

Country Adaptation 사례 II (대우 / 이란)

金天明·박찬응
(대우통신(주) 종합연구소 부소장, 실장)

<p>1 서 론</p> <p>2 이란 요구규격</p> <p>가. 시스템 구조</p> <p>나. 신호 방식</p> <p>다. 시스템 관리 기능</p> <p>마. 전송 특성</p> <p>바. 기타 기능</p> <p>3 TDX-1B의 Adaptation</p>	<p>4 결 론</p> <p>가. CCITT SS NO. 7 기능</p> <p>나. Operator Position Service</p> <p>다. Bulk Charging</p> <p>라. 12/16 KHz Metering Pulse 송출 기능</p> <p>마. Trunk Test 기능</p> <p>바. 600 Ohm 계에서 900 Ohm 계로 변경</p> <p>사. Signal Adaptation</p> <p>아. 기 타</p>
--	---

1 서 론

1990년 12월 대우통신(주)에서는 이란내 국내 최초로 L/C 베이스에 의한 약 18,500회선 규모의 TDX-1B 교환기와 이에 따른 전송설비의 공급 및 설치 계약을 체결하였다.

현재 이란은 인구 약 6,000 만명 전화 회선수 약 200만 회선이 운용중이며, 이 회선수의 대부분이 기계식인 EMD 교환기로 구성되어 있고, 전전자식 시분할 교환기의 도입기에 있다. 전전자식 교환기로는 독일 SIEMENS사의 EWSD, SEL의 system 1240, 일본 NEC사의 NEAX-61등이 한두개 시스템씩 설치 운용중이고 특히 일부 기종에 대해서는 이란국내에서 소량 조립 공급될 예정이다. 이러한 시장환경하에서 세계 굴지의 통신기 Maker 제품과 어깨를 나란히하여 TDX-1B System이 공급되게 된 것은 국내에서

의 대량공급 및 운용으로 TDX 시스템의 성능 및 신뢰성이 입증되고, 이를 바탕으로 적극적인 해외시장 개척노력이 결실을 맺은 결과라 할 수 있다.

일반적으로 한 나라의 교환시스템의 규격은 지역성, 환경조건, 사용자의 관습, 요구되는 기능, 기존 보유 System의 규격등이 반영되어 결정되며, 기술 발전 추세에 따라 향후 요구되는 기능 까지도 포함하는것이 추세이다. 지역성은 크게 보아서는 그 국가가 북미 표준방식(NAS) 지역에 속하느냐 아니면 유럽표준방식(CEPT)지역에 속하느냐 하는것과, 작게 보아서는 설치 지역의 Traffic 특성, 가입자 및 국간 선로 조건등이 규격 결정의 요인이 되며, 사용자의 관습에 따라 가입자당 Traffic양, 가입자번호, 특수 서비스 사용방법등에 영향을 미치게 된다. 또한 망운용자에 의하여 요구되는 서비스 기능, 운용 및

유지보수 기능등도 규격 결정 요소의 하나가 되나, 가장 규격에 영향이 큰 요소는 한 국가에 존재하는 기존 통신망 자체가 되게 된다. 어떤 새로운 통신 System이 기존망에 도입되기 위해서는 기존망의 어떠한 Modification도 없어야 한다는 것이 가장 큰 전제조건이 되기 때문이다.

이란의 요구규격은 우선 표준방식에서 유럽표준규격(CEPT)을 채택하고 있으며, 가입자선 및 중계선 전송특성에서 각각 900 Ohm 및 600 / 900 Ohm을 요구하고 있다. Exchange Traffic Capacity 및 Exchange Processing Capacity 관련으로는 특별한 요구규격 없이 산출 근거에 의거한 Capacity 자료 제출을 요구하고 있고, 이밖에 기존망과 정합을 위한 Signalling 기능, 시외교환서비스를 위한 Operator Position 기능, 중계선 유지보수기능등의 구현을 요구하고 있다.

TDX-1B 시스템은 22,528 회선용량의 전전자식 시분할교환기로서 국내 중수도시용으로 설계되었고, 설계당시 국내 표준이었던 북미방식을 근간으로하여 일부 유럽방식 규격을 채택, 개발되었으나 세계 교환기 Market에서의 각국의 다양한 요구규격을 모두 만족하는 교환시스템을 경제성 있게 구현한다는 것은 현실적으로 불가능한 실정이다. 따라서 Market에서 통상적으로 요구되고 있는 기능들을 중심으로 TDX-1B 수출형을 우선적으로 구현하고, 이를 기본으로 하여 필요시 다시 특정국의 요구 규격에 맞도록 수정 보완하는 것이 대우통신(주)의 Country Adaptation 전략이라 할 수 있다.

