

응답 속도 200ms 이하의 편광모드분산 보상기 개발

서재은*, 김상인**, 정기태*
 *KT 기술연구소, **아주대학교

Development of Polarization Mode Dispersion Compensator with a response time less than 200ms

Jae-Eun Seo*, Sangin Kim**, Kitae Jeong**
 *KT Technology Laboratory, **Ajou University

Abstract - A polarization mode dispersion(PMD) compensator with a response time less than 200ms has been developed. In our PMD compensator, a reset-free LiNbO₃ polarization controller was used in order to reduce the response time, and the compensation algorithm was based on maximization of degree of polarization(DOP).

대가 되도록 LiNbO₃ 편광조절기를 제어하는 피드백 컨트롤을 수행하였다. 본 PMD 보상 장치에서 가변 지연구간 (Variable DGD) 요소 대신 고정 지연구간을 사용한 것은 보상 제어 알고리즘을 간소화하여 응답속도를 향상시키기 위함이다. 고정 DGD를 이용하여 일차 PMD 보상이 가능함은 이미 밝혀진 바 있다[2].

1. 서 론

전송속도의 증가에 따라 광섬유의 편광모드분산(Polarization Mode Dispersion)이 전송 특성 저하의 큰 요인으로 대두되고 있다. 이를 해결하기 위하여 편광모드분산을 보상하는 방안이 활발히 연구되고 있으나, 편광모드분산에는 몇 가지 기술적 어려움이 따른다. 그 중 하나는 광섬유의 편광모드분산 값이 시간에 따라 동적으로 변화하기 때문에 보상의 경우에는 편광모드분산의 변화보다 빠르게 동적으로 이루어져야 한다는 사실이다. 즉, 광섬유의 편광모드분산 값이 변하는 속도보다 빠른 응답 속도를 가지는 보상장치의 개발이 요구된다. 종전에 발표한 편광모드분산 보상 장치의 경우 스텝(step) 모터에 의해서 구동되는 파장판(waveplate) 기반의 편광조절기가 사용되어 endless control을 위한 리셋(reset) 과정이 요구되었고 편광도(Degree of polarization, DOP) 측정 장치와 제어 기능을 담당하는 컴퓨터 간의 긴 통신 시간이 1.5초 정도의 느린 응답속도를 갖게 하는 요인이었다[1]. 본 논문에서는 리셋 과정 없이 endless control이 가능한 LiNbO₃ 기반의 편광조절기를 사용하고 마이크로 프로세서를 장착한 단일 PCB상에 편광 정보 획득과 제어 기능을 구현함으로써 200msec 이내의 응답속도를 가지게 된 편광모드분산 보상 장치에 대해서 기술한다.

2. 본 론

2.1 편광모드분산 보상 시스템 구성

<그림 1>은 편광모드분산(PMD) 보상을 위한 시스템 구성도이며 <그림 2>는 시스템 개발을 위해 제작된 시작품의 사진이다. 10Gbps NRZ 신호를 사용하였으므로 PMD로 인한 신호 왜곡이 충분히 크게 일어날 수 있도록 80ps 이상의 큰 DGD(Differential Group Delay) 값을 갖는 편광유지 광섬유와 편광조절기를 PMD 에뮬레이터부로 사용하였고, 고정지연구간(Fixed DGD)을 지난 광신호의 편광도(DOP)를 실시간 감시하여 DOP가 최

2.2 편광조절기 제어 알고리즘

Reset-free 편광조절을 위해 사용된 LiNbO₃ 기반의 집적형 편광조절기는 QWP(Quarter Wave Plate)-HWP(Half Wave Plate)-QWP 편광판 기능을 수행하는 세 가지 형태의 도파로로 이루어졌으며 각 편광판은 가해진 전압에 따라 변화량을 결정한다[3]. 두 개의 QWP는 π 만큼의 위상차를 가지고 동기적으로 제어할 수 있으므로 독립적으로 제어해야 할 편광판은 두 개로 줄어든다. [1]에서 두 개의 QWP로 이루어진 스텝 모터 편광조절기를 사용하여 DOP 최대화 알고리즘을 구현하였으므로 구조상 동일한 알고리즘을 사용하여 LiNbO₃ 기반의 편광조절기 제어를 수행하였다. 그러나 LiNbO₃ 광조절기는 고전압(-80~+80V)의 파워 서플라이어를 편광판 갯수 만큼 장착하여야 하는 어려움이 있으나 20배 전력 증폭기를 제작하여 보상기 구성을 단순화 하였다.

