

## 소규모 가입자 집선장치 (IMUX)

曹圭夔\*, 金泮鍾\*\*, 金時元\*\*  
 韓國電子通信研究所  
 ISDN示範技術本部\*, 加入者傳送研究室\*\*

### I. 서론

개요에서 설명한 바와 같이 IMUX(intermediate multiplexer)는 소규모 가입자 집선장치로서 기본 접속용 NTE(network terminating equipment)의 가입구역을 확대시키는 목적으로 사용되며 경우에 따라서 2선 전송거리 이내의 가입자일지라도 4개 정도의 기본접속을 요구하는 소규모 가입자군을 수용키 위해 적용될 수도 있다. 본 논문에서는 IMUX의 기능과 구조, 시스템 시험 및 그 결과에 대해 고찰한다.

### II. IMUX의 기능 및 구조

#### 1. 기능 요구사항

IMUX에 요구되어지는 목적 수행을 위하여 다음과 같은 기본기능이 요구된다.<sup>1)</sup>

- 가입자측 interface로 기본접속용 S 및 U interface를 수용

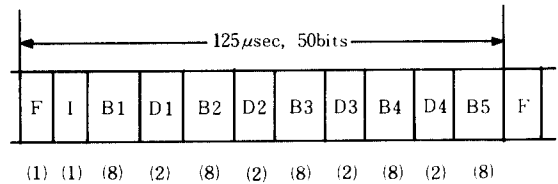
- B 채널은 투명하게 network에 전달
- D 채널의 중계, 해석 기능
- 기본접속별 유지보수 기능의 적절한 수행
- 4선 전송방식으로 400Kbps 정보량을 3km이상 전송

- B 채널의 집선기능 보유
- 교환기와 적절한 결합방식 필요
- CCITT 권고에 따르는 layer 1, 2, 3 protocol 처리

- U 및 S interface상에 요구되는 급전
- 집선정보의 적절한 처리
- 시스템의 동작상태 표시 및 경보
- 신호의 다중화 및 역다중화

#### 2. H/W의 기능 및 구조

400 Kbps의 COT(central office)/ RT(remote terminal)간 전송로의 다중신호 frame format은 다음 그림 1과 같으며, 관호속의 숫자는 각각의 block에 할당된 bit의 수이다.<sup>2)3)</sup>



F; frame bit (frame pattern; 1010...), I; I channel bit  
 B; B channel bit, D; D channel bit

그림 1. IMUX 다중신호 frame format

그림에서 F는 frame bit로서 (1010...)의 pattern을 취하며  $\alpha$ 는  $\alpha$ 채널용 bit로서 COT와 RT간의 집선 및 유지보수 정보를 상호 교환하기 위해 사용된다. 하나의 frame에는 모두 5개의 8 bit B 채널이 할당되어 있으며 4개의 기본접속을 위한 4개의 D 채널이 할당되어 있다. 따라서 하나의 frame은 모두 50 bit로 구성되며 그 주기는 125 $\mu$ s이다.

COT와 RT간  $\alpha$ 채널은 상호통신에 HDLC protocol을 사용하며, 각 기본접속당 16Kbps의 D 채널이 할당된다. 가입자의 call을 접속시키기 위해 time

slot이 할당되면 이러한 정보는  $\alpha$  채널을 통해 COT/RT 간에 상호 교환된다. 이때 실질적인 ISDN 교환기와의 신호는 각 가입자에게 할당된 D 채널을 통하여 처리된다.

만약 사용가능한 B 채널이 없을 경우에 가입자의 call 요구는 RT에서 중단되며 따라서 이때의 D 채널을 통한 가입자 신호는 교환기로 송출되지 못하고 RT에서 중단된다. 이 경우 RT는 가입자에게 network이 busy라는 상태를 표시하기 위해 적절한 신호를 절차에 따라 생성하여 송출한다. 착신 call이 IMUX에 도착케 되면 COT에서 이를 감지하며 발신 call의 경우와 유사한 형태로 제어된다.

이와같은 frame format하에 전기한 기능요구 사항을 만족시키기 위하여 IMUX는 그림 2와 같이 6개의 기능 블록으로 구성되며, 각각의 블록들이 담당하는 기능들은 다음과 같다.

