

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03F 1/32

H03G 1/00 H03H 7/20



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01819705.1

[43] 公开日 2004 年 2 月 25 日

[11] 公开号 CN 1478321A

[22] 申请日 2001. 10. 25 [21] 申请号 01819705.1

[30] 优先权

[32] 2000. 11. 6 [33] GB [31] 0027067.8

[86] 国际申请 PCT/EP01/12429 2001. 10. 25

[87] 国际公布 WO02/37669 英 2002. 5. 10

[85] 进入国家阶段日期 2003. 5. 28

[71] 申请人 诺基亚公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 埃利亚斯·培根

安德贾·郝兹沃斯基

贾斯勃·巴尔加

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

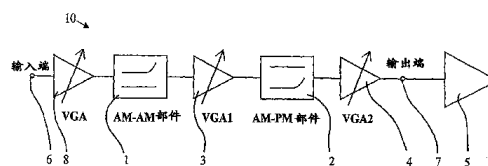
代理人 董 莘

权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 放大器线性化

[57] 摘要

本发明涉及一种供放大器使用的线性化电路，以及一种将放大器线性化的方法。所述线性化电路包括用于接收输入信号的输入端，以及用于输出调整后信号的输入端。增益改变调整装置被用于调整所述信号的与振幅相关的增益改变。相位改变调整装置被用于调整所述信号的与振幅相关的相位改变。所述增益与相位改变调整装置适合于是所述输入端与所述输出端之间的信号路径上的可单独调整的单元。可变增益放大器被设置在所述增益改变调整装置与所述相位改变调整装置之间的所述信号路径上。调整后的信号随后被输入到所述放大器。



1.一种供放大器使用的线性化电路，包括：

用于接收输入信号的输入端；

用于将调整后的信号输出至所述放大器的输出端；

所述输入端与所述输出端之间的信号路径；

所述信号路径上的增益改变调整装置，其用于调整所述信号的与振幅相关的增益改变；

所述信号路径上的相位改变调整装置，其用于调整所述信号的与振幅相关的相位改变，所述增益与相位改变调整装置是可单独调整单元；以及

位于所述增益改变调整装置与所述相位改变调整装置之间的所述信号路径上的可变增益放大器。

2.如权利要求1的线性化电路，所述布置使得与振幅相关的增益改变的调整并不会在所述信号内产生任何实质上的与振幅相关的相位改变。

3.如权利要求1或2的线性化电路，所述布置使得与振幅相关的相位改变的调整并不会在所述信号内产生任何实质上的与振幅相关的增益改变。

4.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中所述可变增益放大器用于将与振幅相关的相位与增益改变的传递特性曲线彼此相对地移动。

5.如权利要求4的线性化电路，其中所述与振幅相关的相位改变曲线的转折点适合于由所述可变增益放大器移动。

6.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中第二可变增益放大器被设置为用于调整将被输入所述放大器的信号的功率电平。

7.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中第三可变增益放大器被设置为用于调整所述输入信号的功率电平。

8.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中所述增益改变

调整装置包括场效应晶体管（FET）。

9.如权利要求8的线性化电路，其中可通过调整所述场效应晶体管的栅压来调整所述信号的与振幅相关的增益特性。

10.如权利要求8或9的线性化电路，其中可通过调整所述场效应晶体管的漏极电压来调整所述信号的与振幅相关的增益特性。

11.如权利要求8至10中任何一个的线性化电路，其中偏压装置被设置为将偏压提供给所述场效应晶体管。

12.如权利要求11的线性化电路，其中所述场效应晶体管被在夹断区域内加偏压。

13.如权利要求11或12的线性化电路，其中所述信号的与振幅相关的增益改变适合于借助调整所述场效应晶体管的偏压来调整。

14.如权利要求11至13中任何一个的线性化电路，其中所述偏压装置包括用于偏压栅压的第一偏压装置，以及用于偏压场效应晶体管的漏极电压的第二偏压装置。

15.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中所述相位改变调整装置带有非线性电阻器单元。

16.如权利要求15的线性化电路，其中所述相位改变调整装置包括用于为所述非线性电阻器单元提供偏压的偏压源。

17.如权利要求15或16的线性化电路，其中所述非线性电阻器单元包括正向偏压的二极管。

18.如权利要求16或17的线性化电路，其中所述信号的与振幅相关的相位改变适合于通过调整所述非线性电阻器单元的偏压来调整。

19.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中所述相位改变调整装置带有电容器装置。

20.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其被实施为微波单片集成电路。

21.如上述权利要求中任何一个的线性化电路，其中所述输入信号是射频信号。

22.如权利要求21的线性化电路，其中所述的射频信号是将被在

蜂窝电信系统的基站与移动站之间发射的信号。

23.如上述权利要求中任何一个的线性化电路,其中至少所述可变增益放大器适合于放大信号。

24.如上述权利要求中任何一个的线性化电路,其中至少所述可变增益放大器适合于衰减信号。

25.如上述权利要求中任何一个线性化电路,其与所述放大器相结合。

26.一种通信装置,包括如权利要求1至24中任何一个的线性化电路。

27.如权利要求26的通信装置,其中所述通信装置被用于蜂窝通信系统内的通信。

28.如权利要求27的通信装置,其中所述装置为移动站。

29.如权利要求27的通信装置,其中所述装置为基站。

30.一种集成电路,包括如权利要求1至25中任何一个的线性化电路。

31.如权利要求30的集成电路,其中所述集成电路是微波单片集成电路。

32.一种将放大器线性化的方法,包括:

