

전전자 교환기 구조 경향

柳 完 英

(韓國電子通信研究所 交換시스템開發部長)

■ 차 례 ■

- 1. 서 론
- 2. 전자 교환 기술 발전 과정
 - 2.1 반전자 교환기
 - 2.2 전전자 교환기
 - 2.3 ISDN 전전자 교환기
- 3. 전전자 교환기의 구성 요소 및 제어 기능
 - 3.1 구성 요소
 - 3.2 제어 기능
- 4. 전전자 교환기 구조의 경향
 - 4.1 ISDN 서비스 요구조건
 - 4.2 제어 기능의 분배 형태
 - 4.3 모듈간 메세지 통신
 - 4.4 그룹 스위치
 - 4.5 ISDN 전전자 교환기 구조 경향 종합
- 5. 결 론
 - 참고 문헌

① 서 론

Alexander Graham Bell이 전화를 발명한 후 얼마되지 않아 다수의 가입자중 특정 두 가입자간을 자동 연결해주는 자동 교환기의 필요성이 대두되었고 A. B. Strowger에 의해 스텝 바이 스텝 (step-by-step) 방식의 첫 자동 교환기가 출현하였다. 이후 패널 (panel) 방식, 크로스-바 (cross-bar) 방식 등이 실용화되었고, 현재까지도 세계 각국 및 우리나라의 전화국에서 이들 소위 '기계식' 교환기가 전화 서비스를 효율적으로 수행하고 있다.

트랜지스터의 발명이 기폭제가 되어 발달한 컴퓨터를 교환기에 응용함으로써 전자 교환기가 출현하였으며, 급속한 반도체 기술의 발전은 전송을 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 변모시켰다. 전자 교환기내의 교환이 아날로그 방식으로 이루어지는 형태가 반전자 교환기이며, 디지털 방식으로 이루어지는 교환기가 전전자 교환기이다.

디지털 통신 기술과 이의 교환기에의 응용은 재래의 음성 전화 서비스 뿐만 아니라 문서, 화상, 데이터등 각종 신규 서비스를 경제적으로 가능케 만들었으며 이러한 서비스들을 제공하는 종합 정보통신망(ISDN : Integrated Services Digital Networks) 전전자 교환기가 장차 보편화 될 것이다.

본 고의 제 2 절에서는 전자 교환기술 발전과정을, 제 3 절에서는 전전자 교환기의 구성요소 및 수행해야 할 제어기능을 살펴보고, 제 4 절에서는 ISDN 전전자 교환기의 요구조건과 세계 각국의 교환기의 구조 경향을 제어기능의 분배 형태, 모듈간 메세지 통신 및 그룹 스위치에 관하여 살펴보고, 종합적으로 ISDN 전전자 교환기 구조 경향을 정리하였다.

② 전자 교환 기술 발전 과정

1960년대 초에 처음으로 개발된 반전자 교환기로부터 최근 ISDN 전전자 교환기까지의 전자

교환 기술의 발전 과정을 아래와 같이 구분하여 살펴 볼 수 있다.

2.1 반전자 교환기

교환기에 컴퓨터가 이용된 것은 1960년대 초반부터 Bell 연구소에 의해 개발되어 1966년에 실용화된 미국 ATT사의 NO.1 ESS가 대표적이다. NO.1 ESS는 그후 1970년대 컴퓨터 하드웨어 부분이 개선된 NO.1A ESS로 발전되어 미국 전역에 광범위하게 사용되었다. NO.1 ESS의 개발은 각국이 다투어 반전자 교환기를 개발하도록 유도하였으며 그 중 중요한 것들로서 벨지움 ITT-BTM사의 Metaconta 계열, 일본 NTT 사의 D-10계열, 스웨덴 Ericsson사의 AKE계열 등을 열거할 수 있다.

