

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2014.08.021

引用格式:庄建忠. 基于同步传输的射频光网络单元设计[J]. 电讯技术,2014,54(8):1152-1155. [ZHUANG Jian-zhong. RF ONU Design Based on Synchronous Transmission[J]. Telecommunication Engineering,2014,54(8):1152-1155.]

基于同步传输的射频光网络单元设计*

庄建忠**

(浙江传媒学院,杭州 310018)

摘要:RFoG 技术在 HFC 网络双向改造中存在明显的优势,越来越多的运营商采用 RFoG 组网方案,但是 RFoG 的射频光网络单元由于光突发模式采用电平控制 ONU 的开通与关断,造成实现困难。为此,给出了一种基于同步传输的射频光网络单元设计方法,将回传信号数字化,采用和 CMTS 相同的时分复用技术(TDMA)来控制 ONU 反向光发射的“突发”,从而达到在任一给定的时点只允许一个 ONU 与 CMTS 头端保持通信,以弥补其不足。

关键词:射频光网络单元;光突发模式;同步传输;时分复用

中图分类号:TN929.11 文献标志码:A 文章编号:1001-893X(2014)08-1152-04

RF ONU Design Based on Synchronous Transmission

ZHUANG Jian-zhong

(Zhejiang University of Media and Communications,Zhejiang 310018,China)

Abstract:RFoG technology has obvious advantages in HFC network two-way reform and more and more operators use RFoG networking scheme,but it is difficult to realize RFoG optical network unit(ONU) because light burst mode uses level to control the ONU on and off. This paper presents a method of designing RF ONU based on synchronous transmission. The signal is digitized and time division multiplexing(TDMA) technology is adopted to control the "burst" from ONU reverse light,so as to achieve the goal that at any given time,only one ONU and CMTS head end is allowed to keep communication.

Key words:RF ONU; optical burst mode; synchronous transmission;time division multiplexing

目前,RFoG 组网方案相对其他组网方案^[1]具有比较明显的优势。但是,RFoG 射频光网络单元(ONU)也存在着明显的不足。RFoG 技术是用回传信号的大小来区分数据信号还是噪声信号来控制回传激光器的开通和关断,从而实现“突发”模式。根据网络设计需求,关断电平一般比开通电平要低 10~30 dB,这样才能保证基于光突发模式的上行信号传输更稳定^[2-3]。但这给产品的设计实现带来了困难,据市场调查研究,目前市场上绝大部分产品都做不到这一点。为此,本文设计了一种基于同步传输的射频光网络单元,解决了汇聚噪声等有关问题,具有实用价值。

1 基于同步传输射频 ONU 的设计与实现

为了克服 RFoG 射频 ONU 产品设计实现方面的困难,在回传通道上,采用和 CMTS 相同的时分复用技术(TDMA)来控制 ONU 反向光发射的“突发”,从而达到在任一给定的时点,只允许一个 ONU 与 CMTS 头端保持通信。CM 不发送回传信号时,用户

* 收稿日期:2014-04-16;修回日期:2014-07-12 Received date:2014-04-16;Revised date:2014-07-12

** 通讯作者:zjz6609@163.com Corresponding author:zjz6609@163.com

• 1152 •

端的反向激光发射机处于关断状态,只在 CM 发送回传信号时才打开光发射机。由于采用同步传输技术,利用 OLT 分配的时隙来实现反向光发射的“突发”,避免了用回传信号的强弱来判断上行信号是数据信号还是噪声信号,从而使反向光发射的突发模式的设计实现变得容易。

1.1 同步时钟传输

图 1 是基于同步传输的 EPON 的时钟传输的框图,EPON 包括精确的参考时钟 (PRC)、OLT 和 ONU。OLT 包括多点控制协议 (MPCP)、计时器、运行、管理和维护 (OAM) 模块以及光收发器。ONU 包括光收发器、脉冲-时间寄存器、MPCP 计时器和秒脉冲 (1PPS) 生成器。

