

가입자선 디지털 전송시스템

表 鉉明, 申己秀

(正 會 員)

韓國電氣通信公社 事業支援團 情報通信研究室

I. 서 론

다가올 정보화 사회에 대비하여 세계 각국은 종합 정보통신망(ISDN: integrated service digital network)의 실현에 전력을 기울이고 있으며 이를 위한 선행 과제인 통신망의 디지털화를 적극 추진하고 있다. 디지털 통신망이 갖는 여러가지 경제적, 기술적인 장점으로 인하여 통신망의 3대 구성 요소라 할 수 있는 교환기측, 국간 전송로 및 가입자 선로 분야 중 교환기와 국간 전송로 분야는 디지털화가 상당히 추진되고 있는 반면, 가입자 선로의 디지털화는 아직까지 진척이 미미한 실정이다.

가입자 선로의 디지털화는 기존의 2선 동선(metallic) 케이블에 디지털 신호처리 능력을 부여하거나, 동축 또는 광케이블과 같은 대용량 전송매체를 가입자구간에 설치함으로써 실현할 수 있다. 특히 통신망의 전체 투자비 중 가입자 설비가 차지하는 비중이 약 40% 정도에 해당하는 막대한 시설임을 볼 때, 초기에는 기존의 동선 케이블을 이용하여 디지털 신호를 전송하는 방법이 경제적인 측면에서 타당하며, 추후 다양한 이용자의 욕구에 대응하기 위해서는 가입자망에서도 고품상도 비디오 서비스 등을 전송할 수 있는 수백 Mbps 정도의 디지털 회선이 확보되어야 한다. 이를 위해선 넓은 대역폭 및 우수한 전송 품질 특성을 갖는 광케이블이 사용될 것으로 예측되지만 그 설치에는 많은 시간과 비용이 투입되어야 하므로 가까운 시일내에 경제적으로 가입자망을 구축하는 데는 어려움이 있다.

본 고에서는 추후 도래할 종합정보통신망을 대비하여 기존의 2선식 동선 케이블을 이용한 디지털 전송 방식과 새로 광케이블을 신설하여 광대역 서비스

를 제공하는 방식에 대해 살펴 보고자 한다. 이러한 배경을 기초로 하여 II 장에서는 기존 가입자선로의 특성, ISDN 이용자-망 인터페이스 구조, 전송방식, 선로부호, ISDN 기본액세스의 전력공급 및 시험 등에 관해 고찰해본다. 이어 III 장에서는 광가입자 전송시스템의 현황 및 광가입자 다중방식에 관해 살펴 보고 IV 장에서 결론을 맺는다.

II. 기존 가입자선로를 이용한 디지털 전송시스템

일반적으로 디지털 가입자선로라고 해서 별도의 케이블을 신설하는 것이 아니라 기존의 2선 동선케이블을 그대로 사용하는 것이므로 현재 사용하고 있는 가입자선로의 특성을 파악하는 것은 매우 중요하다. 국제전신전화자문위원회(CCITT)에서도 기존의 metallic 케이블을 이용한 이용자-망 인터페이스에 관한 표준화를 적극 추진하여 ISDN 기본액세스 및 1차군 액세스에 관한 권고안을 마련하였으나, 디지털 전송시스템(U인터페이스)에 관한 사항에 대해서는 완전한 합의에 도달하지 못하고 NT1(network termination 1)의 망측 파라미터에 대한 사항에 대해서만 규정하였다.¹⁾ CCITT에서 권고한 ISDN 이용자-망 인터페이스의 기준점 및 디지털 전송시스템(digital transmission system)의 경계는 그림 1과 같으며, 기본액세스(basic access)는 2개의 B 채널(64kbit/s)과 1개의 D 채널(16kbit/s)을 양방향으로 BSI(bit sequence independence)를 유지하면서 전송하는 것이다. 이용자와 교환기간의 디지털 액세스시 고려할 사항은 다음과 같다.

- 나선(open wire)을 제외한 무장하 2선 가입자 선로에서 동작할 것

- 기존 가입자선로에 있는 브릿지탭(BT : bridged tap) 을 제거하거나, 케이블을 재배치하지 않고서도 ISDN 기본액세스가 가능할 것
- 재생중계기(repeater) 를 사용하지 않고서도 ISDN 기본액세스가 가능해야하며, 동일 케이블유니트내에서도 기존의 전화 및 음성대역 전송서비스도 동시에 가능할 것
- 망측으로부터 정상(normal) 및 제한(restricted) 상태의 전력을 공급받을 수 있을 것
- 유지보수 기능이 있어야하며, EMI(electromagnetic interference) 에 관한 요구사항을 만족시킬 것

기존 가입자선로를 이용한 디지털 전송방식을 선정하고 전송시스템의 규격에 필요한 각종 파라미터를 결정하기 위해서는 무엇보다도 가입자선로의 전기적, 물리적 특성을 조사하는 것이 필요하다.

