

TDX-1 遠隔交換装置 (RSS) 의 通信 프로토콜

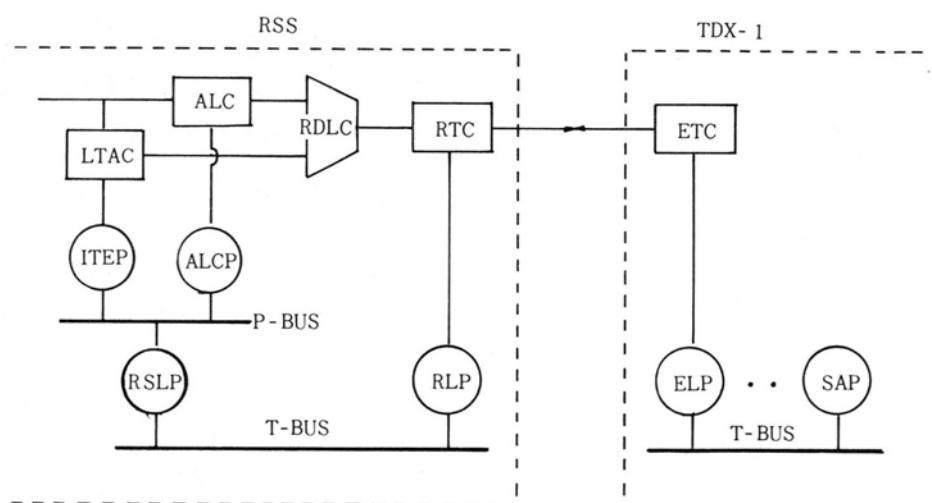
曹基星 · 李英圭 / 遠隔 S/W研究室

〈要 約〉

TDX-1의 원격교환장치 (RSS)는 본체의 가입자 rack을 원격지에서 동작될수 있도록 하기 위해 정합부분을 추가하여 개발한 것이다. 본체와 RSS간의 데이터링크는 본체의 T-bus와 RSS내의 T-bus를 가상 연결시켜 IPC통신을 수행할 수 있도록 하는 기능이다.

I. 서 론

RSS(Remote Switching System)의 설계 개념은 TDX-1본체 가입자단의 telephony 및 프로세서 하드웨어를 그대로 원격지에 옮겨놓고 본체와 RSS 사이에 음성신호 및 정보 처리를 위한 통신, 정합기능을 추가하여 본체와 동일한 서비스를 제공토록 하는 것이다.^[1]



〈그림 1〉 본체와 RSS 간의 데이터링크에 관련된 프로세서 구조

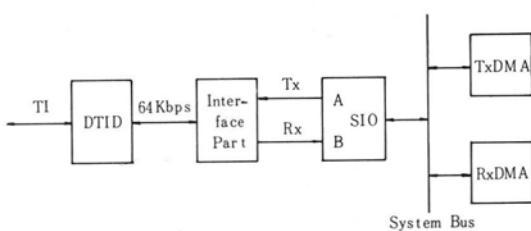
본체와 RSS 시스템 간의 정보교환은 〈그림 1〉과 같이 Exchange Link Processor (ELP), Exchange Terminal Circuit (ETC), Remote Link Processor (RLP), Remote Terminal Circuit (RTC) 등의 프로세서에 의해 수행된다. 본체의 프로세서에서 RSS 내의 프로세서로 전달되어야 하는 모든 데이터는 본체의 T-bus와 ELP, ETC, RTC 그리고 RLP를 거쳐 RSS의 T-bus로 전송된다.

본체와 RSS간의 데이터통신은 International Standards Organization(ISO)에서 규정한 프로토콜 계층중에서 물리 계층과 데이터링크 계층을 통해서 수행되며, 이 중에서 데이터링크 계층은 High level Data Link Control (HDLC) 프로토콜의 point-to-point 방식이 사용되었다.^[2]

II. 데이터링크의 구성

1. 물리 계층

Digital Trunk Interface Device (DTID)는 T1 carrier에서 64Kbps데이터 신호를 추출하고, 또한 serial 통신을 위한 클럭을 제공해주는 역할을 하며, RS-232C connector로 Z80SIO(Serial Input Output)와 연결된다. SIO의 채널 A는 데이터의 송신기능을 담당하고 채널 B는 수신기능을 담당한다.



