

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102946281 A

(43) 申请公布日 2013. 02. 27

(21) 申请号 201210430949. 6

(22) 申请日 2012. 11. 01

(71) 申请人 青岛海信宽带多媒体技术有限公司

地址 266555 山东省青岛市经济技术开发区
前湾港路 218 号

(72) 发明人 王斌

(74) 专利代理机构 北京市京大律师事务所

11321

代理人 黄启行 方晓明

(51) Int. Cl.

H04B 10/293(2013. 01)

H04B 10/2575(2013. 01)

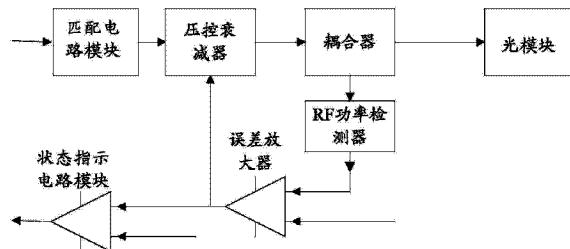
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 2 页

(54) 发明名称

控制信号功率的方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种控制信号功率的方法及装置。该方法包括：接收从基站天线耦合到的射频信号，进行阻抗匹配；根据反馈的控制电平信号，对进行阻抗匹配的射频信号进行衰减量控制；将进行衰减量控制的信号进行耦合，将耦合的一路信号调制到光载波上进行传输；将耦合的另一路信号转换为电压信号，与预先设置的电压门限值进行比较，并对比较结果进行积分运算，生成作为反馈的控制电平信号。应用本发明，可以提高光纤直放站的工作可靠性。



1. 一种控制信号功率的方法,包括:

接收从基站天线耦合到的射频信号,进行阻抗匹配;

根据反馈的控制电平信号,对进行阻抗匹配的射频信号进行衰减量控制;

将进行衰减量控制的信号进行耦合,将耦合的一路信号调制到光载波上进行传输;

将耦合的另一路信号转换为电压信号,与预先设置的电压门限值进行比较,并对比较结果进行积分运算,生成作为反馈的控制电平信号。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述方法进一步包括:

根据比较结果,确定进行衰减控制的压控衰减器的工作状态,生成状态信号,对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述比较结果为电压信号与预先设置的电压门限值的差值,所述生成作为反馈的控制电平信号包括:

对进行积分运算的差值进行放大,并进行低通滤波处理,生成作为反馈的控制电平信号。

4. 一种控制信号功率的装置,其特征在于,该装置包括:匹配电路模块、压控衰减器、耦合器、射频RF功率检测器、误差放大器以及光模块,其中,

匹配电路模块,用于对从基站天线耦合到的射频信号进行阻抗匹配,将进行阻抗匹配的射频信号输出至压控衰减器;

压控衰减器,用于根据误差放大器输出的控制电平信号,控制阻抗匹配的射频信号的衰减量,并向耦合器输出衰减处理的射频信号;

耦合器,用于将接收的经衰减处理的射频信号输出至光模块,并对接收的经衰减处理的射频信号进行耦合,得到耦合功率信号,输出至RF功率检测器;

RF功率检测器,用于将接收的耦合功率信号转换为电压信号,输出至误差放大器;

误差放大器,用于接收RF功率检测器输出的电压信号,与预先设置的电压门限值进行比较,并对比较结果进行积分运算,生成控制电平信号,通过第一输出端输出至压控衰减器;

光模块,用于将耦合器输出的经衰减处理的射频信号调制到光载波上以进行传输。

5. 根据权利要求4所述的装置,其特征在于,所述装置进一步包括:状态指示电路模块,

误差放大器,进一步用于根据比较结果,确定压控衰减器的工作状态,生成状态信号,通过第二输出端输出至状态指示电路模块;

状态指示电路模块,用于根据误差放大器的第二输出端输出的状态信号,对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述匹配电路模块包括:第一电感器、第七电容以及第八电容,其中,

输入的射频信号分别接入第一电感器的一端以及第七电容的一端,第一电感器的另一端与第八电容的一端相连,第七电容的另一端与第八电容的另一端分别接地。

7. 根据权利要求6所述的装置,其特征在于,所述压控衰减器包括:第三电容、第三电阻、第二光电二极管PIN对、第一电容、第一电阻、第五电阻、第六电容、第五电容、第二电阻、第二电容、第三PIN对、第四电阻、第四电容、第七电阻、第八电阻、三极管以及第六电

阻,其中,

第三电容的一端与第八电容的一端相连,另一端与第三电阻的一端相连,第三电阻的另一端接地;

第二 PIN 对包括:第一二极管以及第二二极管,第二二极管的负极分别与第一二极管的负极以及第三电容的另一端相连,第一二极管的正极分别与第一电容的一端以及第一电阻的一端相连,第一电容的另一端接地;第二二极管的正极与第五电阻的一端相连;

第五电阻的另一端分别与第六电容的一端以及第五电容的一端相连,并接入控制电平信号;第六电容的另一端与第五电容的另一端相连并接地;

第三 PIN 对包括:第三二极管以及第四二极管,第三二极管的正极与第二二极管的正极相连,第三二极管的负极与第四二极管的负极相连,第四二极管的正极分别与第二电阻的一端以及第二电容的一端相连,第二电阻的另一端与第一电阻的另一端相连;第二电容的另一端接地;

第四电阻的一端与第三二极管的正极相连,另一端接地;

第四电容的一端与第四电阻的一端相连,另一端与耦合器相连;

第七电阻的一端与第一参考电压相连,另一端与第八电阻的一端相连,第八电阻的另一端接地;

三极管的基极与第八电阻的一端相连,集电极与第一参考电压相连,发射极与第一电阻的另一端相连;

第六电阻的一端与第一电阻的另一端相连,另一端接地。

8. 根据权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述第三电容以及第四电容的电容值分别为 100 皮法,第三电阻以及第四电阻的阻值分别为 620 欧姆,第七电阻的阻值为 1000 欧姆,第八电阻的阻值为 560 欧姆,第一电阻以及第二电阻的阻值分别为 2200 欧姆,第一电容以及第二电容的电容值分别为 1 纳法,第六电阻的阻值为 1000 欧姆,第五电阻的阻值为 390 欧姆,第六电容的电容值为 1 纳法,第五电容的电容值为 100 纳法。

9. 根据权利要求 7 所述的装置,其特征在于,所述状态指示电路模块包括:第一放大器、第十电容以及第二十电阻,其中,

第十电容的一端接地,另一端接第一参考电压;

第一放大器的第一端输出状态信号,第四端接地,第八端接第一参考电压,第三端接第二参考电压,第二端与第二十电阻 R20 的一端相连;