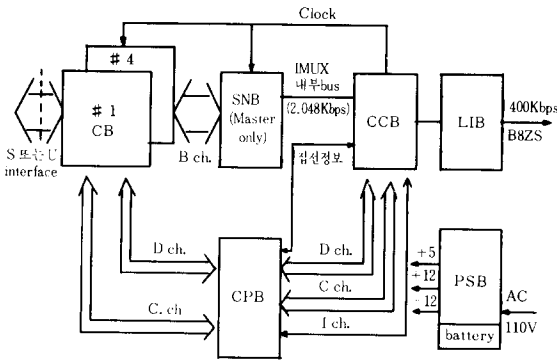


그림 2. IMUX의 기능 블록도

1) 가입자 접속부(CB : channel block)

(1) UCB(channel block for U interface)

기본접속용 NT는 LT와의 접속능력을 가지며 주요 기능은 다음과 같다.

- ECH 전송방식, biphasse 선로부호에 의한 2선 전송
- Framing/reframing, line coding, timing
- C, D 채널 데이터의 송수신 제어
- C, D 채널 데이터와 microprocessor와의 interface

- IMUX 내부 bus에의 B 채널 할당
- 전송 성능 검사를 위한 CRC(cyclic redundancy check) code 발생 및 check 기능(RT 측)

- 채널 loopback
  - 선로상의 과전압/ 과전류 보호
- (2) SCB(channel block for S interface)

TE(terminal equipment)와 IMUX간의 기본접속용 S interface로 CCITT의 I.430과 완전 호환성을 갖으며 주요기능은 다음과 같다.

- 선로 부호 변환
- Framing/reframing
- C, D 채널 데이터와 microprocessor간의 interface

- Packet 데이터의 routing
- 채널 loopback
- IMUX 내부 bus에의 B 채널 할당
- Activation/deactivation 절차 수행

2) 동기부(SNB : synchronization block)

COT 측에서 4개 UCB로부터 공급되는 timing 신호를 제공받아 이들중의 하나를 기준으로 시스템 timing을 발생하여 전시스템의 기준 동기를 제공한다.

- 기준 frame 선택
- UCB로부터의 모든 신호를 기준 frame에 위상 동기되도록 재정렬

3) 공통제어부(CCB : common control block)

선로 전송 속도와 IMUX 내부 bus와의 접속과 IMUX에서 요구되는 여러 종류의 system clock을 제공한다.

- 전송속도 변화(IMUX 내부 bus/선로의 400Kbps)
- 집선 time slot 할당
- 시스템 소요 colck 제공(기준 신호는 SNB로부터의 기준 frame 신호)

- UCB용 : 10.24MHz, 4.096MHz, 2.04MHz, 8 KHz

- SCB용 : 2.048MHz, 8KHz

- Network 측 D 채널 데이터 삽입/ 추출
- Network측 frame bit 발생 및 수신 reframe

4) 중앙처리부(CPB : central processing block)

IMUX 시스템 제어에 필요한 각종 신호제어 및 유지보수 수행을 위한 기능을 갖는다.

- Layer 1, 2, 3 관련 처리
- 집선기능 처리

- 유지보수 기능 처리
- Man/Machine interface 제공
- Timer의 제공

5) 선로성합부(LIB : line interface block)

IMUX의 COT/RT간 신호전송을 담당하며 주요기능은 다음과 같다.<sup>4)</sup>

- 선로상의 과전압/ 과전류 보호
- Adaptive line equalization(0.4 mm cable, 200 KHz 에서 최대 42dB 보상)
- Line coding, decoding(B 8 ZS : bipolar with 8 zero substitution)
- Clock recovery
- Alarm detection

6) 전원부(PSB : power supply block)

IMUX 자체에서 요구되는 전력 및 가입자 장치에 대한 급전을 담당하며 주요기능은 다음과 같다.<sup>5)</sup>

- AC/DC 변환(AC 110V/DC 24V)
- IMUX 전력 공급(+5 V, +12V, -12V)
- 기본접속용 NT 및 TE에 대한 급전(정전류 방식)
- Back-up battery 매장
- Power fail 상태 감시, 보고

3. S/W의 기능 및 구조

4 가입자로부터의 기본접속 정보중 8개의 B 채널은 IMUX에서 5개의 B 채널로 집선되므로 IMUX는 기본적으로 가입자의 호요구에 대한 가입자 신호처리 기능을 갖추어야 하며, 따라서 CCITT 권고안 I.430(layer 1), I.440 및 I.441(layer 2), I.450 및 I.451(layer 3)에 따르는 통신절차를 필요에 따라 전부 또는 일부 실현하였다.