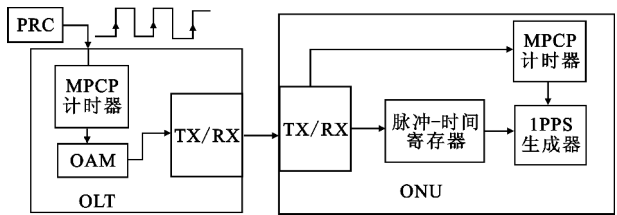


图 1 EPON 的时钟传输框图

Fig. 1 Block diagram of EPON clock transmission

精确的参考时钟 PRC 供给 OLT 精确的参考时钟信号,精确的参考时钟信号是一个 1PPS 信号。1PPS 信号的每个脉冲的给定沿由 MPCP 计时器根据即时 MPCP 时间记录,选择 1PPS 脉冲信号的上升沿作为给定沿。OAM 模块生成 OAM 信息,该 OAM 信息可以表示下一脉冲发生的时间。收发器将 OAM 信息传送给 ONU,ONU 收发器接收 OAM 信息,并利用从 OAM 信息中提取的下一脉冲时间给脉冲-时间寄存器编程。

根据 MPCP 协议,ONU 端的 MPCP 计时器基于 MPCP 控制信息中的时间戳与 OLT 端的 MPCP 计时器同步,MPCP 控制信息中的时间戳可以是 MPCP GATE 和 REPORT。EPON 的 MPCP 时间有时间段 (Time Quantum, TQ) 的规定,通常为 16 ns。因此,ONU 端 MPCP 计时器的动态误差被有效限制在两个相邻的 TQ 中。

1PPS 脉冲生成器生成 1PPS 脉冲信号,通过将 该脉冲信号下一脉冲的相同沿与编程的脉冲时间 (存储在脉冲-时间寄存器中) 对准,该脉冲信号的相位可以与 1PPS 脉冲信号对准。上述编程的脉冲时间与 ONU 端 MPCP 计时器的计数器值相关,因此,成功地将相位对准的时钟信号通过 EPON 进行

传输。由于 OLT 引入的附带可变延时,ONU 生成的脉冲位于源脉冲的时间的 $\pm 8TQ$ 内。除了占空比为 50% 的 1PPS 脉冲信号,其他脉冲格式也可以作为参考相位信号。

1.2 基于同步传输的射频 ONU

为利用相位对准的参考时钟作为采样时钟,采用与现有机顶盒兼容的低成本 RF 返回路径。图 2 是基于同步传输的射频 ONU 的原理框图。ONU 包括光收发器、参考时钟接收模块、频率乘法器 (或频率同步器)、RF 信号接收模块、模数转换器 (ADC)、计数器和数据包组装模块。

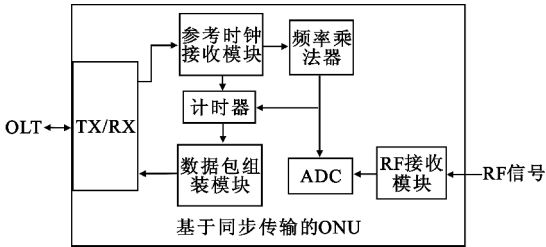


图 2 基于同步传输的 ONU 的原理图

Fig. 2 Principle block diagram of ONU based on synchronons transmission

参考时钟接收模块通过光收发器从上行 OLT 接收相位对准的参考时钟信号,相位对准的参考时钟信号是 1PPS 脉冲信号。然后,将接收的参考时钟信号发送给频率乘法器,频率乘法器是由接收到的参考时钟信号控制的数控振荡器 (其输出频率是可编程的)。频率乘法器生成高频信号,即将上行的 RF 信号数字化的采样信号,该采样信号被优化为匹配 RF 信号的载波频率 (基于由 STB 用来生成该 RF 信号的频率),这一特点可以最小化通过上行链路传输数字 RF 信号所需的带宽,否则,若使用更高的采样频率,该系统可能生成多于需求的数据包。

RF 信号接收模块接收由现有机顶盒 (STB) 发送的上行 RF 信号,然后,将接收的 RF 信号发送给 ADC。ADC 利用频率乘法器的输出采样信号将接收的 RF 信号数字化,然后,将数字 RF 信号发送给数据包组装模块以便将数据包组装入合适的分组大小的 EPON 数据包中,数据包的大小可由用户配置。每个组装的数据包由计数器标记时间戳,计数器由频率乘法器的输出驱动,并由接收的参考时钟信号复位。数据包的时间戳 (例如计数器值) 记录了对数据包进行采样处理的起始时间,时间戳包含在数据包的包头中。然后,通过光收发器将标记有时间