将信号输入线性化电路;

独立于所述信号的与振幅相关的相位改变,调整所述信号的与振幅相关的增益改变;

独立于调整所述信号的与振幅相关的增益改变,调整所述信号的与振幅相关的相位改变,所述与振幅相关的增益改变与所述与振幅相关的相位改变是由单独的调整装置来调整的;

以位于所述增益改变调整装置与所述相位改变调整装置之间的信号路径上的可变增益放大器调整所述信号的功率电平; 以及

从所述线性化电路输出将被输入所述放大器的所述信号。

33.如权利要求32的方法,包括这样一个步骤,即调整所述与振幅相关的相位改变的拐点与所述与振幅相关的增益改变的拐点之间的

相对位置。

34.如权利要求 33 的方法，其中所述与振幅相关的相位改变的拐点被调整。

35.如权利要求 33 或 34 的方法，其中通过所述信号的功率电平的所述调整来调整所述拐点的相对定位。

36.如权利要求 32 至 35 中任何一个的方法，包括调整被设置为用于调整所述与振幅相关的增益改变的晶体管的栅压。

37.如权利要求 32 至 36 中任何一个的方法，包括调整被设置为用于调整所述与振幅相关的增益改变的晶体管的漏极电压。

38.如权利要求 32 至 37 中任何一个的方法，包括调整提供给非线性电阻器单元的偏压，所述非线性电阻器单元被设置为用于调整所述与振幅相关的相位改变。

放大器线性化

技术领域

本发明涉及放大器的线性化，尤其涉及供用于放大射频（RF）信号的功率放大器使用的线性化电路，但并不仅限于此。根据本发明实施的线性化电路可能会被用于通信系统的单元。

背景技术

通信系统包括诸如用户终端的信令点或节点、不同的交换局、路由器、交换机、链路、台站等。通信还包括信令点之间的适当通信媒介。不同信令点可能位于通信系统的一个单元内，其中可能会发生与所述单元的通信。所述通信媒介例如可能包括有线接口、射频接口或光接口。所述通信可能由模拟或数字信号或两者的组合来传送，所述的两者的组合例如是数字化调制的模拟信号。

多种通信应用需要信号放大。例如，在使用无线电传输的通信系统内，信令点之间传送的射频信号在传输和/或接收的某一阶段内需要被放大。所述信令点例如可能是发射站和接收站，或是通信系统的中间节点。之所以需要信号的放大可能是因为信号的振幅在信令点之间的传输期间内趋向衰减，从而降低了传输的质量。同样，噪声通常会从发射和接收以及可能的中间装置自身加入信号，或是从其它信源加入信号。因此，通信系统通常带有放大装置，以补偿所述衰减。信号的放大也可能被用于提高信号的信噪比。

可能会借助功率放大器放大输入信号。所述功率放大器在其输入端处可能具有已调制的无线电信号。输入的无线电信号可能是已调制的数字信号。当通常接近饱和的功率放大器在非线性区域操作时，会在其输出端处生成互调失真分量以及所需的载波信号。所述的互调失真分量一般是在所需载波信号的任何一侧生成的。互调失真分量一般是由未达到线性放大器作用的功率放大器所引起的，这发生在功率放

大器接近饱和地操作时。所述互调失真生成了所需信号的载波频率的多倍频率。与所需载波相比，这些频率的信号强度较低。所述互调失真分量增加了信号占用的谱空间，因而并不理想。减少互调失真分量的一种方法是使功率放大器起到线性放大器的作用。所述功率放大器可能被操作为使输入信号功率与输出信号功率之间存在着实质上的线性关系。

计划覆盖一个频率范围的放大器应当提供穿过指定频带的尽可能的线性性能。但放大器可能会引起失真。所述失真可能是线性的或是非线性的。所述线性失真与带宽限制有关。所述非线性失真具有被称为 AM-AM (调幅-调幅) 或 AM-PM (调幅-调相) 失真的两个部分。在非线性的情况下，输入信号内的振幅改变可能会引起输出信号内的不合乎要求的振幅和/或相位改变。此外，所述失真还可能会引起存在于信号内的不同频率分量之间的混合。术语 “AM-AM” 指的是与振幅相关的振幅 (增益) 改变，而术语 “AM-PM” 则是指与振幅相关的相位改变。

