



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102420573 A

(43) 申请公布日 2012. 04. 18

(21) 申请号 201110393302. 6

(22) 申请日 2011. 12. 02

(71) 申请人 熊猫电子集团有限公司

地址 210002 江苏省南京市玄武区中山东路
301 号

申请人 南京熊猫电子股份有限公司
南京熊猫汉达科技有限公司

(72) 发明人 庄东曙 李跃进

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任
公司 32112

代理人 陈建和

(51) Int. Cl.

H03F 3/20(2006. 01)

H03F 1/32(2006. 01)

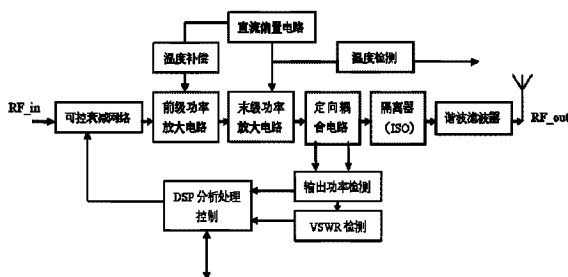
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

集群通信功率放大的设置方法与功率放大器

(57) 摘要

集群通信功率放大器,包括输入阻抗匹配电路、可控衰减网络电路、功率放大器、定向耦合与输出功率检测电路、隔离器、谐波滤波器与输出微带阻抗匹配电路并依次连接,设有 DSP 电路,功率放大器包括前后连接的前级放大和末级放大两部分,输入和输出阻抗匹配电路串联和并联构成梯形连接电容的微带混合匹配电路,输出功率检测电路连接至设有的 DSP 电路, DSP 电路输出接可控衰减网络电路的控制端;所述输入和输出阻抗匹配电路是微带混合匹配电路。该功率放大器采用智能 AGC 方式控制管理,集成温度补偿、温度检测、功率与 VSWR 检测等应用,基于成熟的功率回退线性技术,具有增益平坦度小,增益调节便捷、稳定性高等特点。



1. 集群通信功率放大的设置方法,其特征是包括输入阻抗匹配电路、可控衰减网络电路、功率放大、定向耦合与输出功率检测电路、隔离器、谐波滤波器与输出微带混合匹配电路并依次连接,功率放大器包括前级放大和末级放大两部分构成,功率放大器上设有温补电源、增益自动控制电路,输入和输出阻抗匹配电路串联和并联构成梯形连接电容的微带混合匹配电路完成,所述输入阻抗匹配电路是微带混合匹配电路用于功放电路的前级和末级电路;输出功率检测电路连接至 DSP 电路,DSP 电路输出接控衰减网络电路的控制端;功放电路的末级电路亦设有输出微带混合匹配电路即输出阻抗匹配电路。

2. 根据权利要求 1 所述的集群通信功率放大的设置方法,其特征是功率检测电路采用平行微带线定向耦合器,平行微带线的第一条微带线为信号的传输通道,平行于第一条微带线的第二条微带线用于对传输功率信号的耦合取样,通过电场耦合出的信号在副线的两个端口 Term3、Term4 上产生同向感应电压,磁场耦合则产生反向感应电压,配合超短波检波电路来完成其功率检测,驻波检测,连接并反馈到 DSP 分析处理控制单元来连接到可控衰减网络电路的控制端,根据检测到输出功率的大小来适当调节衰减网络电路 HMC273MSIOG 的衰减值,得到最佳的功率输出特性。

3. 根据权利要求 1 所述的集群通信功率放大的设置方法,其特征是温补电源部分是指在电源偏置电路中采取温度补偿电路;温度补偿电路是通过前级功放 Q1 集电极接有温度系数电阻;谐波滤波器主要是滤除信号的二、三次谐波分量,减少大信号对其它信号通信的干扰。

4. 根据权利要求 1 所述的集群通信功率放大的设置方法,其特征是带宽 (1dB)810MHz ~ 910MHz 约为 100MHz,通带衰减小于 1dB,线性度良好,在该工作频段内 S11 均小于 -30dB。