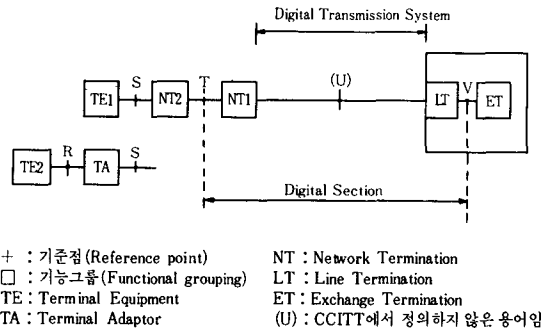


그림 1. ISDN 기준점과 디지털 전송시스템의 경계⁽¹⁾

1. 디지털 가입자선로의 물리적 특성

일반적으로 디지털 가입자선로는 1 개 이상의 꼬임쌍(twisted pair) 으로 구성되어 있으며, 그림 2 와 같이 가입자측으로부터 설치(installation cable) 케이블, 분배(distribution) 케이블, 주(main) 케이블 및 교환기(exchange) 케이블 등으로 구분할 수 있다. 이 중 분배케이블은 각각 다른 직경과 길이를 갖는 다단(cascade) 접속으로 되어 있으며, 브릿지 탭 (BT) 등이 존재한다. 기존 가입자망을 구성하고 있는 환경요소중 디지털화에 영향을 끼치는 요소를 분석하기 위해서는 다음과 같은 항목을 조사해야한다.

- 가입자선로 길이의 분포

- 가입자선로의 배선 현황(단일선로 및 복합선로)
- 가입자선로의 브릿지탭 길이와 갯수 등

첫째, 가입자선로의 길이 분포는 디지털 서비스의 제공 영역과 관련되므로 이를 조사하여 대부분의 가입자를 수용하면서 시스템의 성능을 만족시키는 선로의 손실값을 정해야 한다.

둘째, 가입자선로가 단일심선으로 구성된 경우는 큰 문제가 되지않으나 복합선로 형태를 갖는 경우에는 Multigauge 배선에 따른 임피던스 부정합 상태가 발생하여 전송손실을 가져오므로써 전송시스템의 최대전송거리에 제약을 주게된다.

셋째, 브릿지탭회로의 공진으로 인해 손실이 발생하며, 고속의 디지털신호를 전송하는 경우 BT 종단에서의 반향(echo)으로 인하여 시스템의 수신측에 부호간 간섭(ISI : intersymbol interchange)이 증가하여 전송품질(예, BER)을 저하시키므로 반향을 효율적으로 흡수할 수 있는 알고리즘을 채택한 선로등화기(line equalizer)를 설계해야 한다. 이를 위해서는 BT의 길이 및 갯수를 조사하여 서비스의 수용측면과 선로등화기 하드웨어 비용 등을 고려하여 처리 가능한 BT의 갯수를 정해야 한다.

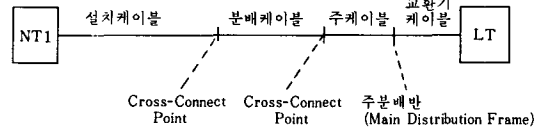


그림 2. 디지털 가입자 선로의 물리적 모델⁽¹⁾

2. 디지털 가입자선로의 전기적 특성

기존 가입자선로에 디지털 전송시스템을 수용하는데 있어 시스템에 영향을 끼치는 요소인 임펄스잡음, 누화잡음, 유도 및 접속잡음 등에 대해 살펴보면 다음과 같다.

- 임펄스잡음(impulse noise)^(1,2)

가입자선로의 디지털화 과정에서 애널리로그 가입자선로로부터 ISDN 가입자선로로 유입될 것으로 예측되는 잡음원 중의 하나로서 디지털전송 성능을 떨어뜨려 결과적으로 최대전송길이 및 전송속도를 제한하는 요소가 된다. 임펄스잡음은 임의의 짧은 시간에 집중되어 나타나는 것으로 동일 케이블내의 애널리로그 전화회선의 호발생빈도(발착신율), 회선수 및

케이블 고유의 누화특성에 따라 달라지며, 일정 레벨(5-10 $\mu\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$)의 평탄한 스펙트럼밀도를 갖는 백색잡음(white noise) 및 그림 3 과 같은 형태의 파형을 갖는 임펄스잡음 등 2 가지를 고려할 수 있다.

