

基于强度调制和相位调制的 ROF 系统比较

徐冠,武向农*,张静,殷业,朱苏磊,张谦

(上海师范大学,信息与机电工程学院,上海 200234)

摘要: 基于现有实现载波抑制毫米波传输下行链路信号的实验,研究并比较了以下两种 ROF 系统:一种是利用强度调制技术产生载波抑制毫米波的传输系统,另一种是利用相位调制技术产生边带传输下行链路信号.通过仿真实验验证了系统的有效性和可靠性,并根据光谱图、Q 值参数、眼图和误码率曲线来对比研究两者传输性能的优缺点.

关键词: ROF 系统; 载波抑制; 强度调制; 相位调制

中图分类号: TN 929.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-5137(2012)05-0470-05

0 引言

ROF 技术作为一种新出现的超宽带无线接入技术,充分结合光纤和超宽带无线毫米波传输的特点,能低成本地实现大容量射频信号的有线传输和超宽带的无线接入^[1-2]. ROF 系统就是把无线电信号调制到光载波上进行传输的链路,主要的调制方式可分为直接调制和外部调制.直接调制由于带宽的限制,只适用于低频系统,高速光纤通信一般采用外部调制,即将本地振荡信号通过一个外部光学调制器调制到光载波上^[3-4],最常见的是采用强度调制器和相位调制器.

本文作者基于 Optisystem 光通信仿真软件搭建两种实现载波抑制毫米波传输下行链路信号的 ROF 系统:一种是采用马赫曾德尔调制器和强度调制器加载下行链路信号后,再进行中心载波抑制的系统^[5],另一种是采用相位调制器和布拉格光栅先滤除中心载波,再加载下行链路信号传输的系统^[6].通过系统结构、光谱图、眼图、系统误码率曲线和能量损耗等仿真结果,对两个系统的传输性能进行比较研究.

1 系统设计与描述分析

本文作者利用 Optisystem7.0 软件来搭建 ROF 系统仿真实验.图 1 为基于强度调制的 ROF 系统的结构示意图,图 2 为利用 Optisystem 软件搭建的仿真结构图.

在中心站处,光源采用中心波长为 1552.52 nm (193.1THz)、线宽为 10 MHz 的连续激光(CW Laser),下行链路信号是速率为 2.5 Gbit/s 的非归零伪随机序列,二者经过强度调制器(AM)进行了光电调制,调制后的信号如图 5a 所示.该信号与 20 GHz 的 RF 正弦信号来驱动消光比为 30 dB、插入损耗为 5 dB 的马赫曾德尔调制器(MZM),产生了携带下行链路信号的双边带信号,如图 5c 所示.最后利用布拉格光栅(FBG)的带阻特性滤除光载波,中心频率设置为 193.1 THz,形成了双边带-光载波抑制信号,如图 5e 所示.在基站处,由于接收到信号的一次谐波之间频差为 40 GHz,所以在解调端进行相干解

收稿日期: 2012-07-25

基金项目: 上海师范大学项目(SK20123, DYL201007); 上海市自然科学基金(11ZR1426600); 国家自然科学基金(61101209)

作者简介: 徐冠(1988-),男,上海师范大学信息与机电工程学院硕士研究生;武向农(1970-),女,上海师范大学信息与机电工程学院副教授.

* 通信作者

调时,混频的射频信号频率为 40 GHz.

