

16 线 POTS ONT 硬件设计

马 玲

(上海诺基亚贝尔股份有限公司,上海 201206)

摘要:光网络设备(Optical Network Terminal,ONT)是 XPON 网络接入方案中的产品,是一种应用在用户端的光网络终端,有 GPON 和 EPON。介绍以 PON ONU SOC 为主控芯片的 16 线 POTS ONT 的硬件设计及遇到的问题以及如何解决这些问题。此设计是一款基于 GPON(ITU-T G.984)标准并支持以太网和语音接口的 ONT,适用于北美市场,满足 NEBS1 标准。本设计的特点是有 16 线的语音用户接口和 1 个 GE 的接口,上联是 GPON,支持 Dying Gasp 且功耗低。

关键词:ONT;GPON;BOSA;POTS;GE

中图分类号:TN915.62

文献标识码:A

DOI: 10.19358/j.issn.2096-5133.2020.01.016

引用格式:马玲.16 线 POTS ONT 硬件设计[J].信息技术与网络安全,2020,39(1):83-86,99.

The design of 16 line POTS ONT

Ma Ling

(Nokia Shanghai Bell,Shanghai 201206,China)

Abstract: (Optical network terminal,ONT) is the production of XPON network access. It's an optical network terminal applied at the user end,including EPON (Ethernet Passive Optical Network) and GPON (Gigabit-Capable Passive Optical Networks). This paper introduces the design of 16-line POTS with PON ONU SOC as the main control chip,the problems encountered and how to solve them. It is an ONT based on GPON (ITU-T G.984) standard and supports Ethernet and voice interface. It's applicable to north American market and meets with NEBS1 standard. The design features a 16 line voice user interface and one GE interface,its uplink is GPON, supports the Dying gasp and has low power consumption.

Key words: ONT;GPON;BOSA;POTS;GE

0 引言

此设计是基于 GPON(ITU-T G.984)标准并支持以太网和语音接口的 ONT。其在网络中的位置见图 1。ONT 与 OLT 的传输上下行使用同一个光纤,是不同波长(1 310 nm 和 1 490 nm)的 WDM 技术。WDM(波分复用)是一项在现有的光纤骨干网上提高带宽的激光技术,是将两种或多种不同波长的光载波信号在发送端经复用器汇合在一起,并耦合到光线路的同一根光纤中进行传输的技术。本设计是针对北美市场,因此在设计时必须考虑北美市场的需求,从而完成北美的认证。

此设计支持用户接口:16 口的语音接口和 1 个 GE 的接口。上行接口为:GPON SC/APC 接口。

按功能此系统分为主控部分、上联 GPON (BOB)、语音信号处理部分和 POTS 线路接口。

主控芯片使用的是 Broadcom 公司的 PON ONU

SOC,有 DDR3 接口、NAND Flash 接口,内部集成了 GPON MAC,上行使用 1 Gb/s 的 BOSA^[1]。

语音处理芯片使用 VOIP Processor,主要完成语音信号的编解码和数据打包。VOIP Processor 是一款从模式的芯片,内部有一个 450 MHz 的 ARM1136 核和 350 MHz 的 C64 DSP 核^[2]。VOIP Processor 与 PON ONU SOC 之间的交互使用 RGMII 接口,一是用来传输数据,二通过 RGMII 下载 DSP VOIP Processor 的 firmware。语音处理芯片 VOIP Processor 与 SLIC 之间的语音数据传输是通过 TDM 总线。

POTS 接口就是用户接口,即电话。SLIC 芯片使用 Microsemi 的一款双通道的 SLIC,片上集成 VoIP 处理器^[3]。SLIC 是通过 TDM 总线和 DSP 通信,通过 SPI 接口由 PON ONU SOC 来配置管理 SLIC。SLIC 自带两路升压电路。升压电压电路有两种拓扑结构,一种使用变压器的开关电源,输出电压可达 150 V,