线性问题的现有技术解决方案利用了非线性随着放大器的输出功率电平而增加的规律。因此，如果输入电平被降低，即 “被补偿”，则放大器被设置为仅在其更为线性的区域内操作。但所述方法可能并非在所有应用中都是理想的，因为该方法不能利用可用输出电压摆动的满度。所述补偿可能具有对于放大器功率效率的不利影响。

通过提供被设计为降低失真的线性化功能也可改善放大功能的线性。已开发出一种线性化电路，其能够在增益/输入功率或相位/输入功率曲线上的点处操作具有降低的互调失真的放大器，在此之后，所述放大器不再起到线性放大器的作用。所述线性化电路在信号路径内被置于功率放大器之前，并可能因此在将输入信号传递至功率放大器之前预处理所述输入信号。换言之，线性化电路的增益随着输入信号功率的增加而增加，且以实质上与典型的功率放大器功率特性相对的方式增加。这被称为增益扩展。此外，由于输入信号的功率增加，线性化电路可能会改变输入信号的相位。相位内的改变可能会使其与典

型的功率放大器相位特性相对。这被称为相位扩展。

线性化电路应当能够生成足够的增益和/或相位扩展，以改善与接近饱和区域内的功率放大器相关的非线性振幅与相位问题。线性化电路的效应是增加功率放大器在其上呈线性状态的有效范围，但亦允许功率放大器在其更为有效的非线性范围内操作。但本发明者已发现现有技术线性化电路可能并不能够为现有技术线性化电路布置的线性与效率提供最优的独立振幅与相位调谐。此外，现有技术线性化电路尺寸过大，从而使得在需要诸如移动电话的很小元件的应用中，所述线性化电路与放大器的集成难以实现。

发明内容

本发明的实施例旨在解决一个或若干上述问题。

根据本发明的一个方面，提供了一种供放大器使用的线性化电路，该线性化电路包括：用于接收输入信号的输入端；用于将调整后的信号输出至所述放大器的输出端；在所述输入端与所述输出端之间的信号路径；所述信号路径上的增益改变调整装置，其用于调整所述信号的与振幅相关的增益改变；所述信号路径上的相位改变调整装置，其用于调整所述信号的与振幅相关的相位改变，所述增益与相位改变调整装置是可单独调整的单元；以及位于所述增益改变调整装置与所述相位改变调整装置之间的所述信号路径上的可变增益放大器。

所述布置优选的是使得调整与振幅相关的增益改变并不在信号内生成任何实质的与振幅相关的相位改变，和/或反之亦然。

所述可变增益放大器可能会被用于将与振幅相关的相位与增益改变曲线彼此相对地移动，所述可变增益放大器尤其可能会被用于将与振幅相关的相位与增益改变的传递特性曲线彼此相对地移动。

第二可变增益放大器可能被用于调整将被输入所述放大器的信号的功率电平。第三可变增益放大器可能被用于调整所述输入信号的功率电平。

所述增益改变调整装置可能包括场效应晶体管（FET）。所述增益改变调整装置可能带有非线性电阻器单元。

所述线性化电路可能会被实施为微波单片集成电路。

所述信号可能是在蜂窝电信系统的基站与移动站之间发射的射频信号。

根据本发明的另一方面，提供了一种将放大器线性化的方法，该方法包括：将信号输入线性化电路；独立于信号的与振幅相关的相位改变来调整信号的与振幅相关的增益改变；独立于信号的与振幅相关的相位改变调整来调整信号的与振幅相关的增益改变，所述与振幅相关的增益改变与所述与振幅相关的相位改变由单独的调整装置调整；以位于所述增益改变调整装置与所述相位改变调整装置之间的信号路径上的可变增益放大器调整信号的功率电平；以及从所述线性化电路输出将被输入所述放大器的信号。

本发明的实施例可能改善了射频放大器的线性。所述实施例可能还能够有效使用放大器的放大范围。此外，所述实施例可能使得线性化的改善的调整得以实现。所述实施例可能还增加了在需要很小和/或集成元件的应用中将线性化电路与放大器集成的可能性。

附图说明

为了更好地理解本发明，以下将借助实例来参照附图，在附图中：

图 1 示出了本发明的一个实施例；

图 2 示出了用于本发明实施例的与振幅相关的增益改变部件；

图 3 示出了用于本发明实施例的与振幅相关的相位改变部件；

图 4 示出了图 2 所示部件的增益与相位响应；

图 5 示出了图 3 所示部件的增益与相位响应；

图 6 示出了与振幅相关的增益改变与与振幅相关的相位改变曲线之间的移动；

图 7 是描述本发明一个实施例的操作流程图；以及

图 8 示出了一种其中可能使用根据本发明的线性化电路的系统。

具体实施方式

参照图 1，它示出了已根据本发明实施例实施的线性化电路，即预失真器 10 的方框图。图 1 尤其示出了适合于与放大器 5 集成从而形

成模块的模拟预失真器配置。所述的预失真器在信号路径上被置于放大器之前,即使得从所述补偿器单元 10 输出的信号被输入到放大器 5。

所述的预失真器 10 带有两个独立的调整部件 1 和 2。模拟预失真器 10 由此适合于使得线性化电路的 AM-AM 与 AM-PM 传递特性的独立或正交调整得以实现。借助调谐所述线性化电路的 AM-AM 与 AM-PM 特性,可使线性化电路与放大器组合的级联以更为线性的方式操作。