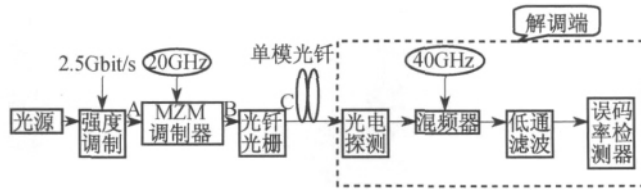


图 1 基于强度调制的 ROF 系统的结构示意图

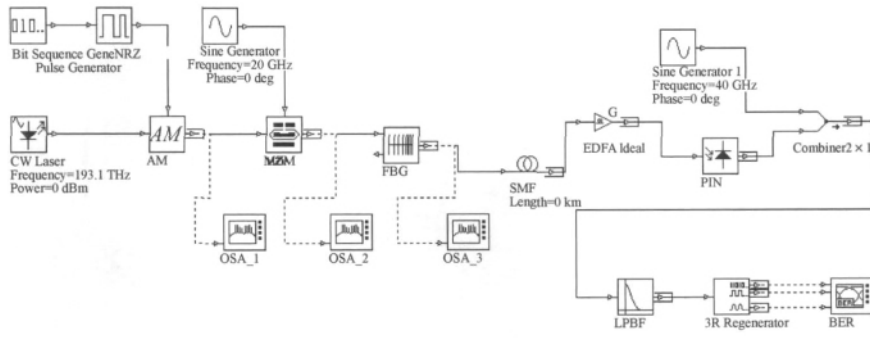


图 2 基于强度调制的 ROF 系统仿真图

强度调制器存在一个固有的缺点,即偏置点的漂移.它在正常工作的时候需要偏置电路提供偏置电压,但是随着温度和周围环境的变化,偏置曲线会发生漂移.一旦偏置点发生了改变,那么链路性能都会发生变化.为了保证链路性能的稳定性,应尽量避免偏置点的变化.相对于强度调制器来说,相位调制器则不需要偏置电路,因此避免了偏置电压的漂移造成的链路性能的下降^[8-9].

图 3 为基于相位调制的 ROF 系统的结构示意图,图 4 为利用 Optisystem 软件搭建的仿真结构图.

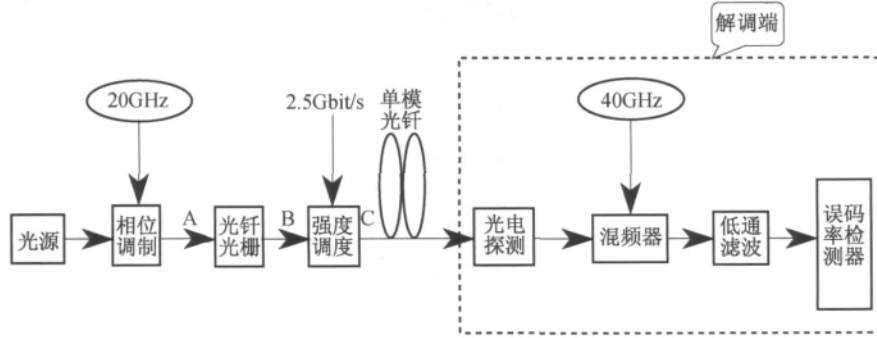


图 3 基于相位调制的 ROF 系统的结构示意图

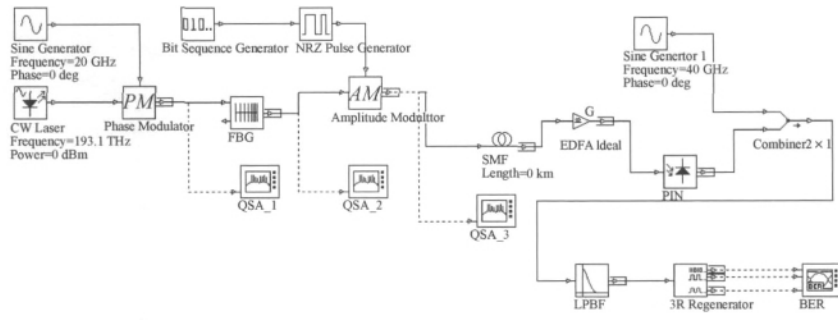


图 4 基于相位调制的 ROF 系统仿真图

相位调制产生载波抑制边带的方式则不同于强度调制. 在中心站处, 光源采用与强度调制系统相同的连续激光, 首先与 20 GHz 的 RF 信号经过相位调制器(PM)进行调制, 产生一个双边带信号, 如图 5b 所示. 该信号随后经过一个布拉格光栅, 中心频率设置为 193.1 THz, 其中心载波首先被抑制, 形成载波抑制毫米波, 如图 5d 所示. 载波抑制毫米波信号再与速率为 2.5 Gbit/s 的下行链路信号经过强度调制器(AM)进行二次调制, 此时的载波抑制边带中已经携带了下行链路信号, 其光谱图如图 5f 所示. 观察图 5e 和图 5f 的光谱图, 两个输出信号很相似, 说明两个系统结构虽然有区别, 但都可以共同实现载波抑制毫米波来传输下行链路信号.

