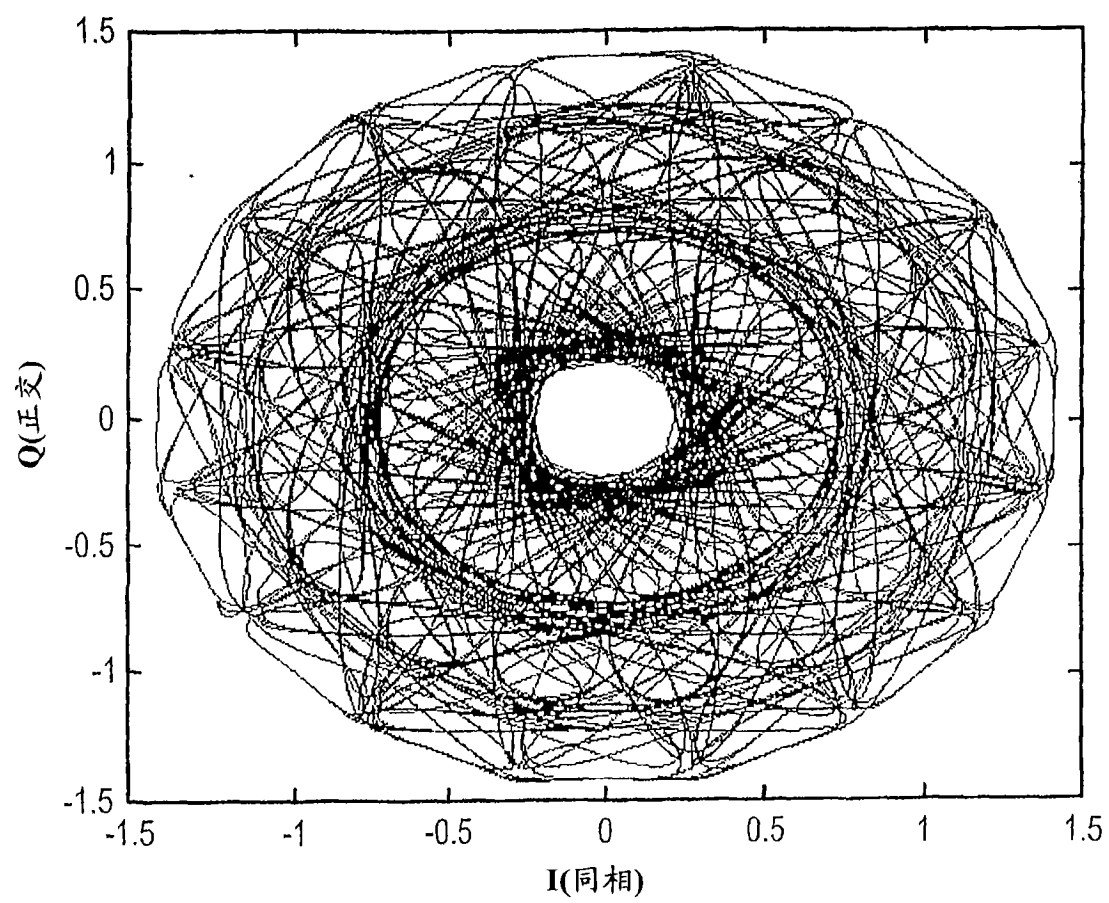


图 8

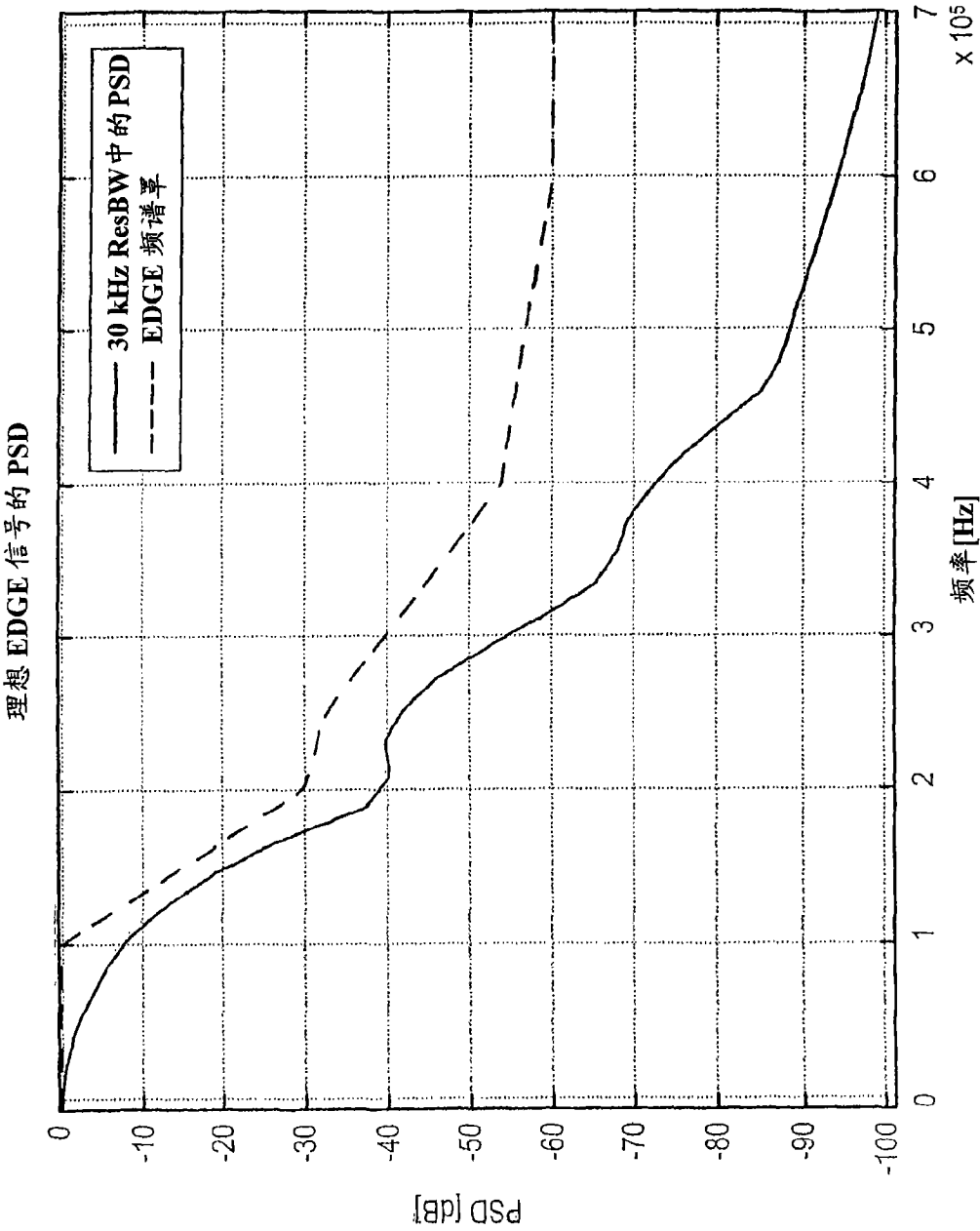


图 9