尤其是,所述的预失真器提供了相互独立地调谐 AM-AM 与 AM-PM 传递特性的可能性。所述独立调整可被实现为使 AM-AM 校正开始的功率电平点(所谓的拐点)以及 AM-PM 校正开始的功率电平点可被彼此相对地移动。所述相对移动由图 4 至 6 的图表更为详细地描述。

如图 2 详细地示出的,所述 AM-AM 调整部件 1 包括 FET 11(场效应晶体管)。所述布置使得 AM-AM 部件 1 适合于在线性化电路的 AM-PM 传递特性保持不变时仅生成 AM-AM 增益扩展。这由图 4 的两个图表示出。

所述 FET 11 优选的是被在夹断区域中加偏压。换言之,所述 FET 11 优选的是接近于所述夹断区域地操作,即在所述夹断区域的附近操作,以便可以利用 FET 11 在所述区域内的增益扩展特性。所述 FET 11 的夹断区域是其中 FET 11 恰好接通的区域。所述夹断区域一般由栅压控制。

通过使调谐 FET 11 的栅压和漏极偏压 12、13 成为可能可使所述调整得以实现。这并不会影响部件 1 的 AM-PM 特性,且所述的特性保持相当的平坦(见图 4 的 AM-PM/功率曲线)。所述调谐被实现为使图 4 所示的 AM-PM/功率曲线可以得到。即,AM-AM 部件被调谐为使级联的线性化电路与放大器的 AM-AM 响应尽可能的平坦。在栅压和漏极电压的可用调谐范围内,AM-PM 曲线的形状改变可以忽略。所述电压的调谐范围优选的是足够宽,以便能够得到线性的改善。

在优选实施例中,栅压是主要的调谐电压。漏极电压可能随后被

用于微调。但应当理解的是，所述调谐并不局限于仅使用一种电压，而是如果认为必要的话即可使用栅压和漏极电压两者。

匹配部件 14、15 用于使 FET 11 的阻抗与连接至 AM-AM 部件 1 的其它部件的阻抗匹配。图 2 的感应器 L、电阻器 R 以及电容器 C 形成 FET 11 的反馈网络 16。元件 L、R 和 C 的值优选的是被选择为使 AM-AM 的正确形状得以实现，以便可以借助所述电压调谐 FET 11，并得到尽可能平坦的 AM-PM，且使所述 FET 11 的匹配更易实现。

AM-PM 调整部件 2 适合于仅提供 AM-PM 特性校正，即与振幅相关的相位改变的校正。提供所述校正并不会影响与振幅相关的增益，即线性化电路的 AM-AM 传递特性（见图 5）。

如图 3 详细地示出的，AM-PM 部件 2 包括正向偏压二极管 21 以及电容器 22。非线性电阻器单元（由二极管 21 代表）与电容器的使用能够提供用于生成相当平稳的 AM-AM 响应的调整部件。所述调整适合于通过调谐二极管 21 的偏压来实现。尤其是，所述二极管 21 被示为带有来自偏压源 23 的偏压。所述调整是通过改变由所述偏压源 23 提供的偏压来执行的。所述偏压被用于调谐部件 2 的 AM-PM 传递特性的斜率。所述调谐由图 5 右侧的图示出。扼流圈 24 可能被用于阻止 RF 信号进入偏压网络 23。

所述的预失真器 10 可能还带有第一可变增益放大器（VGA1）3。所述 VGA1 可被用于设置 AM-PM 部件 2 的输入功率电平。所述可变增益放大器 3 可能会被用于在预失真器 10 内将 AM-AM 与 AM-PM 曲线彼此相对地移动。图 6 的图表示出了通过改变第一可变增益放大器 3 的增益而将 AM-AM 与 AM-PM 传递特性彼此相对地移动的实例。

所述的预失真器 10 可能还带有第二可变增益放大器（VGA2）4。所述第二可变增益放大器 4 可被用于设置 RF 放大器的输入信号的功率电平。所述可变增益放大器 4 可能会被用于相对于放大器 5 的 AM-AM 和 AM-PM 曲线地移动预失真器 10 的 AM-AM 与 AM-PM 曲线，从而实现放大器的改善的线性化。所述可变增益放大器 4 可以使得更优的线性改善得以实现。