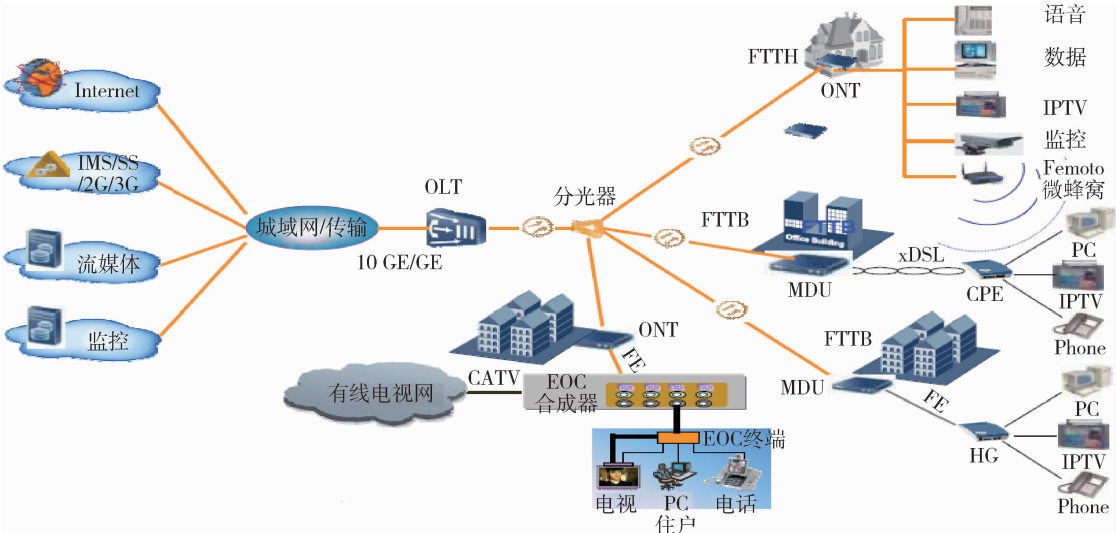


图 1 ONT 在网络中的位置

另外一种使用电感开关电路,输出电压为 135 V。SLIC 内部可以产生振铃电压和馈电,只需要外部的简单电路。在本设计中,为了能达到更高的电压,使用变压器的外部电路设计,这种电路在振铃时电压可达到 145 V_{pk}。变压器的输入电压为 12 V,最终输出可以达到想要的振铃电压和线路馈电。电路设计如图 2 所示。SWOUTY 为 SLIC 输出的 PWM 信号,SWVSY 为输出电压反馈信号,SWCMPY 为变压器的补偿信号,SWISY 为 FET 输出的电路检测信号,VSW 为输入电压 12 V。

线路口有保护器件 PTC 和 TVS,作为过流保护和过压保护。当电流急速增加的时候,PTC 从低电阻变成高电阻从而达到保护后续电路的功能。当电流恢复时,PTC 阻抗恢复到低阻。过压保护使用

TVS,保护 TIP、RING 线,以防损坏 SLIC。BOB 是本系统的上联接口。BOB 部分最核心的是激光驱动器^[4]。另外一个重要的器件是 BO-SA,本设计使用的 BOSA 是 SC/APC 光接口。单纤双向不对称,采用 1 310 nm 波长 1.25 Gb/s 半导体激光器作为发射器。2.5 G APD 1 490 nm 波长接收器^[5]。

1 解决的问题

本文主要介绍了由 PON ONU SOC 作为主控芯片的 16 线 POTS 的 ONT 硬件设计。本系统的特点是低功耗,用于北美市场,可以通过 6 KV SURGE 测试和 600 V RMS 的 AC power fault 测试。RE、CE 均满足 GR1089 标准的测试,主要用在室内,是一款企业级的 ONT。

