

가입자 망에서의 동기식전송기술 개요

權 純 澈, 崔 斗 煥
韓國通信通信시스템開發센터

I. 머리말

가입자망은 통신망 사용자에게 직접 접속되는 인터페이스로서 전화 통신사업자의 가장 중요한 수익의 원천이며 아울러 전체설비중 가장 많은 비용(고정자산, 연간 투자비)을 점유하고 있는 부분이므로 이에 대한 투자 및 계획은 장기적인 안목에서 이루어져야 한다. 현재 기존의 가입자망은 일반전화 서비스를 중심으로 대부분 동선으로 포설되어 있으며, 그 구조는 교환기로부터 모든 단말기 장치에 각각 하나의 회선이 연결되는 단일 성형 (single star) 구조 또는 중간에 RE(Remote Electronics)를 설치한 이중 성형 (double star) 구조가 주종을 이루고 있다.

전송매체로서 동선을 사용함으로써, 동선의 노후, 침수, 부식등의 현상으로 인한 잦은 고장은 가입자망의 유지보수 비용의 증가 및 운용상 효율의 저하라는 문제점을 안고 있다. 국내에 약 300 여개의 전화국이 존재하는데 이는 동선의 제한된 수용영역에서 비롯된 것이며, 신도시 및 대단위 아파트 단지가 형성될 때마다 전화국을 새로 신설하여야 하는 부담을 안고 있다. 그 외에도 선로포설을 위한 지하 구조물 포화상태는 기존 망의 확장조차도 어렵게 하고 있으며, 이의 신설 내지 증설은 인건비의 상승과 유발되는 교통체증등으로 경제적인 부담이 가중되고 있다. 또한, 현재의 동선 가입자망은 약 4kHz 정도의 대역폭을 갖는 일반전화(POTS : Plain Old Telephone Service)를 중심으로 구성되어 있기 때문에 이 시설로 고속 정보에 해당하는 광대역 서비스를 수용하기에 어려움이

많다.

한국통신에서는 이러한 문제점들을 해소하고, 대도시 빌딩등의 대용량 회선의 수요에 적절히 대응하며, 장차 B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network)에 대비한 광대역 가입자망의 구축을 위하여 가입자선로의 광케이블화를 골격으로 한 "가입자선로 광케이블화 추진전략"을 수립한바 있다.^[1] 여기에서는 경제적인 측면을 고려하여 3단계로 나누어 추진하고 있는데, 우선적으로 1단계 (1992-1996) 에서는 대용량 가입자 빌딩 및 신축 대형건물을 대상으로 하여 광케이블을 포설하는 FTTO (Fiber To The Office)를 점진적으로 확대하고, 다음 단계인 2단계 (1997-2001) 에서는 대단위 아파트단지 등 가입자 밀집지역을 대상으로 하는 FTTC (Fiber To The Curb), 마지막으로 3단계 (2002이후) 에서는 광가입자망과 CATV망의 통합 및 B-ISDN 서비스 제공을 바탕으로 하여 가입자 댁내까지 광케이블이 포설 되는 FTTH (Fiber To The Home)를 구축하는 진화 전략을 세우고 있으며, 이후 2015년까지 광케이블화를 완성시키려 하고 있다. 이를 위해 한국통신에서는 국내 산업체와 공동으로 광가입자 전송시스템 (FLC : Fiber Loop Carrier)을 개발하고 있다. FLC는 CCITT에서 표준화 된 동기식 다중방식^[2]을 근간으로 하며 망구성이 용이하고 운용상의 많은 장점을 지니고 있다. 이 글에서는 먼저 현 가입자망의 구조 및 문제점을 고찰하고, 이를 해결하기 위한 가입자 선로의 광케이블화 전략을 논의하고, 동기식 전송기술을 적용한 FLC의 개발 현황에 대해 기술하며, 이를 활용한 가입자망의 구조에 대해 고찰한다.

II. 가입자망의 현황 및 광케이블화 추진전략

이 절에서는 현재 가입자망을 구성하고 있는 동선 위주의 망구조와 이에 대한 문제점을 고찰하며, 이를 해결하고 보다 나은 서비스를 제공하기 위한 광가입자망의 필요성 및 특성에 관해 기술한다.

1. 가입자망의 현황

전화망의 물리적 구성요소는 그림1과 같이 크게 단말 (terminal), 전송망 (transport network), 교환 시스템 (switching system) 으로 나눌 수 있다. 단말에는 POTS를 위한 전화기, ISDN 서비스를 위한 ISDN 단말기, 그리고 광대역 ISDN서비스의 경우 오디오, 비디오 단말기 등이 포함된다. 교환 시스템은 단국 (CO : Central Office) 과 탄탱국 (tandem office) 등에 위치한 전자교환시스템(ESS : Electronic Switching System)을 일컫는다. 전송망은 다시 가입자망(local loop)과 국간 중계망 (trunk network)으로 구분할 수 있는데, 가입자망이란 단말과 단국 교환기 사이를 연결하는 전송로를 말하며 국간 중계망은 교환시스템간을 연결하는 전송로를 말한다. 기존 통신망에서 가입자망은 일반전화 서비스를 중심으로 구축되었는데, 그 구조는 그림2와 같이 단국 교환기로부터 모든 단말기에 각각 하나의 회선이 연결되는 단일 성형 구조가 주종을 이루고 있다. 이러한 가입자망은 현재 동선으로 이루어진 TP (Twisted Pair) 케이블로 부설되어 있다.