戳且包含数字 RF 信号的 EPON 数据包传送给上行 OLT。

1.3 基于同步传输的 OLT 的设计

由于采用了基于同步传输射频 ONU,OLT 也必须是基于同步传输的。图 3 是基于同步传输的 OLT 的原理的框图。OLT 包括光收发器、参考时钟发送模块、数据包接收模块、缓存器、计数器、延时模块、频率乘法器以及数模转换器(DAC)。

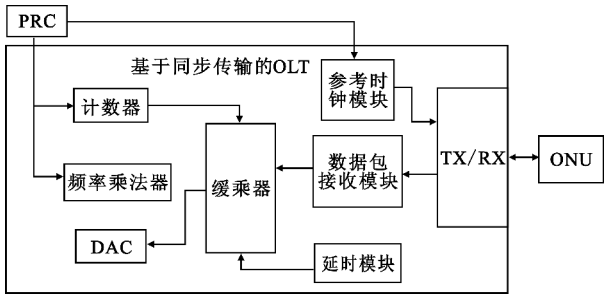


图 3 基于同步传输的 OLT 原理框图
Fig. 3 Principle block diagram of OLT based on synchronous transmission

参考时钟发送模块由 PRC 驱动通过光收发器向下行 ONU 广播相位对准的时钟参考信号。如上所述,相位对准的时钟信号可以用来生成采样时钟以及给包含数字 RF 信号的数据包标记时间戳。数据包接收模块通过 OLT 端光收发器从下行 ONU 接收包含数字 RF 信号的数据包,接收的数据包可以存储在缓存器中,数据包在缓存器中的位置可以由它们的时间戳决定。除了提供相位对准的参考时钟信号给下行 ONU,还可以将 PRC 的输出发送给 OLT 端的频率乘法器和 OLT 端的计数器,计数器和频率乘法器的工作过程与位于 ONU 中的频率乘法器和计数器的工作过程类似。OLT 端的计数器由频率乘法器的输出驱动,并由 PRC 复位,因此,OLT 端的计数器与 ONU 端的计数器同步。

数据包接收模块提取每个接收的数据包的时间戳并将提取的时间值发送给延时模块,延时模块在该时间值上增加固定的延时量,该固定的延时量大于影响最远 ONU 的最大可能延时。当计数器的值匹配数据包经延时处理的时间戳(延时模块的输出)时,从缓存器中读取该数据包,这就保证了所有的数据包在相同的时延后在 OLT 中被重播(从缓存器读取出来),而不考虑不同的数据包在传输过程中的延时。通过引入固定的时延量,该系统克服了所有数据包的时间不定性和随机延时,并确保了

RF 信号的数字值的合适时间。

每个 ONU 分配有用发送数字 RF 信号的时间隙,从而避免了冲突。时间隙分配机制与用于 ONU 上行发送的传统带宽分配机制类似。RF 返回路径没有采用调度或带宽分配。若两个 ONU 同时发送数字 RF 信号,就会发生冲突。数据包接收装置模块进一步被配置为通过检查提取的时间戳来检测 RF 信号冲突,若来自不同 ONU 的数据包具有重叠的时间戳,数据包接收模块可以确定发生了冲突。数据包接收装置可以通知冲突的 ONU 发送失败并请求重新发送,冲突的 ONU 可以在重新发送该数字 RF 信号前等待一随机的时间间隔。

将接收的包含数字 RF 信号的数据包从缓存器中读取出来后,可以将这些数据包发送给 DAC 以便进行数模转换。DAC 在将数据包还原到 RF 域时利用频率乘法器的输出作为时钟信号。由于 OLT 端频率乘法器的输出与 ONU 端用于采样 RF 信号的频率乘法器的输出同步,因此 DAC 可以再生原始的 RF 信号。设计中将缓存器的输出发送给 DAC 之前可以对该输出进行数字内插处理。另外,频率乘法器的输出频率高于 ONU 端频率乘法器的输出频率,因此,再生的 RF 信号具有更好的信号质量。

2 EPON 发送和接收 RF 信号流程

图 4 是通过 EPON 发送 RF 信号的流程图。ONU 先确定是否检测到 RF 信号,若否,该系统继续等待;若是,该系统利用基于相位对准参考时钟信号的采样时钟对接收的 RF 信号进行采样。然后,该系统将数字采样组装入一定分组大小的合适以太网包头的数据包中。最后,将该数据包发送给上行 OLT。