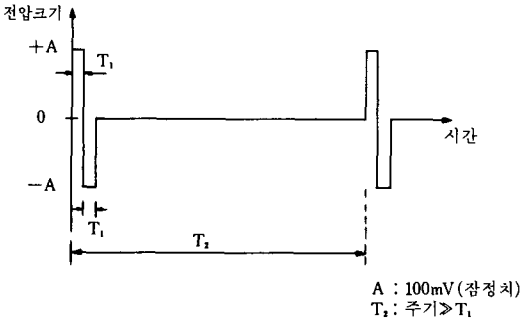


그림 3. CCITT 에서 규정한 시뮬레이션된 임펄스잡음 예

- 누화잡음 (crosstalk noise)

일반적으로 누화잡음은 동일 케이블내의 인접한 쌍간의 coupling 손실로 인해 유기되는 것으로 근단누화(NEXT : near end crosstalk)와 원단누화(far end crosstalk)로 나눌 수 있다. 누화감쇠량은 주로 사용 주파수와 동일 케이블내의 디지털 유도회선의 평균 통화량 및 유도회선 수에 좌우되며 최대전송거리를 제한하는 요소가 된다. 시스템내(intrasystem)의 근단누화량은 주파수에 따라 PSL(power sum loss)로서 coupling 손실을 표시할 수 있으며, CCITT에서는 종단저항이 110~150 ohm 인 경우 그림 4 와 같이 권고하고 있다.

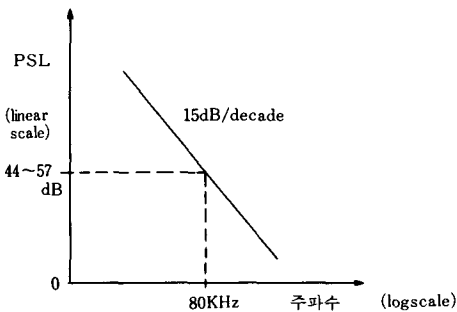


그림 4. 근단누화량

- 유도잡음 및 접속불량잡음

유도잡음은 지역환경에 따른 무선방송 출력, 전력선 및 전철선로 등으로부터의 전기적 간섭에 의한 것으로 인접지역에 ISDN 가입자를 수용할 경우 이러한 장애를 고려하여 설치해야 한다. 접속불량잡음은 가입자선로에 종이절연케이블을 접속할 경우 꼬임(twisted)공법을 사용하는데 시간이 경과함에 따라 산화함으로써 접속저항이 증가하게 되며, 이러한 접속점에 간헐적으로 데이터신호 전류가 흐르면 순간적인 신호단절을 일으킴으로써 평균에러율(BER:bit error rate)을 증가시키게 되는 요인이 된다. 그러나 접속불량잡음은 DC 정전류 방식으로 원격급전을 함으로써 개선할 수 있다.

3. 가입자 동선케이블을 이용한 전송방식

가입자선로에 디지털신호를 양방향으로 전송하기 위해서는 기본적으로 하나의 pair 케이블을 사용하여 신호를 송수신하는 2선식 전송방식과 두개의 케이블을 사용하여 신호의 전송을 물리적으로 각기 분리시키는 4 선식 전송방식으로 구분할 수 있다.

1) 4 선식 전송방식

지금까지 4 선식 디지털전송기술은 주로 국간 PCM전송시스템에 이용되어 왔고, 가입자망 분야에서는 가입자반송장치(DLC : digital loop carrier system)에 적용되었으며 이 기술은 모뎀을 이용한 저속 데이터 서비스에 한계를 느껴 56~64kbit/s까지의 고속 데이터 서비스 기능을 갖도록 개발되었다. 대표적인 예로서 미국의 DDS(digital data system), 일본의 DDX(digital data exchange), 캐나다의 Digitalroute 등을 들 수 있으며, 특히 원격 가입자 장치 등에 4 선식 데이터 전송기능이 실장되고 있다. 이러한 4 선식 전송방식은 국간 중계선로와 마찬가지로 신호의 중계전송이 용이하며, 송수신용으로 각각 한쌍의 선로를 사용함으로써 전송시스템을 간단히 구성할 수 있다. 또한 동일 쿼드(quad)로 양방향 전송을 할 수 있기 때문에 근단누화를 줄일 수 있는 반면에 별도의 선로를 재배치 또는 증설해야 한다는 단점이 있다. 4 선식 전송방식의 응용으로서는 2 선식 전송방식으로는 수용할 수 없는 원거리 가입자를 다중 및 집선하여 통신망에 접속시키거나 ISDN 도입 초기에 ISDN 기능을 가진 교환기의 분포가 상당히 적을 때 원거리에 분산되어 있는 가입자들을 수용하는데 유용할 것이다. 이 방식은 CCITT에서 권고하는 기본 액세스인 2B+D(144kbit/s) 및 1 차군 액세스(primary rate access) 이상의 정보량을 전송하는

데 주로 사용된다.