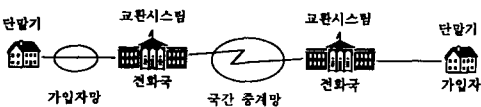


그림 1. 전화망의 구조

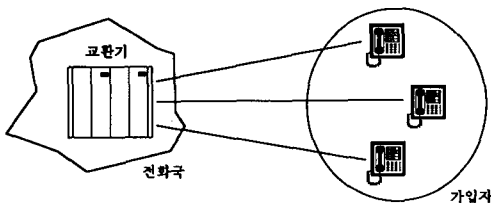


그림 2. POTS를 위한 가입자망의 구조

국내에는 현재 약 300개 이상의 전화국이 존재하는

데, 이는 동선의 제한된 수용영역에 주된 원인이 있다. 동선의 높은 전송손실, 잡음, 부식현상과 낙뢰, 전압유도 현상은 하나의 단국이 수용할 수 있는 가입자영역을 크게 제한한다. 국내의 평균 가입자 회선의 길이는 약 2.2 km이며, 이는 일본의 1.7 km 영국의 2 km 보다는 약간 길며 미국의 3.6 km 보다는 짧다. 한국의 가입자 선로 현황 및 각국의 가입자 선로 비교가 표1,2^[1]에 각각 나타나 있다. 동선 가입자선로의 가장 중요한 문제점은 낮은 대역 폭이다. 기존의 동선 가입자망은 4kHz 정도의 대역폭을 갖는 일반전화 서비스를 중심으로 구성되어 있기 때문에 이 시설로 광대역 서비스를 위한 고속 트래픽을 전달하는 것은 어려움이 많다. 따라서 기존 가입자망의 주요 매체인 동선을 광케이블로 대체해 나가는 일은 새로운 광대역 서비스 제공을 위해 필요하다. 또한 동선의 노후, 불량, 침수 및 부식의 현상에 따른 잦은 고장은 가입자망의 유지보수 비용의 증가 및 효율성 저하라는 문제를 심각히 부각시켰다. 이는 가입자선로의 고장이 전체 전화망 고장 중 37%를 차지하고 있다는 통계수치가 보여준다. 그 이외에도 지하구조물의 포화 및 MDF(Main Distribution Frame)의 포화 등은 기존 망의 확장조차도 어렵게 한다.

표 1. 한국의 가입자 선로 현황

총 가입자수 ('92년)	1,586 만명
총 케이블 길이	230,422 km 지중선 126,803 km 공중선 103,619 km
회선 평균 길이	2.2 km
선로 시설의 비중 (90년) 고정자산 시설 투자비	40% (총 29,774 억원) 40% (연간 8,560 억원)
디지털화 비율 ('91.6) 교환 시설 국간 전송 시설 가입자망	43.7% --> 2005년 100% 87.0% --> 1996년 100% 0.45% --> ?

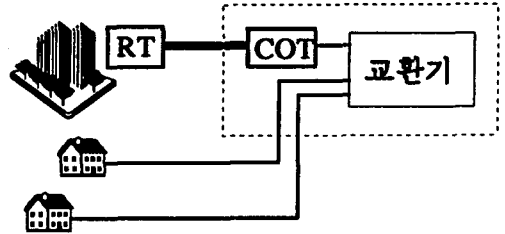
위에서 나열한 문제점을 해결하기 위해서 가입자망의 광케이블화의 필요성이 대두되는데, 이것의 전송 방식으로는 추후 ATM (Asynchronous Transfer Mode)방식의 접속 등 망의 확장성을 고려할 때 동기식 전송방식이 유력하다. 기존의 비동기식 전송방식으로는 전송용량의 급증, 광대역 서비스 및 망관리,

표 2. 각 국의 가입자 선로 비교

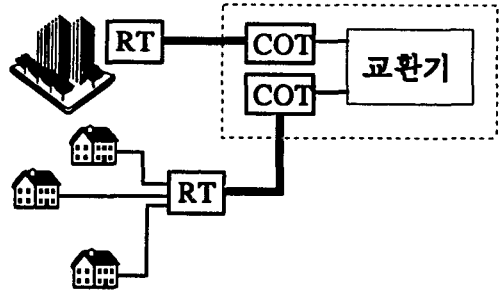
구분	선로밀도 명/km ²	보릿지점 비율	보릿지점 총 길이	장하선로 비율	음성회선 설계기준
일본	1,700 명	42%	180 km	0	1.5 kHz 손실 7dB
한국	2,200 명	2%	413 km	0	1.5 kHz 손실 7dB
대만	2,228 명	71%	회선당 1.3개	0	1000을 설계
미국	3,288 명	75%	396 km	24%	1300을 설계 장하-5.5km이상선로

그리고 경제성 등에 제약이 있으므로 이러한 제한성을 극복할 수 있는 새로운 동기식 디지털 계위를 1988년에 CCITT에 의해서 표준화 되었다. 동기식 디지털계위 (SDH : Synchronous Digital Hierarchy)에서의 전송방식은 기존의 비동기 전송방식에 비해 망운용 및 유지보수 등의 여러가지 측면에서 장점을 가지고 있는데, 저속신호는 고속 다중신호로부터 직접 액세스 할 수 있고 일단계 다중화가 가능함으로써 다중 및 역다중이 용이하다. 이것은 회선분기 결합 (Add/Drop)과 회선절환(Digital Cross-connect)기능을 용이하게 구현하고, 다양한 OAM &P(Operation, Administration, Maintenance, and Provisioning) 기능을 제공함으로써 전송구간 및 신호 경로상의 성능감시, 유지보수 등을 원활히 처리할 수 있어 신뢰성을 높일 수 있다. 동기식 다중구조는 기존의 비동기 신호를 수용하여 가상 컨테이너 (VC : Virtual Container) 개념에 의해 사상(mapping)을 하고 TU(Tributary Unit) 포인터를 처리하여 다중화한 155.520Mbps 신호로 전송한다. 전송하며, 광신호에 있어서 동기식 디지털 계위는 이러한 155.520Mbps 를 기본 신호로 하여 이의 배수로 구성된다.