반전자 교환기에서의 교환 통화로는 공간 분할식으로서 점점(cross point)은 크로스-바 스위치, 리드 릴레이(reed relay), 혹은 전자 부품(electronic component)을 사용하였고 음성은 아나로그 형태로 교환되었다. 교환기의 제어와 보수 운용 기능은 이중화된 중앙 프로세서에 의한 축적 프로그램 제어(SPC : Stored Program Control) 방식으로 이루어지는 것이다. 이는 기존의 기계식 교환기의 포선 논리 제어(wired logic control) 방식과는 매우 다르게 컴퓨터가 교환기의 제어에 처음 이용된 것이었다. 시간적으로는 1960년대에서 1970년대 초반까지로 볼 수 있다.

2.2 전전자 교환기

기계식 교환기에 비해 반전자 교환기의 특징이 교환기의 제어에 처음으로 컴퓨터를 도입한 것이라면, 전전자 교환기는 반전자 교환기의 음성 신호의 아나로그 교환과는 달리 디지털화된 음성 신호의 교환에서 그 특징을 찾을 수 있다. 아나로그 신호의 디지털화 및 PCM 전송방식은 1960년대 이미 전송 분야에서 먼저 사용되어 왔으나, 교환기에 도입된 것은 급속한 반도체 기술의 발달이 이루어진 1970년대 이후이며 처음에는 시내(local) 교환기보다는 시외(toll) 교환기에 이용되었다. 대표적인 예로 ATT사의 NO.4 ESS을 들 수 있다.

또한 마이크로프로세서의 급속한 발달에 힘입어 교환기의 제어도 한조의 중앙 프로세서가 모든 제어 기능을 담당하는 집중 제어(centralized control)에서, 다수의 프로세서에 기능을 분산시키는 분산 제어(distributed control)로 변모되었으며, 디지털 교환 방식이 시내 교환기에도 경제성이 입증되어 전전자 시내 교환기가 개발되었다. 독일의 EWSD, 스웨덴의 AXE-10, 미국의 NO.5, S1240, 일본의 D70 등을 들 수 있으며 한국 전자 통신 연구소(ETRI)에서 개발된 TDX-1¹⁾도 이 부류에 속한다. 시간적으로는 1970년대 중반에서 1980년대 초반까지로 볼 수 있다.

2.3 ISDN 전전자 교환기

통신 방식에 있어서 디지털 기술은 아나로그 방식보다 경제성 및 이용 효율성이 높다는 사실과 음성, 데이터, 화상 및 기타 서비스들이 다양하게 이용될 수 있다는 점 등에 의해서 디지털 통신망의 확장을 촉진하고 있다. 이러한 종합 정보 통신망인 ISDN 개념이 국제 표준 기구인 CCITT를 중심으로 선진국들에 의해서 1970년대 말부터 제시되었다. 이러한 ISDN에서 중추적 역할을 담당하게 될 전전자 교환기는 음성을 포함하여 데이터, 화상등의 다양한 가입자 서비스를 제공할 수 있어야 한다.

현재 세계 각국은 기개발된 전전자 교환기에 ISDN 기능을 추가하여 개발하고 있는 중이며, 이에 대한 국제적인 규격 표준화 작업을 CCITT에서 활발히 추진하고 있다. 이러한 ISDN 전전자 교환기의 기술의 발전 방향을 요약해 보면

- 교환 방식이 회선 및 패킷 교환의 복합 또는 하이브리드화 할 것이며
- 가입자 채널도 기존의 64kb/s에서, nx64 kb/s, 1/nx64kb/s등 다양하게 가입자 요구에 따라 제공될 것이며
- 교환 및 비교환 연결 기능을 보유할 것이며
- 교환기가 음성 축적 교환 기능 및 각종 부가 가치 서비스를 제공하는 통신 처리(communication processing) 기능 등 더 많은 기능을 보유하게 될 것이다.

③ 전전자 교환기의 구성 요소 및 제어 기능

3.1 구성요소

전전자 교환기의 구성을 보면 크게 세 모듈로 나눌 수 있다(그림 1 참조).