2) 2선식 전송방식

기존의 2선 동선케이블을 사용하는 전송방식은 신호의 송수신이 동일선로를 통하여 이루어지므로 양단에서 송수신 신호를 효율적으로 분리할 수 있는 방법이 필요한데 이러한 방법으로는 주파수분할 다중방식(FDM : frequency division multiplex), 시간압축 다중방식(TCM : time compression multiplex), 반향제거기를 갖춘 하이브리드방식(ECH : echo cancellation with hybrid) 등이 있다. 2선식 전송방식은 4선식 전송방식보다 훨씬 경제적으로 실현시킬 수 있으나 중계전송이 어려우므로 전송거리가 제한된다.

- 주파수분할 다중방식(FDM)

이 방식은 전송하는 방향에 각기 다른 주파수 대역을 할당하여 전송하는 것으로 송수신 신호에 적절한 반송주파수를 사용하여 한 방향을 변조하거나, 각기 다른 전력스펙트럼을 가진 선로부호를 사용하여 전송하는 방식이다. 이 경우 스펙트럼이 중복되거나 송수신 레벨의 변화를 처리할 수 있는 정밀한 필터가 필요하다. 또한 고주파영역의 사용으로 인한 누화를 초래할 뿐만 아니라 애널로그 회로의 고집적화가 어려워 경제적인 응용이 어렵다는 단점때문에 현재까지 실용화 되지 않고 있다.

- 시간압축 다중방식(TCM)

이 방식은 일명 핑퐁(ping pong) 전송방식 또는 버스트 모드(burst mode) 전송방식이라 불리는 것으로 송신하고자 하는 펄스열을 일정한 주기로 분할하여 비트펄스폭을 1/2이상 압축함으로써 버스트 사이에 공백을 만들고 이 시간 공백을 이용하여 상대편측 송신신호를 삽입하는 방식이다. 즉 송신데이터는

데이터 입력클럭에 의해 정상속도로 버퍼메모리에 읽어 들여서 저장하게 되고, 이 데이터는 출력클럭에 의해 시간적으로 압축되어 출력회로를 거쳐 선로에 송출하게 된다.

선로등화기는 수신된 비트열로부터 클럭과 신호를 추출하며, 클럭은 제어회로에 보내져 시스템의 동기신호로 사용되고 수신신호는 버퍼메모리에 읽혀 들어가 출력클럭에 의해 시간적으로 확장된 상태가 된다. 이와 같은 전송형태 때문에 TCM방식에서의 선로상의 전송속도(line bit rate)는 보내고자하는 정보량의 2배 이상이 되어 최대전송거리가 줄어드는 반면에 교환기측(LT : line termination)으로부터 가입자선로로 버스트를 동기시켜 송신하게 되면 선로에서의 근단누화를 피할 수 있게된다. TCM방식의 버스트 주기(T)를 수식으로 표시하면 다음과 같다.

$$T = \frac{2n}{r} + 2T_a + T_g + T_i$$

단, n : 버스트내의 총 정보비트수

r : 선로속도

T_a : 전송로의 전파지연시간(대칭케이블에서 5~7 μsec/km)

T_g : 송수신간의 보호시간

T_i : Idle시간(≥T_g)

- 반향제거기를 갖춘 하이브리드 방식(ECH)

이 방식은 애널로그통신에 사용되었던 2선/4선 변환기(hybrid)의 기능을 이용하여 송수신 신호를 분리하는 방식으로, 선로상의 전송속도는 실제 정보량과 거의 같다. 그러나 하이브리드에서는 전송선로의 임피던스와 평형회로(balance circuit)의 임피던스를 완전히 일치시킬 수 없어 송수신 신호의 완전한 분