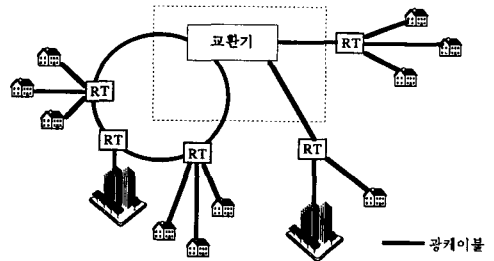
한국통신에서는 동선 가입자망의 문제점 해소 및 대도시 빌딩 등의 대용량 회선의 수요에 적절히 대응하며, 장차 BISDN에 대비한 광대역 광가입자망의 구축을 위하여 가입자선로의 광케이블 화를 골격으로 한 "가입자 선로 광케이블화 추진전략"을 수립한 바 있다. 여기에서는 그림3과 같이 경제적인 측면을 고려하여 3단계로 나누어 추진하고 있는데, 국내 광가입자망의 장기추진 계획을 요약하면 표 3과 같다. 한국통신에서는 먼저 1단계로 FTTO 구축을 위해 국내 산업체와 공동으로 광가입자 전송시스템(FLC)을 개발하고 있다. 이 광가입자 전송시스템은 망구성이 용이하고 운용상의 많은 장점을 지니고 있으며, CCITT에서 표준화된 동기식 다중방식을 근간으로하고 있다.



(a) FTTO



(b) FTTC



(c) FTTH

그림 3. 가입자 선로 광케이블 진화전략

동기식 다중방식을 이용하여 가입자 선로를 광케이블화하는 FLC의 장점을 열거하면 다음과 같다

- 일단계 다중화를 함으로써 기존의 비동기식 다중방식의 비능률 개선
- 디지털 교환과 전송간의 용이한 통합
- 충분한 오버헤드의 확보 및 전송망에의 자체 운용기능 도입으로 효율적인 망구성 및 망관리가 가능하고 전송망의 지능화를 실현함으로써 OAM&P 기능을 제고
- 망의 신뢰성 및 경제성을 확보할 수 있으며, 표준화된 프로토콜에 의한 SDH 설비간에 고속으로 운용유지보수 정보전달이 가능하고, MML(Man-Machine Language)^[4]에 의한 사용자와 시스템

간 인 터페이스가 가능

- 회선의 분기결합 기능이 가능함으로써 선형 (linear), 허브형 (hub), 링형 (ring) 시스템을 통한 망의 효율성과 경제성 향상
- 기존의 비동기식 계위 신호 수용
- 국제적으로 표준화된 SDH 전송방식을 사용함으로써 추후 광대역 서비스의 수용 및 미래 통신 서비스의 효율적인 제공을 위한 기반구축
- 관로의 포화 문제 해결
- 전송매체로서 광섬유를 사용하므로 전송거리 확장으로 전화국 수용구역의 광역화로 신설치국 억제
- 대용량 가입자 수용 및 서비스 품질의 향상

표 3. 국내 광가입자망의 추진전략

기간	1992-1996년 (FTTO 전략)	1997-2001년 (FTTC 전략)	2002년 이후 (FTTH 전략)	2015년
제공 서비스	-전화 및 데이터 -협대역 ISDN 도입 -CATV 도입	-협대역 ISDN 공급 -CATV 공급확대 -BISDN 도입	-BISDN 공급확대	
추진 방법	-대형건물 -->광케이블화 우선추진 -일반 가입자 -->XCATV 가입자 광케이블화 추진 -Fiber City 시범 추진	-대형건물 -->광케이블화 추진 (계속) -일반 가입자 -->주요밀집 지역 광케이블화 추진 -위다 케이블 -->전망 광케이블화 추진	-일반 가입자 -->역내까지 광케이블화 추진 -배선 케이블 -->전망 광케이블화 추진	광케이블화 완성

이 절에서는 가입자 선로의 광케이블화 전략 중 첫 번째 단계인 FTTO를 구현하기 위하여 한국통신에서 개발중인 FLC 시스템에 관해 설명한다.

1. 시스템 개요

FLC는 CCITT의 동기식 NNI(Network Node Interface)에 관한 규격을 바탕으로 하여 음성급 신호(64Kbps)를 한단계 다중화하여 DS1E(2.048Mbps)신호를 생성하고, 기존의 비동기식 신호인 DS1(1.544Mbps), DS1E(2.048Mbps), DS3(44.736Mbps) 신호들을 수용하여 가상 컨테이너(VC) 개념에 의해 사상과 포인터 처리후 다중화를 해서 155Mbps급 광신호를 형성하고^[5], 이것의 역과정인 역다중 및 역사상을 하여 트리뷰터리(Tributary) 신호를 추출하는 광전송 기능을 갖는 전송시스템이다. FLC의 신호 다중화 구조가 그림 4에 도시되어 있다.