즉, layer 1과 layer 2 기능은 모두 실현시켰으며 layer 3 부분에서는 B 채널 집선에 필요한 layer 3 정보요소만을 추출하여 처리하는 방식을 사용하였다. 또한 B채널의 제어는 할당과 해제에서의 충돌을 피하기 위하여 RT가 주관하며 이에 대한 정보는 채널을 통해 COT에 전달되어 COT에서 적절한 대응이 이루어지도록 한다. Layer 1의 실현은 사용하는 HDLC controller의 특성에 좌우되어 큰 의미를 갖지 않으므로 이제 layer 2와 layer 3 부분에서의 IMUX 동작에 대해 간략히 소개한다.<sup>6)~9)</sup>

1) Layer 2 관련

Layer 2와 layer 3의 통신 제어절차를 이해하기 위해서는 D 채널 protocol인 LAPD(link access procedure on D channel)을 필수적으로 검토하여야

하나 본 논문의 주제가 아니므로 참고 문헌을 참조하기 바란다. 여하튼 LAPD는 D 채널을 사용하여 ISDN 가입자와 망의 layer 3 entity들 간의 정보를 실어 나르며 S interface 상의 multiple terminal 접속을 가능케 한다. 이와 같은 하나의 physical link에 다수의 logical link를 구성키 위한 address로 TEI (terminal endpoint identifier) 관리가 중요하며 이에 대한 모든 정보는 TE (terminal equipment)와 ET (exchange termination)측에 의해 주도 되도록 하고 IMUX는 이를 intercept, 또는 그대로 relay하며 intercept시에 IMUX의 상태 관리에 필요한 것만 분석하여 처리한다.

TEI 관리 절차로는 할당, 거부, 해제, 검사 및 확인과 같은 5가지의 상태가 있으며 표 1에 이의 구분과 IMUX의 개입 여부를 표시하였다.

표 2. TEI 관리절차

Message 종류	시도하는 측	주요 사항	IMUX 관련
TEI 할당요구	User 측	TEI 127이면 어떠한 TEI도 사용가능	relay
TEI 거부	Network 측	64-126 : TEI값 거부 127 : No TEI available	intercept
TEI 할당응답	Network 측	64-126 : 할당된 TEI 값	intercept
TEI 확인요구	User 측	0-126 : 검사될 TEI 값	relay
TEI 검사요구	Network 측	0-126 : 특정 TEI 선택 127 : 모든 TEI를 체크	relay
TEI 검사응답	User 측	TEI 검사요구에 대한 응답	relay

Layer 2의 기능 구현은 RT의 경우 3개의 task로, COT의 경우에는 그림 3과 같이 layer 1에서 수신된 message를 상대방에게 투명하게 전달하는 분배 task로 구성되어 있다.

그리고 다음 표 2와 표 3은 각각 layer 2 처리를 위해 요구되어지는 RT에서의 LPAD와 ME (management entity)의 주처리 흐름도를 보여주고 있다.

2) Layer 3

Layer 3는 특성의 message들을 전송수단으로 하

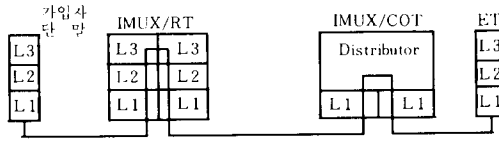
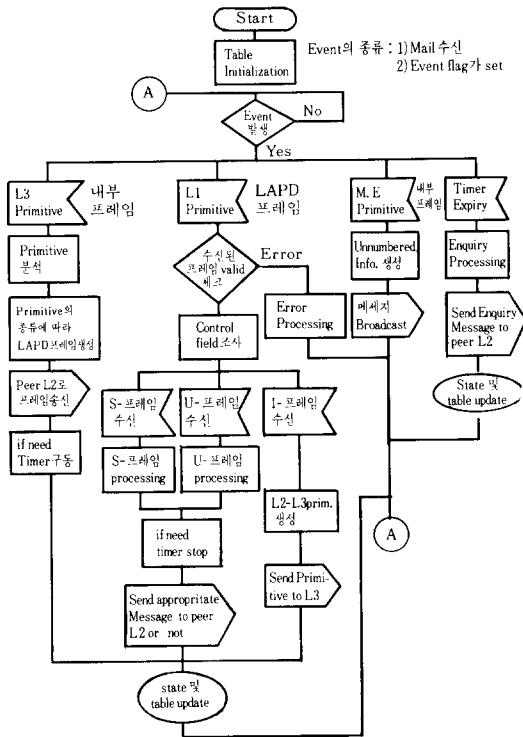


