

Wireless-LAN을 위한 저가격 Febr-Perot 레이저 다이오드를 이용한 피드포워드 광 송신기의 선형성 개선

Linearization Enhancement of Feedforward Optical Transmitter Using Low Cost Febr-Perot Laser Diode for WLAN

장준우, 문연태, 최운경, 최영완

중앙대학교 전자전기공학부 전파광파통신연구실

acejw99@gmail.com

통신 시스템 그리고 노트북이나 핸드폰 같은 통신 기기의 발전에 따라 사용자들은 높은 data rate와 넓은 대역폭을 가진 고속의 통신 서비스를 요구하고 있다. 높은 속도와 쉽고 편리한 서비스 접속을 제공하는 무선 근거리 통신망(WLAN)은 이러한 서비스들 중 하나이다. WLAN의 중계기는 많은 지역에 설치되었지만 IEEE802.11a, 11b, 11e, 그리고 11i와 같은 여러 가지 표준을 사용하고 있는 WLAN은 동축 케이블에서 사용될 때 심각한 상호 신호 간섭을 일으킬 수 있다. RoF 링크를 이용한 WLAN 시스템은 이 문제를 해결 할 뿐만 아니라 높은 가격 및 장비의 집중화에 따른 문제를 해결 할 수 있는 대안으로 제안되었다.⁽¹⁾

RoF 링크 시스템의 특성은 광소자의 선형성에 의해 큰 영향을 받는다. 그리고 광소자의 가격은 전체 시스템의 가격을 결정하는 중요한 요소로 작용한다. 그러므로 RoF 링크 시스템 구축에 있어 동작 특성이 뛰어나고 낮은 가격을 가진 광소자를 사용하는 것이 중요하다. Distributed feedback laser diode(DFB-LD)는 높은 선형성과 좋은 잡음 특성으로 인해 기존의 RoF 링크 시스템에서 광/전 소자로 선호 되어왔지만 DFB-LD는 여전히 높은 가격을 유지하고 있다. 따라서 낮은 가격의 Febr-Perot laser diode(FP-LD)를 사용하는 것은 RoF 링크를 기반으로 하는 WLAN 시스템 구축비용 감소효과를 가져올 수 있다. 그러나 uncooled, multimode FP-LD (w/o isolator)의 성능은 DFB-LD의 성능만큼 좋지 않다.⁽²⁾ 직접 변조하는 FP-LD의 L-I 곡선은 비선형적인 특성을 가지고 있기 때문에 기준 주파수 성분 외의 고조파 왜곡(HD) 또는 상호변조 왜곡(IMD) 성분이 발생하여 신호를 수신할 때 간섭 잡음으로 발생하여 성능을 저하시킨다. 비선형 성분을 줄이기 위해서 백오프(back-off), 전치 왜곡(predistortion)같은 여러 가지 선형화 기법이 소개 되어왔다. 이중 피드포워드 방식은 시스템이 복잡하지만 좋은 선형성, 안정된 동작 특성, 그리고 잡음 레벨의 감소 특성을 가지고 있다.

본 연구에서는 WLAN 주파수 대역에서 RoF 링크 시스템을 적용하기 위하여 낮은 가격의 FP-LD를 사용하여 성능 개선을 위한 광 피드포워드 보상기법으로 상호변조 왜곡 신호를 제거하는 광 송신기를 제작하였다. 그림 1은 피드포워드 보상회로를 적용한 아날로그 광 송신기의 블록도이다. 이 광 송신기는 그림 1에서와 같이 신호 상쇄 루프와 에러 상쇄 루프, 두개의 상쇄 루프를 가지고 있다. 신호 상쇄 루프는 임의의 크기를 가진 RF 입력신호가 임의의 인가전류 조건에 의하여 첫 번째 레이저 다이오드(LD1)에서 출력된 비선형 왜곡 성분을 포함한 광 신호를 광 커플링한 후 변환된 RF 신호와 LD1에 입력되기

전의 RF 신호를 벡터적으로 결합함으로써 LD1으로 인하여 발생한 성분들 중 비선형 왜곡 성분을 추출하는 역할을 한다. 에러 상쇄 루프에서는 신호 상쇄 루프를 거친 비선형 왜곡 성분을 두 번째 레이저 다이오드(LD2)를 이용하여 광 변환하여 LD1에서 출력된 비선형 왜곡 성분을 포함한 광 신호와 광 커플링을 통해 결합하여 송신한다. 이 실험에서 최대의 3rd-IMD 개선효과를 보이기 위해서는 LD1으로부터 발생한 비선형 왜곡 성분과 출력된 선형화 보상을 위한 에러 신호 성분이 같은 크기와 180°의 위상 차이를 가져야 하고, 두 신호가 벡터적으로 합성되어야 비로소 비선형 왜곡 성분을 감소 혹은 제거할 수 있게 된다. 또한 제안된 광 송신기에서는 레이저 다이오드 고유의 잡음 성분도 제거된다.