본 시스템은 음성급 2000회선, 84 DS1, 63 DS1E 또는 3 DS3 신호를 수용할 수 있고 또한, 전송서비스에 크게 영향을 주는 사상 및 다중경로, 전송로, 전력 공급원 그리고 시스템 클럭 발생부등에 대해서 예비회로팩을 제공하며 자체 장애 감시기능을 가져 장애 검출시 서비스에 영향을 주지 않도록 절체를 수행하는 보호절체 기능을 가지고 있으며, 다음과 같은 기능을 고려하여 설계되었다.

- 기존 채널서비스 수용 : 음성급, 데이터급, PABX 접속, ISDN등
- TSI(Time Slot Interchange) 기능을 활용한 허빙, 링, 선형구조가 가능하도록 설계
- 비동기식 디지털계위(PDH : Plesiochronous

III. 155Mbps급 동기식 광가입자 전송시스템 (FLC)

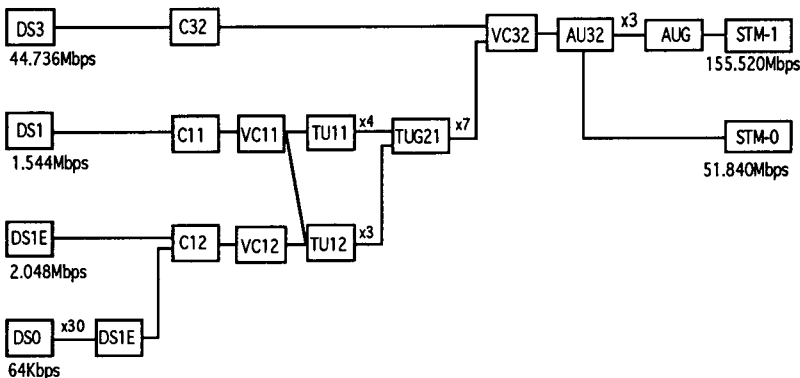


그림 4. FLC의 다중화구조

Digital Hierarchy) 신호의 인터페이스 기능 : DS1, DS1E, DS3

- 비동기 신호의 동기식 가상 컨테이너로의 사상 및 STM-1으로의 다중화 기능
- 단일모드 광선로상에 15km 무중계 전송능력을 갖는 광송수신 기능^[6,7]
- STM-1 신호의 프레임링/리프레이밍, 스크램블링/디스크램블링 기능
- 동기 클럭원의 손실시에도 일정기간동안 클럭의 안정도를 유지하는 시스템 클럭 유지 기능 (Holdover 기능)
- 종속 신호의 타이밍 및 데이터 전송의 투명성 보장
- 155Mbps급 시스템에 존재하는 모든 신호의 다중 전송구간 및 다중화 경로에 대한 보호절체 기능
- STM-1 중계 전송구간, STM-1 다중구간, VCn 신호 경로별로 계층화된 OAM&P 오버헤드 처리 기능
- TU 및 AU 포인터 동기기법을 적용한 다중요소 (VCn)에 대한 포인터 처리 및 포인터 클럭 생성 기능
- 체계화된 유지보수 선로 및 경보처리 체계 : AIS, FERF등
- 향후 통신관리망 (TMN)과의 표준 접속 가능성을 고려한 인터페이스 기능
- 표준화된 프로토콜에 의한 SDH 설비간의 운용 유지보수 정보전달 기능
- 정보관리 모델을 통한 운용적 호환성
- MML에 의한 사용자 시스템 인터페이스(MMI) 기능

FLC 장치의 대략적인 시스템 구성도가 그림5에 도시되어 있으며, 크게 전화국에 설치되는 COT (Central Office Terminal)와 대용량 건물에 설치되는 RT(Remote Terminal)로 구분된다. 각 장치는

그 기능에 따라 공통부, 채널부, 운용부로 구성된다.

2. 공통부의 구성 및 기능

FLC의 공통부 구성은 선로 인터페이스, 신호 사상/역사상 및 신호 다중/역다중 그리고 광송수신 기능을 수행하는 보드, 이들 저속신호 절체를 수행하는 보드, 이들 보드를 감시 제어하고, 성능 데이터의 수집 및 처리, 프로세서간 통신 처리, MMI 및 TMN 인터페이스^[8] 등 망의 지능화에 기여하도록 프로세서로 구성된 보드로 구성된다. 각 보드들의 기능은 다음과 같다.

o 저속부

- DS1 신호(1.544Mbps, 2.048Mbps)의 C1사상/역사상과 VC1 형성 및 분리 기능 :
 - . DS1(1.544Mbps) 신호 4개 수용
 - . DS1E(2.048Mbps) 신호 3개 수용
- TUG21(Tributary Unit Group) 다중/역다중 기능 및 TU1 포인터 처리 기능