〈그림 2〉 본체 및 RSS의 데이터링크 정합회로

데이터송신에 필요한 실수행 기간을 단축

시키기 위해 DMA(Direct Memory Access)가 사용되며, 이에 따라 SIO와 DMA가 연동하여 DTID와 데이터를 송, 수신한다.

데이터를 송신할 경우에는 memory queue에 저장된 데이터를 DMA가 SIO의 채널 A에 write하면 SIO는 HDLC 프로토콜에 따라 데이터의 format을 변환시키고 interface part를 거쳐 RS-232C connector을 통하여 DTID로 데이터를 전송한다.

DTID에서 수신된 데이터가 RS-232C connector를 통하여 interface part를 거쳐 SIO에 수신되면 SIO는 이를 DMA에 알려주며 DMA는 SIO로부터 수신된 데이터를 지정된 memory queue에 옮긴다.

또한, 데이터링크는 T1 carrier에서 64K bps 타임 슬롯 두개를 고정으로 할당 받아 active/standby로 이중화되어 운용된다.

2. 데이터 계층

Bit-oriented 방식인 HDLC 프로토콜의 프레임 기본구성은 〈그림 3〉과 같다.^[3]

Flag	Address	Control	Information	FCS	Flag
01111110	8 bits	8 bits	n*8 bits	16bits	01111110

a) I frame의 구조

Flag	Address	Control	FCS	Flag
01111110	8 bits	8 bits	16 bits	01111110

b) S frame과 U frame의 구조

〈그림 3〉 HDLC의 기본 프레임 구성

정보프레임(I frame)은 정보를 전송하는데 사용되며, 데이터링크가 set-up된 상태에서 전송해야 할 정보를 check하여 정보가 존재하면 정보를 패킷화하여 전송한다. 이때 전송하는 정보의 길이는 12~300bytes로 가변적이다. 전송하는 정보의 내용은 호처리 관련 정보, alarm 정보, on-line test 정보, 과금 정보, 기타 M&A 정보 등이다.

감시프레임 (S frame)은 데이터링크가 set-up된 상태에서 데이터링크의 상태를 감시 및 제어하는 기능을 하며, I frame의 확인, 응답, 재전송 요구, 일단보류 등의 데이터링크 관리 기능과 error 회복, 흐름제어 등을 수행한다.

비번호프레임 (U frame)은 부가적인 데이터링크 제어 기능을 가지며 데이터링크의 set-up과 이중화 운용을 위한 명령을 수행한다.

여기서 flag는 프레임의 시작 및 종료를, 어드레스는 전송하고자 하는 destination, 그리고 control은 명령 및 응답 등 제어기능을 나타낸다. Frame Checking Sequence (FCS)는 수신된 프레임의 error 발생을 감지하는 것으로서 CRC 방식이 사용되며, 어드레스를 포함한 전 프레임에 대한 error checking도 가능하다.

제어필드는 1 byte로서 각 프레임 종류에 따라 그 구성이 달라진다.

I frame의 제어필드에서 송신 순서번호, N(s)는 송출프레임의 순서번호를 나타내며, 프레임 전송시 VS의 값을 N(s)에 넣어 I frame을 구성한다. 수신 순서번호 N(r)은 다음에 수신될 I frame의 순서번호를 나타낸다.

Command	응답	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	I	0	N(S)	P/F	N(R)					

〈그림 4〉 I frame의 제어필드

각 I frame은 연속적으로 0에서 modulus-1까지의 번호가 부여되는데 N(s)와 N(r)이 3 bits로 되어 있어 modulus는 8이고 순서번호는 0부터 7까지 순환된다.

송신상태변수 VS는 다음에 송출하여야 할 I frame의 순서번호를 나타내며 한 프레임을 전송할 때마다 증가되고, 수신상태변수 VR은 다음에 수신되어야 할 I frame의 순서번호를 나타내며, error-free 한 프레임이 수신될 때마다 증가된다.

S frame의 제어필드에 있는 S bit는 sup-

ervisory function bit로서 RR, RNR, REJ 등을 구분한다.