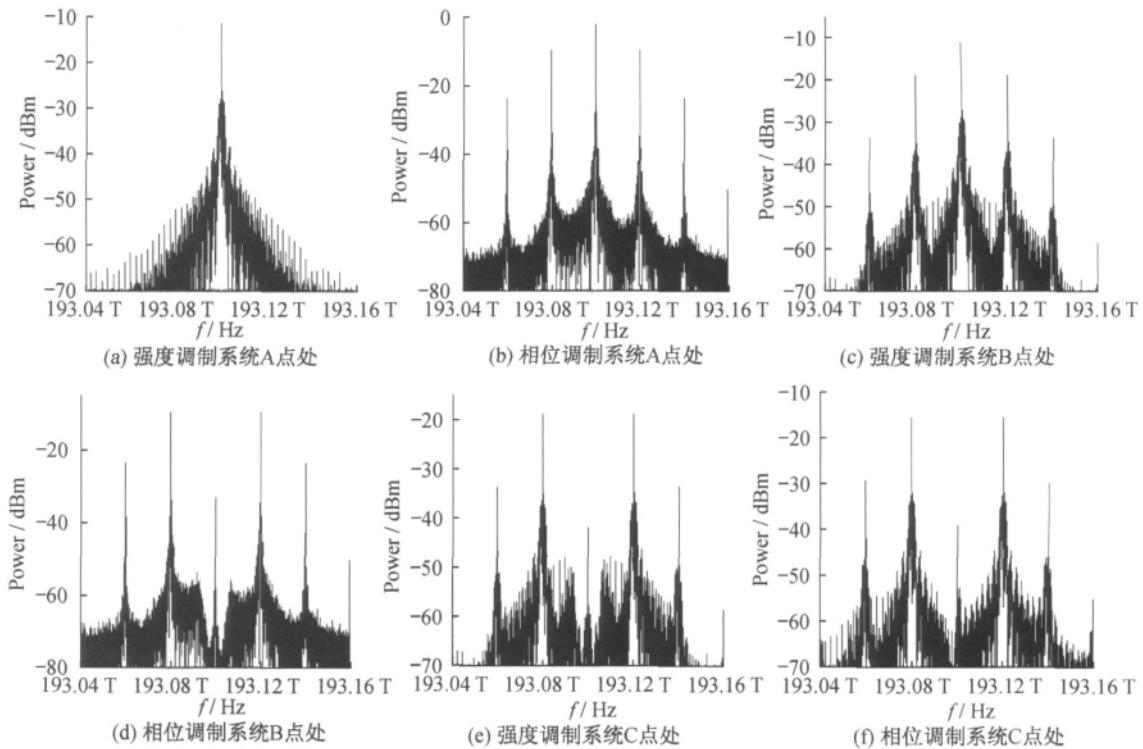


图5 两种系统中对应点的光谱图

2 系统结果比较与分析

图 6 所示为两个系统分别在传输 B-T-B(0 km)、20 km 和 40 km 情况下观察得到眼图.

基于上述两种不同调制方式的系统, 无论是采用强度调制还是相位调制来产生载波抑制毫米波, 都能够在光纤链路的传输中忍受很多的光纤色散, 并使得在链路中所传输的下行链路信号产生缓慢的变形.

比较图 6 中 3 组眼图不难发现, 随着传输距离的增加, 信号的畸变也越来越大. 在 B-T-B 的传输情况下, 如图 6a 和 b 所示, 强度调制系统的 Q 值高达 153, 而相位调制系统的 Q 值只有 78, 由眼图的具体形状可以看出, 强度调制系统的“1”电平和“0”电平都很平滑, 眼线都比较细, 而相位调制系统的“0”电平也很平滑, 但是“1”电平出现了较多的抖动, 其 Q 值相对较低, 产生高电平抖动现象主要是由于信号传输系统中的阻抗不匹配, 如图 6c 和 d 所示, 在眼图中可以观察到细微的畸变. 相位调制系统噪声对系统性能造成影响. 随着传输距离的增加到 20 km, 比强度调制系统的眼图上升沿和下降沿相对稍粗, 信号的抖动相对较大, 这是由于相位调制后的信号需再经过强度调制, 才能经过光电探测器进行解调. 当传输距离的增加到 40 km 时, 如图 6e 和 6f 所示, 2 个信号都出现了比较严重的变形, 强度调制系统的眼图上升沿和下降沿相对则更粗些, 这是由于在强度调制系统中采用了 MZM 调制器, 在长距离传输时,

它的附加啁啾现象会增大非线性效应和光纤色散对系统的干扰.