- TUG21 루프백 기능

- 7:1 보드 절체 구성

o DS3 신호 사상부

- DS3 신호의 C32 신호 사상/역사상 기능

- 1+1 절체 구성

o 고속 다중화부

- 저속부 절체와 TUG21 회선 절체 기능

- TUG21 × 7 다중/역다중 기능과 VC32 신호 형성/분리 기능

- AU32 정렬기능 및 포인터 처리 기능

- AUG루프백 기능

- 1+1절체 구성

o 광 인터페이스부

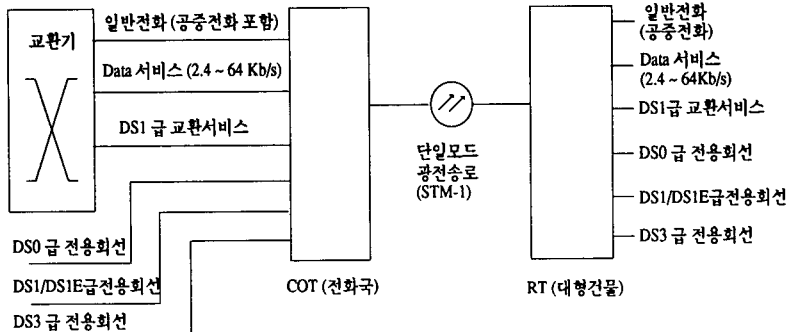


그림 5. FLC 장치의 시스템 구성도

- 구간 오버헤드(SOH) 생성 및 삽입
- STM-1 신호 형성/분리 기능, 광송수신 기능
- 프레임링/리프레임, 스크램블링/디스크램블링 기능
- 1+1 절체 구성
- o 클럭 생성부
 - 시스템클럭 생성 및 분배기능
 - DPLL방식에 의한 클럭 생성
 - Holdover 기능
 - 1+1 절체 구성
- o 저속 스위치부
 - 저속부 보드절체 기능
 - TUG21 회선절체 기능
- o 시스템 제어부 및 데이터 통신 제어부
 - 보드 및 채널별 정보 및 성능정보 수집기능
 - 저속 및 고속 절체부 제어 기능
 - 시스템내의 모든 성능 및 정보상태의 감시 제어
 - 클럭보드 제어 기능
 - 망간 OAM&P 및 DCC 기능
 - 시스템의 유지보수 (성능감시, 정보처리, 루프백, 자기진단)
 - MMI 기능

3. 채널부의 구성 및 기능

채널부는 셀프당 120회선의 음성, 음성급 아날로그 신호 및 데이터급 신호를 디지털 1계위인 2.048Mbps신호 4개로 시분할 다중화 및 역다중화를 수행하는 부분과 이것을 제어 관리하는 제어부로 구성되어 있다. 수용하는 서비스는 일반가입자 서비스, 특수 가입자 서비스(DID/DOD, 2W/4W E&M, 전용전화(자동식, 공전식), 공중전화, 디지털 데이터 서비스(2.4K, 4.8K, 9.6K, 19.2K, 56K), ISDN 서비스(2B+D)를 수용하며 일반 음성급은 회로팩당 4회선, 데이터급은 2회선을 수용할 수 있다.

음성급 채널유니트로 입력된 아날로그 신호는 A/D 변환 부에서 8kHz로 표본화 된 후 PCM의 A법칙에 따라 디지털 신호로 변환되어 지정된 타임슬롯으로 다중화된다. 데이터급 채널유니트로 입력된 디지털 가입자 신호는 A/D 변환 없이 에러정정, 속도변환 과정을 거쳐 고유의 타임슬롯을 할당받아 다중화 된다. 64Kbps신호 다중화 기능의 신호방식은 16번 채널 슬롯을 통해 신호 정보 교환이 이루어지며, 신호 정보를 전송하는 방식에는 채널결합 신호방식을 적용

한다. 본 시스템은 하나의 셀프내에서 4개의 E1 신호에 대한 TSA(Time Slot Assignment)가 가능하므로 가입자회선의 증설 및 특정 타임슬롯에 대한 변경이 용이하다.⁹⁾ 각 보드들의 기능은 다음과 같다.

o 채널 서비스부

- 일반전화: 일반 음성급 신호의 변복조 (전화기측,교환기측), 전화기에 20Hz 신호중계 및 통화 전류 공급, 전화기로부터 다이얼 신호 수신 및 중계(전화기측), 교환기로부터 20Hz 링신호 수신 및 다이얼 신호 전송(교환기측)
- PBX접속: 2W 음성신호의 변복조(DID), 루프 펄스 신호의 송수신 (전화기측,교환기측)
- 2W/4W E&M: 2W는 PCM 정합 중계장치와 간이 DOD용 중계장치 등을 통해서 구간 중계용으로 사용, 4W는 중간 국에서 채널의 back-to-back 구성 및 아날로그 데이터 회선 구성시 사용
- Ring/Down: 자석식 전화기에 사용
- Toll/Dial: 공전식 전화기에 사용
- Data port: subrate 속도 선택 (2.4, 4.8, 9.6, 19.2, 56 kbps), 루프백 기능, 에러정정기능, DDS(Digital Data Service)나 회선교환에 사용
- o TSA 부: DS0 타임슬롯 교환, 클럭 제어 및 동기
- o DS1E 다중부: 30개의 DS0 신호를 다중화 하여 CEPT primary 접속, HDB3 라인 코드, FAS(Frame Assignment Signal)정보 생성, 루프백 기능
- o 채널 제어부: 채널 운용 S/W 내장, 운용자 접속 기능, 채널 유니트 제어, 타임슬롯 교환 제어 채널테스트 시험제어, 채널테스트 기능, 메모리 백업기능

4. 운용부의 구성 및 기능

운용부는 광가입자 전송시스템의 공통부와 채널부를 종합적으로 제어 및 관리하는 기능으로써 주요 기능은 타합선 기능, 자국 및 원격 시스템의 정보 집중화 기능, 원격 시스템의 선택 기능, 가시/가청 정보의 차단 기능을 가지는 ACO(Alarm Cut Off) 기능, 아날로그 및 데이터 시험 기능, 링 신호 발생기능을 가지며, 또한 LED 테스트 기능이 있다. 아날로그 시험장치 및 데이터 시험장치, 링발생기, 타합반의 기능은 다음과 같다.