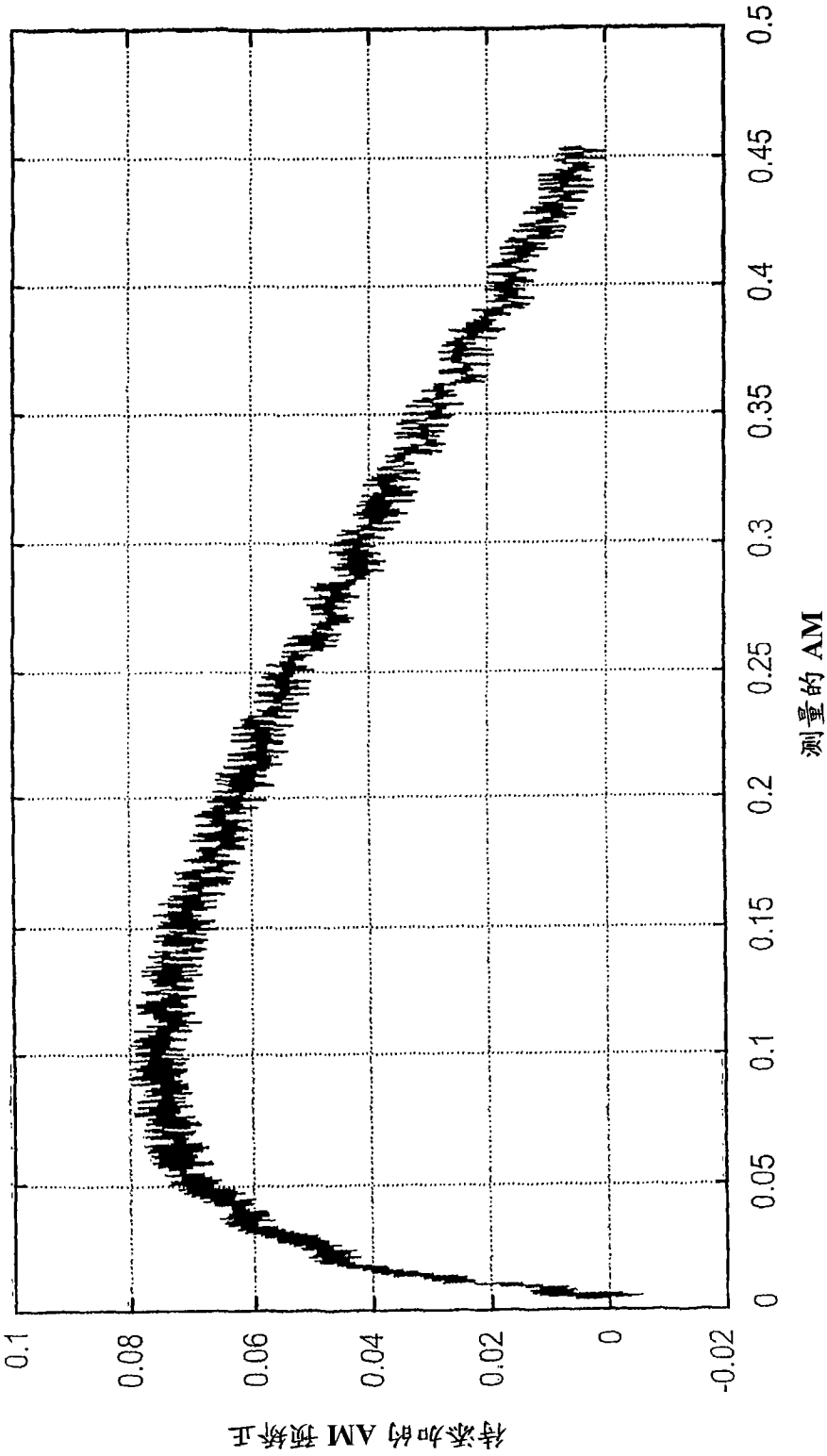


图 10

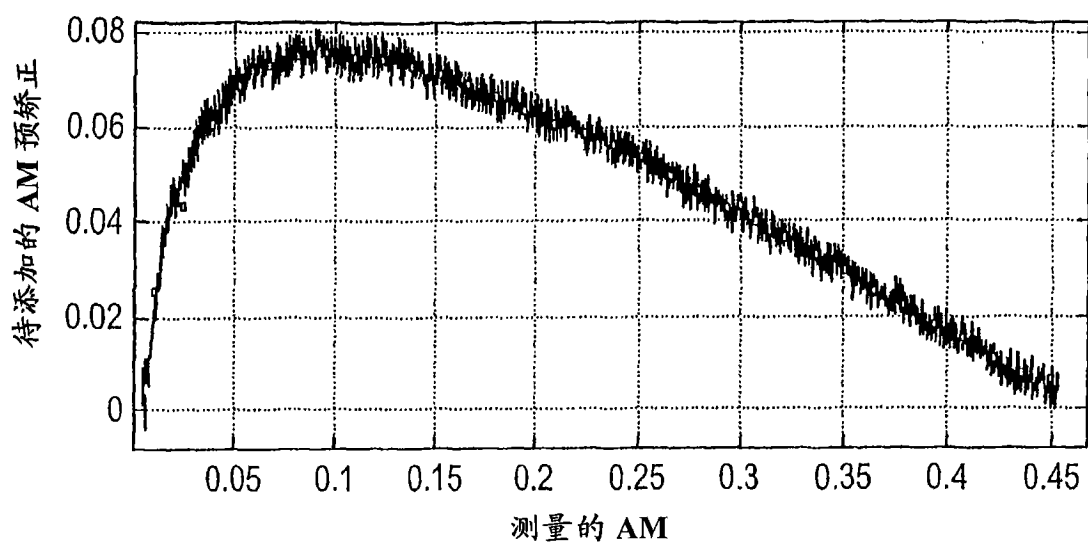


图 11a