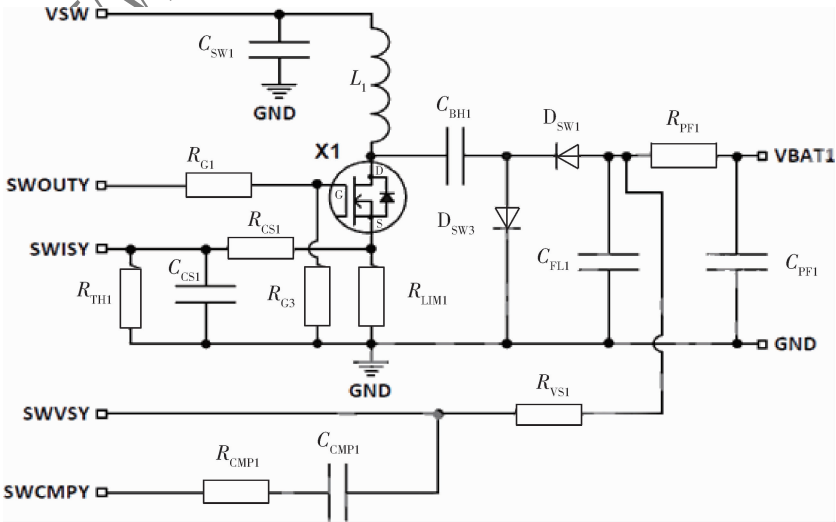


图 2 POTS 电源

在 BOSA 的测试中,在常温下 BOSA 处于长发光的情况下,测试 BOSA 的眼图,发现 BOSA 眼图为双眼皮,眼图也不好看。通过分析原理图红色部分的几个参数,将电容 C577 从 15 pF 调整为 22 pF,眼图双眼皮消失。高低温下测试 BOSA 的消光比、接收灵敏度等参数发现,消光比随着温度的变化,变化比较大,高温会超过 15 dB 或者低温下小于 10 dB。BOSA 有个参数 Monitor Current datasheet 大于 100 μ A,查看 BOSA 的测试数据发现这批 BOSA 的 Monitor Current 都偏小,在 100 μ A 左右,挑选 Monitor Current 大于 200 μ A 的 BOSA 进行测试,高低温下消光比变化范围变小,在 11 ~ 15 dB 之间。BOSA 部分原理图如图 3 所示。

在 RE 的测试中,水平方向在 875 MHz 超标 0.09 dB,如图 4 所示。

EMI 的测试接收天线分为水平和垂直两个极化,噪声必须要在天线为水平及垂直测量时都符合

规定,测量天线要测量水平和垂直两个方向,除了要记录到辐射最大时的读值外,也能显示出噪声的特性。

任何电磁兼容性问题都包含 3 个要素:干扰源、敏感源和耦合路径。因此,在解决本系统的电磁兼容问题时,也要从这三个要素着手分析。

首先从干扰源开始分析,本系统的设计是没有 875 MHz 这个频点的,怀疑是某些频率信号的谐波分量。875 MHz 刚好等于 125 MHz 的 7 次谐波。

在电工学中,周期的电流、电压信号都可以用一个周期信号来表示,即 $f(t) = F(t + kT)$, T 为周期信号的周期。如果给定的周期函数满足狄里赫利条件,则可以将其展开成傅里叶级数:

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{2\pi nt}{T} + b_n \sin \frac{2\pi nt}{T} \right) \quad (1)$$