o 아날로그 시험장치

- DC 및 AC 전압측정
- 저항 및 정전용량 측정
- 수신 레벨 및 직류 전류 측정

- 신호시험
- 다이얼 펄스 송수신 및 Busy Tone 측정
 - o 데이터 시험 장치
- BER 테스트 기능
- 루프백 기능
 - o 링발생기
- 과부하에 대한 보호 회로 기능
 - o 타합 및 경보반
- 중계구간용 E1 및 다중구간용 E2 채널을 이용한 타합선 구성 기능
- 시스템내의 경보 처리 기능

그 밖에 기존의 운용 시스템과의 상호 운용을 위해서 SLMOS(Subscriber Line Monitoring Operating System), LCR 및 DELMONS(Dedicated Line Maintenance Operation System) 인터페이스 기능이 있다. 즉, SLMOS, LCR은 Strowger, EMD, NO.1A, M10CN, 5ESS, S1240 등의 교환기와 접속시에는 테스트 장치를 제공하여 테스트를 수행하며, TDX 시리즈, AXE-10과는 데이터 I/O 포트를 제공하여 교환기 시험 명령어에 의한 교환기 자체의 테스트 장치 구동으로 테스트를 수행한다. 한편 전용회선의 테스트를 총괄하는 DELMONS 장치는 TL1(Transaction Language 1) 메시지에 의한 X.25 패킷 데이터 전송으로 국사내의 시험장비를 구동하여 테스트한다. FLC에서는 이러한 기존 운용시스템의 운용을 위해 인터페이스를 통해 명령어를 해독한 후 자체 명령어로 바꾸어 기능을 수행한후 다시 운용장치들이 이해하는 형태의 메시지로 바꾸어 전송하는 역할을 한다.

5. 운용유지보수 설비기능

FLC 시스템에서는 동기식 광전송방식(SDH)을 채택하고 있으므로 이에 따른 다양한 오버헤드 채널을 이용하여 OAM&P기능을 구성하도록 하고 있다. 채널셀프까지 운용관리하는 방법에 대한 국제적인 표준이 아직 이루어진 상태는 아니나, COT의 터미널에서 RT의 채널셀프까지 집중관리할 수 있도록 설계하고 있다.

운영체제는 실시간 오퍼레이팅 시스템을 채용하여 시스템의 신뢰성을 제고시켰고 국제적으로 표준화되고 있는 TMN을 채택하여 NE-NE 통신간에 7계층 프로토콜을 장착하여 표준화된 메시지 집합을 이용한 DCC 통신^[10]이 되도록 하였다.

FLC의 OAM&P 소프트웨어의 구조는 성능감시, 망상태 감시, 트래픽 감시등을 위한 운용기능, 보안상태 관리 등을 위한 관리기능, 경보 감시, 장애 탐색, 장애 분리, 시험 액세스, 루프백 등을 위한 유지보수 기능, 시스템 설치, 망구성 변경, 운용상태 변경 등을 위한 설비기능으로 구성되어 있다.

FLC 시스템의 운용, 관리, 유지보수 및 설비기능이 시스템 상호간의 통신에 의한 정보교환을 요구하며, 정보교환의 형식이 개방형 시스템 상호접속 관리에 따르도록 CCITT와 ISO등에서 권고하고 있는 추세에 있으므로 현재 FLC 시스템의 개발에서는 관리객체 정보모델을 통한 메시지 통신이 가능하도록 설계하고 있다. 관리객체 정보모델은 CCITT에서 권고하는 GDMO(Guidelines for the Definition of Managed Objects) 표준양식^[11]에 준하는 관리객체 정의 및 Inheritance Hierarchy, Containment Tree등을 정의하여 구현토록 하고 있다.

추후 TMN망의 국내 파급효과를 고려하여 NE와 OSS(Operation Support System)간의 연동을 고려한 설계를 하였다. 또한 기존 동선으로 구성된 가입자 선로가 광섬유로 대체됨에 따라 한국통신에서 운용중의 LCR, SLMOS, DELMONS 등 가입자 테스트 장치와 FLC와의 연동을 최대한 고려하고 있다.

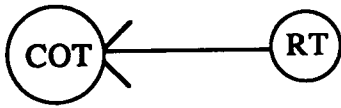
IV. 광가입자망 구성기술

가입자망은 크게 피더망과 분배망으로 나눌 수 있다. 피더망이란 전화국 교환기로부터 RT까지의 연결 부분이고 분배망이란 RT에서 각 가입자까지의 연결 부분이다. 피더망은 광케이블의 효율적 이용을 위하여 여러 가입자가 공유하는 형태의 구조를 갖는 것이 일반적이다. 여기에서는 광가입자망의 초기 단계인 FTTO의 두가지 망구조인 성형 구조와 링 구조를 대상으로 피더망의 구조와 이에 따른 구성기술에 관해 기술한다.

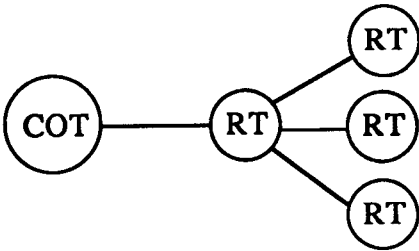
성형 구조는 각 원격노드를 COT와 직접 연결하는 점대점(point-to-point) 구성과 대형 원격노드가 다시 여러개의 소형 원격노드를 수용하는 이중 성형 구조인 허빙 구성이 있다. 점대점 구성은 대용량 가입자를 중심으로한 초기 구성형태이며, 허빙 구성은 점차 소용량 가입자를 확대 수용하는 형태로 볼 수 있

다. 링 구조는 각 원격노드와 COT를 링 형태로 구성된 형태를 말한다.