5. 根据权利要求 1 所述的集群通信功率放大的设置方法,其特征是具有高可靠性和增益的晶体管 MRF859 和 LDMOS 功放管 MRF9060 作为该前级功放和末级功放模块;可控衰减网络电路中选择 HITITE 公司的 HMC273MSIOG。

6. 根据权利要求 1 所述的集群通信功率放大的设置方法,其特征是功率放大器采用功率回退线性方法。

7. 集群通信功率放大器,其特征是包括输入阻抗匹配电路、可控衰减网络电路、功率放大器、定向耦合与输出功率检测电路、隔离器、谐波滤波器与输出微带阻抗匹配电路并依次连接,设有 DSP 电路,功率放大器包括前后连接的前级放大和末级放大两部分,输入和输出阻抗匹配电路串联和并联构成梯形连接电容的微带混合匹配电路,输出功率检测电路连接至设置的 DSP 电路,DSP 电路输出接可控衰减网络电路的控制端;所述输入和输出阻抗匹配电路是微带混合匹配电路。

集群通信功率放大的设置方法与功率放大器

技术领域

[0001] 本发明属于无线电通信,尤其是大功率集群通信功率放大方法与装置。

背景技术

[0002] 早在公众移动通信规模发展之前,无线通信一直应用于各项专业领域,随着公众移动通信的长足发展,专业移动通信的应用相对滞后,也常被忽视。现阶段的专用无线通信系统包括常规的模拟集群、数字集群、对讲等技术,总体来说具有技术相对落后、业务单一、应用面较窄等特点。但是,随着指挥调度和应急通信需求的增长,集群通信系统在民用和军用中的重要性日益显著,现有的技术已远远不能满足需求。虽然,也有为数不多的数字集群系统应用,但总体存在着价格高、稳定性差、可靠性差、频谱效率不高、售后支持有限等不足,严重地制约了集群通信应用的发展。

[0003] 功率回退法就是把功率放大器的输入功率从 1dB 压缩点(放大器有一个线性动态范围,在这个范围内,放大器的输出功率随输入功率线性增加。随着输入功率的继续增大,放大器渐渐进入饱和区,功率增益开始下降,通常把增益下降到比线性增益低 1dB 时的输出功率值定义为输出功率的 1dB 压缩点,用 P_{1dB} 表示。)向后回退 6-10 个分贝,工作在远小于 1dB 压缩点的电平上,使功率放大器远离饱和区,进入线性工作区,从而改善功率放大器的三阶交调系数。一般情况,当基波功率降低 1dB 时,三阶交调失真改善 2dB。功率回退法简单且易实现,不需要增加任何附加设备,是改善放大器线性度行之有效的方法,缺点是效率降低。此外,在线性度要求很高的场合,只靠功率回退是不够的。

发明内容

[0004] 本发明目的是:提出一种集群通信功率放大的设置方法与功率放大器;为了改善集群通信功率放大器的性能指标,提高集群通信性能,提高功率放大器的线性度,扩大集群调度的网络覆盖,设计出可应用于移动式或固定式集群调度通信的功率放大器,很大程度上解决集群通信中通信稳定性差、通信范围有限、控制智能化差等问题。

[0005] 本发明的技术方案是:集群通信功率放大器的设置方法,包括输入阻抗匹配电路、可控衰减网络电路、功率放大器、定向耦合与输出功率检测电路、隔离器、谐波滤波器与输出微带阻抗匹配电路并依次连接,设有 DSP 电路,功率放大器包括前后连接的前级放大和末级放大两部分,输入和输出阻抗匹配电路串联和并联构成梯形连接电容的微带混合匹配电路,输出功率检测电路连接至设有的 DSP 电路,DSP 电路输出接可控衰减网络电路的控制端;所述微带混合匹配电路用于功放电路的前级和末级电路。所述输入阻抗匹配电路是微带混合匹配电路,用于功率放大器电路的前级放大和末级放大电路;