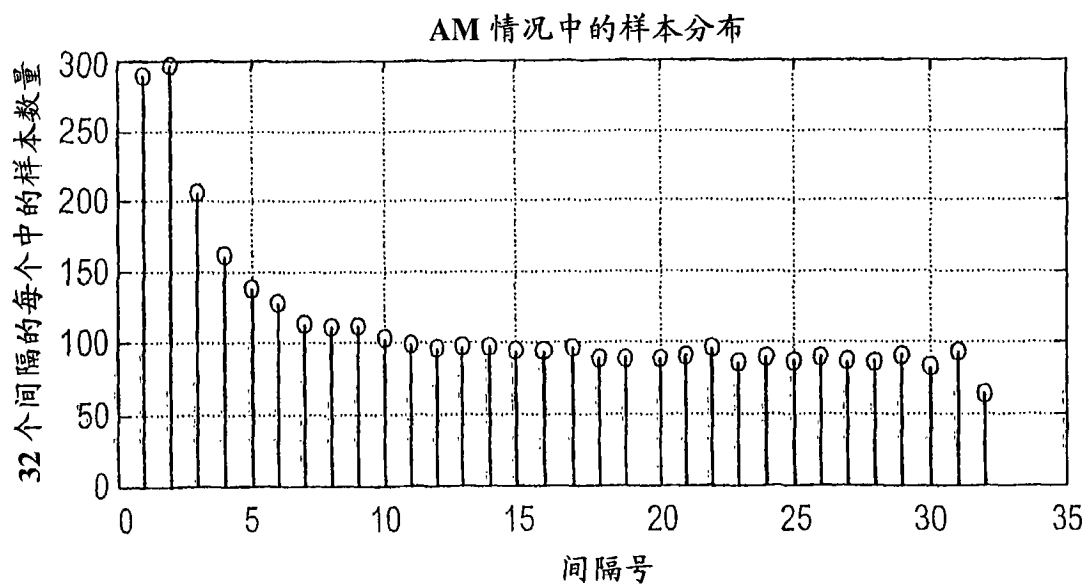


图 11b

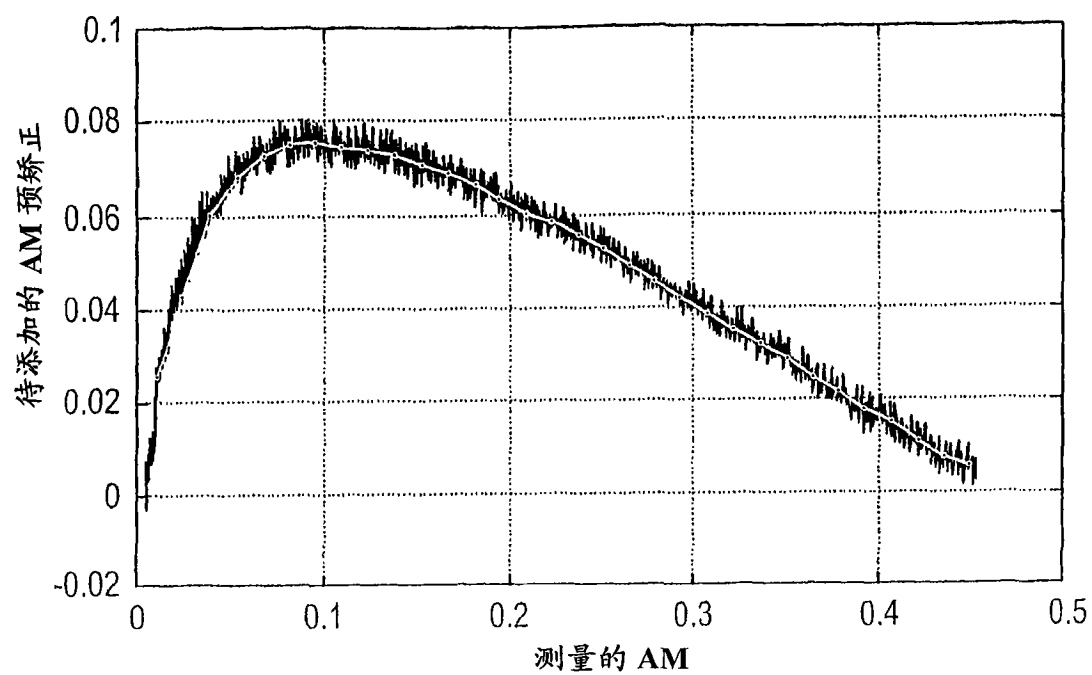


图 12