[2] 이란 요구규격

이란의 요구규격들을 분류해보면 다음의 몇가지 Category들로 나눌 수 있다.

- 시스템 구조
- 신호방식
- 시스템 관리기능

- 유지보수기능
- 전송특성

본 장에서는 일반적인 요구규격보다는 중심적으로 강조되고 있는 부분과 TDX에 적용된 것중 수정 보완이 필요한 기능을 중심으로 기술하고자 한다.

가. 시스템 구조

이란 요구규격에서는 공급되는 전전자식 교환기가 기본적으로 갖추어야 할 구조에 대하여 다음과 같이 언급하고 있다.

- i) 완전한 분산제어 시스템이 바람직하나, 최소한 부분적인 분산제어 시스템이어야 한다.
- ii) Modular 구조에 의하여 확장성이 용이하고, 새로운 기능 및 서비스 적용이 용이하여야 하며 이러한 것들의 적용이 교환기의 정상적인 운용에 영향을 미치지 않아야 한다.
- iii) 기존 전화망과의 Interworking을 위하여 기존망에의 어떠한 변경도 없어야 한다.
- iv) Programming 언어는 가급적 CCITT 권고안 Z-계열의 SDL, CHILL, MML에 관한 권고를 따르도록 한다.
- v) 교환기에서의 PCM Coding은 CCITT 권고안 G계열의 A-law를 따르도록 한다.
- vi) 시스템내의 Processor는 다음 구조중 하나로 신뢰성이 보장되어야 한다.
 - Full Duplication
 - N+1 Redundancy
 - Load Sharing
- vii) 교환기 호처리 능력은, 운용 및 유지보수기능 수행의 중단없이, High Load 조건하에서 Traffic Performance Criteria를 만족하도록 충분하여야 한다.

나. 신호 방식

신호방식은 신호주체에 따라 분류하면 가입자선 신호방식과 국간 신호방식, 동작상으로 분류

하면 감시신호와 선택신호, 전달방법에 따라 분류하면 CAS (Channel Associated Signalling) 와 CCS(Common Channel Signalling)등으로 구분되는데, 각 분류별로 다음과 같은 Signalling System들이 요구되고 있다.

(1) 가입자선 신호방식

- 1) Analog 가입자 신호방식
 - 감시 신호 : Loop Start 방식
 - 선택 신호 : 10 pps dial pulse 방식과 MF push-button dialling 방식
- 2) Digital 가입자 신호방식 : CCITT Q제일 권고안에 따른 D-ch Protocol
- 3) Coin Box 신호방식
 - 감시신호 : Analog 가입자와 동일
 - 선택신호 : Analog 가입자와 동일
 - Periodic Pulse Metering (PPM)
 - Frequency : 16KHz $\pm 0.5\%$
 - Duration : 125 \pm 10ms
 - Power Level : + 15dB (200 Ohm Load)

(2) 국가 신호방식

- 1) CAS, Analog
 - 감시신호
 - DC Loop Signalling
 - E & M Line Signalling
 - 선택신호
 - DP Signalling
 - MFC R2 Signalling
 - 2) CAS, Digital
 - CCITT Red Book G.704, G.732, G.733 및 G.761 만족
 - Time Slot 16에서의 Bit Allocation
 - 3) CCS
 - CCITT Red Book Q.701, Q.714, Q.721 및 Q.795 만족
 - 이란 National Spec.에 의한 TUP(Telephone User Part)를 만족
- (3) 신호음, Ringing 신호 및 기타

- 1) 신호음
- 2) Ringing 신호
 - 신호전압 : 95 \pm 5Vrms
 - 주파수 : 20 Hz
 - 단속비 : 1초속 4초단
- 3) 기타
 - Hook Flash : 300 ms -1 sec.

다. 시스템 관리기능

(1) 가입자 및 중계선 관리기능

일반적인 가입자 및 중계선 관리기능, 즉 할당, 추가, 삭제 및 Data 변경등 이외에 최소한 구현하여야 하는 다음의 5가지 서비스를 포함 총 53가지의 부가서비스를 제시하고 있다.