时钟信号为方波信号,即

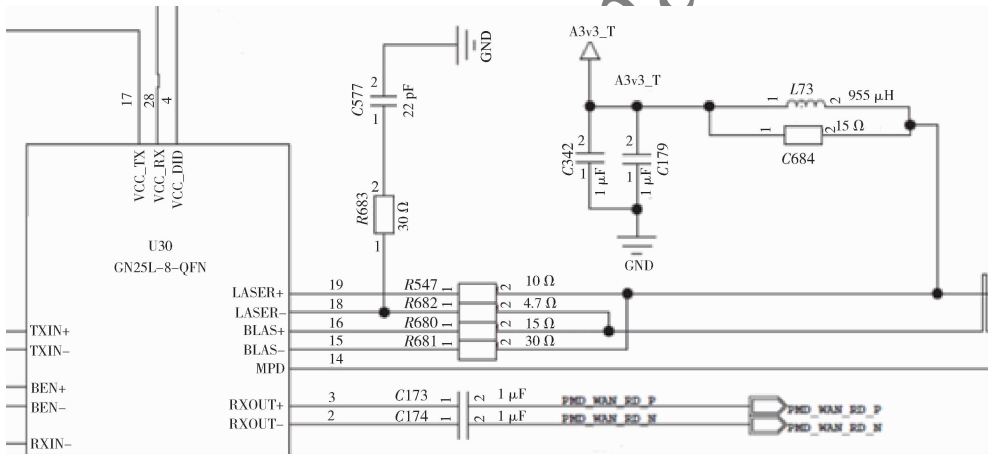


图 3 BOSA 部分原理图

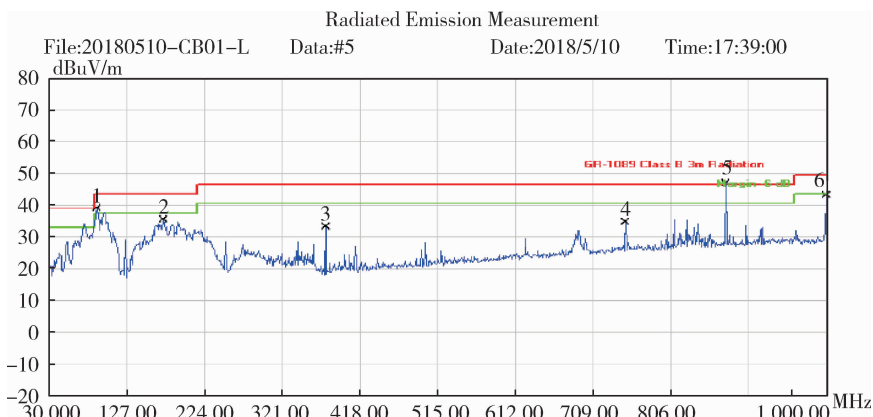


图 4 RE 测试图

$$f(t) = \begin{cases} -\frac{E}{2}, & -\frac{T}{2} \leq t < 0 \\ \frac{E}{2}, & 0 \leq t \leq \frac{T}{2} \end{cases} \quad (2)$$

傅里叶级数为：

$$f(t) = \frac{2E}{\pi}(\sin\omega t + \frac{1}{3}\sin3\omega t + \frac{1}{5}\sin5\omega t + \cdots + \frac{1}{n}\sin n\omega t + \cdots) \quad (3)$$

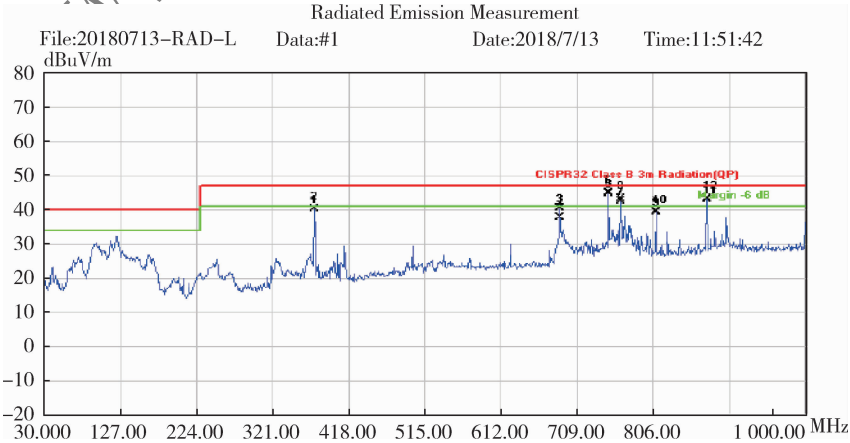
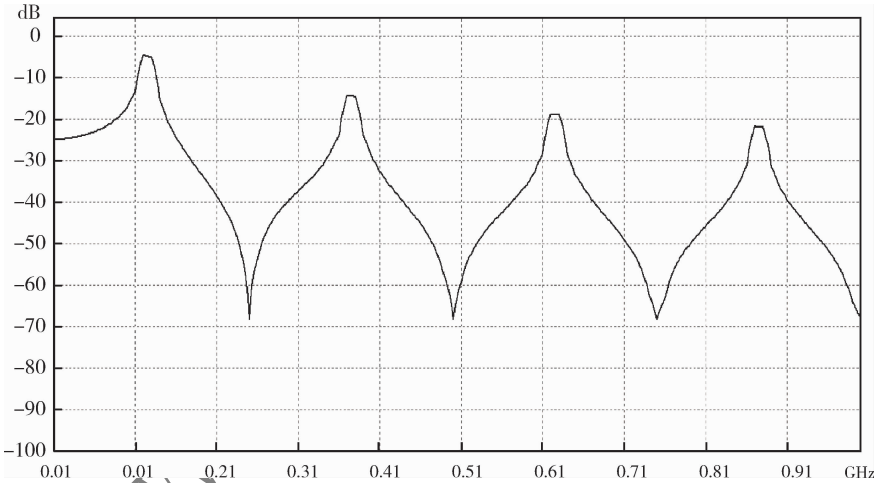
由以上展开可以看到，只含一、三、五等奇次谐波分量，没有偶次谐波分量。