第二十电阻的另一端与误差放大器相连。

10. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在于,所述误差放大器包括:第二放大器、第七电容、第八电容、第三电感以及第二十一电阻,其中,

第二放大器的第七端分别与第二十电阻的另一端、第七电容的一端以及第三电感的一端相连,第五端接门限值电压信号,第六端与第七电容的另一端相连;

第二十一电阻的一端与第二放大器的第六端相连,另一端与耦合器相连;

第三电感的另一端与第八电容的一端相连并接入控制电平信号,第八电容的另一端接地。

控制信号功率的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及功率控制技术，尤其涉及一种控制信号功率的方法及装置。

背景技术

[0002] 对于移动通信来说，无论是 2G 还是 3G 通信，如果要提供高质量的服务，首先需要解决的是网络覆盖问题。其中，光纤直放站由于具有成本低、灵活性好、安装简单、无导频污染等多方面的优势，成为解决网络覆盖的技术方案的重要组成部分。

[0003] 光纤直放站由近端直放站和远端直放站构成，其中，近端直放站与远端直放站之间通过光纤连接，以完成信号传输。近端直放站与远端直放站中分别设置有射频(RF, Radio Frequency)模块和光模块，在下行链路上，无线信号(电信号)从基站中耦合出来后，通过近端直放站的射频模块处理，进入近端直放站，通过光模块的电光转换、放大后，电信号转变为光信号，从近端直放站输入至光纤，经过光纤传输到远端直放站，远端直放站的光模块将接收的光信号转为电信号，并进行放大，放大的电信号经过调制后送入射频模块发射，覆盖目标区域。上行链路的工作原理与下行链路相类似，移动终端发射的电信号通过远端直放站的射频模块，进入远端直放站，通过光模块的电光转换，电信号转变为光信号，从远端直放站输入至光纤，经过光纤传输到近端直放站，近端直放站的光模块将接收的光信号转为电信号，进行放大，放大的电信号经过调制后送入射频模块进行发射，从而回到基站。

[0004] 实际应用中，由于近端直放站距离基站较近，因而，近端直放站从基站天线耦合到的下行信号功率一般较大，且没有采取控制下行信号功率的措施，这样，较大功率的下行信号可能使近端直放站光模块中的末级放大器出现饱和，从而产生失真，造成网络拥塞和瘫痪，甚至烧坏放末级大器，使通信系统崩溃，降低了近端直放站工作的可靠性；进一步地，过大的调制信号还可能影响远端直放站射频模块中模拟激光器的寿命，甚至烧坏模拟激光器，使得远端直放站的工作可靠性较低。

发明内容

[0005] 本发明的实施例提供一种控制信号功率的方法，提高光纤直放站的工作可靠性。

[0006] 本发明的实施例还提供一种控制信号功率的装置，提高光纤直放站的工作可靠性。

[0007] 为达到上述目的，本发明实施例提供的一种控制信号功率的方法，包括：

[0008] 接收从基站天线耦合到的射频信号，进行阻抗匹配；

[0009] 根据反馈的控制电平信号，对进行阻抗匹配的射频信号进行衰减量控制；

[0010] 将进行衰减量控制的信号进行耦合，将耦合的一路信号调制到光载波上进行传输；

[0011] 将耦合的另一路信号转换为电压信号，与预先设置的电压门限值进行比较，并对比较结果进行积分运算，生成作为反馈的控制电平信号。

[0012] 其中，所述方法进一步包括：

[0013] 根据比较结果,确定进行衰减控制的压控衰减器的工作状态,生成状态信号,对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

[0014] 其中,所述比较结果为电压信号与预先设置的电压门限值的差值,所述生成作为反馈的控制电平信号包括:

[0015] 对进行积分运算的差值进行放大,并进行低通滤波处理,生成作为反馈的控制电平信号。

[0016] 其中,所述控制电平信号控制的衰减量与射频信号的功率正相关。

[0017] 一种控制信号功率的装置,该装置包括:匹配电路模块、压控衰减器、耦合器、射频RF功率检测器、误差放大器以及光模块,其中,

[0018] 匹配电路模块,用于对从基站天线耦合到的射频信号进行阻抗匹配,将进行阻抗匹配的射频信号输出至压控衰减器;

[0019] 压控衰减器,用于根据误差放大器输出的控制电平信号,控制阻抗匹配的射频信号的衰减量,并向耦合器输出衰减处理的射频信号;

[0020] 耦合器,用于将接收的经衰减处理的射频信号输出至光模块,并对接收的经衰减处理的射频信号进行耦合,得到耦合功率信号,输出至RF功率检测器;

[0021] RF功率检测器,用于将接收的耦合功率信号转换为电压信号,输出至误差放大器;

[0022] 误差放大器,用于接收RF功率检测器输出的电压信号,与预先设置的电压门限值进行比较,并对比较结果进行积分运算,生成控制电平信号,通过第一输出端输出至压控衰减器;

[0023] 光模块,用于将耦合器输出的经衰减处理的射频信号调制到光载波上以进行传输。

[0024] 较佳地,所述装置进一步包括:状态指示电路模块,

[0025] 误差放大器,进一步用于根据比较结果,确定压控衰减器的工作状态,生成状态信号,通过第二输出端输出至状态指示电路模块;

[0026] 状态指示电路模块,用于根据误差放大器的第二输出端输出的状态信号,对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

[0027] 较佳地,所述匹配电路模块包括:第一电感器、第七电容以及第八电容,其中,

[0028] 输入的射频信号分别接入第一电感器的一端以及第七电容的一端,第一电感器的另一端与第八电容的一端相连,第七电容的另一端与第八电容的另一端分别接地。

[0029] 较佳地,所述压控衰减器包括:第三电容、第三电阻、第二光电二极管PIN对、第一电容、第一电阻、第五电阻、第六电容、第五电容、第二电阻、第二电容、第三PIN对、第四电阻、第四电容、第七电阻、第八电阻、三极管以及第六电阻,其中,

[0030] 第三电容的一端与第八电容的一端相连,另一端与第三电阻的一端相连,第三电阻的另一端接地;

[0031] 第二PIN对包括:第一二极管以及第二二极管,第二二极管的负极分别与第一二极管的负极以及第三电容的另一端相连,第一二极管的正极分别与第一电容的一端以及第一电阻的一端相连,第一电容的另一端接地;第二二极管的正极与第五电阻的一端相连;