应当理解的是，图 1 的可变增益放大器的功能并不仅限于信号放大。在某一实施例中，VGA 也可能被用于信号的衰减。

如图 7 所示，在操作中可能会通过调整 FET 11 的栅压和漏极电压来实现 AM-AM 传递特性的调谐。所述调谐 AM-PM 传递特性优选的是首先通过调整提供给二极管 21 的偏压来实现。随后可能会通过改变可变增益放大器 3 的增益来调整 AM-PM 部件 2 的输入功率电平，以便将 AM-AM 与 AM-PM 传递特性曲线彼此相对地移动，并从而将其功率点彼此相对地移动。

图 1 还示出了第三可变增益放大器 8 (VGA3)。所述可变增益放大器可能会被用于调整输入信号的功率电平。通过提供 VGA3，可以加宽线性化电路 10 的操作范围，从而能够在不同应用的较宽范围内使用所述线性化电路。换言之，线性化电路 10 输入端处的可变增益放大器 8 起到为线性化电路或预失真器设置适当的正确输入功率电平的功能。所述线性化电路 10 借此可以适用于各种具有不同功率电平的系统。

所述的预失真器或线性化电路 10 被认为是为 RF 放大器提供了简单的、经济的、易于调整的线性化电路。由于增益特性的调整会影响相位特性，反之亦然，所以可以避免现有技术线性化电路的缺点。所述电路使 AM-AM 与 AM-PM 响应彼此相对的运动得以实现。

应当理解的是，AM-AM 调整部件 1 与 AM-PM 调整部件 2 的位置是可互换的，且对于所述的预失真器 10 的操作不会有任何影响。

所述的预失真器也可能被实施为微波单片集成电路 (MMIC)。这类实施方式可使所述的预失真器易于集成到功率放大器 (PA) 内。所述 MMIC 是众所周知的，并被用于卫星与移动电话技术中的现代电路内。

参照图 8，该图示出了一种其内可能使用根据本发明的线性化电路的系统。该示例性系统是允许多个移动站 MS1、MS2、MS3 与基站 (收发信机) BTS 在公共小区内经过对应的信道 CH1、CH2、CH3 通信的蜂窝移动无线电通信系统。发射站与接收站之间的无线电通信可

能被以任何适当方式实施，并可能基于任何通信标准。因而此处将不再详细描述所述的无线电链路。蜂窝通信系统的实例包括以下标准，例如 AMPS（北美移动电话系统）、DAMPS（数字 AMPS）、GSM（全球移动通信系统）、EDGE（GSM 演进的增强型数据率）、GPRS（通用分组无线电业务）、CDMA（码分多址）、IS-95 或是任何诸如 WCDMA（宽带 CDMA）、UMTS（通用移动通信系统）或 IMT 2000（国际移动通信系统 2000）等的第三代（3G）通信系统，但并不仅限于此。

移动站与基站带有必需的收发信机元件（图 8 中并未示出），以便能够处理将由对应天线发射和接收的信号。这些元件对于技术人员而言是熟知的，同样不形成本发明的一部分，因而并未详细描述。注意到通信系统的元件通常包括一个或若干功率放大器就已足够。