Command	응답	1	0	S	S	P/F	N(R)
RR	RR	1	0	0	0	P/F	N(R)
RNR	RNR	1	0	1	0	P/F	N(R)
REJ	REJ	1	0	0	1	P/F	N(R)

〈그림 5〉 S frame의 제어필드

RR (Receive Ready)은 수신된 패킷에 대한 긍정응답, 데이터를 수신할 수 없는 상태에서 가능 상태로의 회복 등을 상대방 프로세서에 알리는 기능을 수행하며 RNR (Receive Not Ready)은 수신측의 queue가 full되어 일시적으로 후속의 패킷을 수신할 수 없을 때 상대국에 전송중지를 요구하는 기능을 가진다. RNR 상태에서의 해제는 RR의 송출에 의해 통지된다. REJ (REJECT)는 수신된 패킷의 CRC error, 순서번호 error가 발생했을 경우, REJ 프레임을 전송하여 N(R)-1까지의 I frame에 대한 긍정응답과 N(R)에 대한 I frame의 재전송을 요구한다. REJ의 N(R) 값과 같은 N(S)를 가진 I frame이 수신되면 REJ 상태는 해제된다.

U frame의 제어필드에 있는 M bit는 unnumbered function bit로서 이중화 기능을 위해 REGSY와 PROCHG가 추가되었다.

SABM (Set Asynchronous Balanced Mode)을 전송함으로써 데이터링크의 set-up을 요구하고 상대국으로부터 응답이 수신되면 데이터링크가 Set-up 된다. UA (Unnumbered Acknowledge)는 SABM에 대한 긍정 응답으로 사용된다.

Command	응답	1	1	M	M	P/F	M	M	M
SARM	DM	1	1	1	1	P/F	0	0	0
SABM		1	1	1	1	P	1	0	0
REGSBY		1	1	0	0	P	0	1	0
PROCHG	UA	1	1	0	0	P	1	1	0
		1	1	1	1	P	0	0	1

〈그림 6〉 U frame의 제어필드

REGSBY는 standby로 동작하는 링크임을 상대방 프로세서로 알리고, PROCHG(Change Processor)는 active로 동작하는 링크가 fail되어 사용할 수 없을 때 standby 링크가 active로 변환되었음을 상대방 프로세서에 전달한다.

호처리 관련 정보는 실시간처리가 요구되므로 데이터링크 상에서의 지연이 최소화되어야 한다. 실시간처리를 요구하는 교환 장치의 특성을 고려하여 HDLC procedure 및 본 시스템에 적합한 HDLC 파라미터의 값을 다음과 같이 설정하였다.

• 타이머 T1

각 패킷을 전송한 후 T1 시간이 지난 후에도 상대방으로부터 응답이 없을 경우 확인되지 않은 패킷부터 재전송한다. 이때 T1 값은 상대국의 수행시간과 응답을 전송하는데 걸리는 시간의 최대값이며 본 시스템에서는 모든 호처리 기능이 실시간 처리를 요구하므로 0.5s로 정하였다.

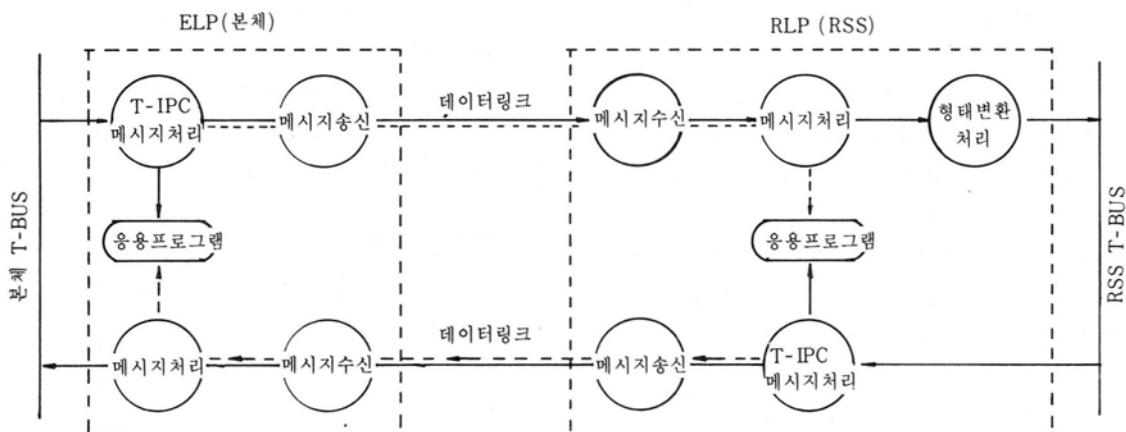
• 재전송의 최대 횟수 N2

I frame의 최대 재전송 횟수를 나타내며, 본 시스템에서는 호의 실시간 처리를 위하여 아래와 같이 정하였다.