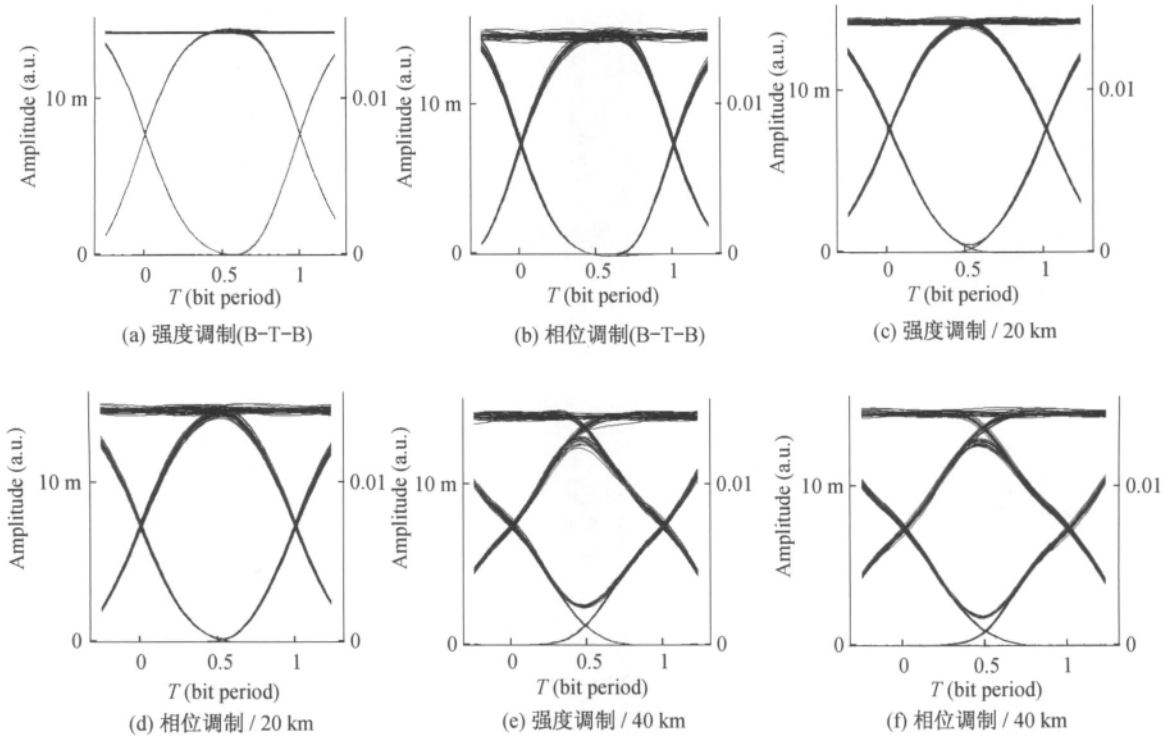


图6 两种系统在不同传输距离情况下的眼图

图7为强度调制和相位调制两种系统中,在基站处测量的误码率并通过MATLAB软件绘制而成的误码率曲线图.从图7中可以看出,强度调制的系统在B-T-B和20 km情况下的曲线平行,差距小于0.2 dB,能量损耗可以忽略不计;而相位调制的系统中两条曲线不仅重叠还相交,测量为小于0.1 dB.

综上所述,从眼图来看,B-T-B情况下两个系统的眼图都出现了噪声,强度调制系统的眼图性能和Q值参数都优于相位调制系统,但是当传输到20 km和40 km以后,两种系统的眼图都出现了很相似的畸变,由此说明两种系统都只能适应中短距离(<40 km)的传输,不适用于长距离的传输.从误码率曲线来看,两个系统在传输了20 km之后,强度调制系统的能量损耗为0.2 dB左右,比相位调制系统多出0.1 dB,能量损耗都很小且可以忽略不计.从能量损耗数值来看,相位调制系统的传输性能要略优于强度调制系统,这是由于相位调制系统不需要调制器中的直流偏置,也没有直流偏置带来的偏置漂移现象.从接收端灵敏度来看,强度调制的接收端灵敏度在-23.7 dBm左右,而相位调制在-23.4 dBm左右,说明在传输20 km之后,强度调制系统的接收端灵敏度要比相位调制系统的略好.