- 단속 다이알 기능
- 호대기 기능
- 3차통화 / 회의통화 서비스
- 호전환 서비스
- Hot-Line 서비스

(2) Traffic 측정 기능

교환기에서 처리되는 총 호수 관련 측정치

Signalling Event	Dir.	Signalling Bits						Remarks
		Forward			Backward			
		A	B	C	A	B	C	
IDLE/RELEASE	<...>	1	0	0	1	0	0	
SEIZED	<...>	0	0	0	1	0	0	
SEIZED ACK	<...>	0	0	0	1	1	0	
ANSWERED	<...>	0	0	0	0	1	0	
ADDRESSING	>	010	0	0	1	1	0	60ms / 40ms
CLEAR BACK	<...>	0	0	0	1	1	0	
CLEAR FORWARD	<...>	1	0	0	x	x	x	
BLOCKING	<	1	0	0	1	1	0	
METERING PULSE	<...>	0	0	0	0	1	010	120ms +/- 30ms
RELEASE GUARD	<...>	1	0	0	1	0	0	
TRUNK OFFERING	<...>	0	0	1	1	1	0	
END OF SELECTION	<...>	0	0	0	1	101	0	120ms +/- 10ms
PROCEED TO SEND	<...>	0	0	0	1	1	010	150ms +/- 30ms
MALICIOUS CALL	<...>	0	0	0	0	0	0	
CONGESTION	<...>	0	0	0	0	0	1	
OPERATOR RETAIL	<...>	0	0	0	010	1	0	60ms +/- 5ms

TUP Message의 Heading Code Allocation

Message group	H1 H0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
	0000									Spare, reserved for national use								
FAM	0001		IAM	IAI	SAM	SAO												
FSM	0010		GSM		COT	CCF												
BSM	0011		GRO															
SBM	0100		ACM	CHG														
UBM	0101		SEC	CGC	NNC	ADI	CFL	SSB	UNN	LOS	SST	ACB	DPN	MPR			EUM	
CSM	0110	ANU	ANC	ANN	CBK	CLF	RAN	FOT	CCL									EAM
CCM	0111		RLG	BLO	BLA	UBL	UBA	CCR	RSC									
GRM	1000		MGB	MBA	MGU	MUA	HGB	HBA	HGU	HUA	GRS	GRA	SGB	SBA	SGU	SUA		
NNM	1001		CFM	CPM	CPA	CSV	CVM	CRM	CLI									
	1010									Spare, reserved for international and basic national use								
	1011																	
	1100													FRL	TOS	TOR	SNC	
	1101				Spare, reserved for national use													
	1110																	
	1111																	

- 1 : National Option
- 2 : 사용되지 않는 Message
- : National Application Messages

- FRL : Forced Release Signal
- TOS : Trunk Offering Start Signal
- TOR : Trunk Offering Release Signal
- SNC : Subscriber Number Changed

이외에도 Switching Network, Trunk Group 관련 다음의 측정치들이 제공 가능토록 요구되고 있다.

- 1) Total Office Measurements
 - 총 발신호 시도수
 - 총 착신호 시도수
 - 총 착신.발신 중계선 점유수
 - 총 Common Channel Signalling 호시도수
 - Partial Dial 호수
- 2) Switching Network Traffic Measurement
 - 총 Network 사용도
 - Matching Loss
 - Switching Section 당 사용도
 - Servic Circuit 점유수 및 사용도
- 3) Trunk Group Measurement
 - Group별 점유수 및 사용도

(3) 과금 기능

수용 가입자에 대한 과금기능의 수행을 위하여 Detailed Billing, Bulk Billing의 기능과 16KHz Metering Pulse 송출기능이 요구되고 있다.

일반적으로는 Local호는 Bulk Billing, 시외호 및 국제호는 Detailed Billing을 사용하나, 요구 규격에서는 Local호, 시외호, 국제호를 구분하여 Detailed Billing 및 Bulk Billing이 선택되어 사용될 수 있도록 요구되고 있다.

라. 유지보수 기능

높은 품질의 서비스를 가입자에게 지속적으로 제공토록 적절한 비용으로 시스템을 유지하기 위하여, 교환시스템에서 구현되어야 하는 가장 중요한 기능의 하나로서 여러가지 유지보수 기능이 요구되고 있다.

