

10 Gbps 광 add-drop 트랜스폰더의 구현

김병성, 명승일, 이정찬, 고제수
한국전자통신연구원 광통신연구부

Implementation of an optical add-drop transponder

Byoung-Sung Kim, Seung-Il Myong, Jung-Chan Lee, and Je-Soo Ko
Optical Communications Department
Electronics and Telecommunications Research Institute
E-mail : kbs2000@etri.re.kr

요약

본 논문에서는 300 m ~ 80 km 의 광송수신 기능을 구비한 10 Gbps 광 add-drop 트랜스폰더의 설계 및 구현결과를 기술한다. 10 Gbps 광트랜스폰더는 광전달망 접속기능부와 광중속망 접속기능부와 순방향오류정정(FEC: forward error correction) 기능부로 이루어진다. 각 기능부는 독립된 어셈블리로 설계하였으며, 특히 광중속망 접속기능부는 요구되는 전송거리에 따라 어셈블리를 교체할 수 있도록 구현하였다.

대시키는 역할을 한다. WDM/OXC 시스템과 이 시스템과 접속하는 하위 중속망 장비간의 전송거리는 국사내의 초단거리(VSR: very short reach)^[1-3]에서부터 메트로망(metro network)의 거리까지 분포된다. 본 논문에서는 초단거리에서부터 장거리까지의 하위중속망 신호를 수용할 수 있는 광 add-drop 트랜스폰더를 설계 및 구현하였다.

I. 서론

광 add-drop 트랜스폰더는 WDM(wavelength division multiplexing) 시스템과 OXC(optical cross-connect) 시스템에서 하위 중속망에서 오는 신호를 수용하면서 파장할당기능을 통하여 광전달망의 용량을 증

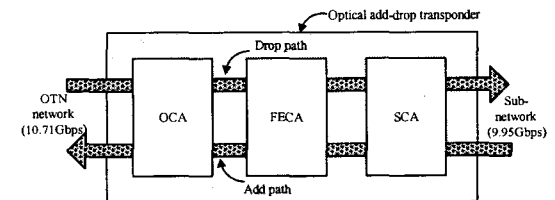


그림 1. 광 add-drop 트랜스폰더의 블록도. OCA: optical transport network connection assembly, FECA: forward error correction assembly, SCA: sub-network connection assembly

II. 광 add-drop 트랜스폰더의 구조

본 논문에 의한 광 add-drop 트랜스폰더는 OCA(optical transport network connection assembly)와 FECA(forward error correction assembly)와 SCA(sub-network connection assembly)로 이루어진다. OCA 는 OTN(optical transport network) 망과 접속하고, SCA 는 SDH/SONET 하위 종속망과 접속하도록 설계하였다. FECA 는 디지털래퍼와 순방향오류정정코딩 기능을 수행한다. OTN 망의 전송속도는 10.709225 Gbps (이하 10.71 Gbps 라 함)이고, SDH/SONET 망의 전송속도는 9.953280 Gbps(이하 9.95 Gbps 라 함)이다. 각 어셈블리의 구성은 다음과 같다.

➤ OCA 의 구성

OCA 는 10.71 Gbps 를 광송수신하기 위한 DFB (distributed feedback) 레이저 모듈, LiNbO₃ 광변조모듈, 파장락키(wavelength locker), 광수신기 등의 광소자와 1:16 SERDES(serializer/deserializer), RF 증폭기 등의 전기 부품으로 구성된다. DFB 레이저 모듈의 광출력세기와 출력파장은 케환안정화 회로 및 파장락키를 이용하여 안정화된다. 1:16 디시리얼라이저를 이용하여 광수신기에서 광전변환된 10.71 Gbps 신호를 16 × 669 Mbps 신호로 변환하여 FECA 에 전달하였다. FECA 로부터 전달된 16 × 669 Mbps 신호는 16:1 serializer 로 10.71 Gbps 전기 신호로 다중화하여 RF 증폭기를 통하여 광변조기에 인가하였다. OCA 에는 광인터페이스와 전기인터페이스가

각 1 면씩 있다. 광인터페이스에는 단일모드 광섬유가 접속되고, 전기인터페이스는 OIF SFI-4.1 IA(implementation agreement)^[4]를 준수하고 있으며 MSA 300 핀 규격^[5]의 커넥터가 접속된다.