图 8 的基站 BTS 或移动站的功率放大器可能会带有前述的线性化电路。但应理解的是，本发明实施例适用于其它任何适当类型的使用放大器的设备。

于此还应注意的是，尽管以上描述了本发明的示例性实施例，但在并不背离所附权利要求书内定义的本发明范围的情况下，可能会对所公开的技术方案进行若干改变与修改。

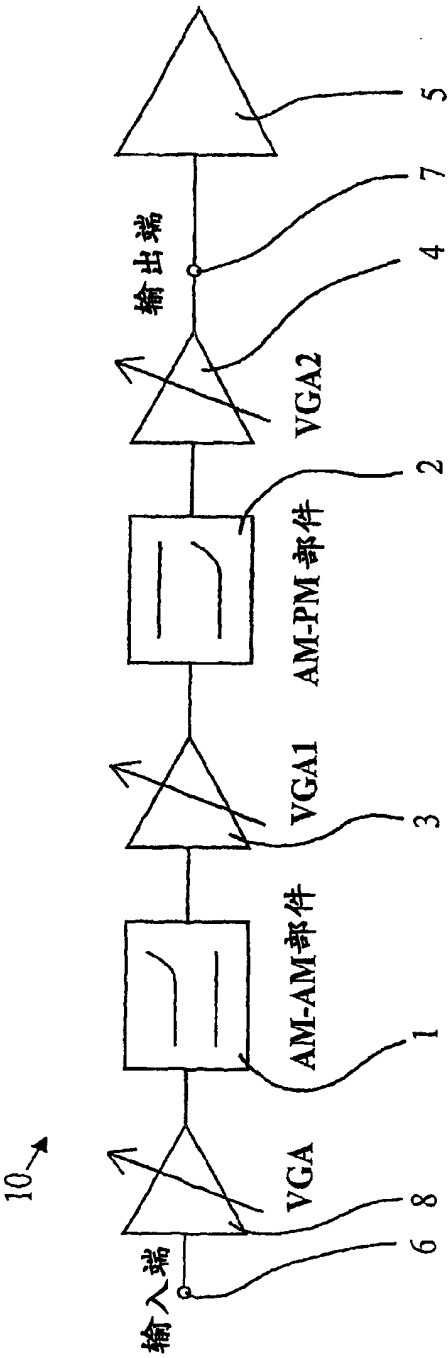
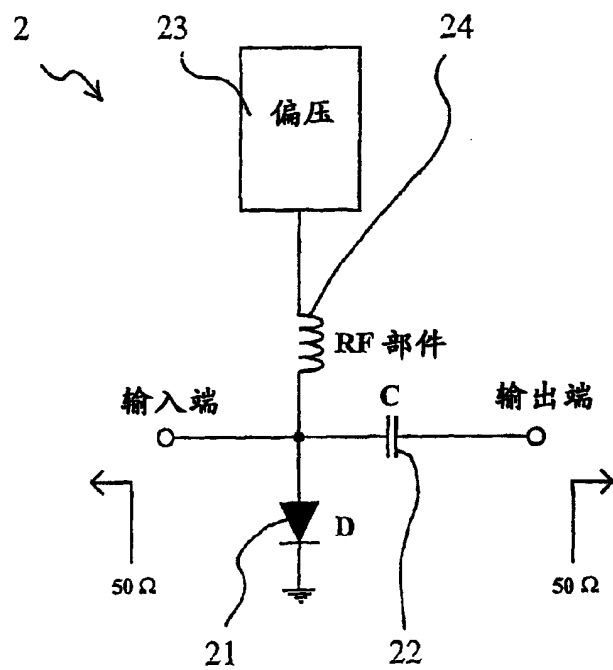
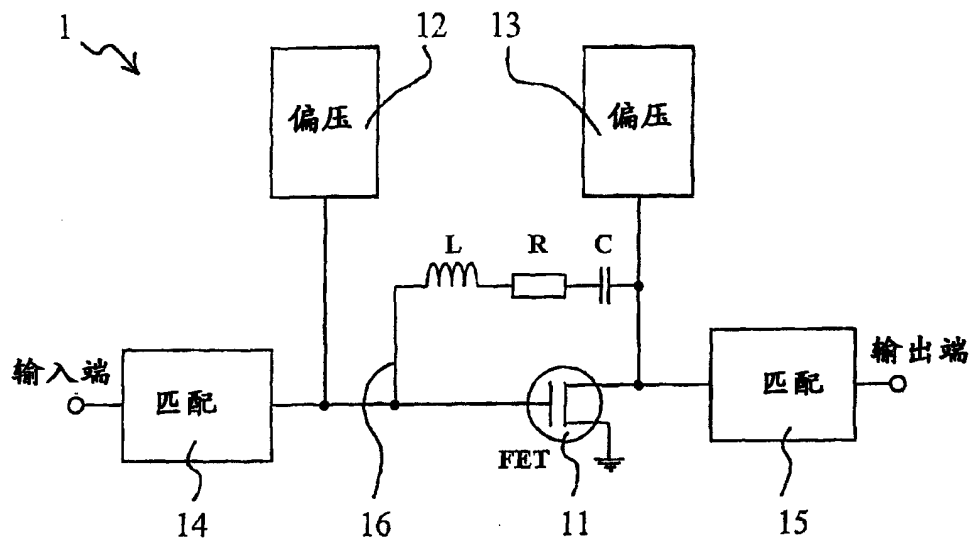