- 가. 주변 모듈(PM : Peripheral Module)
- 나. 그룹 스위치(GS : Group Switch)
- 다. 중앙 제어부(CC : Central Control)

PM은 가입자 단말기로 부터의 가입자선과 타 교환기와의 중계선을 수용하는 모듈로서, 아나로그 가입자 회선 정합 기능(BORSCHT)을 수행하는 가입자 회선 정합 장치 및 아나로그 중계선 정합 장치, 디지털 중계선 정합기능(GAZ-PACHO)을 수행하는 디지털 중계선 정합 장치 및 각종 신호 장치 등으로 구성되어 있다. GS는 음성 및 데이터 등이 실제 교환되는 교환기 중앙 모듈이다. CC는 PM에서 수행될 수 없는 시스템 차원의 제어 기능들을 수행하는 모듈이다.

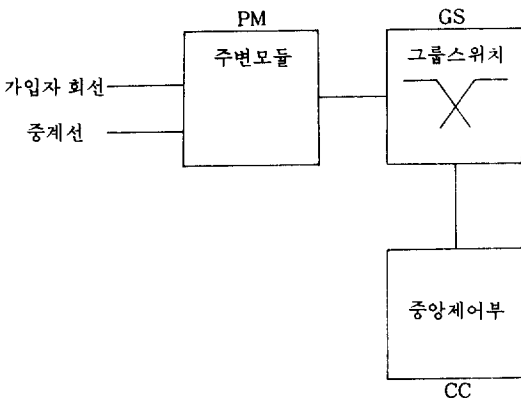


그림 1. 전전자 교환기 구성 요소

3.2 제어 기능

전전자 교환기가 수행해야 할 제어 기능을 구분하면 크게 6 가지로 구분할 수 있다.

- 가. 신호 처리 기능(FS : Signal Processing Functions)

- 나. 호 처리 기능(FC : Call Processing Functions)
 - 다. 그룹 스위치 제어 기능(FG : Group Switch Control)
 - 라. 데이터 베이스 기능(FT : Translation Data Base)
 - 마. 유지 보수 기능(FM : System Maintenance)
 - 바. 관리 기능(FA : System Administration)
- 신호 처리 기능(FS)은 가입자 단말기의 온/오프 혹은 검출, 집선 제어, 각종 신호음 송출 및 수신, 번호 수신 등을 가리키며, 호 처리 기능(FC)은 가입자선 및 중계선의 서비스 등급, 입/출 신호의 제어, 음성 통화로 설정 및 복구, 과금의 시작, 트래픽 데이터의 측정 등을 가리킨다. 그룹 스위치 제어 기능(FG)은 교환기 중앙의 스위치 망의 각 채널의 상태 기억과 통화로의 검색, 설정 및 복구 등의 기능을 가리키며, 데이터 베이스 기능(FT)은 국 번호 및 루팅 관련 데이터 번역 등을 가리킨다. 유지 보수 기능(FM)은 에러의 검출 및 경보 메시지 송출, 진단 시험의 수행, 가입자선과 중계선에 대한 집중화된 시험 수행, 시스템 과부하 조절 등이며, 관리 기능(FA)은 데이터 베이스 관리, 과금 처리, 교환기대 운용자간의 대화용 단말기 관리, 기억장치 관리 등이다.

④ 전전자 교환기 구조의 경향

4.1 ISDN 서비스 요구 조건

미래의 통신 수요는 기존의 전화 서비스가 완만한 상승 곡선을 나타낼 것이고 데이터, 화상 등 비음성 서비스가 급격한 상승 곡선을 나타낼 것으로 전망되고 있다. 교환기의 입장에서 볼 때 비음성 서비스는 음성 서비스와는 매우 다른 트래픽 패턴을 갖는다(그림 2 참조)¹⁾. 기존의 음성 통신 호는 한 시간에 한, 두번 정도의 호 발생에 50~200초의 호 보유 시간을 갖는데 반하여, 긴 호 보유 시간과 낮은 호 발생율의 CRT나 TTY 단말기에 의한 데이터 입/출력 통신과 짧은 호 보유 시간과 높은 호 발생율의 컴퓨터

