

SOA 광학적 주파수 상향 변환기를 사용한 155Mbps급 Radio-on-Fiber 시스템의 Bit Error Rate 특성

Bit Error Rate characteristics of 155Mbps Radio-on-Fiber Systems using SOA Photonic Frequency Up-converter

안정환, 서영광, 서준혁, 최우영
연세대학교 전기전자공학과

Abstract

We investigate Bit Error Rate(BER) characteristics of 155Mbps Radio-on-Fiber systems using a Semiconductor Optical Amplifier(SOA) photonic frequency up-converter. Using a 25GHz optical local oscillator(LO) signal, the 155Mbps ASK data signal is remotely up-converted in SOA photonic frequency up-converter, and coherently detected in ASK receiver. BER characteristics are discussed according to the input LO and data signal power and input data signal wavelengths.

I. Introduction

Radio-on-Fiber (RoF) 시스템은 실내 무선 랜이나 이동통신, 지능형 교통 시스템 등과 같은 광대역 무선 접속 망으로의 응용 면에서 많은 주목을 받고 있다. RoF 시스템은 작은 cell 크기로 인하여 많은 base station(BS)을 필요로 하기 때문에, 보다 경제적이며 간단한 구조의 BS를 설계해야 한다. BS에서의 광-전기적 주파수 상향 변환 방식은 BS를 복잡하게 할 뿐 아니라 고주파의 전기적 LO 신호를 필요로 하는 단점이 있다. 이를 위하여 광 검출기(PD), 마하-젠더 변조기(MZM), 반도체 광 증폭기(SOA)등의 비선형성을 이용한 전광(all-optical) 원격 주파수 상향 변환 방식이 제안되어 왔다.[1]-[2]

본 논문에서는 SOA-XGM 방식의 주파수 상향 변환기를 채택한 RoF 시스템에서 위상동기 방식의 수신기를 사용하여 155Mbps의 데이터 신호에 대한 BER을 측정, 광 LO 와 데이터 신호의 파워, 데이터 신호 파장에 따른 경향을 살펴 보았다.

II. Experiment Setup and Result

그림 1은 실험 구성을 보여주고 있다. 광

LO 신호는 1548.77nm로 발진하는 레이저 출력을 V_{π} 로 전압을 인가한 MZM에서 $f_{LO}/2 = 12.5\text{GHz}$ 의 마이크로파(RF) 신호로 변조하는 DSB-SC (double sideband suppressed carrier modulation)방식으로 생성하였다. 광학적 기저대역 데이터 신호는 tunable laser source의 출력을 MZM에서 155Mbps의 데이터 신호로 변조시켜 생성하였다. 광 LO 와 데이터 신호는 함께 SOA로 인가되었으며, SOA에서 상호 이득 변조(XGM)에 의해 변조된 광 LO 신호가 PD에서 검출되면서 데이터 신호는 $f_{LO}=25\text{GHz}$ 로 상향 변환된다. 상향 변환된 신호의 BER 측정을 위하여 사용한 ASK 수신기는 전기적 PLL을 사용한 위상동기 방식으로 수신을 하며, 밀리미터 대역의 신호를 수신기 반송파 주파수로 낮추기 위하여 RF 신호를 mixing시켜 하향 변환하였다. ASK 수신기에서 출력되는 155Mbps 기저대역 신호는 클럭-데이터 복원회로(CDR)를 거치며 클럭이 복원되고, 클럭에 맞추어 데이터 신호가 retiming 된 후에 BERT로 인가되었다.

그림 2는 SOA의 입력 광 LO 신호 파워에 따른 BER 경향을 보여주고 있다. 이때, SOA의

인가 전류는 150mA이다. 광 LO 신호 파워가 증가함에 따라, XGM에 의해 광 LO 신호에 변조되는 데이터 신호도 상대적으로 커져서 PD에 도착하는 데이터 신호의 파워가 커지기 때문에 BER이 낮아진다. 그러나, 광 LO 파워가 너무 커지게 되면 SOA 광 이득 포화가 일어나 XGM에 의한 데이터 신호의 변조가 잘 일어나지 않게 되어 BER이 증가하며 시스템 성능이 나빠지게 된다.

그림 3은 광 데이터 신호의 파장에 따른 BER 경향을 보여준다. 이때, $P_{LO} = -30\text{dBm}$ 이며 다른 조건은 그림 2와 동일하다. 광 데이터 신호의 파장이 증가함에 따라 BER이 감소하다가 다시 증가하는 것은, 큰 광 이득을 갖는 파장에서 XGM 효율이 높기 때문에 주파수 상향 변환 효율이 커지고, 이에 따라 BER이 감소하기 때문이다. 실험에 사용된 SOA의 광 이득 특성은 1550nm 대역에서 가장 큰 광 이득을 갖고 있으나, 그림 3의 BER 경향은 이보다 긴 파장에서 가장 낮은 BER을 나타낸다. 이것은, SOA에 LO 신호와 데이터 신호의 파워가 입력되면서 캐리어 밀도가 감소하며, SOA의 광 이득 특성이 긴 파장 쪽으로 이동을 하기 때문이다.