$$N2 = \text{user tolerant time} / T1$$

$$= 2.5s / 0.5s$$

$$= 5$$



〈그림 7〉 RLP와 EPP에서의 T-IPC 메시지 처리과정

• I frame의 최대 허용길이 N1

TDX-1의 IPC 길이가 12~300 bits 이므로 IPC 단위의 패킷화를 위하여 312bits로 정하였다.

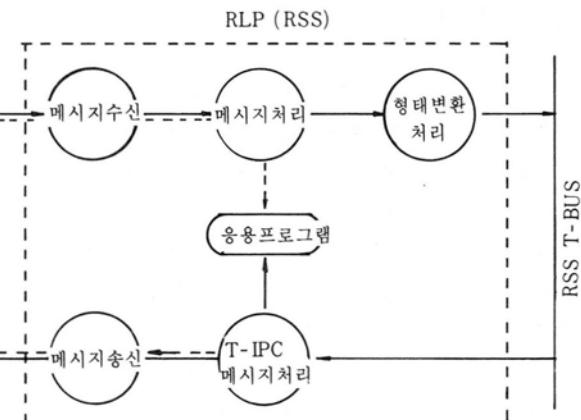
3. 네트워크 계층

TDX-1 본체에서의 T-bus는 global bus 구조이므로 이를 공유하는 프로세서 사이에서만 arbitration이 이루어진다. 따라서 별도의 T-bus 구조를 갖는 RSS 시스템을 본체에 연결하여 양 시스템 간에 서로 transparent 한 T-bus IPC 통신 (T-IPC)을 수행하기 위해서는 각각에 gateway 기능을 두고, 이를 통하여 단일 T-bus 구조로 가상 연결하여 동작시켜야 한다.

본체와 RSS 사이의 T-IPC 처리과정은〈그림 7〉과 같다.

본체에서 T-bus를 통해 수신된 T-IPC는 ELP 자신이 처리할 메시지인 경우에는 응용 프로그램으로 보내고 그 이외의 메시지는 데이터링크를 통해 RSS의 RLP로 전달된다. RSS의 RLP에서는 본체의 IPC 메시지를 RSS의 메시지 형태로 변환시키는 형태변환 처리 과정이 추가된다.

III. 데이터링크 프로토콜의 처리과정



1. 데이터링크 Set-up 과정

데이터링크의 초기상태는 disconnect 상태이다. 이 상태에서 데이터링크를 set-up하기 위해서는 SABM을 상대국으로 전송하여 링크의 set-up을 요구하고, 일정기간 (T1) 이 지나도 응답 (UA)이 수신되지 않을 경우 다시 SABM을 전송한다. 이러한 과정을 N2 회 (5회) 반복한다. 응답이 수신되면 데이터링크의 상태를 set-up 상태로 하고 시스템파라미터를 초기값으로 set 한다.

2. 데이터 송신 과정

우선 전송해야 할 IPC가 존재하는가를 check하여 존재하면 프로토콜에 맞게 패킷화하여 전송하고, 존재하지 않으면 데이터링크의 상태를 감시하는 S 또는 U frame을 전송한다.