그림 2, 3은 제작된 피드포워드 보상 기법을 적용하기전과 적용한 후의 투톤 실험 출력 신호이다. 이때 실험조건은 LD1과 LD2가 동작 전류 20, 17.54 mA에서 출력 광파워 -4.39, -3.1 dBm 이고 파장은 각각 1547.2, 1550.9 nm 이다. RF 입력신호는 중심주파수 2.4 GHz 에서 주 신호의 주파수 간격이 10 MHz이고, RF 입력신호 -4 dBm이다. 두 그림에서 보인 것 같이 상호 변조 왜곡 신호가 22.9 dB 상쇄되는 결과를 얻었다.

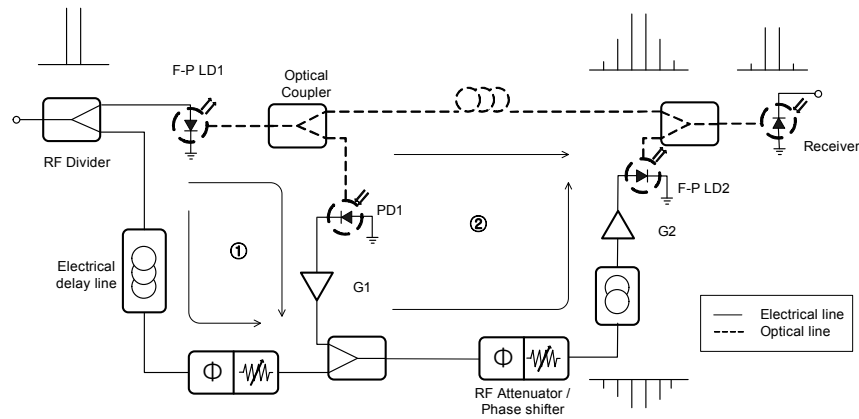


그림 1. 피드포워드 선형화 기법의 구조

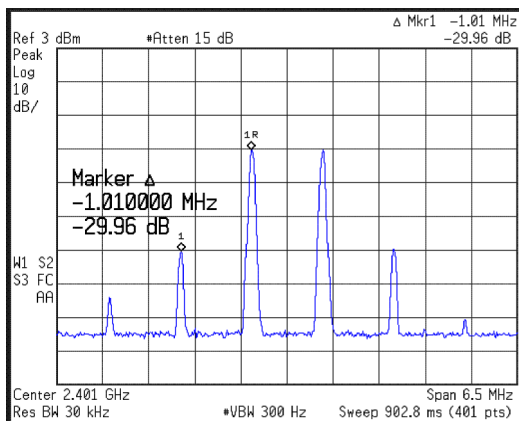


그림 2. 선형화 기법 적용 전의 출력 신호

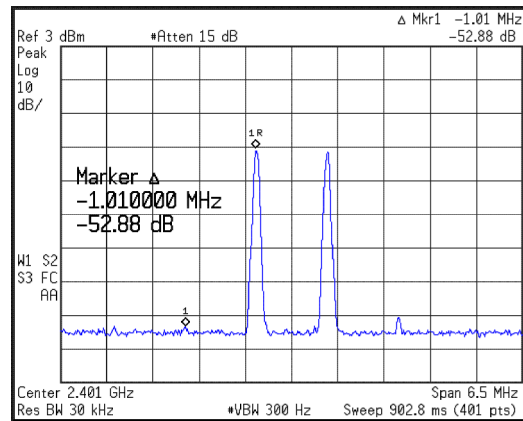


그림 3. 선형화 기법 적용 후의 출력 신호

1. Tsutomu Niiho, Mariko Nakaso, Koichi Masuda, Hiroyuki Sasai, and Masaru Fuse, "Transmission Performance of Multichannel Wireless LAN System Based on Radio-Over-Fiber Techniques", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 54, No. 2 Feb 2006
2. L. -S. Fock, A. Kwan, and R. S. Tucker, "Reduction of semiconductor laser intensity noise by feedforward compensation: experiment and theory", Journal of Lightwave Technology, vol. 10, no. 12, pp. 1919-1925, Dec. 1992.