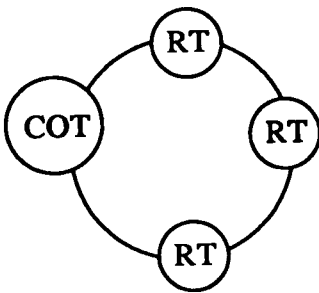
성형구조에서는 각 원격노드와 COT와의 연결을 위하여 독립된 광케이블을 사용하는 반면, 링 구조에서는 각 원격노드와 COT를 공통의 광케이블을 사용하여 연결한다. 선형 구조는 각 원격 노드와 COT의 연결을 위하여 공통의 광케이블을 사용하므로 링 구조와 비슷하다. 실제로 선형 구조와 링 구조에서의 원격노드의 기능은 거의 동일하며 따라서 선형 구성



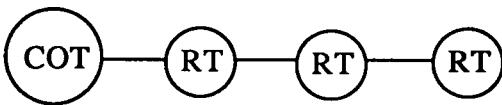
(a) 점대점



(b) 링



(c) 링



(d) 버스

그림 6.공급 루프의 여러가지 구성형태

보다는 결합허용도가 높은 링 구성을 선호하는 경향이 있다. 그림 6은 점대점, 허빙, 링, 선형구조의 구성 형태를 보여준다.

지금까지의 분류는 주로 광케이블이 설치된 물리적 경로의 구성형태를 기준으로한 물리적 토폴로지에 의한 것이나, 실제로 정보가 전달되는 전송경로의 구성 형태인 논리적 토폴로지에 의해 서도 분류될 수 있다. 성형 구조와 링 구조를 논리적 형상과 물리적 형상의 모든 조합에 적용할 경우 물리적 성형/논리적 성형구조의 순수 성형 구조, 물리적 성형/논리적 링 구조, 물리적 링/논리적 성형 구조, 물리적 링/논리적 링의 순수 링 구조의 네가지 형태가 가능하다. [12] 그림7에 도시된 이러한 네가지 구조를 경제성, 신뢰성, 유연성, 연동 가능성의 관점에서 분석한다.

- 망구성 시 요구되는 광케이블의 길이(경제성)

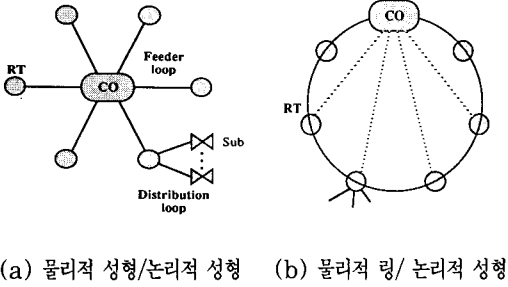
광케이블의 가격과 원격 노드의 비용이 초기 광가입자망 구축시 매우 중요하다. 트래픽의 양이 적을 경우, 순수한 링(물리적 링/논리적 링) 구조가 가장 짧은 길이의 광케이블을 소요한다. 링 구조에서는 COT와 RT간을 공통의 광케이블을 이용하여 연결하므로 트래픽 양이 작을 경우 작은 십선 수의 광케이블을 사용하여 모든 RT들을 연결할 수 있다. 트래픽의 양이 많은 경우 COT와 RT를 직접 연결하는 순수한 성형구조에서 광케이블의 길이가 가장 짧아진다. 물리적 링/논리적 성형 구조는 순수한 성형 구조나 순수한 링 구조보다 광케이블의 길이가 약간 길어지며 물리적 성형/논리적 링 구조에서 가장 긴 광케이블을 요구한다.

- 케이블 절단시의 통신 가능성(신뢰성)

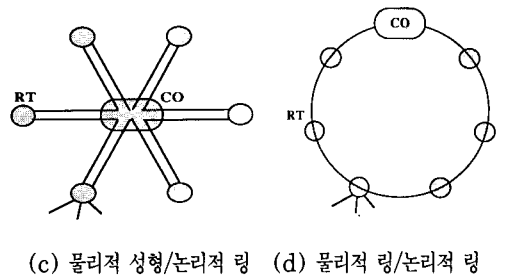
물리적 링 구조(논리적 성형 혹은 논리적 링)는 이중 링 구성을 통하여 self-healing 기능을 수행할 수 있으므로 한 곳의 케이블이 절단되어도 RT에서의 고립현상은 발생하지 않는다. 이러한 링구조의 높은 신뢰성은 가입자망에서 링구조를 선호하게 하는 중요한 요소이다

- 트래픽 변경에 따른 유연성(유연성)

초기 광가입자망 구축시 각 가입자의 정확한 트래픽 요구량을 예상하는 것은 상당히 힘든 일이다. 그러므로 광가입자망은 각 가입자의 트래픽 요구량의 변화에 적절히 대처할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다. 링구조는 각 RT의 채널 할당을 자유롭게 조절할 수 있으므로 이러한 트래픽의 변화에 쉽게 대응할 수 있다.



기존 망과의 연결 용이성 측면에서 초기의 광가입자 망 구조로는 적절하지 못하다. 그러나 링 구조는 높은 신뢰성과 트래픽 변화에 대한 유연성에서 상당한 강점을 가지고 있다. 그러므로 초기 광가입자망의 피더망은 기존 망과의 연결 용이성을 고려하여 성형구조로 공급하다가 필요시 ADM(Add/Drop Multiplexer)을 활용하여 신뢰성과 유연성이 뛰어난 링 구조로 점차 전환해 나가는 것이 좋을 것이다.