[0032] 第五电阻的另一端分别与第六电容的一端以及第五电容的一端相连,并接入控制

电平信号；第六电容的另一端与第五电容的另一端相连并接地；

[0033] 第三 PIN 对包括：第三二极管以及第四二极管，第三二极管的正极与第二二极管的正极相连，第三二极管的负极与第四二极管的负极相连，第四二极管的正极分别与第二电阻的一端以及第二电容的一端相连，第二电阻的另一端与第一电阻的另一端相连；第二电容的另一端接地；

[0034] 第四电阻的一端与第三二极管的正极相连，另一端接地；

[0035] 第四电容的一端与第四电阻的一端相连，另一端与耦合器相连；

[0036] 第七电阻的一端与第一参考电压相连，另一端与第八电阻的一端相连，第八电阻的另一端接地；

[0037] 三极管的基极与第八电阻的一端相连，集电极与第一参考电压相连，发射极与第一电阻的另一端相连；

[0038] 第六电阻的一端与第一电阻的另一端相连，另一端接地。

[0039] 较佳地，所述第三电容以及第四电容的电容值分别为 100 皮法，第三电阻以及第四电阻的阻值分别为 620 欧姆，第七电阻的阻值为 1000 欧姆，第八电阻的阻值为 560 欧姆，第一电阻以及第二电阻的阻值分别为 2200 欧姆，第一电容以及第二电容的电容值分别为 1 纳法，第六电阻的阻值为 1000 欧姆，第五电阻的阻值为 390 欧姆，第六电容的电容值为 1 纳法，第五电容的电容值为 100 纳法。

[0040] 较佳地，所述状态指示电路模块包括：第一放大器、第十电容以及第二十电阻，其中，

[0041] 第十电容的一端接地，另一端接第一参考电压；

[0042] 第一放大器的第一端输出状态信号，第四端接地，第八端接第一参考电压，第三端接第二参考电压，第二端与第二十电阻 R20 的一端相连；

[0043] 第二十电阻的另一端与误差放大器相连。

[0044] 较佳地，所述第十电容的电容值为 100 纳法，第二十电阻的阻值为 10K 欧姆。

[0045] 较佳地，所述误差放大器包括：第二放大器、第七电容、第八电容、第三电感以及第二十一电阻，其中，

[0046] 第二放大器的第七端分别与第二十电阻的另一端、第七电容的一端以及第三电感的一端相连，第五端接门限值电压信号，第六端与第七电容的另一端相连；

[0047] 第二十一电阻的一端与第二放大器的第六端相连，另一端与耦合器相连；

[0048] 第三电感的另一端与第八电容的一端相连并接入控制电平信号，第八电容的另一端接地。

[0049] 较佳地，所述第七电容的电容值为 100 纳法，第八电容的电容值为 1 纳法，第二十一电阻的阻值为 10K 欧姆，第三电感的电感值为 100 纳亨。

[0050] 较佳地，所述 RF 功率检测器包括：第九电容、第十一电容、第十二电容、第十三电容以及功率检测芯片，其中，

[0051] 第九电容的一端接地，另一端与第二十一电阻的另一端相连；

[0052] 第十一电容的一端与第十二电容的一端相连并接地，第十一电容的另一端与第十二电容的另一端相连并接入第一参考电压；

[0053] 第十三电容的一端与第十二电容的另一端相连，另一端与功率检测芯片的第二端

相连；

[0054] 功率检测芯片的第一与端第十二电容的另一端相连，第三端与耦合器相连，第四端接地，第五端接入第一参考电压，第六端与第九电容的另一端相连。

[0055] 较佳地，所述第九电容的电容值为 100 纳法，第十一电容的电容值为 100 纳法，第十二电容的电容值为 100 皮法，第十三电容的电容值为 1 纳法。

[0056] 较佳地，所述耦合器包括：第十九电阻，第十九电阻的一端分别与第四电容的另一端以及光模块相连，另一端与功率检测芯片的第三端相连。

[0057] 由上述技术方案可见，本发明实施例提供的一种控制信号功率的方法及装置，接收从基站天线耦合到的射频信号，进行阻抗匹配；根据反馈的控制电平信号，对进行阻抗匹配的射频信号进行衰减量控制；将进行衰减量控制的信号进行耦合，将耦合的一路信号调制到光载波上进行传输；将耦合的另一路信号转换为电压信号，与预先设置的电压门限值进行比较，并对比较结果进行积分运算，生成作为反馈的控制电平信号。这样，通过设置反馈的方式，对输入近端直放站的射频信号进行功率控制，从而避免输出至光模块的射频信号产生饱和现象，使光纤直放站能够更加可靠地工作。

附图说明

[0058] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，以下将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地，以下描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员而言，还可以根据这些附图所示实施例得到其它的实施例及其附图。

[0059] 图 1 为本发明实施例控制信号功率的装置结构示意图。

[0060] 图 2 为本发明实施例匹配电路模块以及压控衰减器的结构示意图。

[0061] 图 3 为本发明实施例状态指示电路模块、耦合器、RF 功率检测器以及误差放大器的结构示意图。

[0062] 图 4 为本发明实施例控制信号功率的方法流程示意图。

具体实施方式

[0063] 以下将结合附图对本发明各实施例的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所得到的所有其它实施例，都属于本发明所保护的范围。

[0064] 现有的光纤直放站中的近端直放站，将从基站天线耦合到的下行信号进行阻抗匹配处理后，输出至光模块，经光模块中的末级放大器放大后输出至远端直放站，由于近端直放站距离基站较近，因而，在下行链路上，近端直放站从基站天线耦合到的下行信号功率一般较大，造成末级放大器产生失真，降低了近端直放站的工作可靠性；进一步地，近端直放站输出的较大功率的下行信号，也影响远端直放站射频模块中模拟激光器的寿命，导致远端直放站的工作可靠性也较低。

[0065] 自动电平控制(ALC, Automatic Level Control)技术的作用是当输入信号功率小于预先设置的功率门限值时，自动电平控制电路对输入信号不起任何作用，输出信号功率

与输入信号功率保持线性关系；当输入信号功率大于预先设置的功率门限值时，自动电平控制电路对输入信号进行控制，将信号输出功率限制在预先设置的功率门限值下，使通过自动电平控制电路的输出信号功率不超过功率门限值，从而维持输出信号的稳定。

[0066] 现有的近端直放站中，不具备自动电平控制功能，同时也没有现成的集成自动电平控制功能的专用芯片可用，更没有针对不同的通信调制方式和频段（例如，GSM/CDMA 等）具备兼容适用性的芯片，因而，使得接收的输入信号在功率较大的情况下，不能对其进行功率控制，容易出现信号饱和现象，导致光纤直放站的工作可靠性较低。

[0067] 因此，本发明实施例中，提出一种控制信号功率的装置，采用自动电平控制电路，对输入近端直放站的信号进行功率控制，从而避免输出至光模块的信号产生饱和现象，使光纤直放站能够更加可靠地工作。