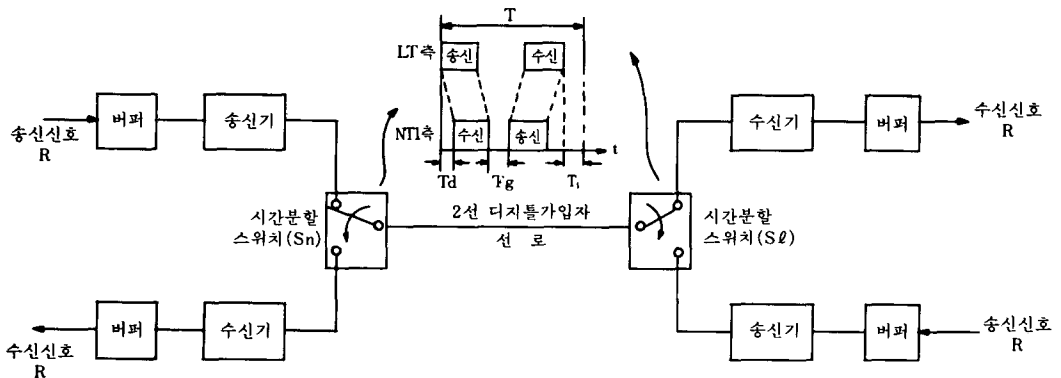


그림 5. TCM 방식의 기능블럭도 및 타이밍도

및 복호기 구조의 복잡도 등이 있다. 특히 ISDN 기본 액세스용 선로부호를 선정할 때는 선로 속도 (line bit rate) 와 전송레벨의 변화에 따른 특성을 고려해야 한다. 선로속도를 낮추는 경우 저주파 영역에서 최대 전력 스펙트럼 밀도를 가지므로 전송 대역폭이 줄어들어 시스템간의 근단누화 특성이 향상되며, 전송레벨수를 증가시키는 경우 부가잡음, 부호간 간섭 등을 고려해야 하는데 일정한 레벨 이상으로 입력신호전력을 높임으로써 좋은 특성을 얻을 수 있다.

선로부호는 논리구조에 따라 선형부호(linear code)와 블럭부호(block code)로 크게 구분할 수 있다. 선형부호는 입력 데이터를 선형적으로 출력시키는 것으로 선로손실이 최대가 되는 주파수가 상대적으로 높아져 최대전송거리가 줄어드는 단점이 있으며, 대표적인 것으로는 AMI (alternate mark inversion), Biphas (WAL1), Dicode 및 MDB(modified duobinary) 코드 등이 있다. 블럭부호는 비선형적인 특성을 가지며 특별한 변환표나 알고리즘이 필요한 것으로 encoder/decoder 회로가 상대적으로 복잡해지는 단점이 있으며, MMS43(modified monitoring state 43 : 4B3T 의 일종), U88 (8B8T), SU 32(substitutional 3B2T) 및 2B1Q (2 binary 1 ternary) 등이 있다. 현재까지 연구된 바에 의하면 각 선로부호별로 전력스펙트럼밀도의 분포, 근단누화 잡음에 대한 S/N margin 및 하드웨어 실현기술 등을 비교해 본 결과, 선형부호 보다는 블럭부호의 전송능력이 더 우수한 것으로 나타났으며, VLSI 기술의 발전에 따라 하드웨어 실현에도 문제가 없는 것으로 판단된다. 참고로 미국의 Bellcore (Bell Communication Research) 에서 비교한 선로부호별 전력스펙트럼밀도의 분포를 그림 7 에 제시하였다.¹⁴⁾

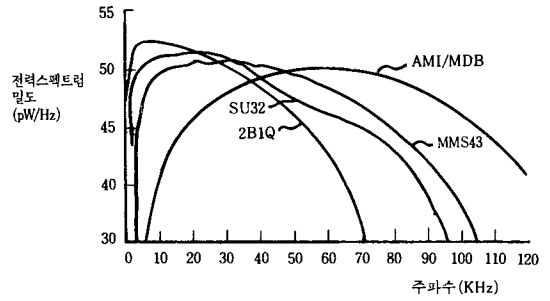


그림 7. 선로부호별 전력스펙트럼밀도 비교표

이상에서 살펴본 바와 같이 가입자 디지털 전송방식 및 선로부호는 각 국의 선로분포, 전기적 특성 및 경제성 등을 감안하여 결정되어야 하며, CCITT 에서도 이 부분에 대한 권고는 NT1 의 망측 파라미터 및 특성에 대해서만 규정하고 최적 전송방식 및 선로부호는 표준화하지 않고 있다. 표 1 은 각국의 가입자 디지털전송방식 및 선로부호에 대한 표준화 결과를 보여주고 있다.

5. ISDN 가입자 액세스 방법

ISDN 기능을 가진 디지털 시내 교환기에 가입자가 액세스하는 방법으로는 직접(direct) 또는 repeater 를 사용한 액세스와 원격(remote) 액세스 등 크게 2 가지로 나눌 수 있다. 직접액세스는 ISDN 교환기가 설치된 지역내의 가입자가 U 인터페이스(CCITT에서 정의한 용어는 아님)를 통해서 교환기에 직접 접속되는 경우이고, 원격액세스는 ISDN 교환기가 없는 지역의 가입자를 집선장치(concentrator)나 다중장치(multiplexer)를 사용하여 접속하는 경