(c) 물리적 성형/논리적 링 (d) 물리적 링/논리적 링
 CO: Central Office Terminal
 RT: Remote Terminal
 Sub: Subscriber

V. 끝맺는말

가입자 선로의 광케이블화는 현재 대부분의 가입자 선로가 동선으로 이루어져 있음에 따라 안고 있는 지하 구조물의 포화 상태, 운용 및 유지보수상의 비효율성, 광대역 서비스의 제한 등의 문제점을 해결할 수 있으며, 가입자망에 동기식 전송기술을 적용한 FLC의 도입으로 DS0급 신호, DS1(1.544Mbps), DS1E(2.048Mbps), DS3(44.736Mbps) 신호를 전용 또는 혼용으로 구성할 수 있으므로, 효율화를 도모할 수 있다. 또한 동기식 전송기술의 표준화가 추후 광대역 서비스를 수용할 수 있도록 진행중이므로 이에 대한 기반을 확보할 수 있다. 그리고 OAM&P 기능의 집중화, 자동화, 효율적인 망운용, 신뢰성, 경제성 확보, 융통성 있는 전송망 구성의 실현이 가능하다. 가입자 선로의 광케이블화를 이룩함으로써 고품질, 고속, 대용량의 다양한 서비스 및 고속데이터 전송을 이룩할 수 있는 기반을 구축하여 미래의 BISDN등 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 가입자 선로의 광케이블화 전략의 첫 단계인 FTTO를 위해 FLC를 개발중이며, 이의 기대 효과로

그림 7. 피더 망의 물리적/논리적 토폴로지

- 기존 망과의 연결 용이성(연동 가능성)
 기존의 가입자망 구조가 성형 구조를 이루고 있으므로, 광대역 ISDN 시대를 대비하여 새롭게 구축되는 광가입자망의 구조도 성형구조를 이루는 것이 기존망과의 연결 용이성 입장에서는 좋을 것이다. 링 구조는 이 점에서 약점을 가지고 있다.
 표 4는 이상의 고찰을 요약한 것이다. 물리적 성형/논리적 링 구조는 요구되는 광케이블의 길이가 너무 긴 단점이 있어 적절하지 못하며, 순수한 링 구조는

표 4. 가입자 망 공급 토폴로지의 비교


분석 파라미터	물리적 성형/논리적 성형	물리적 링/논리적 성형	물리적 성형/논리적 링	물리적 링/논리적 링
요구되는 광케이블의 길이는 적은 트래픽 양 많은 트래픽 양	짧음 가장 짧음	짧음 짧음	가장 김 가장 김	가장 짧음 짧음
케이블 절단시 통신 가능성	불가	가능	불가	가능
트래픽 변경에 따른 유연성	불가	가능	불가	가능
기존 망과의 연결 용이성	가능	가능	불가	불가

는 광전송의 기술기반 구축, 각종 서비스 품질의 향상, 대용량 가입자 수용 및 다양한 통합 서비스 제공 등을 들 수 있다. 또한 대형빌딩등 업무용 가입자의 수용과 전화국의 수용 구역의 광역화로 신설 치국을 최대한 억제 가능하며, 관로 증설문제도 해소하는 등의 경제적 파급효과도 기대된다. 또한 초기의 광가입자 피더망 구조는 기존 망과의 연동성을 고려하여 성형구조로 공급하다가 신뢰성과 유연성이 뛰어난 링구조로 점차 전환해 나가는 것이 좋을 것이다.

參 考 文 獻

[1] 한국통신, 가입자선로 광케이블화 추진전략, 한국통신, 1991.9.
 [2] CCITT Blue Book, Rec. G.708 (Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierachy), 1988.
 [3] CCITT Blue Book, Rec. G.709 (Synchronous Multiplexing Structure), 1988.
 [4] CCITT Blue Book, Rec. Z.301-Z.341

(Man-Machine Language), 1988

[5] 한국통신, 동기식 디지털 계위기준, 한국통신, 1991. 5.
 [6] CCITT, Rec. G.957 (Optical interface for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy), 1990. 8.
 [7] 한국통신, 155.520 kbit/s 전송기술 기준, 한국통신, 1992.8.
 [8] CCITT, Rec. M.3010 (Principles for a Telecommunication Management Network), 1991.12.
 [9] 최두환외 12명, 광가입자 전송시스템 기술개발, 한국통신, 중간보고서, 1992.12.
 [10] CCITT, Rec. G.784 (SDH Management), 1990.8.
 [11] CCITT, Rec. X.722 (Guidelines for the definition of management information for CCITT Applications), 1991.4.
 [12] M.K.Choi, "Broadband Local Loop Technology Trends", Telecommunications Review, vol.2, no.11, 1989. 

筆者紹介



權 純 澈

1962年 3月 1日生

1983年 2月 고려대학교 전자공학과 (학사)

1985年 2月 서울대학교 전자공학과 (석사)

1990年 8月 Texas A&M Univ. (박사)

1985年 ~ 1986年 해태전자 연구원

1991年 ~ 현재 한국통신 통신시스템개발센터 전송시스템개발부 접속기술실장

주관심분야: 가입자망, 동기식 광전송 시스템



崔 斗 煥

1954年 1月 10日生

1979年 2月 서울대학교 전자공학과 (학사)

1981年 2月 서울대학교 전자공학과 (석사)

1984年 5月 Univ. of Texas at Austin (박사)

1979年 ~ 1980年 ETRI 연구원

1984年 ~ 1988年 AT&T Bell Labs MTS

1989年 ~ 1991年 AT&T Bell Labs DMTS

1991年 ~ 현재 한국통신 통신시스템개발센터 전송시스템 개발부장