[0006] 定向耦合与功率检测电路采用平行微带线定向耦合器,平行微带线的第一条微带线是信号的传输通道,平行于第一条微带线的第二条微带线(副线)对信号的耦合取样,通过电场,信号在副线的两个端口 Term3、Term4 上产生同向感应电压,磁场耦合则产生反向感应电压,配合超短波检波电路来完成其功率检测,驻波检测,连接并反馈到 DSP 分析处理

控制单元来连接到可控衰减网络电路的控制端,根据检测到输出功率的大小来适当调节衰减网络电路 HMC273MSI06 的衰减值,得到最佳的功率输出特性;

[0007] 功率放大器还设有温补电源、增益自动控制电路。温补电源部分是指在电源偏置电路中采取温度补偿电路;温度补偿电路是通过前级功放 Q1 集电极接有温度系数电阻;谐波滤波器主要是滤除信号的二、三次谐波分量,减少大信号对其它信号通信的干扰。

[0008] 设计带宽 (1dB)810MHz ~ 910MHz 约为 100MHz,通带衰减小于 1dB,线性度良好,在该工作频段内 S11 均小于 -30dB。

[0009] 具有高可靠性和增益的晶体管 MRF859 和 LDMOS 功放管 MRF9060 作为该前级功放和末级功放模块;可控衰减网络电路中选择 HITTITE 公司的 HMC273MSI06, L1、L2 为高频扼流圈,以阻止射频功率信号的分流,通过电路 RL 调节与 R1、R2 一起使三极管 Q1 偏置饱和状态,对功率管 MRF859 和 MRF9060 起稳步补偿作用,通过调整 R6、R7 的电压关系,来调节合适的静态工作点,以保证放大器的增益、1dB 压缩点输出功率、三阶互调以及工作效率等指标。

[0010] 功率放大器工作在 851 ~ 866MHz 波段,该功率放大器采用智能 AGC 方式控制管理,集成温度补偿、温度检测、功率与 VSWR 检测等应用,基于成熟的功率回退线性技术。

[0011] 集群信道机的功放是一项通过提升基站发射功率来优化网络覆盖的解决方案,在技术提升方面可以有效地扩大集群调度的覆盖范围、提高上行接收电平,改善弱覆盖、降低掉话率,提高通信可靠性与稳定性、降低移动终端输出功率,减少上行信号的干扰等优点,该功率放大器工作在 851 ~ 866MHz 波段,典型增益 (Gain) 29dB。

[0012] 本发明的有益效果是:该功率放大器采用智能 AGC 方式控制管理,集成温度补偿、温度检测、功率与 VSWR 检测等应用,基于成熟的功率回退线性技术,把握了未来功率放大器的发展趋势,具有增益平坦度小,增益调节便捷、稳定性高等优点,在提升集群调度性能和改善网络质量方面具有很强的优势。该发明可以运用到集群、直放站等通信系统中,显著地提高了模块的线性度、增益以及安全稳定性等性能指标,可以有效地扩大集群通信的覆盖范围、提高上行接受电平、改善弱覆盖,在提升集群通信性能和改善网络质量方面具有很强的优势。

附图说明

[0013] 图 1 为系统结构框图,主要描述整个集群通信功率放大器放大方法的组成框图;

[0014] 图 2 前级电路匹配设计,主要是构架出该功率放大器的输入匹配设计方法和框架;

[0015] 图 3 平行微带线定向耦合器,主要表述用于反向功率检测取样的定向耦合器的构架图;

[0016] 图 4 温度补偿的偏置电路,主要描述温度补偿电路的原理;

[0017] 图 5 微带平行线滤波器,主要描述该平行滤波器的原理构架图。

具体实施方式

[0018] 本发明主要有包括功率放大、功率检测、温补电源、增益自动控制和谐波滤波器等几部分组成。功率放大器的系统结构框图 1 所示:

[0019] 功率放大部分采用功率回退技术进行该功放的高线性化设计,以牺牲部分的工作

效率来改善功放的高线性和三阶互调系数。功率放大部分主要分为前级放大和末级放大两部分,采用级间匹配最优化的级联工作方式,使该电路具有调试方便、结构简单等优点。

[0020] 该设计采用具有高可靠性和增益的晶体管 MRF859 和 LDMOS 功放管 MRF9060 作为该前级功放和末级功放模块;可控衰减网络电路中选择 HITTITE 公司的 HMC273MSIOG,该数控衰减器在 851 ~ 866MHz 频段具有插入损耗小,衰减精度高,线性度好等优点。

[0021] 图 2 是前级电路 PCB 设计图,主要完成对电路大信号的预放大处理,采用分立器件和分布参数元件混合使用的方法来完成电路的匹配。C2、C3、C4、C5 和微带线一起完成输入阻抗匹配;C6、C7、C8 和微带线完成输出阻抗匹配,该微带梯形混合匹配电路应用到该功放电路的前、末级电路,具有精度高、调试方便和体积小等优点。

[0022] 功率检测部分采用平行线耦合技术,平行微带线定向耦合器,平行微带线的第一条微带线是信号的传输通道,平行于第一条微带线的第二条微带线(副线)用于信号的耦合取样,通过电场耦合,信号在副线的两个端口 Term3、Term4 上产生同向感应电压,磁场耦合则产生反向感应电压,配合超短波检波电路来完成其功率检测,驻波检测,同时,反馈到 DSP 分析处理控制单元来控制可控衰减网络,根据检测到输出功率的大小来适当调节衰减网络电路 HMC273MSIOG 的衰减值,来得到最佳的功率输出特性。

[0023] 平行微带线耦合器是一种反定向耦合器,在图 3 中,端口 Term1 为信号输入口,端口 Term2 为直通口,信号由电场耦合在副线的两个端口 Term3、Term4 上产生同向感应电压,磁场耦合则产生反向感应电压,结果在端口 Term4 处相加而有输出,Term3 断口处则抵消而呈隔离无输出。

[0024] 温补电源部分是指在电源偏置电路中采取合理的温度补偿措施,既保证了放大器在不同温度环境下稳定可靠地工作,又为功放管器件提供适当的静态工作点,并抑制晶体管参数的离散性以及温度变化的影响从而保持恒定的工作特性。温度补偿电路是通过前级功放 Q1 集电极接有温度系数电阻。

[0025] 在图 4 中 L1、L2 为高频扼流圈,以阻止射频功率信号的分流,通过电路 RL 调节与 R1、R2 一起使三极管 Q1 偏置饱和状态,对功率管 MRF859 和 MRF9060 起稳步补偿作用,通过调整 R6、R7 的电压关系,来调节合适的静态工作点,以保证放大器的增益、1dB 压缩点输出功率、三阶互调以及工作效率等指标。

[0026] 谐波滤波器主要是滤除信号的二、三次谐波分量,减少大信号对其它信号通信的干扰。设计带宽 (1dB)810MHz ~ 910MHz 约为 100MHz,通带衰减小于 1dB,线性度良好,在该工作频段内 S11 均小于 -30dB,其电路结构图如下图 5。

[0027] 滤波器的通带内的插入损耗小于 1dB,带通平坦度很好,通带内输入端口 S11 参数 ≤ -30 dB,设计指标满足设计要求,具有良好的幅频特性。

[0028] 整个电路设计基于器件的大信号 SP 模型,采用先进性 ADS 设计软件。电路中选择固定衰减器加数控衰减器的方法来实现大功率输入情况下的增益可调,HMC273MSIOG 是一种步进为 1dB 的 5Bit 数控衰减器,直通情况下插入损耗为 2dB 左右,衰减最大范围可以到 31dB,该衰减器的 1dB 压缩点输入功率为 24dBm,功放入口处的最大功率约 30dBm,所以考虑把固定衰减器的衰减量设计为 6dB,采用双级 T 型结构的大功率贴片电阻来实现。在放大级部分,前级功放管 MRF859 具有 11.5dB 增益,1dB 压缩点输出功率可以到达 6.5W,末级功放管 MRF9060 的 1dB 压缩点输出功率可以到达 47 ~ 78dBm(相当于 60W),典型增益为 17dB,考