그림 4에서는 $\lambda_{DATA} = 1550\text{nm}$ 로 고정되었을 때 광 데이터 신호의 파워에 따른 BER 특성이다. 광 데이터 신호의 파워가 증가하게 되면 XGM을 일으키는 캐리어 밀도 변조가 더욱 크게 일어나게 되므로 광 LO 신호에 변조되는 데이터 신호가 커지고 결국 BER이 감소하며 시스템 성능이 향상된다.

III. Conclusion

SOA 광학적 주파수 상향 변환기를 사용한 155Mbps급 Radio-on-Fiber 시스템의 BER 특성을 살펴보았다. SOA에 입력되는 광 LO 신호와 데이터 신호의 파워에 따라, XGM이 잘 일어나 주파수 상향 변환 효율이 높으면 BER이 감소하는 경향을 보인다. 데이터 신호의 파장에 따라서는, SOA의 광 이득이 높은 파장에서 BER이 감소한다.

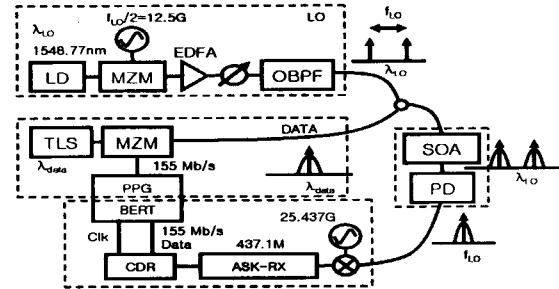


그림 1. 실험 구성도. MZM: Mach-Zehnder modulator, OBPF: Optical Bandpass Filter, TLS: Tunable Laser Source, PPG: Pulse Pattern Generator

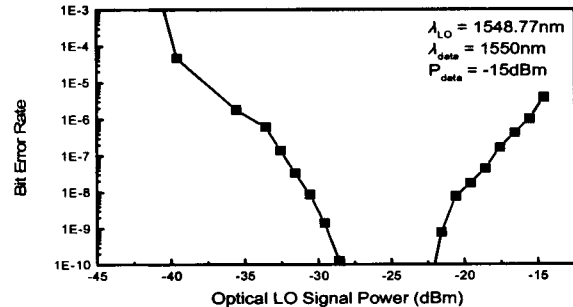


그림 2. 광 LO 신호 파워에 따른 BER 특성.

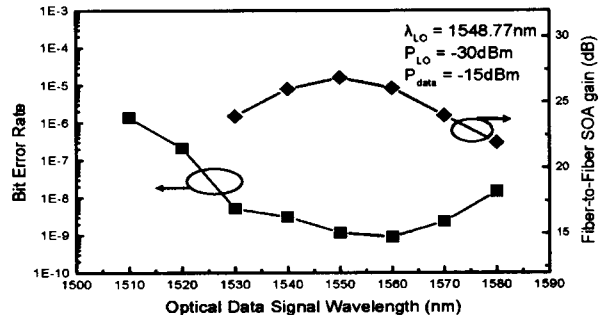


그림 3. 광 데이터 신호 파장에 따른 BER 특성.

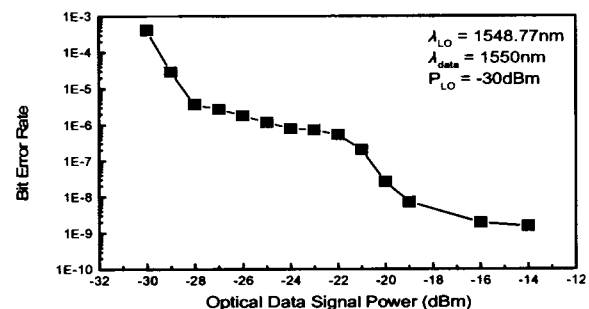


그림 4. 광 데이터 신호 파워에 따른 BER 특성.

[참고문헌]

- [1] H. Ogawa, D. Polifko, S. Banba, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.40, Issue.12, pp.2285 - 2293, Dec. 1992.
- [2] Y. K. Seo, C. S. Choi, W. Y. Choi, IEEE Photonics Technology Letters, Vol.14, No. 10, pp.1448-1450, Oct. 2002