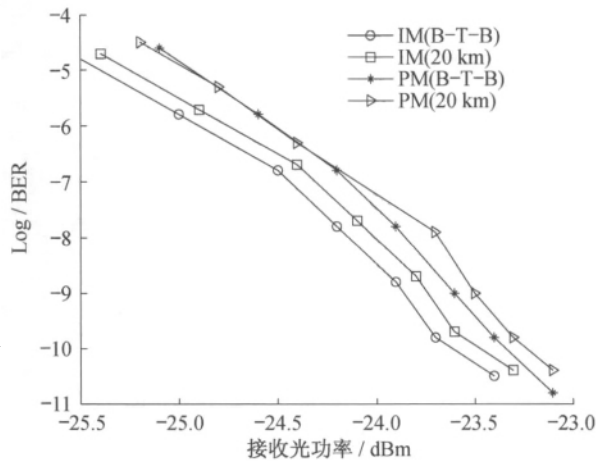


图7 两种系统的误码率曲线图

3 结 论

本文作者分析了使用两种不同的调制方式而产生载波抑制边带,并承载下行链路信号从中心站传输至基站的系统.一种是采用马赫曾德尔调制器和强度调制器加载下行链路信号后再进行中心载波抑制的系统,另一种是采用相位调制器和布拉格光栅先滤除中心载波再加载下行链路信号传输的系统.对于两种系统中测量到的 Q 值、眼图、误码率曲线和能量损耗进行分析后得出结论:虽然两种系统传输下行链路信号的系统性能都较好,由于不同的调制方式,从系统成本和能量损耗出发,基于相位调制的系统性能略优于基于强度调制的系统,而从眼图性能和接收端灵敏度来看,强度调制系统则更优.

参考文献:

- [1] 徐坤,李建强.面向宽带无线接入的光载无线系统[M].北京:电子工业出版社,2009.
- [2] CHOW C W, YEH C H, STANLEY M G L, et al. Long-reach radio-over-fiber signal distribution using single-sideband signal generated by a silicon-modulator[J]. Optics Express 2011, 19(12): 11312 - 11317.
- [3] 陈罗湘,黄诚,陈林.一种改进的光载波抑制产生光毫米波的方法[J].激光技术,2008,32(6):659 - 662.
- [4] 陈川,金明录,郝育闻.毫米波 ROF 光通信系统中外调制技术的研究[J].光通信技术,2009,59(4):59 - 61.
- [5] YU J J, CHANG G K, JIA Z S, et al. A ROF downstream link with optical mm-wave generation using optical phase modulator for providing broadband optical-wireless access service[C]. OFC, California: IEEE press, 2006.
- [6] YU J J, JIA Z S, YI L, et al. Optical millimeter-wave generation or up-conversion using external modulators [J]. IEEE Photonics Technology Letters 2006, 18(1): 265 - 267.
- [7] HSUEH Y T, JIA Z S, CHIEN H C, et al. Multiband 60-GHz Wireless Over Fiber Access System With High Dispersion Tolerance Using Frequency Tripling Technique [J]. Journal Of Lightwave Technology 2011, 29(8): 1105 - 1111.
- [8] LI W J, SANG X Z, YUAN J H, et al. 60 GHz OCS mm-wave generation for ROF system based on saturated parametric amplification effect in HNLF [J]. Optoelectronics Letters 2010, 6(6): 443 - 445.

The performances comparison of ROF systems based on intensity modulation and phase modulation

XU Guan, WU Xiang-nong*, ZHANG Jing, Yin Ye, ZHU Su-lei, ZHANG Qian

(College of Information, Mechanical and Electrical, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract: According to the researches of transmitting downlink signal based on optical carrier suppression, we demonstrate two different ROF systems, one is based on intensity modulation to suppress the optical carrier, another is using phase modulation to generate sidebands to transmit the downlink signal. Simulation results prove the validity and reliability of the systems. A comparative study is carried out to the advantages and disadvantages of the transmission performance of both systems according to the spectra, the parameter of Q value, eye diagrams and BER curve, meanwhile the effectiveness and reliability of system are verified.

Key words: ROF system; optical carrier suppression; intensity modulation; phase modulation

(责任编辑:包震宇)