표 1. 각국의 가입자 디지털전송방식 및 선로부호의 표준화 동향

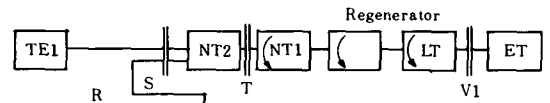
국가(관련기관) 명	전송방식	선로부호	선로속도 (symbol rate)	감시 및 유지보수용 C _L 채널
미국, 캐나다(T1 위원회)	ECH	2B1Q	80 kbaud	4kbit/s
일본(NTT)	TCM	AMI	320 kbaud	3.2kbit/s
서독(DBP)	ECH	MMS43	120 kbaud	1kbit/s
스웨덴(STA)	ECH	2B1Q	80 kbaud	4kbit/s
이탈리아(SIP)	ECH	AMI	160 kbaud	1kbit/s
영국(STC)	ECH	SU32	108 kbaud	4kbit/s
영국(GTE)	ECH	Biphase	160 kbaud	3.8kbit/s

우로서, 직접액세스와 동일한 전송, 급전 및 시험기능을 갖는다. 그림 8은 ISDN 교환기와 가입자 액세스 전송시스템간의 접속형태를 나타낸 것이다.^[5] 여기서 V 인터페이스는 ISDN 가입자선로의 종단기능(LT)과 교환기능을 서로 독립적으로 실현할 수 있도록 융통성을 준 것으로서 ISDN에서 운용될 수 있는 전송시스템의 기능과 접속가능한 가입자형태에 따라 CCITT에서는 V₁, V₂, V₃, V₄ 등 4가지의 인터페이스를 정의하고 있다.^[6] 세계 각국에서 실용화되고 있는 기본 액세스 다중장치(basic access multiplexer)는 주로 단순다중방식(static multiplexing)을 적용한 것으로서, 이것은 채널 사용 여부에 관계없이 각 채널별로 고정된 time slot이 할당되어 총 입력정보량이 손실없이 출력되는 방식으로 서독, 스위스, 호주, 일본 등에서 채택하고 있다. 그 외에 통계적 다중방식(dynamic/statistical multiplexing)이 있는데 이 방식은 전송효율을 높이기 위해 정보가 전송되고 있는 채널에만 융통성있게 time slot을 할당하는 것으로 패킷형태의 트래픽에 적합하다. 국내의 현황을 살펴보면 중규모 ISDN 가입자 다중장치로서 개발되고 있는 PMUX(primary rate multiplexer)는 원격지에 산재되어 있는 10개 또는 12개의 기본 액세스 가입자를 DS-1급의 속도로 다중화하여 교환기에 접속시키는 시스템으로 현재 단순다중방식을 채택하고 있다.

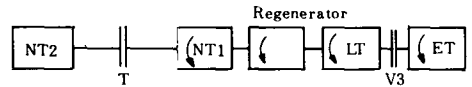
6. ISDN 가입자 전송시스템의 급전 및 시험
CCITT에서 규정한 ISDN 사용자-망 인터페이스

에서의 전력공급 운용상태로는 정상(normal) 공급조건과 제한(restricted) 공급조건으로 나눌 수 있는데 정상상태에서는 NT(또는 재생중계기)는 교환기측으로부터 원격급전을 받고, S-버스는 NT의 AC주전원유니트로부터 전력을 공급받아 단말기에 제공한다. 제한상태에서는 NT(또는 재생중계기)와 S-버스에 접속된 적어도 하나의 전화기가 동작할 수 있도록 교환기측에서 원격급전을 하거나 back-up 배터리를 사용한다. 디지털 전송시스템의 급전방식으로는 직렬(series)과 병렬(parallel)방식이 권고되고 있다.

ISDN 기본액세스에 관한 시험은 고장검출 및 고장진단을 위한 것으로 LT, NT, 재생중계기, TE, TA, 기본액세스 다중/집선장치가 대상이 되며 고장진단을 위한 loopback 위치를 표시하면 그림 9와 같다.^[7]