AUDIBLE TONE	FREQUENCY (Hz)	RIJUS / PAUSE CADENCE (ms)	ANALOGUE EXCH. INTERFACE (dBm=1dB)
1	2	3	4
Dial Tone	425	Continuous	-10
Recall Dial Tone			
Special Dial Tone	400 / 425	Continuous	-10
Confirmation Tone			
Busy Tone	425	500 / 500	14
Congestion / Re Order Tone	425	250 / 250	14
Ring Tone	425	1000 / 4000	-14
Permanent Signal Tone	1400	Continuous	3
Call Waiting Tone	425	200 / 200 / 200 / 10,000	14
Holding Tone	950 / 950 / 1400	650 / 325 / 325 / 1300 / 2600	14
Intercept Tone	950 / 1400 / 1800	330 - 330 / 330 / 1000	14
Special Inform. Tone			
Trunk Offer Tone	425	150 / 250 / 150 / 1450	14
Preemption Tone	1400	3 Burst of 100 / 100	-3

우선 유지보수 대상을 다음의 4가지로 크게 구분하였다.

- 가입자선로 및 배내장치
- 중계선
- Switching Network
- 제어시스템

이상의 분야별로 예방정비를 위한기능, 고장수리정비를 위한 기능에 대하여 상세히 요구되고 있다.

(1) 예방정비

- 시험 기능
 - Automatic Routine Test
 - Manual Test
- 시험결과 이상시 고장개소 추적기능
- 고장수리후 검증, 가용화 기능

(2) 고장 수리 정비

- 고장 감지 기능
- 고장 경보 기능

- 고장 개소 추적 기능
- 고장수리후 검증 및 가용화 기능

마. 전송 특성

대부분의 전송특성 요구규격들이 CCITT Red Book에 의거하고 있기때문에 본절에서는 각 Interface와 Return Loss에 대한 요구규격에 대해서만 언급하기로 하였다.

(1) 전송 특성

2선식 가입자 Loop의 Nominal Impedance는 900 Ohm이 되도록 요구되고 있고, 2선식 국간 중계선의 경우에도 900 Ohm이나 4선식 국간 중계선의 경우에는 600 Ohm이 되도록 요구되고 있다.

(2) Return Loss

4선식 Port의 경우에는 600 Ohm의 reference impedance에 대하여 측정토록 되어있고, 2선식의 Echo Return Loss와 Singing Return Loss, 또한

항 목	POWER dBm0	주파수(KHz)	규 격		비 고
			최 소	최 대	
Return Loss 4 wire	0 & -20	0.2	15 dB		Reference 600 Ohm
		1.0	28 dB	-	
		0.3-3.0	23 dB		
		3.4	20 dB		
Echo Return Loss	0 & -20	-	28 dB	-	Reference 900 Ohm +2.16 μ F
Singing Return Loss	0 & -20	-	20 dB	-	
Transhybrid Loss	0	0.2-0.5	20 dB		
		0.5-1.0	30 dB	-	
		1.0-2.5	35 dB		
		2.5-3.4	30 dB		

2선+4선 변환 Transhybrid Loss는 900 Ohm +2.16 μ F의 reference impedance에 대하여 측정하여 상기표에서의 규격을 만족토록 규정되었다.

바. 기타 기능

앞에서 언급된 요구 규격 이외에도 ISDN Basic Rate (2B+D) Access 기능, Operator Position 기능등을 요구하고 있으나, ISDN 기능은 CCITT 권고안에 따르도록 요구하고 있고, Operator Position 기능에 대해서는 세부 규격을 제시하지 않고 공급자가 규격을 제시토록 하고 있다.

[3] TDX-1B의 Adaptation

이상 2장에서 살펴본 이란의 요구규격을 TDX-1B로 만족시키기 위해서는 TDX-1B가 현재 가지고 있는 기능중 부분적으로 수정, 보완, 추가해야 할 필요성이 대두되었고 수정, 보완, 추가 해야할 기능들 대부분이 기본적으로 각국의 교환기 구매시 요구규격에 공통적으로 포함되는 기능들이라는 것을 감안할 때 대우통신의 Country Adaptation 전략과 부합된다고 할 수 있다.