图1



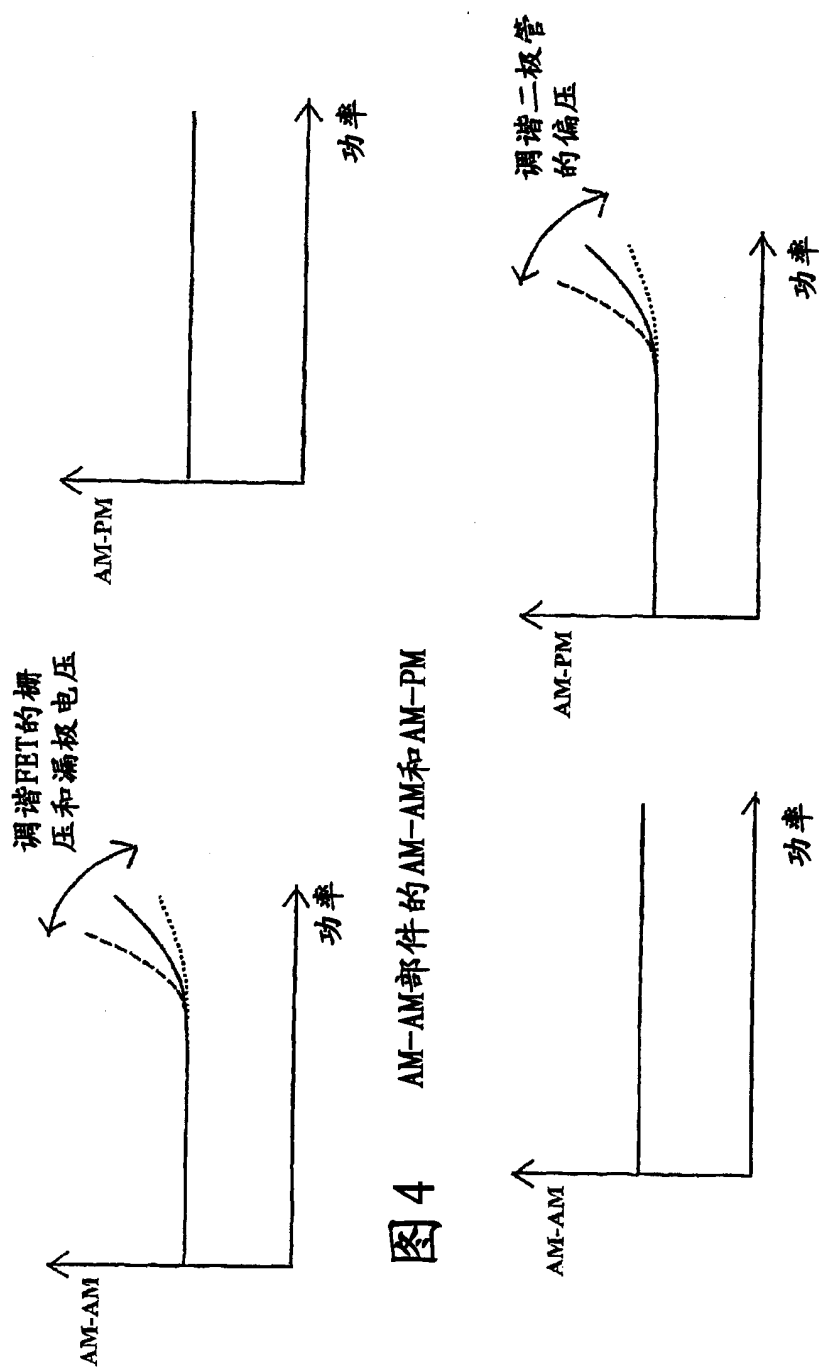
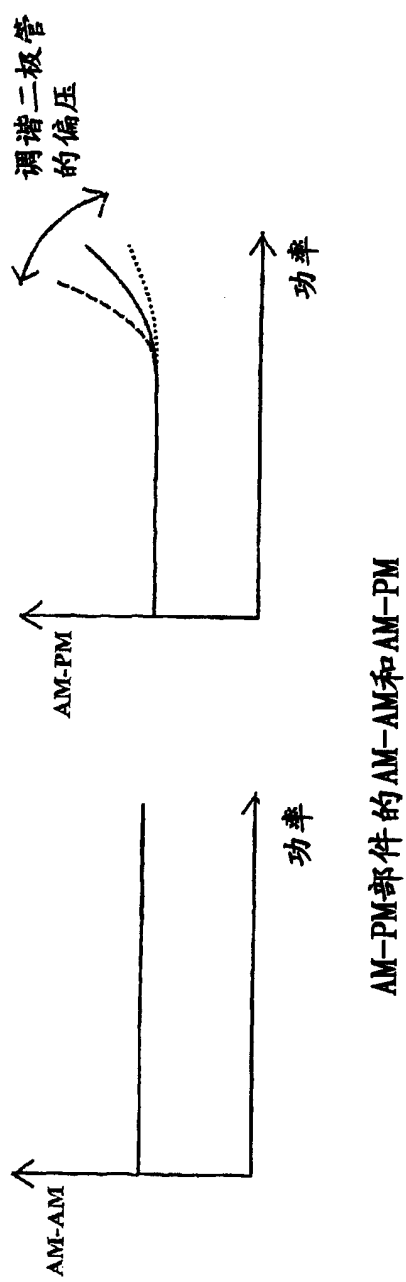