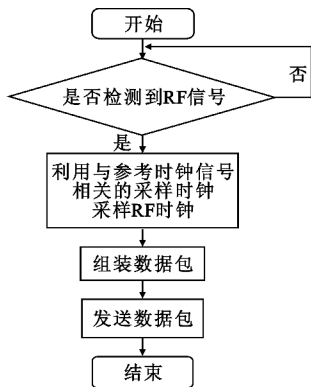


图 4 通过 EPON 发送 RF 信号的流程图
Fig. 4 Flow chart of transmitting RF signal through EPON

图 5 是通过 EPON 接收 RF 信号的流程图。OLT 接收包含数字 RF 信号的数据包,并将该数据包存储在缓存器中。该系统提取接收的数据包的时间戳,并在该时间戳上增加固定时延,然后比较本地计数器的值和延时的时间戳的值,若匹配,在相应于增加的时延的时间点从缓存器中读取该数据包;否则,等待直至匹配。最后,将缓存器的输出发送给 DAC 以便还原为 RF 域。

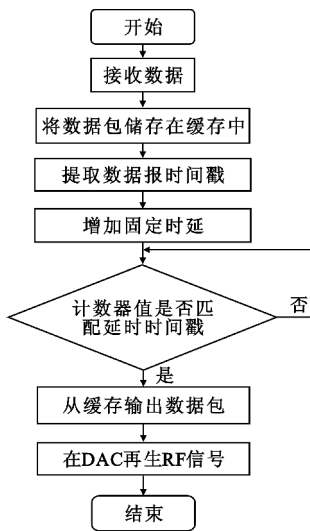


图 5 通过 EPON 接收 RF 信号的流程图
Fig.5 Flow chart of receiving RF signal through EPON

以上所述的数据结构和代码存储在计算机可读存储媒介中,计算机可读存储媒介可以是由计算机系统用来存储代码和/或数据的任意设备或媒介。计算机可读存储媒介包括但不限于易失性存储器、非易失性存储器、磁光存储设备或其他能够存储已知或未来可发展的计算机可读媒介的设备,磁光存储设备可以是磁盘驱动器、磁带、CD(光盘)、DVD(数字视频光盘)。

描述的方法和过程可以用代码和/数据来表示,这些代码和/或数据可以存储在上述计算机可读存储媒介中。当计算机系统读取并执行存储在计算机可读存储媒介中的代码和/或数据时,计算机系统可以实现以数据结构和代码表示并存储在计算机可读存储媒介中的方法和过程。

另外,以上所述的方法和过程可以包含在硬件模块或设备中,这些模块和设备包括但不限于专用

集成电路(ASIC)芯片、现场可编程门阵列(FPGA)、在特定时间执行特定软件模块或代码片段的专用或共享的处理器、和/或其他已知或未来可发展的可编程逻辑设备。当激活硬件模块或设备时,它们实现所包含的方法和过程。

3 结 论

基于同步传输的射频 ONU 与 RFG 射频 ONU 一样把光链路由 HFC 的点对点模式改进为点对多点模式^[4],使汇聚噪声问题得以有效解决。同时,由于利用同步传输技术,使反向光发射的突发模式的设计实现变得容易,且与现有设备兼容,因而有较大的实用价值。

参考文献:

[1] SCTE 174-2010, Radio Frequency over Glass Fiber-to-the-Home Specification[S].
[2] 郑新源,王玩球. RFoG 关键技术研究及应用[J]. 有线电视技术,2012(2):19-22.
ZHENG Xin-yuan, WANG Wan-qiu. RFoG Key Technology and Its Application[J]. Cable Television Technology, 2012(2):19-22. (in Chinese)
[3] 熊承国,尹冠民. RF PON-HFC 网络双向改造的首选技术[J]. 电视技术,2010(2):101-104.
XIONG Cheng-guo, YIN Guan-min. RF PON-Top Pick of Two-way Bandwidth Transformation Technology for HFC Networks[J]. Video Engineering, 2010(2):101-104. (in Chinese)
[4] 咎峤. 浅谈 HFC 双向网建设[J]. 电讯技术,2000,40(1):87-90.
ZHAN Qiao. Discussion on HFC Network[J]. Telecommunication Engineering, 2000,40(1):87-90. (in Chinese)

作者简介:



庄建忠(1966—),男,江苏江阴人,硕士,高级讲师,主要研究方向为电子技术、网络通信技术。

ZHUANG Jian-zhong was born in Jiangyin, Jiangsu Province, in 1966. He is now a senior lecturer with the M. S. degree. His research concerns electronic technology and network communication technology.

Email: zjz6609@163.com