3. 데이터 수신 과정

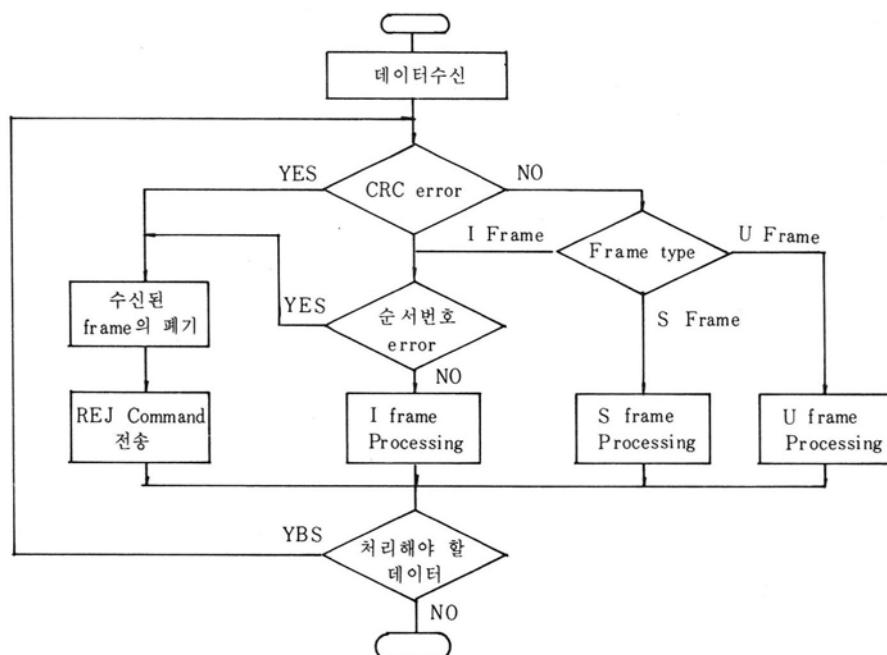
데이터링크를 통해 데이터가 수신되면 먼저 프레임의 error를 check 한다. 만약 error가 발생되었으면 수신된 프레임을 폐기하고 재전송을 요구한다. 수신 데이터의 처리과정은 수신된 프레임의 종류에 따라〈그림 8〉과 같은 flow로 나타낼 수 있다.

4. SIO에 의한 Error 제어^[4]

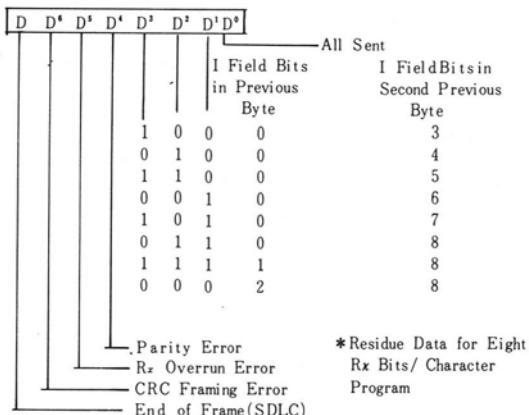
SIO의 내부 상태를 표시하는 Read Register 1의 bit구성은 〈그림 9〉와 같다.

프레임의 마지막 flag를 받으면 SIO는 CP U에 인터럽트를 요구한다.

이때 SIO는 error의 발생상태에 따라서 Read Register 1의 해당 bit들을 set하게 되며, Read Register 1의 D6, D5, D4 가 하나라도 set되어 있으면, 즉 CRC/ framing error, Rx over run error, parity error 등이 일어나면 CPU는 그 프레임을 폐기하고 송신측에 재전송을 요구한다.



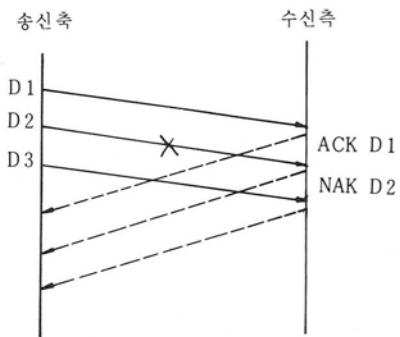
〈그림 8〉 데이터 수신 과정



〈그림 9〉 Read Register 1의 bit 구성

5. 제어필드의 순서번호에 의한 Error 제어

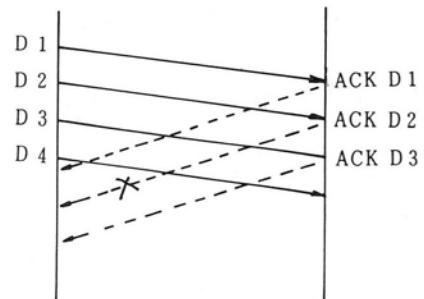
수신된 프레임이 error인 경우로서 D 2가 error이면 수신측은 NAK D 2를 보내고, 송신측은 D 2부터 재전송 (go - back - N) 한다.