[0068] 以下以下行链路为例，对本发明实施例进行详细描述，所应说明的是，本发明实施例也可以在远端直放站设置自动电平控制电路，并应用于上行链路，其处理流程与下行链路的处理流程相类似。

[0069] 图 1 为本发明实施例控制信号功率的装置结构示意图。参见图 1，该装置为近端直放站，包括：匹配电路模块、压控衰减器、耦合器、RF 功率检测器、误差放大器以及光模块，其中，

[0070] 匹配电路模块的输入端接入来自基站的射频信号，输出端与压控衰减器的第一输入端相连、压控衰减器的第二输入端与误差放大器的第一输出端相连，压控衰减器的输出端与耦合器的输入端相连，耦合器的第一输出端与光模块的输入端相连，耦合器的第二输出端与 RF 功率检测器的输入端相连，RF 功率检测器的输出端与误差放大器的第一输入端相连，误差放大器的第二输入端与门限值电压相连；

[0071] 匹配电路模块，用于对从基站天线耦合到的射频信号进行阻抗匹配，将进行阻抗匹配的射频信号输出至压控衰减器；

[0072] 本发明实施例中，输入匹配模块用于实现射频输入口良好的阻抗匹配。

[0073] 压控衰减器，用于根据误差放大器输出的控制电平信号，控制阻抗匹配的射频信号的衰减量，并向耦合器输出衰减处理的射频信号；

[0074] 本发明实施例中，压控衰减器根据经误差放大器比较处理后输出的控制电平信号，控制匹配电路模块输出的信号（阻抗匹配的射频信号）的衰减量，从而对输出信号的幅度进行控制，向耦合器输出衰减处理的射频信号。

[0075] 耦合器，用于将接收的经衰减处理的射频信号输出至光模块，并对接收的经衰减处理的射频信号进行耦合，得到耦合功率信号，输出至 RF 功率检测器；

[0076] 本发明实施例中，耦合器与压控衰减器输出相连，用于将接收的信号进行分离，对压控衰减器输出的衰减处理的射频信号进行耦合，并将耦合功率信号部分能量输出至 RF 功率检测器进行功率检测。

[0077] RF 功率检测器，用于将接收的耦合功率信号转换为电压信号，输出至误差放大器；

[0078] 本发明实施例中，RF 功率检测器可根据实际应用需要，选择峰值检波或者均值检波，将耦合器输出的耦合功率信号转换成电压信号。

[0079] 误差放大器，用于接收 RF 功率检测器输出的电压信号，与预先设置的电压门限值

进行比较，并对比较结果进行积分运算，生成控制电平信号，通过第一输出端输出至压控衰减器；

[0080] 本发明实施例中，误差放大器比较 RF 功率检测器输出的电压值和预先设置的电压门限值(门限值电压的电压值)，将比较结果进行积分运算，向压控衰减器输出控制信号，以控制压控衰减器对接收的阻抗匹配的射频信号的衰减量。

[0081] 光模块，用于将耦合器输出的经衰减处理的射频信号调制到光载波上以进行传输。

[0082] 本发明实施例中，光模块将经衰减处理的射频信号(RF 信号)调制到光载波上进行传输，与现有技术处理相同，具体可参见相关技术文献，在此不再赘述。

[0083] 本发明实施例中，压控衰减器、耦合器、RF 功率检测器以及误差放大器组成自动电平控制电路，对输入近端直放站的信号进行功率控制，以避免输出至光模块的信号产生饱和现象。

[0084] 较佳地，近端直放站中还可以进一步包括：状态指示电路模块，

[0085] 误差放大器，进一步用于根据比较结果，确定压控衰减器的工作状态，生成状态信号，通过第二输出端输出至状态指示电路模块；

[0086] 本发明实施例中，误差放大器也可以对状态信息进行积分放大，当然，实际应用中，也可以是根据积分放大并进行低通滤波的控制电平信号确定压控衰减器的工作状态。

[0087] 状态指示电路模块，用于根据误差放大器的第二输出端输出的状态信号，对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

[0088] 本发明实施例中，状态指示电路模块根据误差放大器输出的状态信号，进行工作状态指示，例如，当确定压控衰减器没有对阻抗匹配的射频信号进行衰减时，误差放大器输出的状态信号用于控制状态指示电路模块中的指示灯关闭；当确定压控衰减器对阻抗匹配的射频信号进行衰减时，误差放大器输出的状态信号控制状态指示电路模块中的指示灯开启，表示执行对输入信号的衰减处理。

[0089] 下面对图 1 所示装置的工作流程进行描述。

[0090] 匹配电路模块接收射频信号，进行阻抗匹配后输出至压控衰减器，压控衰减器分别与耦合器以及误差放大器相连，根据接收的控制电平信号，对输入的经阻抗匹配的射频信号进行衰减控制后，输出至耦合器，耦合器对接收的经衰减处理的射频信号进行耦合，耦合的一部分功率信号输出至 RF 功率检测器，RF 功率检测器将接收的耦合功率信号转换成电压信号，输出至误差放大器的负相端(第六输入端)，误差放大器的正相端(第五输入端)接入预先设置的门限值电压信号，门限值电压信号可通过微控制器(MCU, Micro Control Unit)的数模(DA, Digital to Analogue)转换器产生，也可由可变电阻器分压得到。

[0091] 误差放大器中的积分放大电路，对电压信号与门限值电压信号的差值进行积分、放大处理后，通过误差放大器中的低通滤波器进行低通滤波后，得到控制电平信号(V_{ctrl})，输出至压控衰减器，用于控制压控衰减器的工作状态。同时，将进行积分、放大处理后的差值信号输出至状态指示电路模块，用于指示压控衰减器当前的工作状态。

[0092] 同时，耦合器将经衰减处理的射频信号输出至光模块进行调制，并调制到光信号载波上进行传输。

[0093] 其中，

[0094] 自动电平控制电路采用后馈的方式,即通过耦合器对压控衰减器输出的信号进行耦合,耦合功率信号输出至 RF 功率检测器,经过 RF 功率检测器转换为模拟电压信号,通过与门限值电压信号进行比较,将其差值进行积分、放大处理后,得到的输出控制电平信号 V_{ctrl} 用于控制压控衰减器的衰减量。

[0095] 这样,通过压控衰减器实现自动电平控制电路衰减量的控制,射频信号通过匹配电路模块进行阻抗匹配后,输出至压控衰减器,压控衰减器通过来自误差放大器的控制电平信号 V_{ctrl} ,控制经阻抗匹配的射频信号的衰减量,从而控制输出信号(衰减处理的射频信号)的幅度。