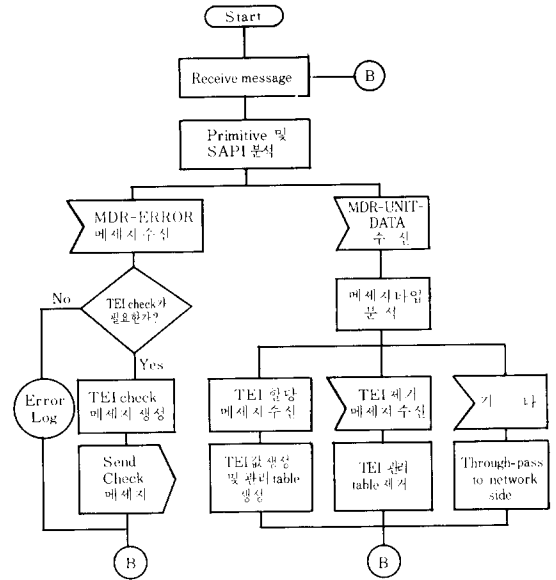
그림 3. IMUX COT-RT 시스템의 D 채널 전달관계

표 2. LAPD의 주처리 흐름도



여, 이 message내의 정보요소를 이용, 사용자가 요구하는 음성 및 비음성의 각종 호를 제어하는 기능을 가지며 기본적인 사항은 CCITT 권고안 I.450에, 이를 실현키 위한 방법상의 세부 절차는 I.450, I.452에 규정되어 있다. COT-RT 구조의 IMUX는 RT 측과 COT 측의 U 기준점이 ET 측에서 동일시 되어지고 집선을 제외한 제어절차는 ET 측에 의해 이루어진다. 즉, COT는 RT 측으로부터의 각종 layer 3 message를 투명하게 ET 측으로 중계하는 기능만

표 3. ME의 주처리 흐름도



을 갖게되고 RT 측에서의 B 채널 집선정보만을 처리하게 된다. 이때 RT는 CCITT에서 규정한 호처리 절차를 전부 수행하는 않으며 각 message에서 B 채널에 관련된 정보만을 인식, 이를 제어하고, 가입자 단말과 ET의 peer to peer 통신을 위한 단순 매체로서의 역할만 하게 된다.

그러나 집선기능 때문에 갖는 호의 거부만은 ET가 갖는 고유의 절차에 따르도록 하여 ET 측에서의 B 채널 사용의 판단 오류를 없애도록 하였다. 그림

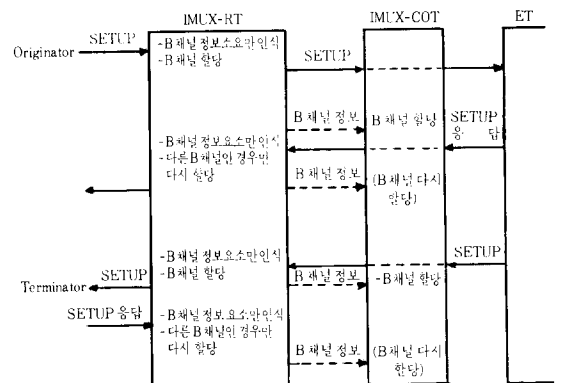


그림 4. IMUX의 호제어 절차

4는 집선 busy가 아닌 경우 IMUX RT에서의 호처리 과정을 도시한 것이다.

Layer 3 처리용 S/W는 다음과 같이 크게 5개의 모듈로 구성되었다. 이 모듈들은 layer 3 처리절차에 따라 분류, 설계 되었으며 주처리 모듈에서 다른 4개의 모듈을 제어하도록 하였다.

(1) 주처리 모듈

이 모듈은 CCITT에서 권고한 SDL에 따라 호처리 절차 및 선이 상태를 관리하고 이의 제어를 행하며 필요시 다른 모듈들을 호출한다. 이 모듈의 기능은 다음과 같다.