2.3 편광모드분산 보상 실험 결과

<그림 2>는 보상 장치의 반응속도를 확인하기 위하여 신호 왜곡 상태에서 보상 알고리즘을 작동한 후 DOP 변화를 측정한 그래프이다. 각 점들의 측정 시간 간격은 83ms 이며, 그림에서 보여지는 바와 같이 DOP가 두 개의 측정 포인트 이내(~166ms)에 최대값으로 수렴함을 알 수 있다.

가장 빠른 응답 속도를 얻기 위해서는 편광조절기의 상태 변화의 크기를 최적화 하여야 하며 편광 상태 및 DOP 변화에 따라 최적화된 편광조절기 제어 알고리즘을 적용하였다.

<그림 3>은 개발된 PMD 보상 장치로 PMD 보상 실시 전후에 측정한 Eye Diagram 이다. PMD 에뮬레이터에서 발생한 신호 왜곡이 PMD 보상 장치에 의해 성능 개선됨을 확인할 수 있다.

3. 결 론

편광측정부와 편광조절부의 피드백 제어를 마이크로 프로세서를 장착한 단일 기판위에서 수행하고 제

어 알고리즘을 최적화 함으로써 기존 편광보드분산 보상 시간을 5배 이상 향상시킨 200ms 이내의 응답속도 갖는 편광모드분산 보상 장치 개발에 성공하였다.

[참고 문헌]

- [1] 서재은, 김상인, 정기태, "실시간 DOP 추적과 편광 조절기를 이용한 PMD 보상 실험 결과", 광전자 및 광통신 학술회의(COOC), 2002
- [2] H. Rosenfeldt, et. al., "PMD Compensation in 10Gbps NRZ field experiment using polarimetric error signal". IEEE Electronics Letters, vol.36, no.5, pp.448-450, 2000
- [3] F. Heismann, "Fast Automatic Polarization Control System". IEEE Photonics Technology Letters, vol.4, no.5, pp.503-505, 1992

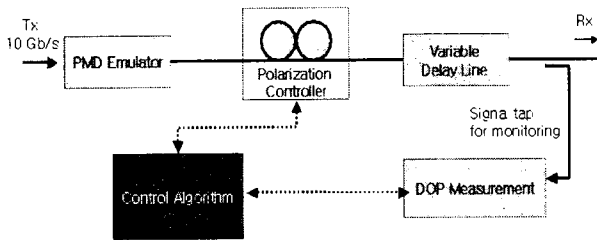


그림 1. 편광모드분산 보상 시스템 구성도

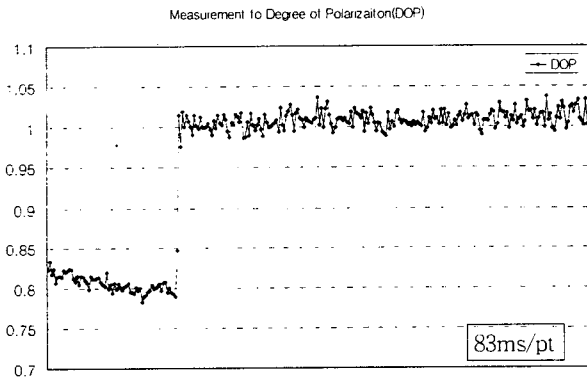
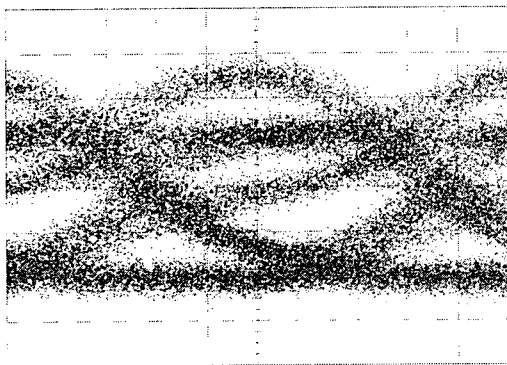
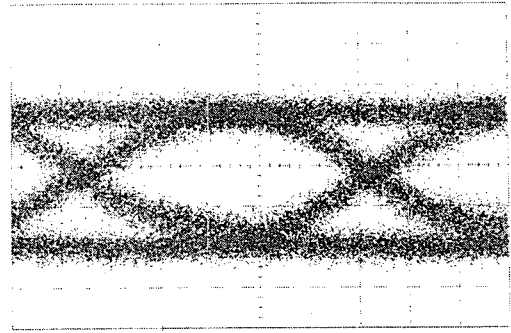


그림 2. 신호 왜곡을 보여주는 낮은 DOP 값에서 PMD보상기 작동 후 DOP가 최대값으로 수렴하는 그래프



(a) PMD 보상 전 왜곡된 Eye Diagram



(b) PMD 보상 후 개선된 Eye Diagram

그림 3. PMD 보상 전(a)과 후(b)의 Eye Diagram