

CDMA 基站收发信机研制

何松柏, 朱君范, 虞厥邦

(电子科技大学微波中心, 四川成都 610054)

摘 要: 主要介绍 CDMA 射频基站收发信机原理框图、指标及设计方法。完全符合 IS-95 标准的 CDMA 三扇区基站。接收机接收灵敏度 -117dBm, 噪声系数优于 3dB; 发射功率 60W, 三阶互调抑制大于 45dB。

关键词: CDMA; 射频基站; 收发信机

中图分类号: TN929.511 文献标识码: A 文章编号: 0372-2112 (2001) 08-1151-02

The Study of CDMA Base Station Transceiver

HE Song-bai, ZHU Jun-fan, YU Jue-bang

(Dept. of Microwave Center, UEST of China, Chengdu, Sichuan 610054, China)

Abstract: The paper presents the schematic of CDMA (Code division multiple access) base station transceiver. The CDMA three region base station is incorporated into this standard which has been defined in TIA/EIA/IS-95. Its receiver sensitivity is -117dBm and the noise figure is better than 3dB. The maximal effective radiated transmitter power is 47dBm and the 3rd intermodulation products from co-located transmitter shall not exceed 45dB.

Key words: CDMA; RF base station; Transceiver

1 引言

随着经济与技术的发展,人们对无线通信服务提出了更高的要求,不仅仅局限于一般的声音、数据服务,还要求能够传递图像、视频、多媒体及 Internet 等业务^[1]。市场调查结果显示:到 2003 年,全球将超过 8.3 亿无线用户和 7 亿 Internet 用户^[2],这表明研究新一代的移动通信技术具有巨大的市场潜力。

第二代数字蜂窝移动通信系统有日本的太平洋数字蜂窝(PDC)、欧洲的全球移动通信系统(GSM)和美国的 IS-54、IS-95^[3],除了 IS-95 是采用码分多址(CDMA)方式,其它都是采用时分多址(TDMA)方式。现在,几乎所有的专家都认为,到下一世纪,CDMA 将是无线通信中最主要的多址接入手段^[4]。特别是国际电信联盟委员会(ITU)制定了统一的第三代移动通信(简称 3G)系统标准:IMT-2000,它主要基于宽带码分多址(WCDMA)、CDMA2000 等标准,同时,中国也提出了自己的标准并被 ITU 采用。我国政府要求在“95”头两年完成以 IS-95 为标准的 CDMA 移动通信系统,后期完成 WCDMA 移动通信系统。我们承担并完成了 IS-95 CDMA 移动通信系统射频基站的研制,主要完成自中频(调制、解调接口)到射频输入(接收)及输出(发射)至天线端口的全部收发信机电路,并完成了系统整机集成。对微波电路机电一体化设计方法、工艺技术都有深入研究,设计的系统具有可生产性、经济性,为进一步产业化打下了基础。

2 收发信机框图

根据总体要求,每个基站由三扇区组成,每扇区覆盖

120°,由两路接收(RX),一路发射(TX)组成。RX如图1(图中 LO,本振)所示,TX如图2所示。

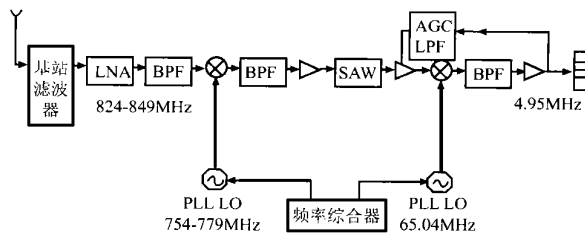


图1 CDMA 基站 RX 实现框图

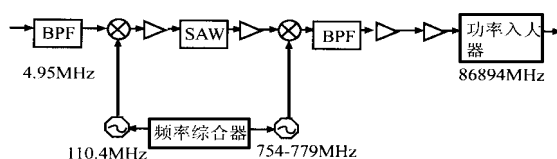


图2 CDMA 基站 TX 实现框图

在 RX 中,来自天线的输入信号经基站滤波器(Cell-site Filter)及低噪声放大器(LNA)放大后,经带通滤波(BPF)、第一次下变频产生 69.99MHz 为中心频率的第一中频信号,经放大、1.25MHz 表声限带滤波(SAW)进入第二下变频器,产生 4.95MHz 为中心频率的第二中频信号,再经放大、滤波及功分器输出五路信号,在 RX 中同时实现了 AGC 环路。在这里,我们主要研制了适合 CDMA 基站 RX 的 LNA,其增益为 44dB,噪声系数仅 0.8dB,OIP3(Output thirdorder intercept point,输出三阶

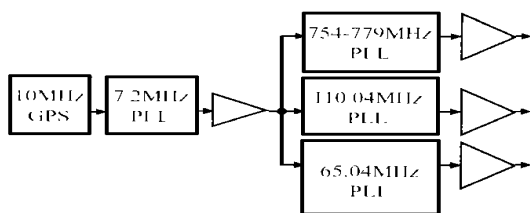


图3 CDMA 基站频率综合器实现框图

交截点)达 34dBm;基站滤波器带内插损 0.7dB,带外抑制达 90dB;及所需本振信号源(采用锁相环(PLL)实现)等关键单元电路。

TX 中,来自五路 QPSK 调制器输出信号进入 TX,经功率合成进入上变频器产生 114.99MHz 中频,再经放大、滤波进入第二上变频器,最终产生 869.894MHz 射频输出,输出放大到 0dBm 进入功率放大器,功率放大器的增益约 47dB,输出 60W,为了达到功率放大器的线性要求,这里采用了前馈线性校正技术,使三阶互调改善了 23dB.满功率输出时,三阶互调抑制优于 45dBc.