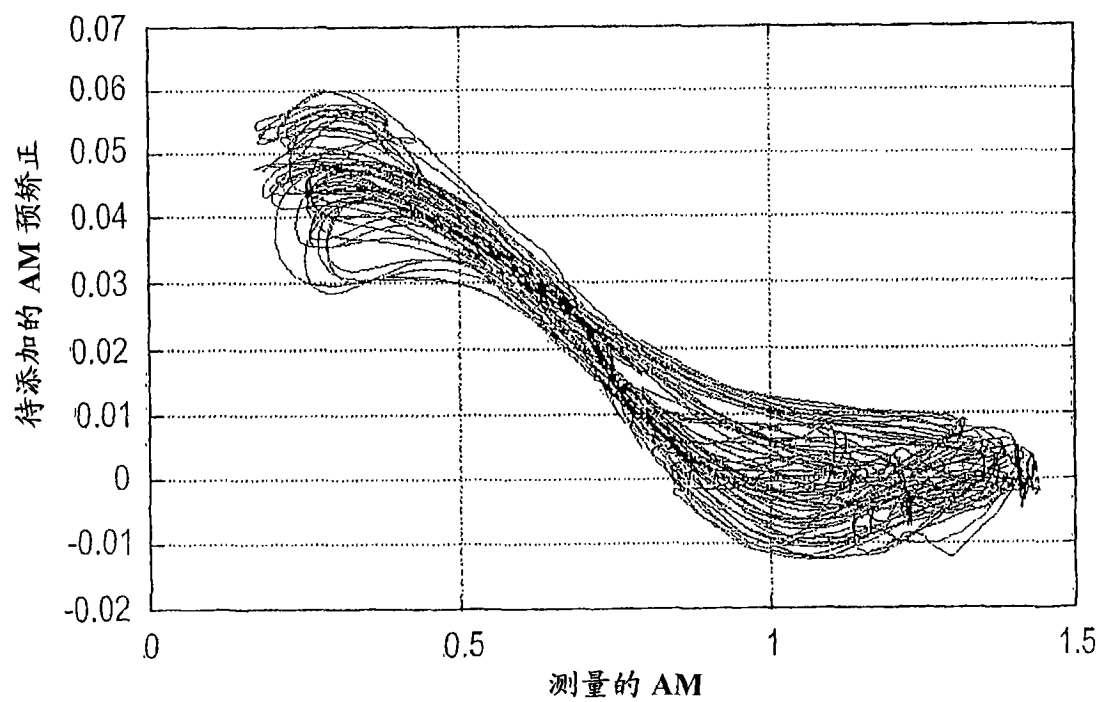


图 13

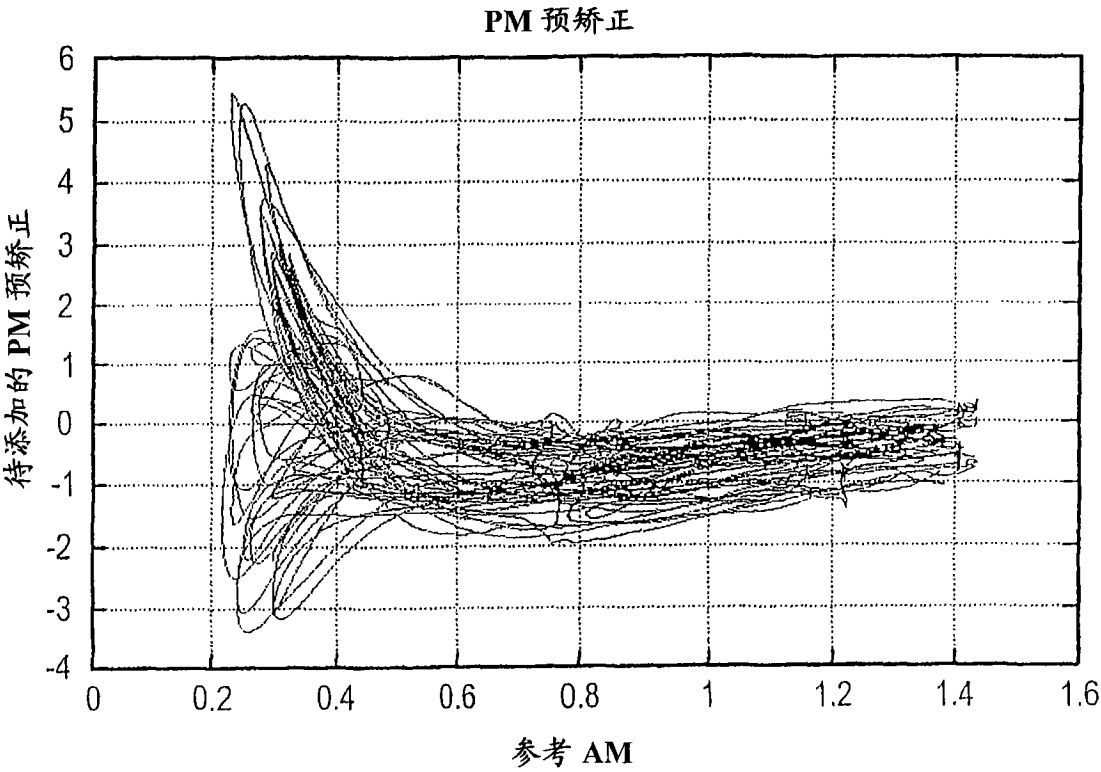


图 14

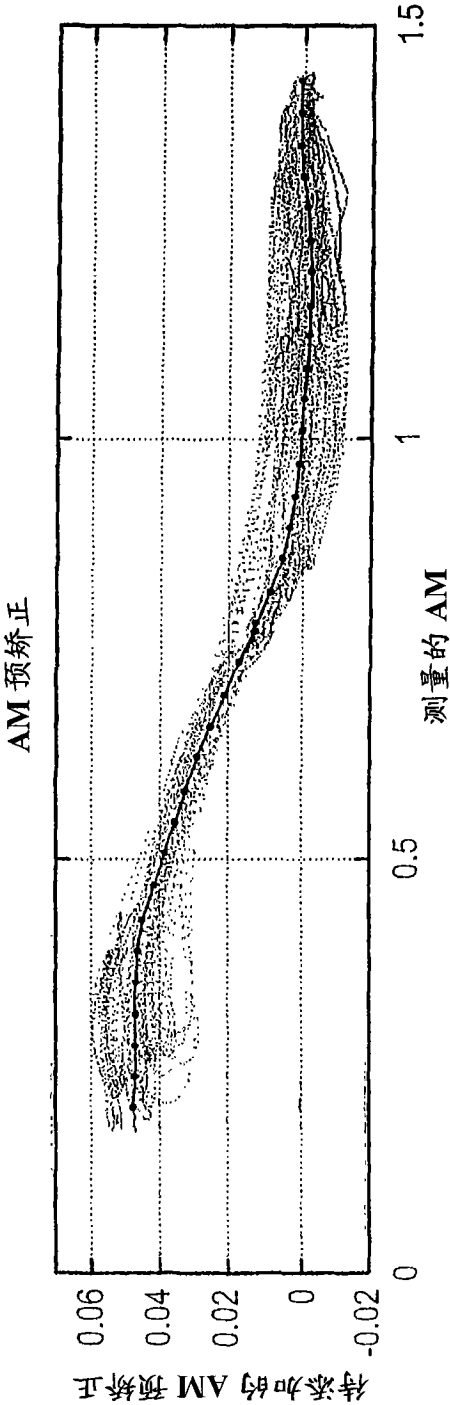