- Layer 2와의 primitive 통신
- 데이터 링크의 설정요구
- 데이터 링크의 해제요구
- 호의 상태 관리
- TEI/CES 사상 및 관리
- 호참조번호(call reference value) 관리
- Message의 분석 및 생성지시(필요시)
- B 채널의 제어 지시

(2) Message 분석 모듈

주처리 모듈로부터의 지시에 의해 호출되며 message를 분석한 결과인 각종 정보요소들을 주처리 모듈로 넘긴다.

(3) Message 생성 모듈

주처리 모듈이 SDL에 의한 상태관리중 message 생성이 필요한 경우 호출되며, 주처리 모듈로부터 message 형태 및 필요한 정보요소를 인수(argument)로 하여 message를 생성, 주처리 모듈로 넘긴다.

(4) B채널 검사 모듈

Message 분석 결과 B 채널을 요구한 경우 주처리 모듈에 의해 호출되며 가용한 B 채널을 검사하여 주처리 모듈에게 알리고 이 정보는 할당을 위해 예약된다.

(5) B 채널 제어 모듈

IMUX 장치내의 B 채널 할당 또는 해제시 호출되며, 할당시 주처리 모듈은 예약된 B 채널을 인수로 넘기고 제어 모듈이 실질적인 B 채널 할당을 수행한다. IMUX RT 측에서의 이 모듈은 COT 측으로 B 채널 할당정보를 전송한다.

이와같은 H/W, S/W 기능외에 기본접속과 IMUX 자체에 대한 유지보수 기능이 실현되었으며 이에 대한 사항은 PMUX(primary multiplexer)와 유사하므로 PMUX 관련 논문에서 제시한다.

Ⅲ. 시험 및 고찰

전기한 IMUX의 기능 및 구조에 의해 시스템이 설계되었으며 그 제작이 완료되었다. 시스템의 실현에 있어 H/W 부분에는 hybrid IC와 PGA(programmable gate array)가 적용되었으며 S/W 부분에서는 multi-tasking을 위하여 operating system으로 Motorola사의 MTOS-68K가 사용되었고 MC 6800 16 bit microprocessor가 채택되었다.

시스템에 대한 성능 시험은 크게 400Kbps의 전송 성능 시험과 layer 1, 2, 3에 대한 S/W의 적합성 시험으로 분류되어 추진되었다. 첫째로 전송성능에 대한 시험은 IMUX에서 채택한 adaptive line equalizer와 clock recovery 회로에 대한 시험으로서 실험실내와 현장에서 각각 추진되었다. 실험실내에 포설한 기존의 0.4mm 지절연 가입자 선로를 통하여 측정된 등화 error특성은 그림 5와 같다.<sup>4),10)~12)</sup>

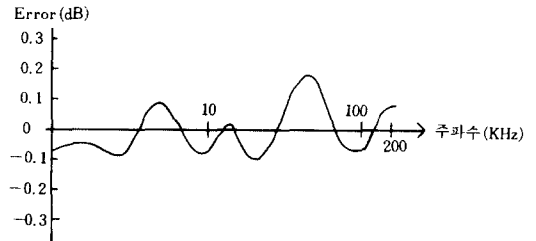


그림 5. 등화 error 특성

여기서 측정된 등화 error는, 0.2dB 이내의 규격으로 설계되었으나, 측정결과 최대 0.3dB까지 오차가 발생되었으며 이는 사용한 회로소자의 오차 및 측정상의 error에 기인할 것으로 추정된다. 그리고 3 km 전송거리에서 12<sup>15</sup> pseudo random 데이터에 의해 24시간 동안 측정된 BER(bit error rate)는 "0"을 기록하였다.

전송성능에 대한 현장시험은 '87년 11월 26일과 27일 양일간에 걸쳐 유성전화국에서 시행되었으며 유성전화국의 MDF(main distribution frame)에 COT 및 RT를 설치하고 적절한 가입자 선로를 선정하여 가입자 태내 또는 분기반에서 loopback하여 COT와 RT를 연결하였다. 이후 IMUX COT에 시험 pattern

을 삽입하고 RT에서 수신된 데이터의 BER을 측정하였다.