이들 수정, 보완, 추가 하여야 할 기능들을 커다랗게 분류해보면 다음의 8가지로 대별할 수 있다.

- i) CCITT SS NO.7 기능
- ii) Operator Position Service
- iii) Bulk Charging
- iv) 12/16 KHz Metering Pulse 송출기능
- v) Trunk Test 기능
- vi) 600 Ohm계에서 900 Ohm계로 변경
- vii) Signal Adaptation
- viii) 기타

가. CCITT Signalling System NO.7 기능

TDX-1B에의 SS NO.7 기능은 1990년 ETRI ISDN 연구부에서 CSM (Common Channel Signalling Module)을 개발 TDX ISDN 시범망에 적용하여 현재 성공리에 시범 운용중에 있다. 대우통신에서는 ETRI에 의해 개발된 CSM을 근간으로하여, 기존 R2, Decadic 등 신호방식과의 혼용성, 새로운 Application을 위한 확장성, 경제성등을 고려 아래 그림과 같은 구조 기능을 구현하였다.

즉 SS NO.7의 Level 2 기능을 담당하는 Signalling Terminal (ST)과 Level 3중 Signalling Message Handling (SMH) 기능을 갖는

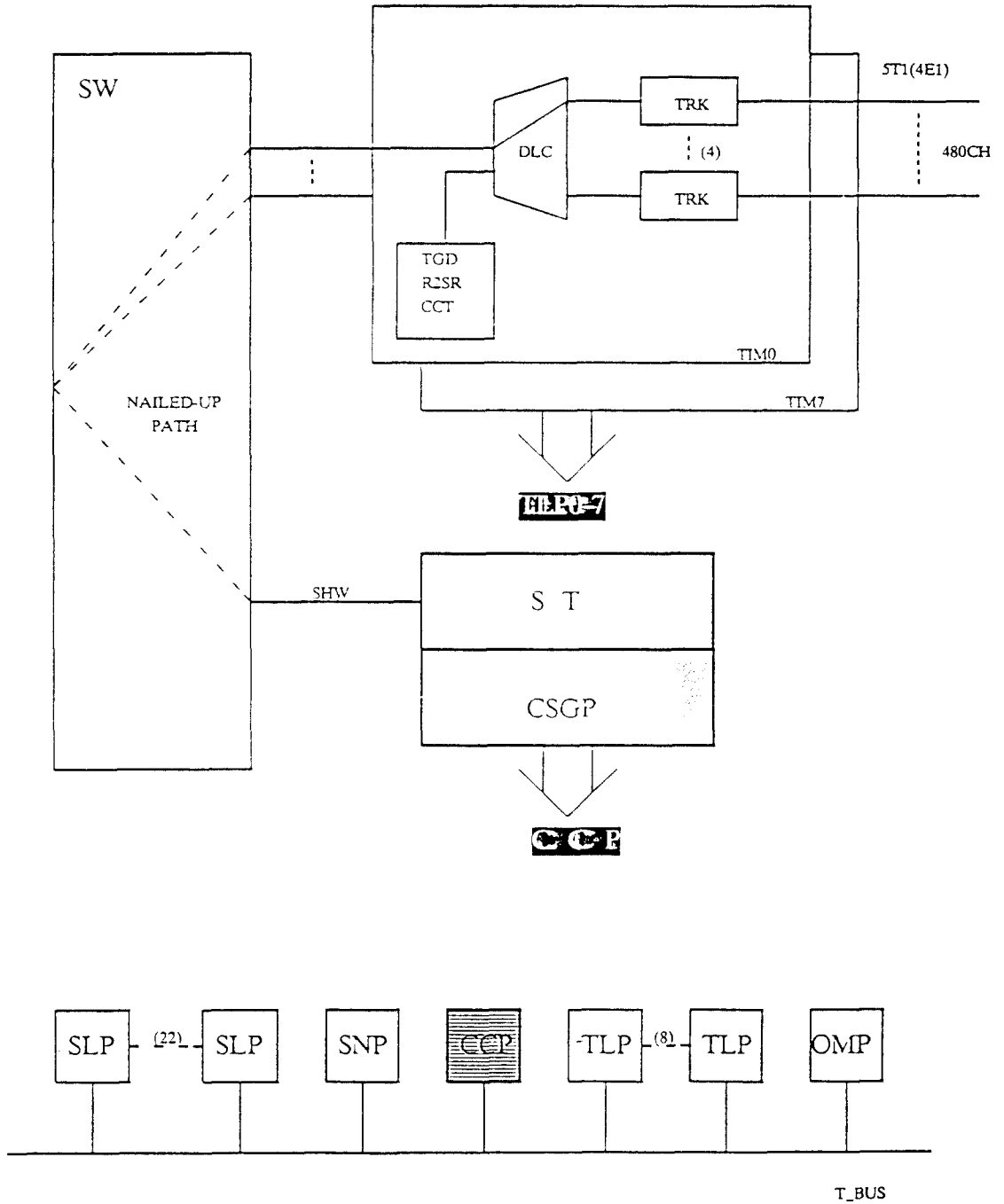


그림 TDX-1B CCS NO.7 구성도

Common Channel Signalling Processor (CSGP) 및 이들에 대한 제어 및 Signalling Network Management (SNM) 기능을 수행하는 CCS Control Processor (CCP)로 구성된다. CCP는 또한 향후 Signalling Connection Control Part (SCCP), Transaction Capability Application Part(TCAP) 기능도 수용할 예정이며, Telephone User Part (TUP)는 각각의 TLP에 구현하도록 하였다.

ST는 Switching Network에서 직접 Subhighway를 통해 연결되며, 각 Trunk Interface Module은 Switching Network을 경유 Nailed-up path에 의해 ST에 접속된다.

나. Operator Position Service

Operator Position은 관할 지역내의 일반가입자, 공중전화 가입자들에게 시외수동교환, Collect Call 및 Person-to-person등의 호를 처리할 수 있도록 도와주는데 목적이 있다. 일반적인 Operator Position 시스템은 지능화된 별도의 시스템이 교환기와 접속되어 시외 및 국제호 교환뿐 아니라 114 안내 기능도 제공할 수 있다. TDX-1B Operator Position이 제공하는 서비스는 다음과 같다.