图 15a

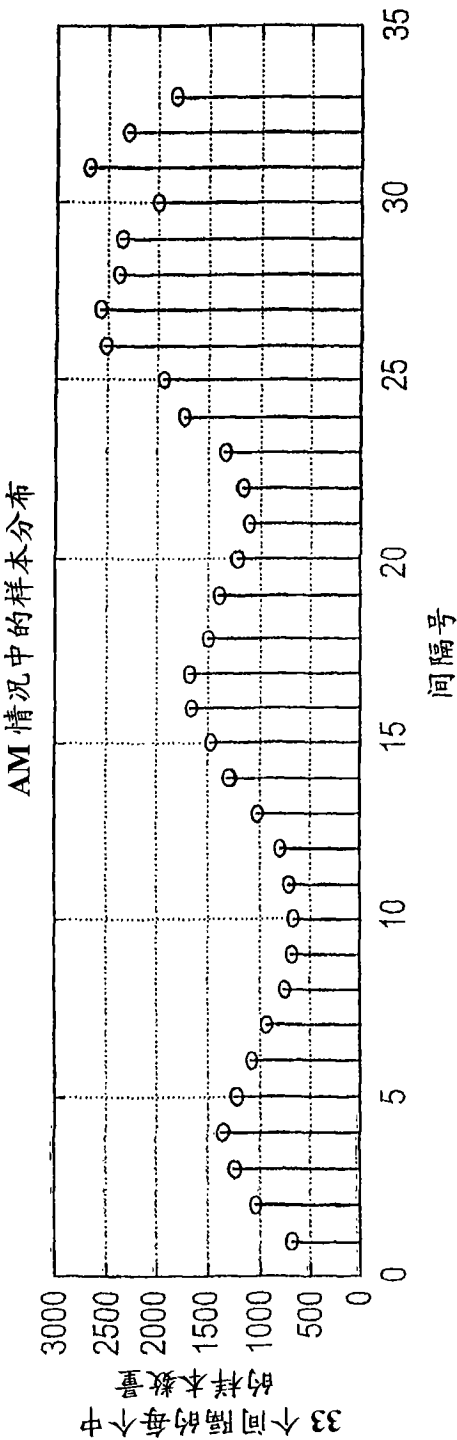


图 15b

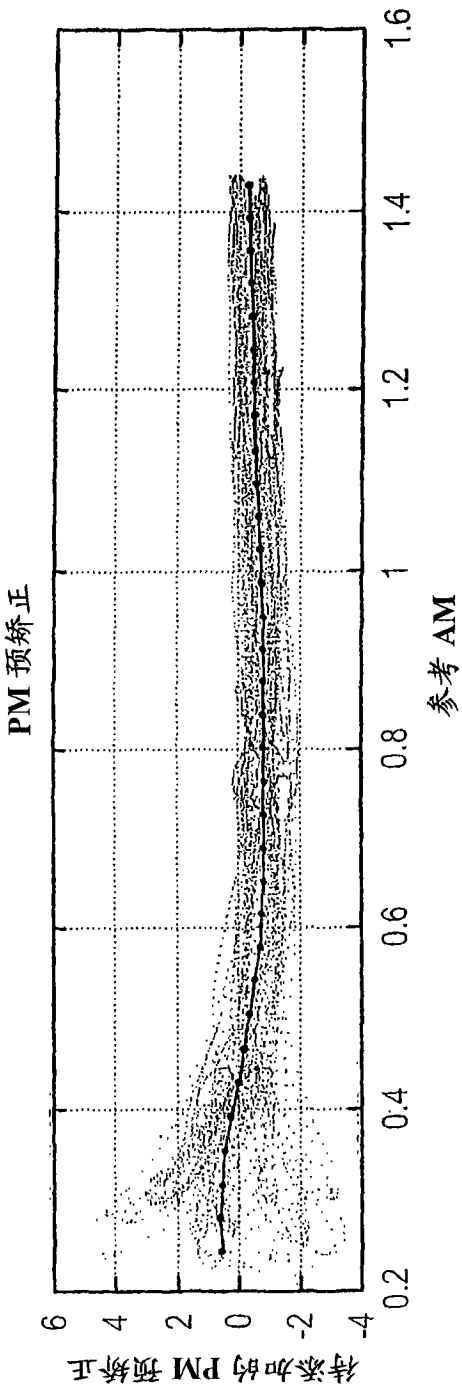