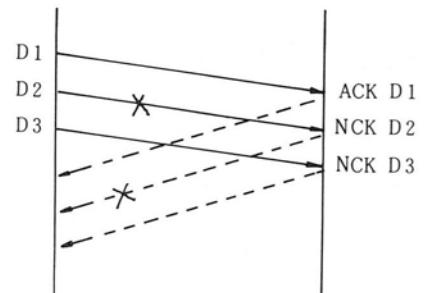
〈그림 10〉 수신된 프레임이 Error 인 경우

ACK의 응답신호에 error가 발생했을 때 즉, ACK D 2가 error인 경우 ACK D 3 가 수신되면 D 2 와 D 3 는 정상 수신된 것으로 판단한다.

NACK의 응답신호에 error가 발생했을 경우로서, NAK D 2 신호가 분실되면 D 3수신 후 NAK D 2 를 다시 보내게 되어 D 2 부터 재전송 (Go-back-N) 한다. D 3 등 신호가 연속 분실되면 타이머에 의해 재전송된다.



〈그림 11〉 ACK의 응답신호에 Error 가 발생한 경우

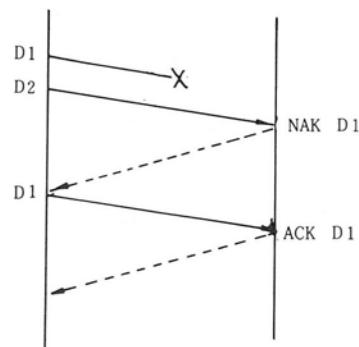


〈그림 12〉 NACK의 응답신호에 Error 가 발생한 경우

6. Block Error 제어

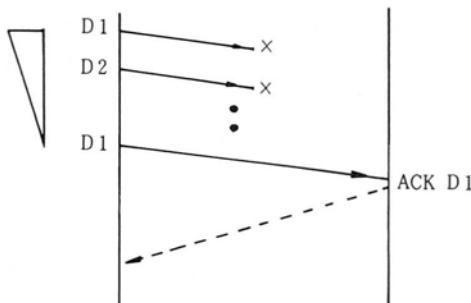
PCM 전송로의 error 특성은 수초 이상의 block error가 존재할 수 있다.

Block error로서 한두 프레임이 손실된 경우는 그 다음 프레임 전송이 되었을 때 HDLC의 제어 필드에서 송신 순서번호와 수신 순서 번호의 이 NAK 신호의 수신으로 프레임을 재전송하게 된다.



〈그림 13〉 순서번호 Error 에 의한 Error 제어

Block error가 발생된 경우, 일정 기간동안 수신자로부터 응답이 오지 않으면 송신자는 time out에 의하여 재전송하게 되므로 데이터전송이 계속된다.



〈그림 14〉 송신자 Time out에 의한 Error 제어

7. 데이터링크의 이중화 운용

데이터링크는 active/standby로 이중화 운용되는데 이를 위해 첫째, active와 standby 프로세서가 서로 T-bus를 통하여 데이터링크의 상태를 주고 받아 상대방의 상태를 알 수 있는 기능, 둘째, standby 프로세서가 standby 명령을 주기적으로 주고받아 자신이 standby임을 아는 기능, 세째, standby 프로세서를 강제로 active로 동작시키는 기능(TAKE), 비정상시 active프로세서가 상대편 프로세서를 active로 동작시킬 수 있는 기능(HELP) 등이 실현되었다.

데이터링크는 다음과 같다.

- 프로세서의 상태가 변한 경우

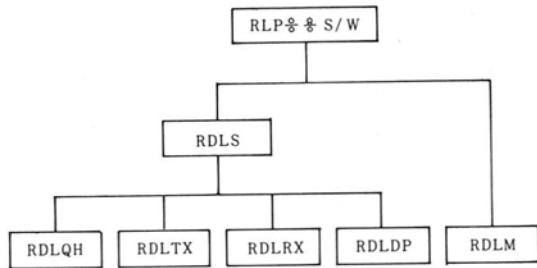
ELP와 RLP의 B측이 active로 동작하고 있다가 ELP의 B측이 down되어 A측이 active로 되는 경우에 ELP의 A측에서 RLP의 A측으로 프로세서 상태가 변했음을 알린다. 명령을 수신한 RLP의 A측은 B측으로 TAKE를 요구하여 A측이 active로 동작된다. RLP의 프로세서 상태가 변한 경우도 과정은 위와 동일하다.

- 데이터링크의 상태가 변한 경우

ELP 및 RLP의 B측이 active로 동작하고 있다가 B측 데이터링크의 상태가 down되면 ELP에서 먼저 프로세서의 상태가 변화되면서 위의 과정을 수행한다.