(a) 기본액세스



(b) 1차군액세스

그림 9. ISDN 가입자 액세스시 loopback 위치

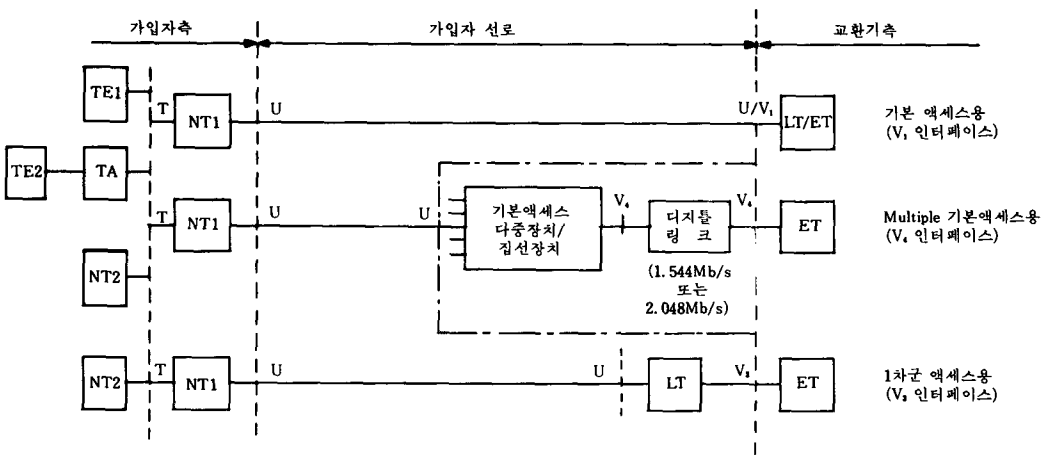


그림 8. ISDN 가입자 액세스 형태

Ⅲ. 광가입자 전송 시스템

기존의 동선 가입자선로를 이용한 디지털전송은 CCITT에서 권고한 2B+D(144kbit/s)를 기초로 하는 제한된 정보량을 가입자에게 공급하게 되며, 4선식 방식을 사용하더라도 H₁₁ 또는 H₁₂ 채널(1,536 kbit/s 또는 1,920 kbit/s)의 범주를 벗어나지 못할 것이다. 그러나 최근 광대역(broadband) ISDN에 관한 연구가 활발히 진행되고 있어 앞으로는 64kbit/s를 근간으로하는 협대역 ISDN에서 광대역 ISDN으로 발전해 나갈 것이라는 점에는 이견이 없으며, 가입자에게 고해상도 화상전화, 화상회의시스템, 고선명(high definition) TV 및 광대역 비디오텍스 등 광대역 서비스의 제공도 가까운 미래에 가능할 것이다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서는 가입자선로에 수백 Mbit/s 급의 정보량을 전송할 수 있는 광대역 전송매체의 확보가 필요한데 이러한 매체로서 광케이블이 가장 각광을 받고있다.

1. 광가입자 전송시스템의 기술현황

일본이나 유럽 각국에서는 광통신 기술을 가입자망에 적용한 시험 및 시범망을 운영하고 있으며, 일부는 상용화 단계에 이르고 있다. 주로 데이터는 디지털 방식으로, 영상신호는 애널로그 방식으로 전송

하고 있으나, 점차 완전한 디지털망으로 확장될 것이며 사용되는 광케이블도 점차로 다중모드(multi mode)에서 단일모드(single mode)로 대체될 것이다. 표 2는 각국의 대표적인 광가입자 전송시스템의 현황을 요약한 것으로 대부분이 다중모드를 사용한 시범단계의 시스템이다.¹⁾

가입자망의 구조는 서비스 특성, 경제성, 가입자의 분포상태 등을 고려하여 설계하여야 하며, 구성형태로는 Star, Tree, Ring, Multi-star 등이 있다. Tree형은 대화형(conversational) 서비스에 적합하지 않고, Ring형은 망의 전송속도가 상당히 높기 때문에(약 10Gbit/s) 대부분의 경우 대화형 서비스의 제공이 용이하고 전송속도가 수백 Mbit/s 급인 star형이나 변형된 Mini-star형으로 구성하고 있다.²⁾

한편 광가입자 전송시스템을 이용하여 고속의 광대역 서비스를 제공하기 위해서는 LED(light emitting diode)의 저가격화, 간섭막 필터에 의한 파장분할다중(WDM : wavelength division multiplexing) 기술개발, 광부품의 모듈화, 전기회로의 집적화, 현재 사용되고 있는 GI(graded index)형 광섬유의 비용절감 등이 이루어져야 한다. 또한 앞으로 단일모드(SM)형 광섬유를 가입자망에 적용하기 위해서는 전기 및 광 IC, 고성능 합분파 회로 등 첨단기술의 광회로 구성

표 2. 각국의 광가입자 전송시스템 현황

시스템명	기관(국가)명	제공서비스	가입자규모	서비스제공 년도 (성격)	사용광섬유	비 고
BIGFON 시스템	FTZ(서독)	전화, 데이터 TV, TV 전화 스테레오	320 가입자 (7개도시)	1983년(실험)	다중모드	star 구조
Elie Project	DOC(캐나다)	전화, 데이터 TV, 스테레오	150가입자	1차 : 1981년 2차 : 1984년 (실험)	다중모드	switched star 구조
INS	NTT(일본)	전화, 데이터 영상, 팩시밀리	약 650가입자	1984년(실험)	다중모드	star 구조
Marsens	PTT(스위스)	전화, 영상 스테레오	32가입자	1983년(실험)	다중모드	star 구조
Hi-OVIS	생활영상정보 협회(일본)	TV(단방향), TV(쌍방향), 스테레오	168가입자	1979년(실험)	다중모드	.
Biaritz Project	DGT(프랑스)	전화, 데이터 TV, TV 전화 스테레오	1500가입자	1983년(실험)	다중모드	star 구조
Milton Keynes System	BT(영국)	TV	20가입자	1982년(실험)	다중모드	.