图 16a

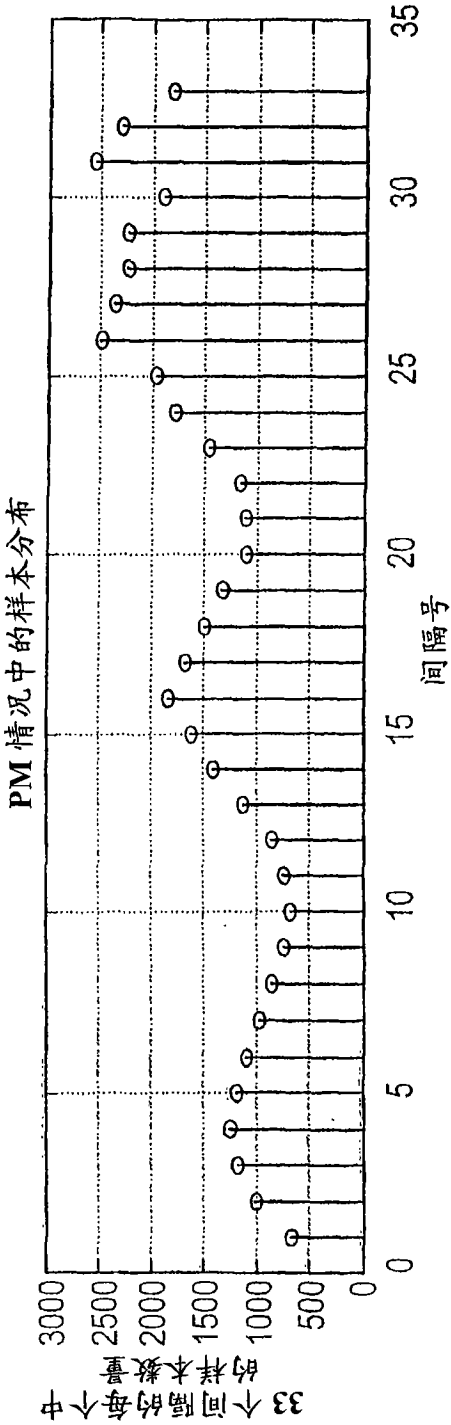
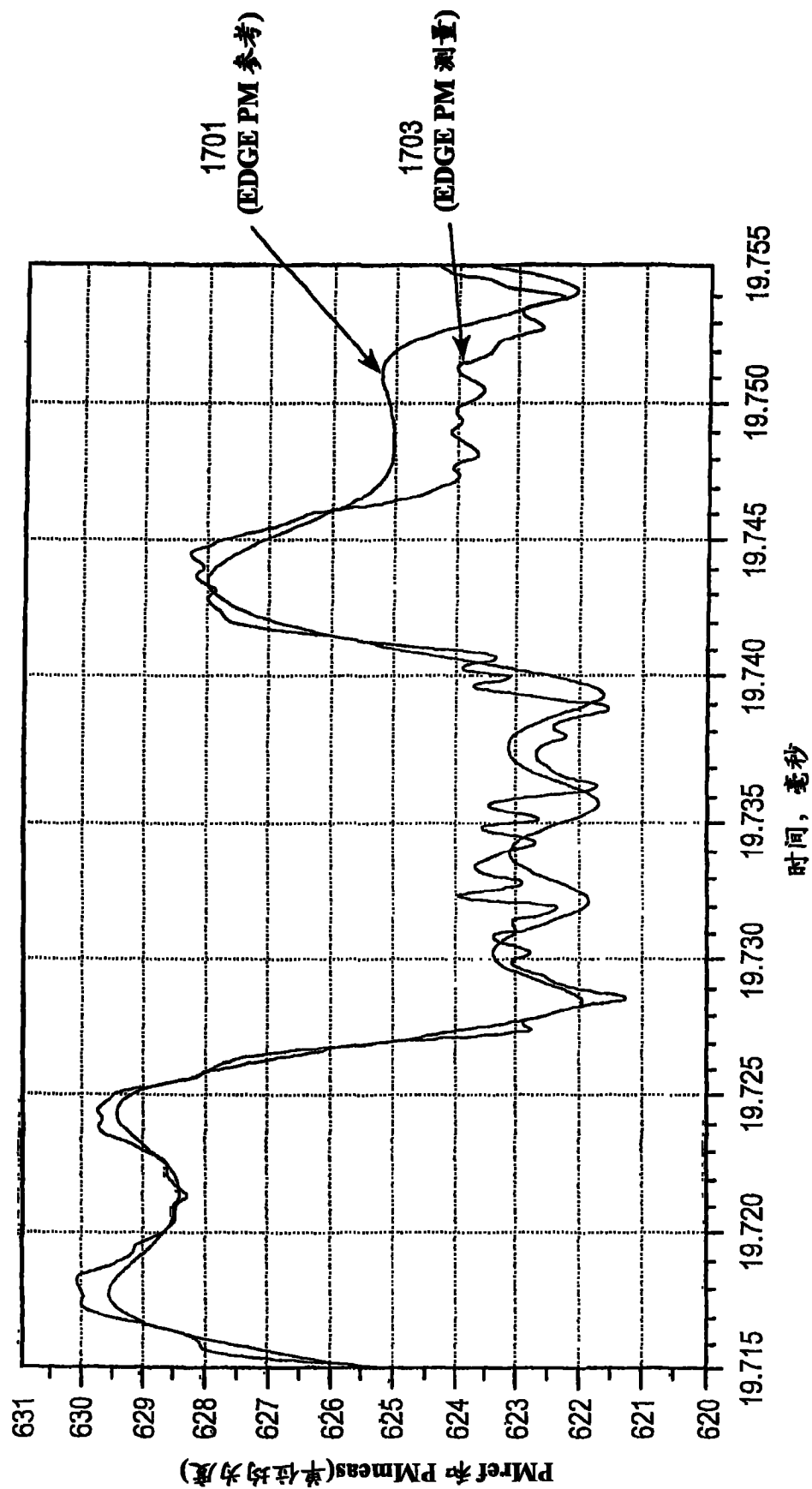