-시외, 국제 수동교환 서비스

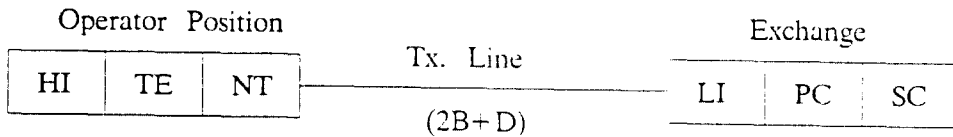
- Collect Call
- Person-to-person
- Charging on a third party

Operator Position의 수용 용량은 TDX-1B 시스템당 최대 64대가 가능토록 설계되었고 Operator가 효율적이고 편리한 교환업무를 수행토록 14가지의 특수 기능을 추가하였다. 이와같은 기능 구현을 위하여 설계된 기능적인 구성요소는 아래 그림과 같다.

- HI : Human Interface
- TE : Terminal Equipment
- NT : Network Termination
- LI : Line Interface
- PC : Protocol Control
- SC : Service Control

다. Bulk Charging

Bulk Charging은 발신가입자를 대상으로 가입자별 peg counter를 두고 번호별로 발생하는 과금 데이터를 peg counter에 누적시키는 방법이다. 현재 SLP에서 갖고있는 가입자당 1 byte의 peg counter를 3 byte로 확장시키고, 이 counter 값들을 Disk 혹은 MT로 Dump 해내는 기능 및 MMC들을 추가시킴에 의하여 본 기능을 구현하였다. 또한 SLP Dual Down시 중요한



- HI : Human Interface
- TE : Terminal Equipment
- NT : Network Termination
- LI : Line Interface
- PC : Protocol Control
- SC : Service Control

과금 data 분실에 대비, 모든 가입자의 peg counter 값들이 주기적으로 Disk로 backup 되도록 하였다.

각호에 대한 과금자료는 다음과 같은 내용으로 구성된다.

- 가입자 번호(DN)
- 가입자별 peg counter
- 가입자 type

라. 12 / 16 KHz Metering Pulse 송출 기능

기존 TDX-1B의 공중전화 가입자에 대한 과금방식은 PPM 송출주기에 따라 극성을 반전시키는 방식을 사용하였으나, 공중전화용 가입자 board(CSLB-B) 내에 극성 반전회로 대신 12/16KHz 송출장치를 탑재하여 1회로당 8가입자를 수용하도록하며, 12 혹은 16 KHz의 선택은 Strap Option에 의하여 가능토록 하였다. 또한 이 12/16 KHz 송출 기능은 중요한 과금과 직접관련이 있으므로 높은 신뢰도 유지를 위하여 감시 및 시험 기능을 추가하였다.