기술과 광섬유 접속방법 등 주변기술의 개발이 적극 추진되어야 한다.

2. 광가입자 다중방식

광가입자망을 실현하기 위해서는 64kbit/s를 근간으로 하는 협대역 서비스와 영상신호 등과 같은 광대역 서비스를 다중화하여 동일한 선로에 전송시키기 위한 효율적인 다중화방식이 요구된다. 일반적으로 양방향 전송신호를 분리하는 방법으로 공간분할방식(SDM : space division multiplexing) 또는 파장분할방식(WDM : wavelength division multiplexing)이 있으며, 주로 WDM 방식을 사용한다.^[10] 다중화방식으로는 WDM 방식과 TDM (time division multiplexing) 방식을 특성에 따라 사용하는데 WDM 방식은 여러개의 광대역채널에 대해 각기 다른 파장을 사용하여 한가닥의 광섬유로 전송하는 것으로 서로 특성이 다른 전기적 신호를 다중화할 수 있기 때문에 시범망에 많이 적용되고 있으나 비용이 많이 드는 것이 단점이다. 전기적 다중방식의 일종인 TDM 방식은 VLSI 기술의 발전으로 WDM 방식에 비해 경제적이거나 고속의 데이터를 다중화할 때는 전기소자로 처리하기에는 전송속도가 너무 커지는 단점이 있다.

IV. 결 론

본 고에서는 ISDN을 구축하기 위한 선결요건인 가입자망의 디지털화를 위하여 기존 선로를 이용한 디지털 전송시스템과 광가입자 전송시스템에 대해 살펴보았다. 현재의 가입자선로는 음성대역전송에 적합하게 설계되어 있어 높은 주파수 대역의 디지털신호를 전송하는데 많은 제약이 따르게 된다, 따라서 앞으로 다양한 이용자의 욕구를 충족시키고 효율적인 가입자망 관리를 위해서는 기존 가입자선로의 환경 전반에 관한 체계적인 조사와 분석이 필요하며, 그 결과를 디지털 전송시스템에 적극 반영시켜야 할 것이다. 한편 고속 디지털 서비스나 TV 및 비디오 등 광대역 서비스에 대한 수요의 증가가 예상되고 있고, 광섬유 및 광소자 등의 광부품기술, 디지털 전송기술, 반도체 기술의 향상으로 가입자망의 광케이블 도입이 적극 추진되고 있으나, 경제성이 가장 중요한 과제이므로 이를 위한 가입자망의 효율적인 액세스 구조 및 다중기술에 대한 연구가 필요하다. 국내에서도 ISDN은 물론 광대역 ISDN을 효율적으로 구축하기

위해서는 가입자 전송기술의 개발을 적극 추진하는 동시에 기존 통신망에서의 원활한 이행을 위해 최적 가입자망 구축에 관한 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] CCITT SG XVIII, "Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access," COM XVIII-137, April 1988.
- [2] R. Komiya and K. Yoshida, "The loop coverage comparison between TCM and echo canceller under various noise considerations," *IEEE Trans. Communications*, vol. COM-34, no. 11, pp. 1058-1067, Nov. 1986.
- [3] Peter Kahl, *ISDN The Future Telecommunication Network*, TTK, Heidelberg, pp. 71, 1986.
- [4] J.W. Lechleider and M.A. Ramalho, "A review of transmission technology issues for ISDN basic access," *Proc. ISDN*, vol. 2, pp. 82-83, Nov. 1986.
- [5] D. Günzel and K.H. Stolp, "ISDN subscriber line testing facilities and maintenance according to DBP requirements," *Proc. ISSLS '86*, pp. 277-284, Oct. 1986.
- [6] CCITT SG XI, *Exchange Interfaces for Subscribers (Q. 512)*, Temporary Document 148, Geneva, May 1988.
- [7] CCITT SG XVIII, *Report to Plenary of SG XVIII*, Temporary Document 191, Geneva, June 1988.
- [8] 情報通信技術ハンドブック編集委員会, 情報通信技術ハンドブック, オーム社, Tokyo, pp. 331, 1987.
- [9] C. Baack and P. Heuer, "Architecture of broad-band communications systems," *IEEE Journal on Selected Area in Com.*, vol. SAC-4, no. 4, pp. 542-550, July 1986.
- [10] A.M. Ali and K.W. Fussgaenger, "Services integration and multiplexing for broad-band communication systems," *IEEE Journal on Selected Area in Com.*, vol. SAC-4, no. 4, pp. 551-564, July 1986. 