图 16b

图 17a



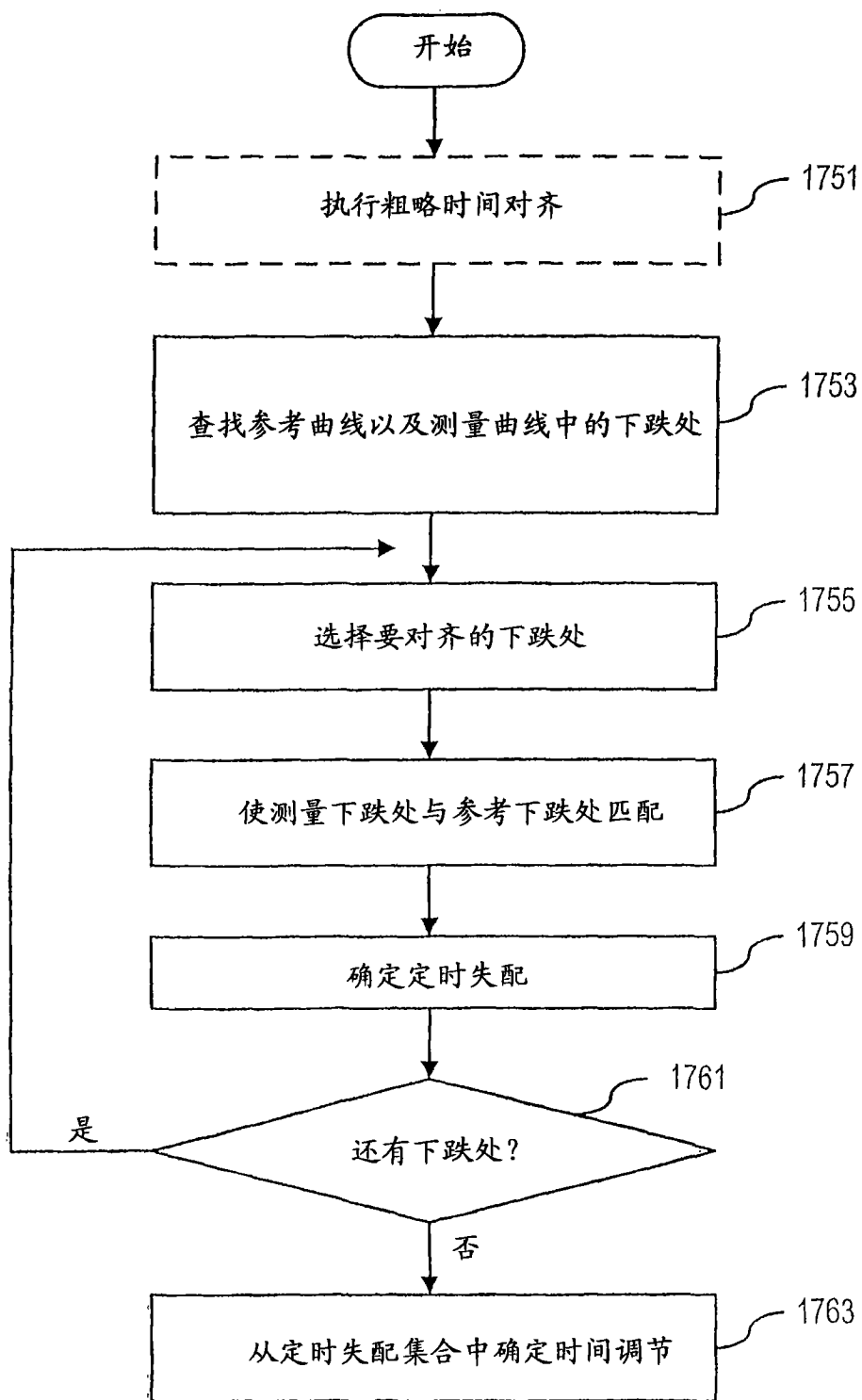


图 17b

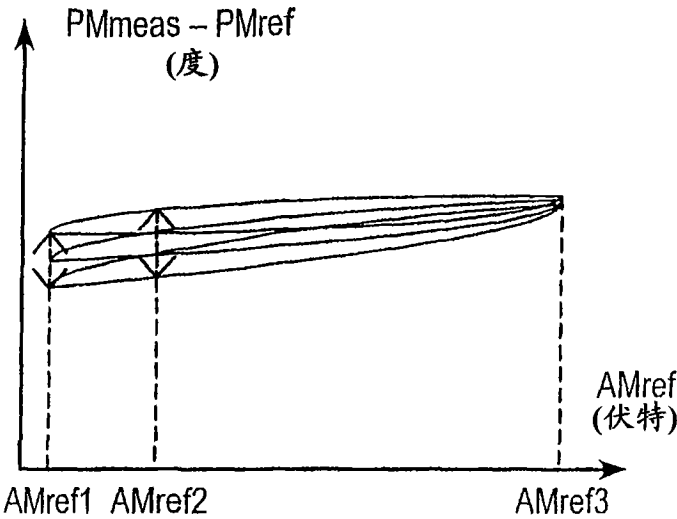


图 18a

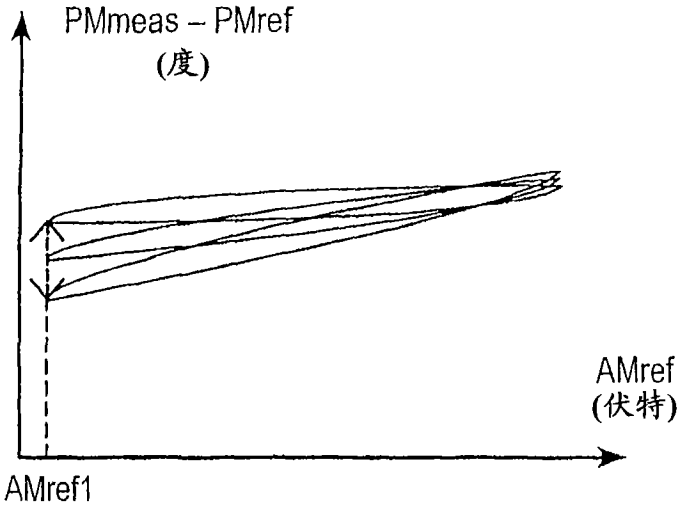


图 18b