125 MHz 信号在 1 GHz 以下的频谱分布见图 6（由 LTspice 仿真得到）。由图 6 可见，在 1 GHz 以下，频谱只有 125 MHz、375 MHz、625 MHz、875 MHz 奇次谐波分量。

在本系统中 125 MHz 是 RGMII 和网口工作的频率，板上有 125 MHz 时钟为 RGMII 工作提供所需的

时钟。为了寻找辐射的根源，先将网口停掉，发现 875 MHz 处依然超标。然后通过软件将 PON ONU SOC 的 RGMII 关掉，同时将供给 DSP 的 RGMII 端口使用的 125 MHz 时钟停掉，再测试，发现 875 MHz 完全没有超标，辐射信号消失。这样就可以肯定板上的 875 MHz 辐射的源头是 125 MHz 的 RGMII 信号。找到源头，下一步就是如何解决 RGMII 的辐射问题。

在 PCB 布线时一些关键信号线、高速时钟线均在 PCB 内层布线，夹在电源层和地层之间，这样屏蔽比较可靠。查看 PCB 设计，发现 RGMII 信号是走在 PCB 的 top 层和 bottom 层，由于表层布线和底层布线，一侧是介质，另外一侧是空气，存在电磁辐射，因此对外的辐射比较大。要想解决辐射，可以将信号走在内层，然而内层无法布线，只能加层，加两层 PCB 会增加近 40 元的成本，会提高产品的成本。为了尽可能少增加成本，在 PON ONU SOC RGMII



（下转第 99 页）

11(1):142-146.

- [8] Chen Yao, Mao Baohua, Bai Yun, et al. Impact of train characteristics on traction energy consumption of urban rail transit and evaluation on train energy efficiency [J]. China Railway Science, 2016, 37(2): 99-105.
- [9] HUBKA L, SKOLNIK P, HUBKA L. Tram simulation model for energy balance analyses [C]. International Conference on Process Control. Ohrid, Macedonia: IEEE 2017.
- [10] 王栋, 刘炜, 李群湛, 等. 现代有轨电车运行仿真系统的开发与应用 [J]. 电源技术, 2016, 40(10): 2040-2043.
- [11] 王玉明, 刘明君, 赵宇刚. 城市轨道交通系统运行节能措施研究 [J]. 综合运输, 2011(4): 57-59.
- [12] 杨继斌, 张继业, 宋鹏云. 储能式有轨电车能量管理策

略多目标优化 [J]. 电源学报, 2017, 15(5): 137-143.

- [13] 贾新章, 游海龙, 顾铠, 等. 统计过程控制理论与实践——SPC、Cpk、DOE、MSA、PPM 技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [14] 孙智超, 王波. 基于数据挖掘技术的建筑能耗分析集成方法 [J]. 计算机应用与软件, 2017(11): 103-108.

(收稿日期: 2019-12-11)

作者简介:

樊辉(1983-), 男, 本科, 工程师, 主要研究方向: 电力、电气化。

李进明(1976-), 男, 本科, 工程师, 主要研究方向: 机电工程。

(上接第 86 页)

的发射端用吸波材料将表层的线包住, 进行测试, 发现在 875 MHz 不论在水平还是垂直方向都可以通过测试而且还有很大的余量, 吸波材料的成本不超过 10 元。和加层的方案相比, 此方案更加可取, 最终选择使用吸波材料来解决 RE 的问题, 从而可以保证产品完全通过 RE 测试。

2 结论

本文介绍了一款应用于北美市场的 ONT 的设计, 重点讲述了产品设计中遇到的问题: (1) RE 测试不通过; (2) BOSA 眼图不符合要求。从理论上分析, 最终解决了 RE 测试不通过以及 BOSA 眼图的问题。

参考文献

- [1] Broadcom. PON ONU SOC EPON, GPON High-end Gateway Processor datasheet [Z]. 2017.

- [2] MindSpeed. VOIP Processor Comcerto Comcerto 300v2 Series Access Voice Processors Data Sheet [Z]. 2011.

- [3] Microsemi. Le96XX Subscriber Line Interface Circuit miSLIC Serise Advance Data Sheet [Z]. 2017.

- [4] Semtech. GN25LXX 2.5Gb/s CMOS Burst Mode Laser Driver & Limiting Post Amplifier with On-chip APD Controller [Z]. 2015.

- [5] Mentech. GPON ONU BOSA (APD, SCAPC Pigtail) [Z]. 2017.

(收稿日期: 2019-11-08)

作者简介:

马玲(1976-), 女, 硕士, 主要研究方向: 固定网络硬件研发。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《信息技术与网络安全》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《信息技术与网络安全》编辑部
中国电子信息产业集团有限公司第六研究所