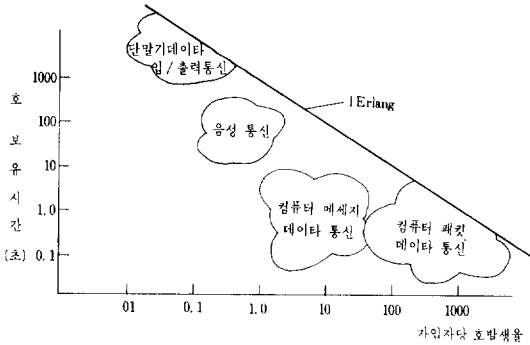


그림 2. ISDN 서비스의 트래픽 패턴

패킷통신은 트래픽 패턴의 양극을 이루고 있다. 이와 같이 호 처리 측면에서 비음성 서비스는 다양한 호출 및 호 보유 시간, 호 설정 및 복구의 고속성, 편방향 통신 기능 등을 요구한다. 이러한 미래의 다양한 통신 수요를 용이하게 수용하기 위한 교환기 구조의 요구 조건은

가. 비음성 서비스의 추가 및 수정이 용이도록 확장성, 유연성 및 새로운 기술에의 적응성
나. 서비스 단말기 종류 및 수의 증가에 대비하여 회선당 비용이 용량의 증감에 민감하지 않는 광범위한 적응성

다. 이에 따른 광범위한 소프트웨어의 생산성, 유지 보수성 및 관리성
라. 교환기의 일부 고장에도 서비스 품질이 저하되지 않는 고신뢰성 등이다.

이상의 설계 목적을 만족시키는 제어 구조는 CC에 모든 제어 기능을 집중시키는 집중 제어 (centralized control) 방식보다는 독립된 하드웨어와 소프트웨어를 갖는 여러 모듈들에 제어 기능을 분산시키는 분산 제어 (distributed control) 방식이 선호되는 경향이다. 이하에서는 이러한 분산 제어 구조하에서 제어 기능들의 모듈에의 분배 방법, 모듈간의 메시지 통신 및 그룹 스위치에 관하여 세계 각국의 교환기의 경향을 살펴본다.

4.2 제어 기능의 분배 형태

제어 기능을 모듈들에 분산시킬 시 고려해야 할 주요 변수는 시스템 개발 비용, 시스템 비용, 유지 보수의 용이성, 기능 추가 비용 등이다. 마

이크로프로세서 및 메모리 등의 기술의 발달과 그에 따른 가격의 하락에 힘입어 하드웨어적인 측면이 제어 기능의 분산에 큰 변수로서 작용하지 않는 경향이다. 세계 각국의 전자 교환기들은 소프트웨어면에 중점을 두어 제어 기능을 분산하고 있으며, 크게 세가지 유형으로 대분할 수 있다.

첫째, PM에서 FS 및 FC(또는 FS)를 수행토록하고 FG, FT, FM 및 FA(또는 FC, FG, FT, FM 및 FA)는 단일 CC complex에서 수행토록 하는 형태(그림 3 참조)

둘째, FG, FT, FM, FA를 여러개의 프로세서에 분산시켜 수행토록 하는 형태(그림 4 참조)