[0096] 图 2 为本发明实施例匹配电路模块以及压控衰减器的结构示意图。参见图 2,

[0097] 匹配电路模块包括:第一电感器 L1、第七电容 C7 以及第八电容 C8,其中,

[0098] 输入的射频信号分别接入第一电感器 L1 的一端以及第七电容 C7 的一端,第一电感器 L1 的另一端与第八电容 C8 的一端相连,第七电容 C7 的另一端与第八电容 C8 的另一端分别接地。

[0099] 本发明实施例中,第一电感器 L1、第七电容 C7 以及第八电容 C8 组成 π 型匹配电路,可实现输入端口较好的阻抗匹配。

[0100] 根据光电二极管(PIN, Positive-intrinsic-negative)的 RF 阻抗是随电流变化而变化的特性,本发明实施例中,压控衰减器采用 π 型衰减器,通过 4 个 PIN 管(两个 PIN 对)的组合来实现,包括:第三电容 C3、第三电阻 R3、第二光电二极管(PIN, Positive-intrinsic-negative)对 D2、第一电容 C1、第一电阻 R1、第五电阻 R5、第六电容 C6、第五电容 C5、第二电阻 R2、第二电容 C2、第三 PIN 对 D3、第四电阻 R4、第四电容 C4、第七电阻 R7、第八电阻 R8、三极管 Q1 以及第六电阻 R6,其中,

[0101] 第三电容 C3 的一端与第八电容 C8 的一端相连,另一端与第三电阻 R3 的一端相连,第三电阻 R3 的另一端接地;

[0102] 第二 PIN 对 D2 包括:第一二极管以及第二二极管,第二二极管的负极分别与第一二极管的负极以及第三电容 C3 的另一端相连,第一二极管的正极分别与第一电容 C1 的一端以及第一电阻 R1 的一端相连,第一电容 C1 的另一端接地;第二二极管的正极与第五电阻 R5 的一端相连;

[0103] 第五电阻 R5 的另一端分别与第六电容 C6 的一端以及第五电容 C5 的一端相连,并接入控制电平信号 V_{ctrl} ;第六电容 C6 的另一端与第五电容 C5 的另一端相连并接地;

[0104] 第三 PIN 对 D3 包括:第三二极管以及第四二极管,第三二极管的正极与第二二极管的正极相连,第三二极管的负极与第四二极管的负极相连,第四二极管的正极分别与第二电阻 R2 的一端以及第二电容 C2 的一端相连,第二电阻 R2 的另一端与第一电阻 R1 的另一端相连;第二电容 C2 的另一端接地;

[0105] 第四电阻 R4 的一端与第三二极管的正极相连,另一端接地;

[0106] 第四电容 C4 的一端与第四电阻 R4 的一端相连,另一端与耦合器相连;

[0107] 第七电阻 R7 的一端与第一参考电压(5V)相连,另一端与第八电阻 R8 的一端相连,第八电阻 R8 的另一端接地;

[0108] 三极管 Q1 的基极与第八电阻 R8 的一端相连,集电极与第一参考电压(5V)相连,发射极与第一电阻 R1 的另一端相连;

[0109] 第六电阻 R6 的一端与第一电阻 R1 的另一端相连,另一端接地。

[0110] 较佳地,第三电容 C3 以及第四电容 C4 的电容值分别为 100 皮法(pF),第三电阻 R3 以及第四电阻 R4 的阻值分别为 620 欧姆,第七电阻 R7 的阻值为 1000 欧姆,第八电阻 R8 的阻值为 560 欧姆,第一电阻 R1 以及第二电阻 R2 的阻值分别为 2200 欧姆,第一电容 C1 以及第二电容 C2 的电容值分别为 1 纳法,第六电阻 R6 的阻值为 1000 欧姆,第五电阻 R5 的阻值为 390 欧姆,第六电容 C6 的电容值为 1 纳法(1nF),第五电容 C5 的电容值为 100 纳法。

[0111] 本发明实施例中,较佳地, PIN 管对可以选用 Agilent 的 HSMP38XX, HSMP38XX 在 800MHZ ~ 2.2G 工作频段具有很好的线形度,因而,由该 PIN 管对构成的压控衰减器,具有差损小、大带宽、高线形度和低成本等优点。具体来说,压控衰减器采用两个 PIN 管对的优点有:

[0112] 首先,由于衰减器网络的最大隔离度是由串联的 PIN 管决定的,采用两个 PIN 管对,可以提高衰减的最大值,或是在一定的衰减量下使频率上限增加一倍;

[0113] 第二,两个 PIN 管对 180 度反相工作,使得偶数阶的非线性信号得以抵消;

[0114] 第三,构成的衰减器网络是对称的,而且偏置电路非常简单,成本低。

[0115] 本发明实施例中,为了进一步降低压控衰减器的固定插损和阻抗匹配,可以增大第三电阻 R3 和第四电阻 R4 的阻值,但由于随着第三电阻 R3 和第四电阻 R4 的阻值的增大,需要的控制电平信号(V_{ctrl})幅值也越大,因而,本发明实施例中,第三电阻 R3 和第四电阻 R4 的阻值设置为 620 欧姆,第五电阻 R5 的阻值设置为 390 欧姆;第一电阻 R1 和第二电阻 R2 的阻值设置为 2.2K 欧姆。

[0116] 衰减器网络中的三极管 Q1、第七电阻 R7 和第八电阻 R8 用于为下面的支路提供一个稳定的 1.2V 偏置参考电压,因而,第七电阻 R7 的阻值设置为 1K 欧姆,第八电阻 R8 的阻值设置为 560 欧姆。

[0117] 第三电容 C3 和第四 C4 为直流耦合电容,可根据光模块工作频段调整其电容值。

[0118] 所应说明的是,本发明实施例近端直放站中各元器件的取值,可根据实际需要,通过优化算法进行相应调整,后续不再赘述。

[0119] 图 3 为本发明实施例状态指示电路模块、耦合器、RF 功率检测器以及误差放大器的结构示意图。参见图 3,

[0120] 状态指示电路模块包括:第一放大器 U8A、第十电容 C10 以及第二十电阻 R20,其中,

[0121] 第十电容 C10 的一端接地,另一端接第一参考电压(5V);

[0122] 第一放大器 U8A 的第一端输出状态信号,第四端接地,第八端接第一参考电压(5V),第三端接参考电压(V_{REF}),第二端与第二十电阻 R20 的一端相连;