在 RX、TX 系统中,需要多路频率源作为混频器本振,它们由频率合成器 FS 模块提供,FS 的框图如图 3 所示.来自全球定位系统(GPS)的 10MHz 高稳参考源通过 PLL 锁定 7.2MHz 晶体压控振荡器(VCXO),三个本振信号源分别锁定在 7.2MHz 参考源上,放大到合适的功率电平后输出至 RX、TX.

同时,收发信机中还有监控、监测电路.通过 RS232 接口实现与基站控制器及操作维护中心(OMC)的通信.主要功能有:频率合成器初始化及控制;接收场强监测;LNA 电源控制;BBX 电源(12V、15V、5V)监测;输出功率监测等.面板上使用绿色(无故障)和红色(有故障)两种发光二极管,用以直观指示 BBX 是否工作正常.

3 系统指标分析

根据以上 RX、TX 的实现框图及建立在具体器件的性能指标基础上,分别对其进行三阶交调及噪声系数指标预算,以使各器件在发挥最佳性能的同时又保持系统满足整体技术指标.

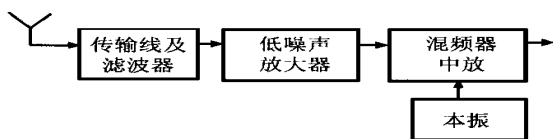


图4 噪声系数指标分析

在 RX 中,低噪声放大器是系统中的一个部件,整个系统噪声系数分析可简化为图 4 的模型.设传输线及滤波器的插损为 a ,低噪声放大器噪声系数为 N_{f1} ,增益为 G_1 ,混频中放的双带噪声系数为 N_{fm} ,双带噪声系数就是用宽带噪声源直接测量得到的噪声系数.同时,在这里选择的中频频率大于低噪声放大器有增益的频率范围,此时,信号的镜频远远落在低噪声放大器频带外,因而不存在镜频噪声.这时系统噪声系数为:

$$N_f = a \left[N_{f1} + 2(N_{fm} - 1) / G_1 \right] \quad (1)$$

式中:传输线及滤波器的插损 $a \geq 1$;用分贝数表示时:

$$N_f (\text{dB}) = a (\text{dB}) + 10 \lg \left[N_{f1} + 2(N_{fm} - 1) / G_1 \right] \quad (2)$$

在这里,基站滤波器的插损为 1.5dB,低噪声放大器的噪声系数为 0.8dB,整机噪声系数满足要求.

系统的三阶交调 OIP3 可以用如下公式计算^[5]:

$$\text{OIP3}_N^{-1} = \sum_{i=1}^{N-1} (IP3_i G_{i+1})^{-1} + IP3_N^{-1} \quad (3)$$

其中: $IP3_i$ 、 G_i 分别代表第 i 级器件的三阶交调点和增益,根据 TX 实现的框图及各原器件的参数,可得出输出三阶交调点达到 34dBm,从理论上可实现约 68dB 的三阶交调抑制.

对于 RX 的增益计算有:

$$G_{\text{总}} = \prod_{i=1}^n G_i \quad (4)$$

用分贝数表示有: $G_{\text{总}} (\text{dB}) = \sum_{i=1}^n G_i (\text{dB})$ (5)

当 AGC 增益到最大时,整个 RX 有 122dB 的增益,当 AGC 增益最小时,整个 RX 有 65dB 增益.

4 研制结果

在各模块电路研制的基础上,对系统进行了整机集成,完成了一个 CDMA 基站射频机架,共三扇区;射频接收部分为双路分集接收、中频输出各为五路;射频发射部分中频输入为五路.并对系统进行联调测试,最后整个系统达到既定目标.

射频发送部分:频率范围 869.70 ~ 893.31MHz;输出功率最大 47dBm;三阶互调大于 45dB.

射频接收部分:频率范围 823.995 ~ 848.31MHz;噪声系数小于 3dB;接收信号电平 - 65dBm ~ - 117dBm;接收 AGC 动态范围大于 52dB;接收中频滤波器通带带宽 1.26MHz;中频输出电平 0dBm.

参考文献:

- [1] Dr Irwin, M Jacobs. The wireless universe [DB/OL]. <http://www.qualcomm.com/main/sabew/>. Mar, 1999.
- [2] 3G Technology. Route to WCDMA [DB/OL]. <http://www.ericsson.com/wireless/products/mobsys/3rdgen/3rdout.stm/>. April, 1999.
- [3] TIA/EIA/IS-95-A. Mobile station-base station compatibility standard for dual-mode wideband spread spectrum cellular system [S]. TIA, May, 1995.
- [4] A J 维特比著,李世鹤等译. CDMA 扩频通信原理 [M]. 北京:人民邮电出版社, 1997: 1 - 2.
- [5] Dale D Henkes, Sai C Kwok. Intermodulation: Concepts and Calculation [M]. Applied Microwave & Wireless, July 1997: 62 - 71.

作者简介:



何松柏 1972 年出生于四川南江. 1998 年获电子科技大学硕士学位. 现在电子科技大学攻读博士学位. 主要研究方向是无线通信原理及其应用.