가입자 선로의 선경은 0.4mm이고 bridged tab이 없는 가입자 선로를 선택하였으며 과도한 impulse 잡음의 유입을 막기 위하여 비교적 상태가 양호한 선로에 대해 실시하였다. 현장측정 결과는 다음 표 4와 같다. 표 4에서 알 수 있듯이 COT/RT간에 3.4km까지 양호한 품질의 전송이 가능하였으며 우중에는 impulse성 잡음이 증가하고 데이터 error율도 증가함을 본 측정을 통하여 인지할 수 있었다.

IMUX의 호처리 성능시험은 그동안 실험실내에서 ISDN 전화기, test switch 등을 통하여 추진되었으 며, 이번의 ISDN 시험 전시회에서 ISDN기능이 추

가된 TDX-1A와 기타 ISDN 관련 장치들에 의한 시범망 상에서 본격적인 현장 시험이 가능하였다. 이번 시험을 통하여 가입자 집선장치라는 본래의 기능에는 문제점이 없는 것을 확인할 수 있었으나 가입자 신호의 propagation delay가 만족할 만한 수준이 못되는 것으로 측정되었다. 이는 가입자 신호가 RT와 COT에서 relay되며 이에 따라 delay가 누적됨에 의한 것으로 분석되고 있다. 또한 400Kbps의 전송선로가 인접선로에 누화의 영향을 미치고 있음도 확인되었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 소규모 ISDN 가입자 집선장치인

표 4. IMUX 현장시험 결과

측정 주파수	선로 길이 & 선로환경	측 정 관 경						BER 측정			비고
		Loop 저항 (ohms)	선로손실 (200KHz)	Impulse Noise 갯수 (인접선로, -57dB)	측정장소	측정일시	측정시간	시 험 Pattern	Error 갯 수	BER	
400 Kbps	0.4mm0 2.8km	800	34dB	3	유성분국	87.11.27	11:00~11:10	1010 패턴	0	0	비
	0			"	"	11:15~11:25	PRBS(n=15)	2	8.3 E(-9)	"	
	0			"	"	11:25~11:35	PRBS(n=20)	1	4.1 E(-9)	"	
	0.65mm0 +0.4mm0 6.4km	598	37.4dB	55	"	"	14:25~14:50	1010 패턴	15	4.16E(-8)	"
	87			"	"	14:50~15:00	PRBS(n=15)	3	1.25E(-8)	"	
	32			"	"	15:00~15:10	PRBS(n=20)	1	4.1 E(-9)	"	
	0.4mm0 2km	560	27.2dB	5	"	87.11.26	15:30~15:40	1010 패턴	0	0	맑음
	5			"	"	15:40~15:50	PRBS(n=15)	0	0	"	
	3			"	"	15:50~16:00	PRBS(n=20)	0	0	"	
	0.4mm0 814m	228	18.6dB	4	"	"	11:35~11:45	1010 패턴	0	0	"
	2			"	"	11:45~11:55	PRBS(n=15)	0	0	"	
	11			"	"	11:55~13:20	PRBS(n=20)	0	0	"	
	0.4mm0 2.7km	758	35dB	5	"	"	13:30~13:40	1010 패턴	0	0	"
	4			"	"	14:00~14:15	PRBS(n=15)	0	0	"	
	3			"	"	14:15~14:25	PRBS(n=20)	1	4.1 E(-9)	"	
	0.4mm0 2.78km	780	33.8dB	82	"	87.11.27	11:40~11:50	1010 패턴	0	0	비
	58			"	"	11:50~12:00	PRBS(n=15)	0	0	"	
	62			"	"	12:00~12:10	PRBS(n=20)	1	4.1 E(-9)	"	
	0.4mm0 0.4km 3	932	43dB	7	유성분국	87.11.26	14:35~14:50	1010 패턴	5	1.4 E(-8)	맑음
	6			"	"	14:50~15:00	PRBS(n=15)	0	0	"	
	5			"	"	15:00~15:10	PRBS(n=20)	1	4.16E(-9)	"	
	0.4mm0 3.1km	870	41dB	28	"	87.11.27	15:10~15:25	1010 패턴	8	2.2 E(-8)	비
	43			"	"	15:25~15:35	PRBS(n=15)	8	2.2 E(-8)	"	
	54			"	"	15:35~15:50	PRBS(n=20)	8	2.2 E(-8)	"	
								1010 패턴			
								PRBS(n=15)			