[0123] 第二十电阻 R20 的另一端与误差放大器相连。

[0124] 本发明实施例中,较佳地,第十电容 C10 的电容值为 100 纳法,第二十电阻 R20 的阻值为 10K 欧姆。

[0125] 误差放大器包括:第二放大器 U8B、第七电容 C7、第八电容 C8、第三电感 L3 以及第二十一电阻 R21,其中,

[0126] 第二放大器 U8B 的第七端分别与第二十电阻 R20 的另一端、第七电容 C7 的一端以及第三电感 L3 的一端相连,第五端接门限值电压信号,第六端与第七电容 C7 的另一端相

连；

[0127] 第二十一电阻 R21 的一端与第二放大器 U8B 的第六端相连,另一端与耦合器相连;

[0128] 第三电感 L3 的另一端与第八电容 C8 的一端相连并接入控制电平信号,第八电容 C8 的另一端接地。

[0129] 本发明实施例中,第三电感 L3 和第八电容 C8 构成低通滤波器,用于获取控制电平信号(V_{ctr1})。第七电容 C7 的电容值为 100 纳法,第八电容 C8 的电容值为 1 纳法,第二十一电阻 R21 的阻值为 10K 欧姆,第三电感 L3 的电感值为 100 纳亨(nH)。

[0130] RF 功率检测器包括:第九电容 C9、第十一电容 C11、第十二电容 C12、第十三电容 C13 以及功率检测芯片 U9,其中,

[0131] 第九电容 C9 的一端接地,另一端与第二十一电阻 R21 的另一端相连;

[0132] 第十一电容 C11 的一端与第十二电容 C12 的一端相连并接地,第十一电容 C11 的另一端与第十二电容 C12 的另一端相连并接入第一参考电压(5V);

[0133] 第十三电容 C13 的一端与第十二电容 C12 的另一端相连,另一端与功率检测芯片 U9 的第二端相连;

[0134] 功率检测芯片 U9 的第一与端第十二电容 C12 的另一端相连,第三端与耦合器相连,第四端接地,第五端接入第一参考电压(5V),第六端与第九电容 C9 的另一端相连。

[0135] 本发明实施例中,较佳地,功率检测芯片 U9 可以采用芯片 ADL5XXX。

[0136] 第九电容 C9 的电容值为 100 纳法,第十一电容 C11 的电容值为 100 纳法,第十二电容 C12 的电容值为 100 皮法,第十三电容 C13 的电容值为 1 纳法。

[0137] 耦合器包括:第十九电阻 R19,第十九电阻 R19 的一端分别与第四电容 C4 的另一端以及光模块相连,另一端与功率检测芯片 U9 的第三端相连。

[0138] 本发明实施例中,耦合器与压控衰减器输出相连,采用第十九电阻 R19 进行耦合,一方面可以降低成本;另一方面,电阻值大小可以改变用于调整取样后的 RF 信号的强度,同时,电阻值保持在一定的范围内,对输出阻抗仅有轻微的影响。这样,取样的 RF 信号(耦合功率信号)部分送至 RF 功率检测器,通过 RF 功率检测器将耦合功率信号转换成电压信号。

[0139] 经过 RF 功率检测器转换之后的电压信号送至误差放大器的负相端(第六端),其正相端(第五端)为设置的参考电压,即门限值电压,门限值电压可由 MCU 的 DA 产生,也可由可变电阻器分压得到。本发明实施例中,门限值电压通过 MCU 的 DA 方式产生,实际应用中,可通过 MCU 的设置更改 DA 的输出电压值。

[0140] 误差放大器(积分放大电路)所用的运算放大器可采用 LM2904D。将比较结果(电压信号与预先设置的门限值电压信号的差)通过积分放大电路的积分放大后,误差放大器的输出信号通过低通滤波器即为控制电平信号(V_{ctr1}),用来控制压控衰减器的工作,其中,第三电感 L3 和第八电容 C8 构成低通滤波器,用来滤除 RF 信号的高频部分以及其他干扰信号;第三电感 L3 和第八电容 C8 的值可根据实际情况调整。

[0141] 同时,误差放大器的输出电压输入状态指示电路模块中的比较器,与预先设置的参考电压(V_{REF})进行比较,其输出用来指示 ALC 电路的工作状态。

[0142] 本发明实施例在正常工作时,当射频信号功率越大,则通过 RF 功率检测器输出的

电压信号与误差放大器中的电压门限值差值越小, 经过误差放大器进行积分运算后, 得到的积分值就越小, 这样, 压控衰减器衰减就越大, 从而有效降低射频信号功率, 保证输出至光模块的信号在正常范围内, 避免波形饱和。

[0143] 实际应用中, 可以将近端直放站光模块输入的射频信号电平临界点设置在 0dBm 处; 当输入的射频信号功率在 0 ~ 10dBm 之间变化时, 其输出至光模块的信号误差可控制在 0 ± 1dBm 范围内; 进一步地, 近端直放站工作在闭环状态下, 能够在温度变化、器件老化等条件下依然能够稳定、精确的工作; 而且, 可根据光模块中激光器输入调制信号功率要求, 以及后级输入功率要求来调整输出的最大信号电平和输入信号的门限。

[0144] 由上述可见, 本发明实施例的控制信号功率的装置, 相对于现有近端直放站的光模块工作在大信号输入情况下, 会影响近端直放站运行的稳定性, 减小光模块中元器件的工作寿命, 甚至会损坏后级放大器和激光器的情形, 通过设置自动电平控制电路, 即采用采用分立元件构成压控衰减器, 使其具备可调范围大、失真小、频带宽、低成本等特点; 同时在误差放大器中, 采用积分电路作为反馈回路的差值放大电路, 其斜率大, 控制精度高; 进一步地, 该自动电平控制电路还可具备 ALC 电路工作状态指示; 而且, 该自动电平控制电路的 ALC 输入门限(电压门限值)可根据实际需要进行调整, 可以应用于 GSM/CDMA/WCDMA 等不同频段, 较好地实现了输入保护功能, 能够满足宽频带、调节范围大、失真小、隔离度高、精度高等要求。具体来说, 其有益技术效果主要有以下几点:

[0145] 1、通过更改误差放大器中分立器件参数配置, 可实现多频段的自动电平控制;

[0146] 2、通过压控衰减器, 可以实现调节范围大、失真小、隔离度高;

[0147] 3、控制精度高: 能够满足在 0 ~ 10dBm 射频信号输入时, 输出信号保持在 0 ± 1dBm 范围内; 在小于 0dBm RF 信号输入时, 输出信号与输入信号之间保持线性递增或者递减关系;

[0148] 4、大信号(大于 10dBm)输入时, 压控衰减器输出的射频信号功率值可调;