마. Trunk Test 기능

Trunk Test 기능은 운용자로 하여금 교환기에 접속된 모든 trunk 및 관련 device를 access하여 필요한 시험을 수행할 수 있도록 accessibility를 제공한다. 즉 운용자의 요구에 의해 지정된 trunk와 test access point(TAP) 사이의 경로를 제공해 주는 trunk test path set-up 기능 및 operator가 지정된 전화기를 이용하여 지정된 device 혹은 trunk를 거쳐 착신측과 통화할 수 있도록 하는 directed call 기능을 기본 구성으로 하였다. Trunk test path set-up 기능의 주요점은 운용자가 지정한 trunk (analog, digital)를 시험장비(예 : PCM-4, TIMS)가 연결된 TAP에 접속되도록 하는 것으로서, 교환기가 수용하는 모든 trunk가 운용자의 MMC에 의하여 지정될 수 있도록 하였다.

바. 600 Ohm에서 900 Ohm계로의 변경

현재 입력 impedance는 국내의 규정은 없으나

전화기 규격에서 측음당량을 측정할때 사용되는 600 Ohm을 사용하고 있으며 평형회로망에 대한 규정은 600 Ohm으로 되어있다. 이란요구 규격에 의거 입력 impedance는 900 Ohm으로 되어야 하므로 이와 관련하여 가입자 board (GSLB-B), In-test용 board, Out-test용 board 등을 수정하였다.

사. Signal Adaptation

요구규격에 의한 신호음, Ringing 신호, Digital 중계선에서의 Channel 16의 bit allocation 관련하여, TDX-1B의 Digital Tone 발생 Board (DTSB), CEPT Trunk용 board (CTIB)는 Board 내에 갖고 있는 Firmware를 변경함에 의하여 요구 규격을 만족시켰고, Ringing 신호 발생 board (RGSB)는 회로를 일부 수정하였다.

아. 기 타

앞에서 언급된 기능이외에도 시스템 차원에서 운용관리 및 유지보수기능에 대한 보완이 필요하며, Traffic 측정을 위한 기능도 일부 보완이 요구된다. 또한 ISDN 기능도 현재 ISDN 시험망에서 적용되고 있는 기술을 보완 적용함으로써 구현하였다.

4. 결 론

이상에서 이란의 요구 규격과 대우통신(주)이 이 규격에 대하여 어떠한 방법으로 TDX-1B 시스템의 Country Adaptation을 이루었는가를 설명하였다. 앞에서 언급했던 바와 같이 우선 각국에서 거의 공통적으로 요구되는 규격을 만족하는 TDXs-1B 수출형 표준 시스템을 구현하고, 이 시스템을 근간으로 각국의 특정한 요구 규격을 적용하는 것이 다양한 요구 규격에 신속성있게 대처할 수 있는 방법이라 믿는다. 그러한 의미에서 3장의 가.항에서 마.항까지는 공통적으로 요구되는 기능이라 볼수 있고 바., 사.항이 이란의 특정한 요구 규격이라 볼 수 있다. 이러

한 대우통신(주)의 Country adaptation 전략을 통하여, 향후 어떠한 국가의 요구 규격에도 용이하게 adaptation 시킬 수 있다는 자신감과 함께 지속적인 개량개선을 도모하며, 적극적인 해외홍

보 및 수출 노력을 통하여 통신기기 수출의 주력을 TDX 시스템이 담당하겠다는 각오로 최선의 노력을 계속해 나가야 할 것이다.



金天明



박찬응

저자약력

- 1948년 4월 4일생
- 1971년 : 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업
- 현재 : 대우통신(주) 이사
 종합연구소 부소장

저자약력

- 1950년 8월 4일생
- 1977년 : 서강대학교 전자공학과
- 1977년 : 대한통신(주)
- 1989년 : 서강대학원 전자공학과 (석사)
- 1984년 : 대우통신(주) 종합연구소
- 1990년 : 통신 기술사
- 현재 : 대우통신(주) 부장
 종합연구소 교환연구실장