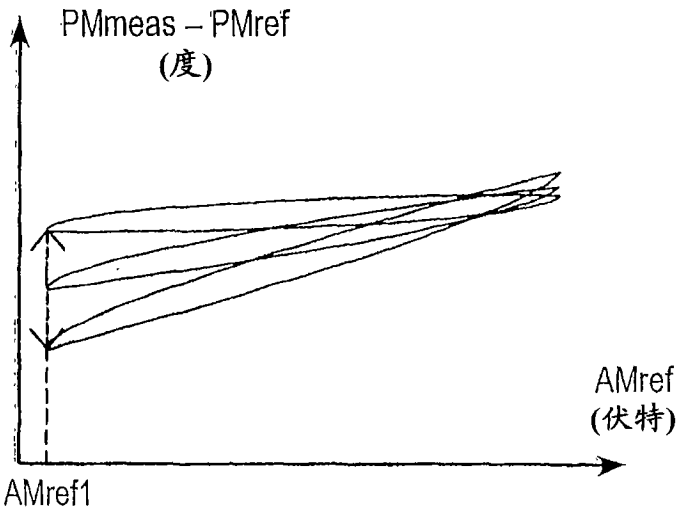


图 18c

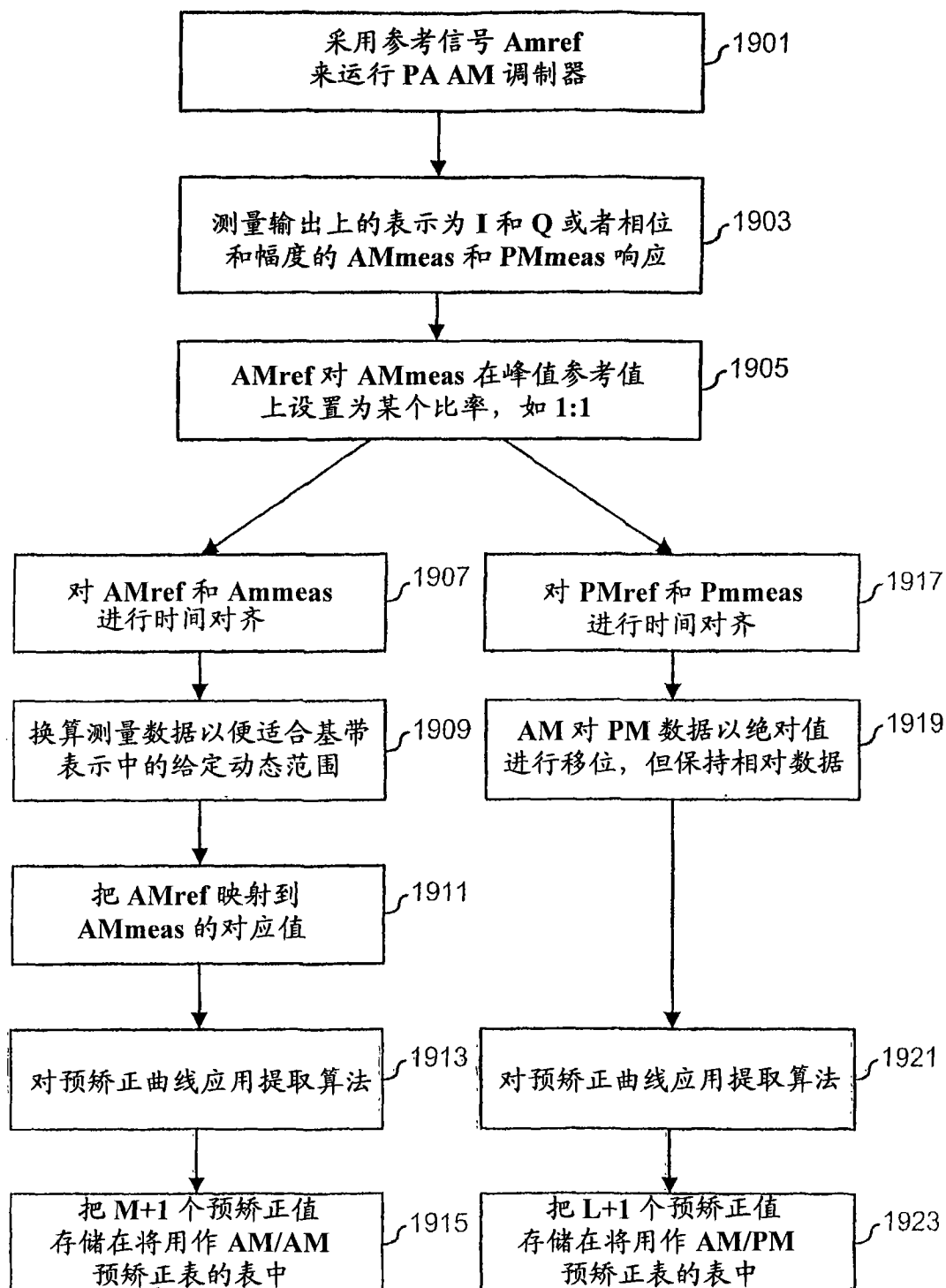


图 19

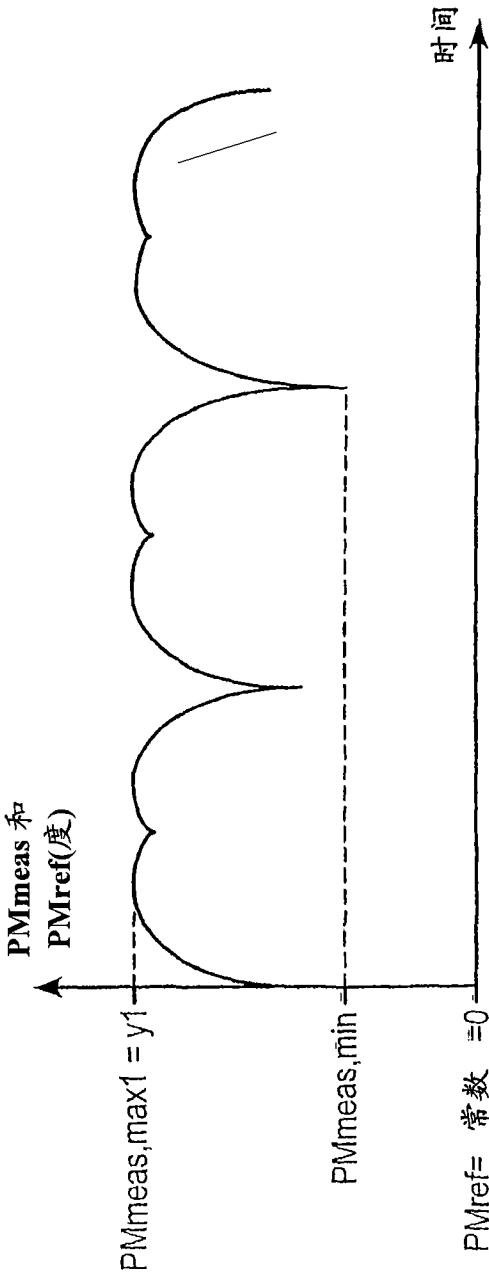


图 20a

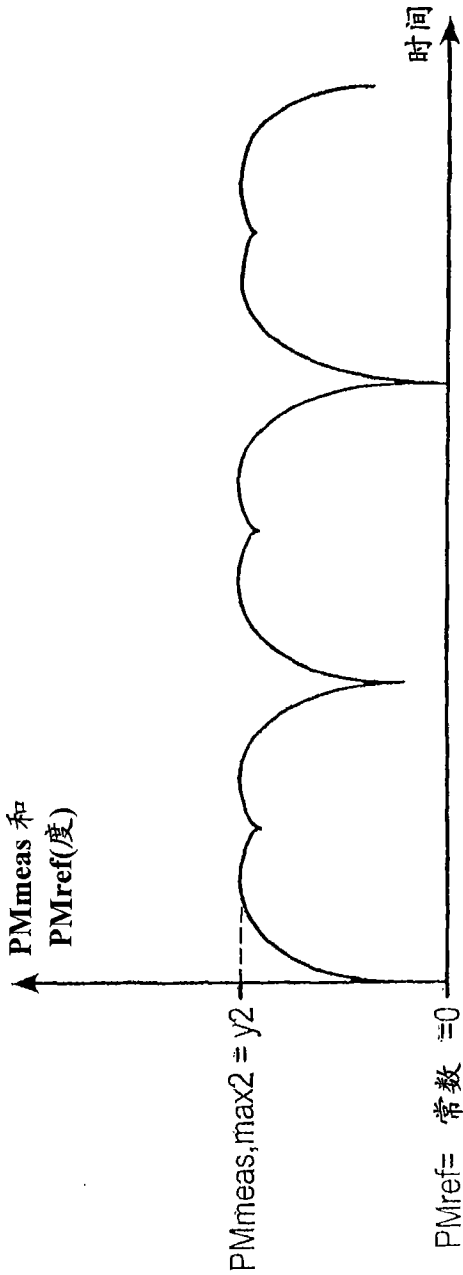


图 20b