[0149] 5、显示 ALC 工作状态。

[0150] 6、适中的调制信号可以保证远端直放站射频模块中模拟激光器的寿命, 提升远端直放站的工作可靠性。

[0151] 图 4 为本发明实施例控制信号功率的方法流程示意图。参见图 4, 该方法应用于近端直放站, 尤其是下行链路, 包括:

[0152] 步骤 401, 接收从基站天线耦合到的射频信号, 进行阻抗匹配;

[0153] 本步骤中, 匹配电路模块对从基站天线耦合到的射频信号进行阻抗匹配, 将进行阻抗匹配的射频信号输出至压控衰减器。

[0154] 步骤 402, 根据反馈的控制电平信号, 对进行阻抗匹配的射频信号进行衰减量控制;

[0155] 本步骤中, 压控衰减器根据误差放大器输出的控制电平信号, 控制阻抗匹配的射频信号的衰减量, 并向耦合器输出衰减处理的射频信号。

[0156] 本发明实施例中, 控制电平信号控制的衰减量与射频信号的功率正相关。即射频信号的功率越大, 控制电平信号控制压控衰减器对输入的射频信号的衰减量也越大。

[0157] 步骤 403, 将进行衰减量控制的信号进行耦合, 将耦合的一路信号调制到光载波上进行传输;

[0158] 本步骤中,耦合器将接收的经衰减处理的射频信号的一路输出至光模块。

[0159] 步骤 404,将耦合的另一路信号转换为电压信号,与预先设置的电压门限值进行比较,并对比较结果进行积分运算,生成作为反馈的控制电平信号。

[0160] 本步骤中,耦合器将接收的经衰减处理的射频信号的另一路进行耦合,得到耦合功率信号,输出至 RF 功率检测器,RF 功率检测器将耦合的另一路信号转换为电压信号,输出至误差放大器,误差放大器将接收的电压信号与预先设置的电压门限值进行比较,获取两者的差值,进行积分、放大处理后,并进行低通滤波后成为控制电平信号,输出至压控衰减器进行衰减控制。

[0161] 较佳地,该方法进一步包括:

[0162] 步骤 405,根据比较结果,确定进行衰减控制的压控衰减器的工作状态,生成状态信号,对压控衰减器的工作状态进行相应指示。

[0163] 本步骤中,比较结果为电压信号与预先设置的电压门限值的差值,如果差值在预先设置的差值范围内,则指示压控衰减器的状态为处于未工作状态;如果差值超出预先设置的差值范围,则指示压控衰减器的状态为处于工作状态。当然,实际应用中,比较结果也可以是其他形式,例如,两者的和。

[0164] 显然,本领域技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若对本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也包含这些改动和变型在内。