- RLP와 ELP의 active프로세서가 서로 다른 경우

RLP는 A측이 active이고 ELP는 B측이 active인 경우는 ELP의 B측이 RLP의 standby 상태 명령을 수신하게 된다. 이 때 ELP의 B측은 RLP의 B측이 standby로 동작함을 알고 ELP의 A측이 active로 동작할 수 있도록 A측에게 HELP를 요구한다.



〈그림 15〉 데이터링크의 소프트웨어 구성

IV. 소프트웨어 구성

데이터링크 기능을 실현하기 위한 소프트웨어는 〈그림 15〉와 같다.

RDLQH는 데이터를 일시 저장하는 queue를 handling하는 기능을 수행하고, RDLTX는 queue에 저장된 데이터를 HDLC 프로토콜의 형식에 맞게 패킷화하여 송신하는 기능을 수행하며, RDLRX는 데이터링크를 통해 들어온 HDLC 형태의 데이터를 수신하는 기능과 수신된 데이터를 다시 IPC 형태로 변환하는 기능을 수행한다.

RSS의 데이터링크는 중요성을 고려하여 이중화되어 있다. RDLDP는 이중화에 대한 제어 기능을 수행하며, RDLM는 데이터링크를 시험하는 기능과 데이터링크의 상태를 감시하고 데이터링크의 상태 변화에 대한 해당 처리 기능을 수행한다.

V. 데이터링크 감시 및 시험

데이터링크의 감시 및 시험에는 MMC (Man Machine Communication) 명령에 의하여 데이터링크의 상태를 시험하는 on-demand 시험과 데이터링크의 상태를 주기적으로 감시하는 on-line 시험이 있다.^[5]

On-demand 시험은 본체의 시스템 터미널로 부터 아래와 같은 명령을 받아 수행한다.

TST LNK : SLP# (여기서 #는 테스트 할 SLP의 번호)

이때 ELP는 RLP로 특정 데이터를 송신한 후 그것에 대한 응답이 RLP로 부터 수신되는가를 시험한다.

데이터링크의 on-line 시험은 주기적으로 수행된다. RLP나 ELP는 시험 패턴을 상대방 프로세서로 일정한 주기 (3.2s)로 전송하여 미리 정해진 시간내의 응답을 기다린다. 응답이 오면 위의 과정이 반복되나, 정해진 시간내에 응답이 없으면 시험주기를 원래의 주기보다 짧게 (1.6s) 하여 반복된다. 일정 횟수 (3회) 이상 응답이 오지 않으면 데이터링크가 fail 된 것으로 간주하여 SMP로 데이터링크 fault를 보고한다.

RLP와 RSLP 사이에서도 위와 같은 방법으로 데이터링크 및 T1 carrier의 상태를 서로 주고 받음으로써 RSS를 긴급모드 동작

과 고장난 T1으로의 음성회선 할당금지가 결정된다.

VI. 결 론

TDX-1 본체와 RSS간 데이터통신은 이중화된 64kbps의 전용 time slot에 의해 수행된다. 데이터링크의 구조와 HDLC 프로토콜의 파라미터는 실시간 처리를 요구하는 교환시스템의 특성에 따라 결정되었는데 그동안의 현장시험을 통해 이러한 구조가 TDX-1 시스템에서 요구하는 호처리 능력 및 시스템을 유지 보수하는데 필요한 기능을 충분히 수행할 수 있음을 보여주었다.

앞으로 이와 같은 전용 데이터링크에 의한 통신기술은 CCITT No. 7 등 CCS (Common Channel Signaling)의 실현에서도 이용될 것으로 생각된다.

〈参考文献〉

1. 김대식 외 5, RSS 시스템, 통신학회 춘계학술발표회논문집, 1986.
2. W. Stallings, Data and Computer Communication, Mac-Millan Publishing Company, 1985.
3. CCITT Rec. X. 25, Data Communication Network, Yellow Book, 1980.
4. 조기성 외 3, TDX-1 본체와 RSS 간의 데이터통신 요약, TDX 개발단 내부문서, TT / R-8615, 1986.
5. 이병선 외 2, “유지보수기능,” 전자통신, 제8권 제2호, 한국전자통신연구소, 1986.