➤ FECA 의 구성

FECA 는 디지털래퍼와 FEC 칩으로 구성된다^[6]. 디지털래퍼와 FEC 칩은 SCA 로부터 전달된 데이터프레임을 매핑하고 RS(Reed-Solomon) 코딩방법을 이용하여 순방향에러정정 코드를 삽입한다. 또한 디지털래퍼와 FEC 칩은 OCA 로부터 전달된 데이터프레임에 대해서는 위의 것의 역방향과정을 수행한다. 두 과정은 동시에 일어나며 서로에 독립적이다. 마이크로프로세서를 이용하여 FECA 를 감시제어한다.

➤ SCA 의 구성

종속망(Sub-network) 접속을 위하여 두 가지 형태의 SCA 를 설계하였다. 하나는 80 km 전송을 위한 LR(long reach)-SCA 이고, 다른 하나는 300m 이하의 초단거리 전송을 위한 VSR(very short reach)-SCA 이다.

LR-SCA 는 9.95Gbps 광신호를 송수신하기 위한 광소자와 전기부품으로 이루어진다. 광원으로는 전계흡수 변조기가 집적된 DFB 레이저 모듈을 사용하였다. 케환안정화회로를 이용하여 광세기 및 온도를 안정화하였다. 1:16 디시리얼라이저를 이용하여 광수신기에서 광전변환된 9.95 Gbps 신호를 16 × 622 Mbps 신호로 변환하여

FECA 에 전달하였다. FECA 로부터 전달된 16 × 622 Mbps 신호는 16:1 serializer 로 9.95 Gbps 전기신호로 전 계흡수변조기가 집적된 DFB 레이저 모듈에 인가하였다. LR-SCA 에는 광인터페이스와 전기인터페이스가 각 1 면 씩 있다. 광인터페이스에는 단일모드 광섬유가 접속되고, 전기인터페이스는 OIF SFI-4.1 IA ^[4]를 준수하고 있으며 MSA 300 핀 규격^[5]의 커넥터가 접속된다.

초단거리 전송을 위한 VSR-SCA 는 OIF-VSR4.1 IA(implementation agreement)^[7]를 준수하도록 설계하였다. VSR-SCA 는 광전변환을 위하여 12 채널의 병렬 O/E 변환기와 E/O 변환기를 사용한다. 병렬 O/E 변환기에는 PIN-PD 어레이가, 병렬 E/O 변환기로는 직접변조 VCSEL 어레이가 사용되었다. OIF-VSR4.1 에서 제안하는 프레임의 변환에는 16:12 변환기가 사용되었다. 광인터 페이스에는 50 μm 12-코어 다중모드 리본 광섬유가 접속되고, 전기인터페이스는 OIF SFI-4.1 IA ^[4]를 준수하고 있으며 MSA 300 핀 규격^[5]의 커넥터가 접속된다.

III. 광 add-drop 트랜스폰더의 신호경로

광 add-drop 트랜스폰더는 중속망(sub-network)으로부터 OTN 망으로 신호를 전달함과 동시에, OTN 망으로부터 중속망으로 신호를 전달한다. 표 1 은 본 논문에 의한 광 add-drop 트랜스폰더의 신호경로를 요약한 것이다.

FECA 의 Add 경로에서는 SCA 로부터 전달된 신호 프레임을 OTU2 신호프레임으로 변환한다. OTN 망 전달

을 위한 신호프레임은 오버헤드(overhead)와 페이로드(payload)와 ECS(error correction symbol)로 구성된다. FECA 의 Drop 경로에서는 OCA 로부터 전달된 신호프레임을 RS 코드로 디코딩을 하고 오류가 발생한 바이트를 복구한다. 이러한 에러정정기능은 단일모드광섬유를 통하여 640 km 이상 전송될 수 있도록 한다^[6].