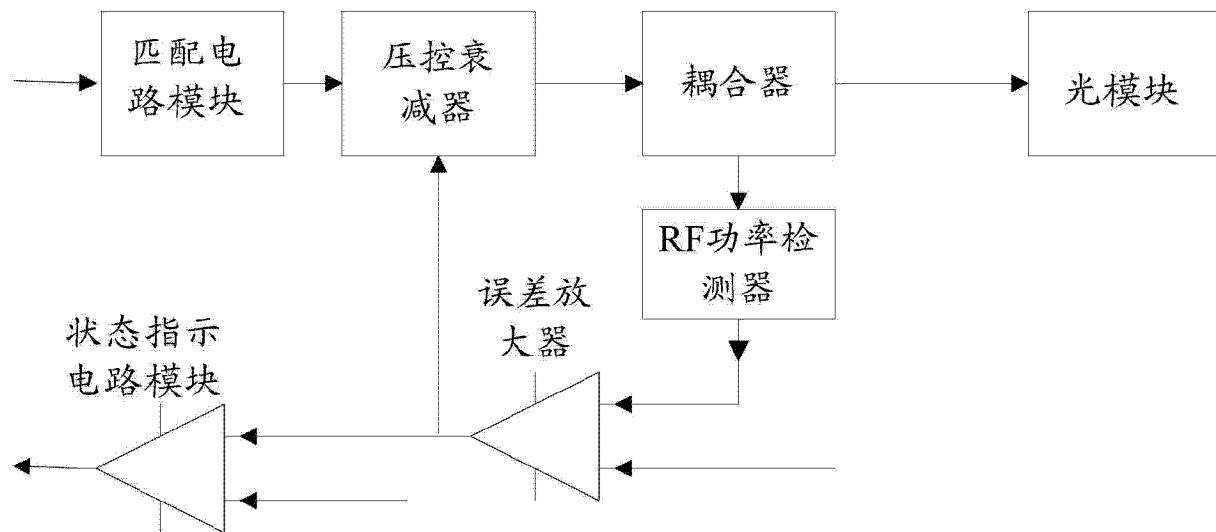


图 1

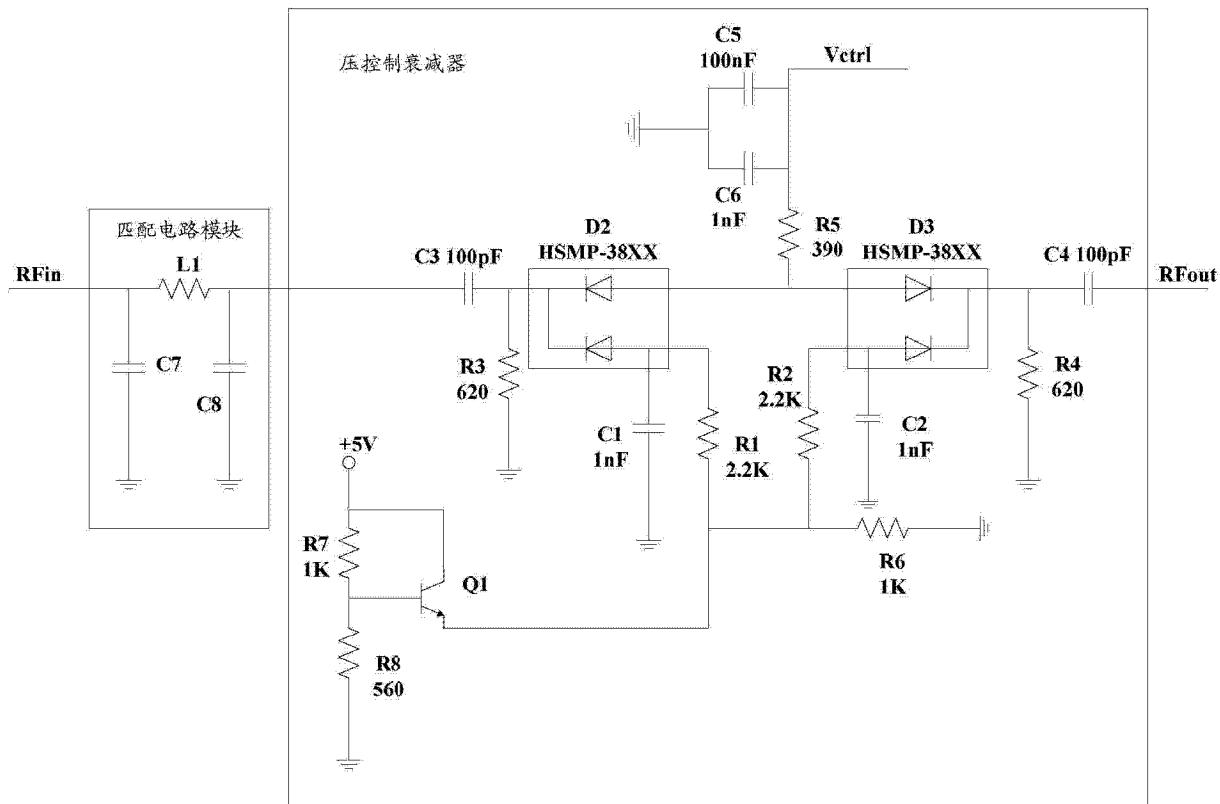


图 2

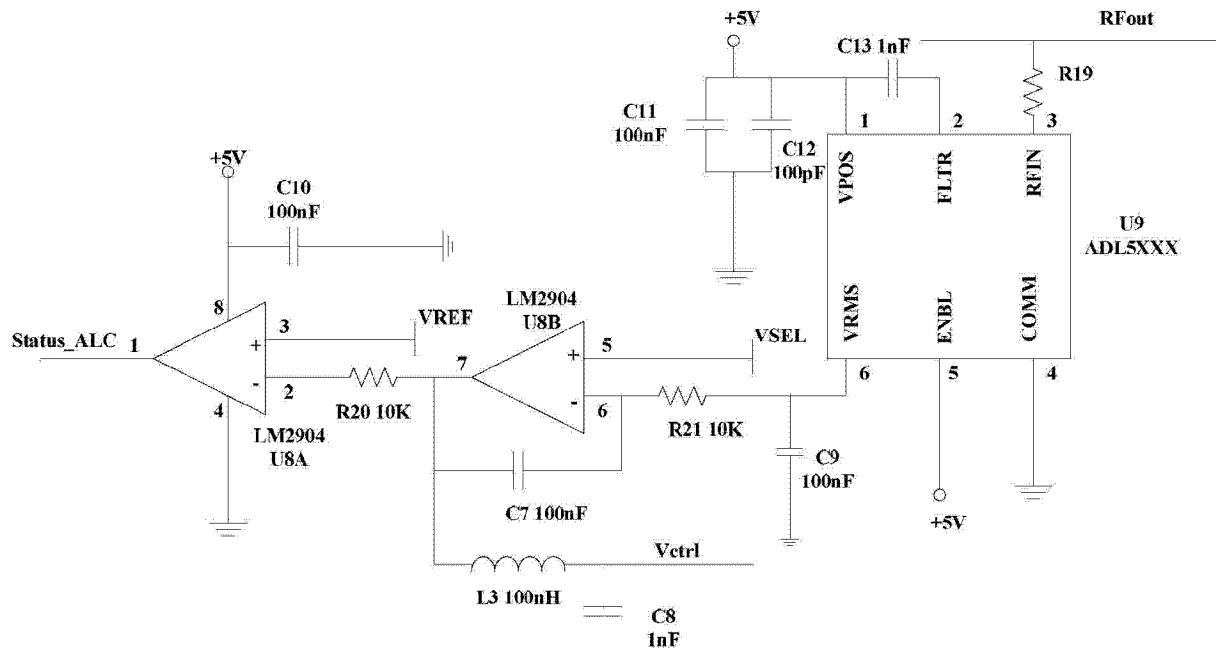


图 3

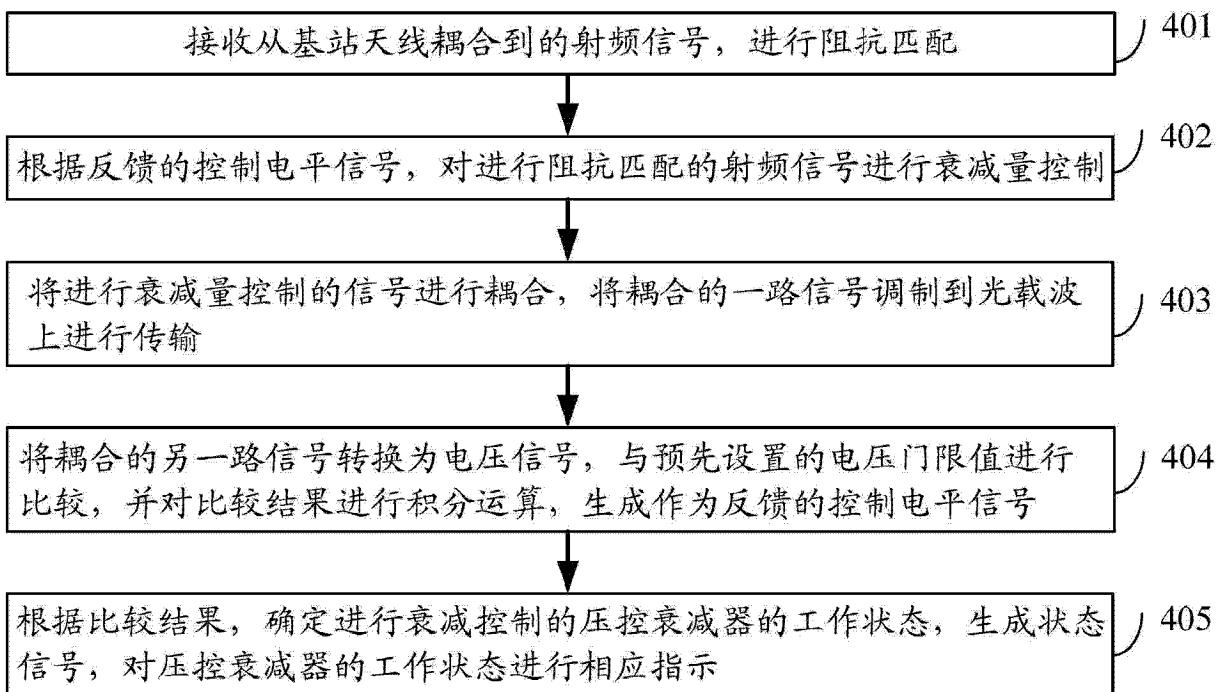


图 4