图 4 AM-AM部件的AM-AM和AM-PM



AM-PM部件的AM-AM和AM-PM

图 5

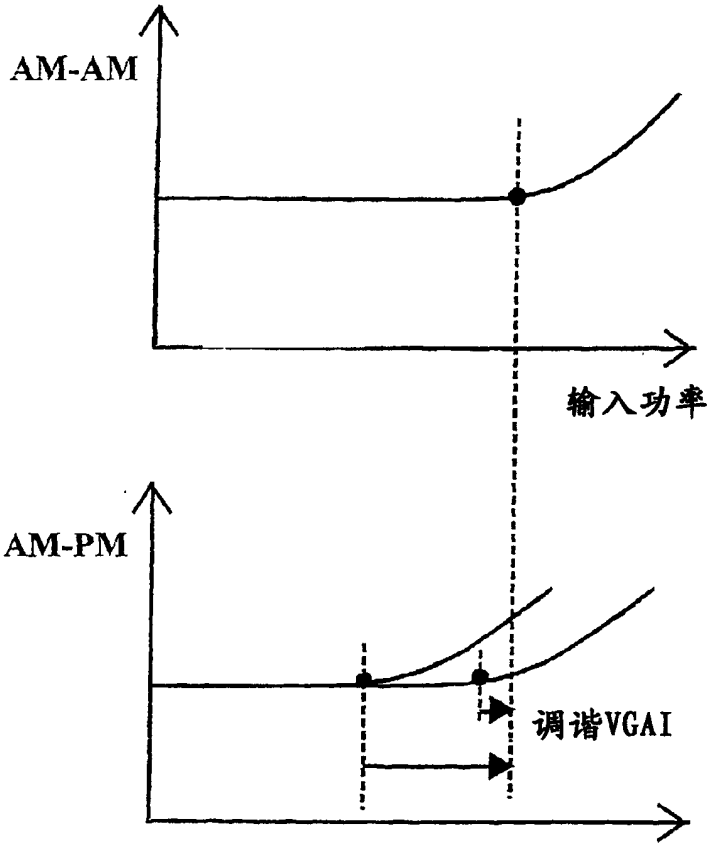


图 6

移动AM-AM和AM-PM曲线

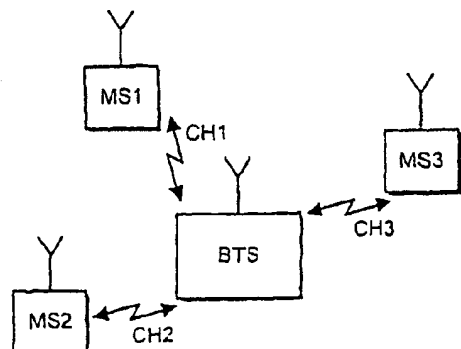


图 8

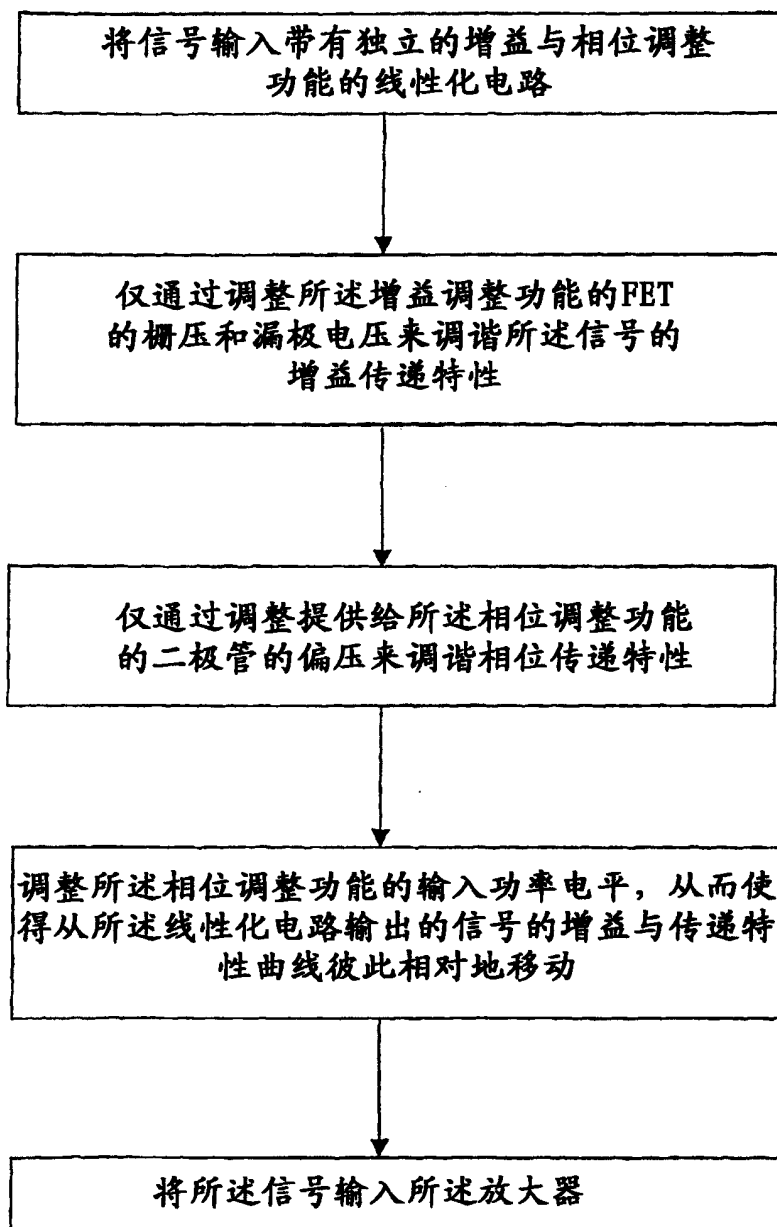


图 7