표 1. 광 add-drop 트랜스폰더의 신호경로

	Add	Drop
Path	SCA⇒FECA⇒OCA	OCA⇒FECA⇒SCA
D _{in}	9.953280 Gbps	10.709225 Gbps
D _{out}	10.709225 Gbps	9.953280 Gbps
Target	LR with amplification	VSR ~ LR
Laser	DFB	DFB or VCSEL array
Mod.	LiNbO ₃ NRZ	EAM or direct mod.

IV. 제작결과 및 측정

트랜스폰더는 OCA, FECA, VSR-SCA 로 구성되며 이외에 제어칩들을 포함하고 있다. VSR-SCA 와 LR-SCA 는 공통 전기인터페이스와 동일한 커넥터를 사용하여 쉽게 교체될 수 있도록 구현하였다. 마더보드 상의 전기부품들은 각 어셈블리에 전원을 공급하거나 감시제어 기능을 한다.

광트랜스폰더의 성능을 측정하기 위하여 그림 2 와 같은 셋업을 이용하였다. STM-64 프레임을 생성하고 그 프레임의 비트오류율을 측정하기 위하여 SDH analyzer 를 사용하였다. SCA 와 SDH analyzer 간의 직병렬변환을 위하여 16:1 mux/demux 를 이용하였다. OCA 의 광출력은 광감쇠기를 거쳐 OCA 의 광입력으로 케환하였으며,

SCA 간의 광연결에는 단일모드 광섬유 또는 12-코어 다중모드 리본 광섬유를 사용하였다. 초단거리 및 장거리 전송을 위한 각 SCA 어셈블리를 사용하였을 때 각각 BER 이 10^{-13} 이하로 측정되었다.

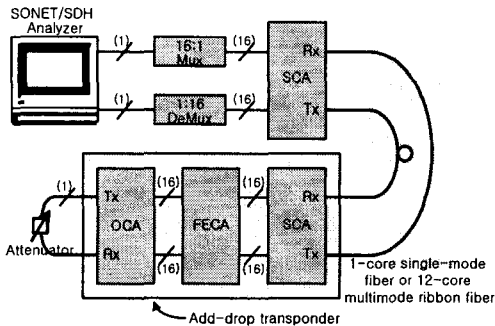


그림 2. 광 add-drop 트랜스폰더의 측정셋업도

IV. 결론

본 논문에서는 초단거리에서부터 장거리까지의 하위 중속망 신호를 수용할 수 있는 광 add-drop 트랜스폰더를 설계 및 구현하고, SDH analyzer 를 이용하여 BER 을 측정하였다.

참고문헌

[1] L. Paraschis, et al, "Very short reach (VSR) parallel optics OC-192/STM-64 interface, optimized for network intra-POP interconnections," in OFC 2001 proceedings, 2001.

[2] J.E. Bisberg, "850 nm serial VSR in 10 Gbps communications systems," in OFC 2002 proceedings,

2002.

[3] 김병성 외 2인, "VSR 광송수신 기술 동향", ETRI 주간기술동향 제 1080 호, pp. 1 ~ 12, 2003.

[4] OIF-SFI4-1 Implement Agreement, "SFI-4 (OC-192 serdes-framer interface) OIF-PLL-02.0 – Proposal for a common electrical interface between SONET framer and serializer/deserializer parts for OC-192 interfaces," 2000.

[5] www.300pinmsa.org, "Reference document for 300 pin 10Gbps transponder," 2002.

[6] 명승일 외 7인, "디지털 래퍼 제어 기술", COOC2003 학술회의, pp. 285~286, 2003.

[7] OIF-VSR4-1 Implement Agreement, "Very short reach (VSR) OC-192/STM-64 interface based on parallel optics," 2000.