考虑到功放的输出端要加定向耦合器 (0.25dB)、隔离 (0.25dB) 器、谐波滤波器 (1dB) 和其它衰减 (0.5dB), 此时信道增益: $\text{Gain} = -6 - 1 + 11.5 + 17 - 0.25 - 0.25 - 1 - 0.5 = 19.5$ 。对于 20 ~ 30dBm 的输入信号, 可以得到约 39.5 ~ 49.5dBm 的信号输出, 经过耦合度 C 为 25dB 的微带耦合取样, 检测到其输出功率值和驻波比 VSWR 值, 通过 DSP 分析处理单元来相应的调节数控衰减器的衰减量, 以达到通信系统所需要的性能要求, 既保证了该功放设计的增益可调、线性度高要求, 又保证了功放工作的安全、可靠和稳定。

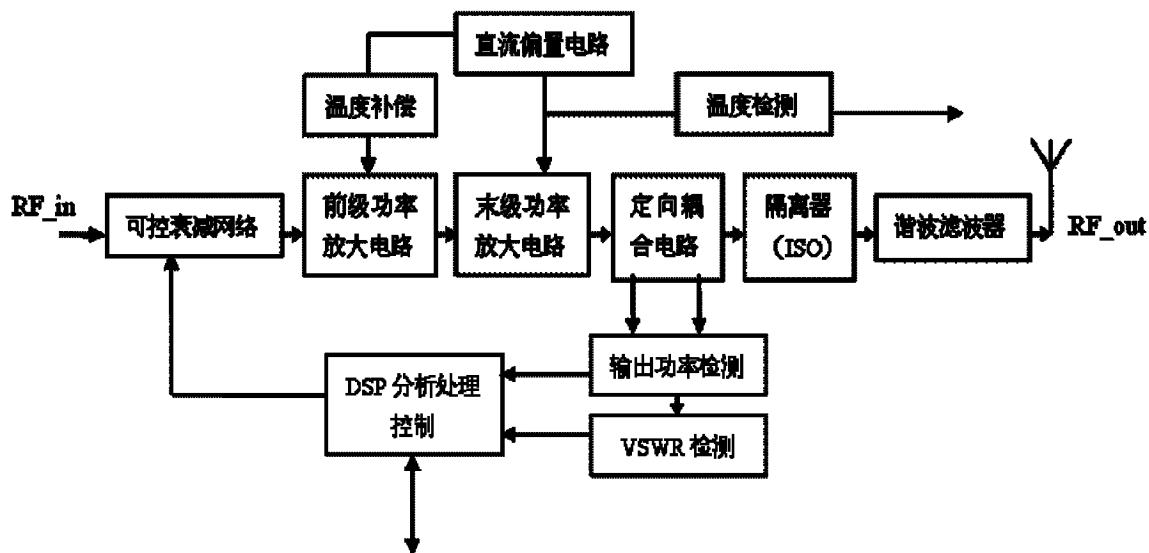


图 1

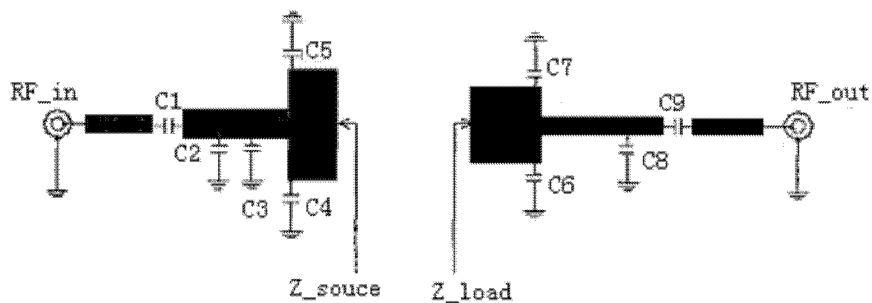


图 2

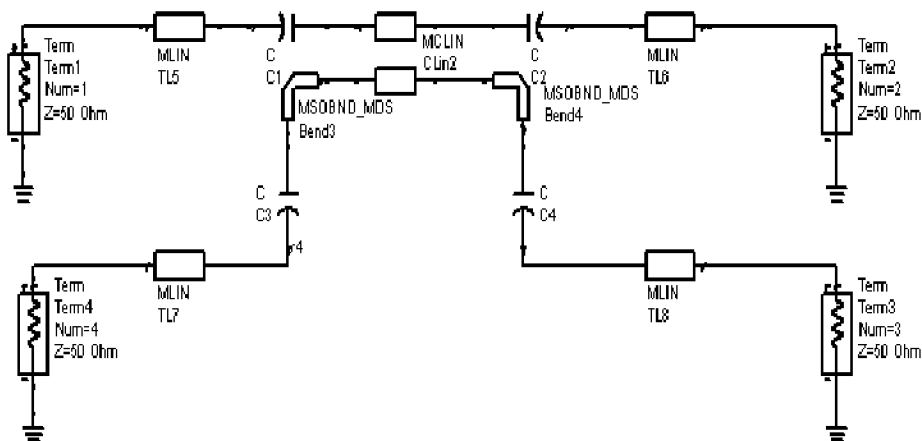


图 3

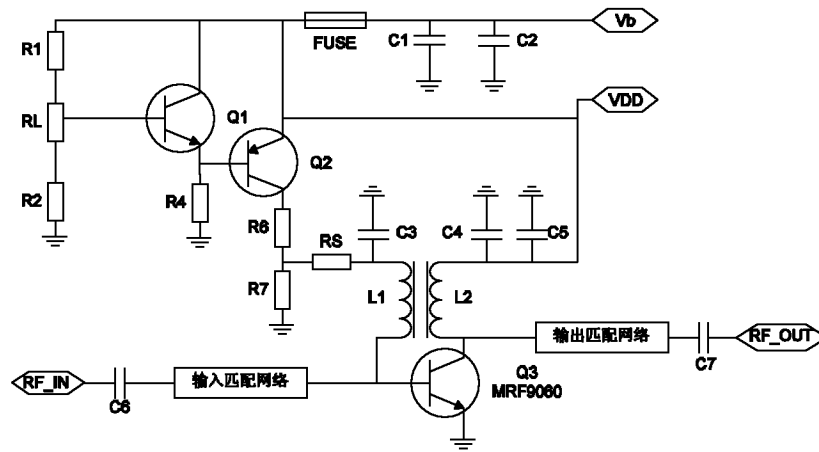


图 4

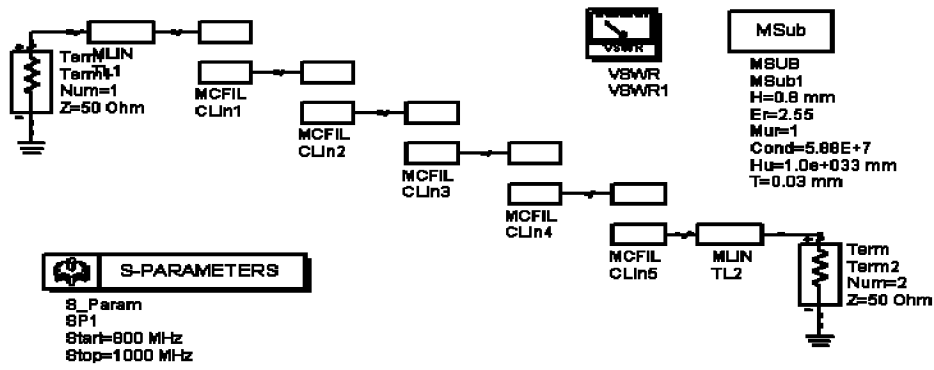


图 5