IMUX의 구조에 대해 고찰하였다. 또한 IMUX에 대한 성능시험 추진 결과를 분석하였으며 IMUX의 기본구조와 기능에는 문제가 없음을 결론으로 얻을 수 있었다. 그러나 인접선로에 대한 누화 영향이 검출되었으며 이러한 문제점은 IMUX의 송신 pulse level을 적절히 조정함으로써 극소화 시킬 수 있을 것으로 예측된다. 또한 가입자 신호의 전파지연이 만족스럽지 못하였으나 O.S.의 사용을 배제하고 job scheduler를 별도로 부가함으로써 지연속도를 개선시킬 수 있을 것으로 사료되며 이미 코에 대한 연구가 상당히 진전되어 그 가능성을 일부 확인한 단계에 있다.

앞으로 이러한 개선 사항외에 HO 채널의 수용, RT의 직접접속 및 새로운 전송 선로부호(4B3T 및 2B1Q 등)의 적용에 대한 연구가 계속 추진될 예정이다.

(본 연구는 한국전기통신공사의 출연금에 의해 수행된 것입니다.)

### 参 考 文 献

- [1] 조규섭, 김재근, 이종현, "IMUX System의 설계를 위한 Requirements 및 Specifications," 한국전자통신연구소, Technical Memo. TM85-284-09, Apr. 1985.
- [2] 조규섭, 김재근, "IMUX에의 집선개념 도입배경 및 적절한 집선비의 설정," 한국전자통신연구소, Technical Memo. TM87-1420-05, 1987.
- [3] 이종현, 염홍열, 고제수, 김상준, 이홍섭, 조규섭, "IMUX 실용모형을 위한 하드웨어 설계규격," 한국전자통신연구소, Tec, Technical Memo. TM86-1420-05, May 1986.
- [4] 염홍열, 김재근, 조규섭, "400Kbps급 디지털 가입자 전송 시스템에 적합한 적응형 선로동화기의 구현," 대한전자공학회 논문지, vol. 24, no. 3, 1987.
- [5] 김재근, 염홍열, 조규섭, "ISDN 가입자망의 체계적인 전력공급을 위한 ADP(Activation/Deactivation Procedure) 분석 및 급전방안 설정," 한국전자통신연구소.
- [6] 김협중, 김시원, 홍기재, 김재근, 조규섭, "IMUX 시스템의 소프트웨어 설계," 대한전자공학회 추계 학술대회 논문집, vol. 8, no. 2, 1985.
- [7] 김재근, 김협중, 송주빈, 조규섭, "IMUX 실용모형을 위한 Layer 2 설계 규격," 한국전자통신연구소, Technical Memo. TM86-1420-06, 1986.
- [8] 김시원, 홍기재, 홍진우, 김재근, 조규섭, "IMUX 실용모형을 위한 Layer 3 설계 규격," 한국전자통신연구소, Technical Memo. TM86-1420-04, 1986.
- [9] 김협중, 김시원, 김재근, 조규섭, "소규모 집선용 NT2 기능에 적합한 D 채널 프로토콜 응용 및 이의 범용 O.S.에 의한 구현," 한국통신학회 논문지, vol. 12, no. 5, 1987.
- [10] 조규섭 외18인, "가입자 접속기술 개발에 관한 연구," 한국전자통신연구소, 연구보고서, 1986.
- [11] 조규섭 외20인, "가입자 접속기술 개발에 관한 연구," 한국전자통신연구소 연구보고서, 1987.
- [12] 이종현, 고제수, 김상준, 김협중, 조규섭, "소규모 ISDN 가입자 집선장치(IMUX)의 기능 및 성능," 대한전자공학회 교환 및 통신연구회 합동 학술발표회 논문집, vol. 11, no. 1, 1987.

筆者紹介



金 時 元

1956年 7月 29日生

1989年 3月 한국방송통신대학  
전산과 졸업

1981年 4月~1982年 8月 금성반도체(주) 근무  
1982年 9月~현재 한국전자통신연구소 가입자전송  
연구실 기술원



金 決 鍾

1957年 9月 11日生

1981年 2月 한양대학교 전자  
공학과(학사)

1983年 2月 서강대학교 전자  
공학과(석사)

1983年 3月~현재 한국전자통신연구소 가입자  
전송연구실 선임연구원

發 祝 展

MAXON電子株式會社

代表理事 尹 元 榮