셋째, 전 기능(FS, FC, FG, FT, FM, FA)을

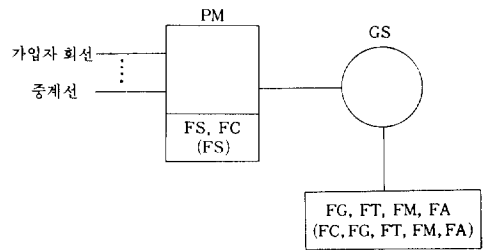


그림 3. 전자 교환기 구조유형 I

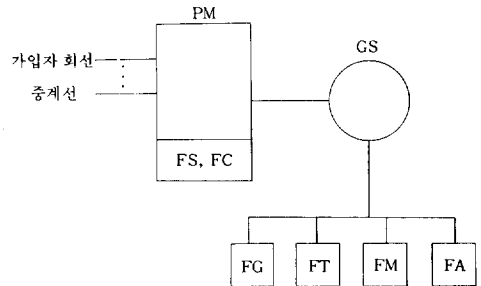


그림 4. 전자 교환기 구조유형 II

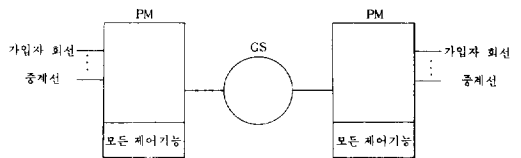


그림 5. 전자 교환기 구조유형 III

PM이 수행토록하는 형태(그림 5 참조)

첫째 유형에서는 FM, FA의 고도화 개발이 용이한 장점이 있는 반면에 FG, FT까지 단일 CC complex에 집중되어 있으므로 고 신뢰도 개발에 노력이 많이 들고 구조의 융통성이 적은 편이다. 또한 소용량 시스템의 경우 회선당 단가가 비싸지는 점도 단점이다. 이점 때문에 첫째 유형의 일부 기종에서는 소용량 일때는 소프트웨어 호환성의 소형 CC processor를 별도로 채택하고 있기도 하다. 둘째 유형과 셋째 유형에서는 첫째 유형과 장단점이 바뀐다고 볼 수 있다. 아울러서 음성 서비스는 물론 이와 현저히 다른 트래픽 패턴을 갖는 비음성 서비스를 포함한 ISDN 트래픽 처리 부하가 추가될 때 단일 CC complex에 부하를 집중시키는 첫째 유형 보다는 분산 개념이 강한 둘째 유형 및 셋째 유형이 좀더 유연한 대처를 할 수 있다. 셋째 유형의 형태는 데이터 베이스 기능(FT)을 PM내에 수용하고 있는데, 호처리 측면에서 PM간 메시지 트래픽이 낮은 반면, 데이터 베이스의 분산 및 중복에 따른 자원의 비효율성이 있고, 데이터 베이스의 변경 및 추가 등의 수정이 용이하지 못하다.

둘째 유형의 경우는 두 가지로 세분할 수 있는데, 관리 및 유지 보수 기능인 FT, FM, FA의 기능을 동등 레벨의 다수의 프로세서(multi-processor)에 부하 분산하는 구조와 각 제어 기능을 고유의 프로세서가 제어하는 기능별 분산 구조(그림 4)가 있다. 부하 분산 구조는 프로세서의 수를 시스템 용량 증감에 따라 조정하여 유연하게 대처 가능하지만 각 PM입장에서는 전체가 하나의 프로세서로 인식되어야 함으로 중앙의 프로세서들 간에는 별도의 통신 채널을 구비하여야 하는데, 대개는 공용 메모리(common memory)를 통한 통신을 하는 것이 일반적이다. 따라서 고장에 견딜 수 있는(fault tolerant) 공용 메모리의 운용, 용량 증대에 따른 공용 메모리에의 트래픽의 병목 현상(bottleneck)을 고려해야 하며, 또한 하나의 프로세서로 인식되도록 하면서 고장에 대처키 위한 제어 소프트웨어의 개발 부담이 크다. 기능별 분산 구조는 시스템

용량 증대에 따른 유연성은 다소 떨어지지만 처리 능력이 큰 마이크로프로세서가 상용화되었고 하드웨어 및 소프트웨어의 복잡도, 공용 메모리의 사용에 따른 병목 현상 및 위험 부담이 줄어 고장 대처(fault tolerance)면에서 강하고, 새로운 서비스의 추가에 따르는 기능의 추가 및 수정이 용이하다.

4.3 모듈간 메시지 통신

교환기를 제어하는 프로세서들은 호 시도의 검출에서부터 호의 완료까지 호 처리과정에서 필연적으로 메시지를 주고 받아야 하는데, 이 모듈간 메시지 통신(IPC: Inter-Processor Communication)은 어떤 형태가 적합한가의 문제가 대두된다.

IPC의 실현은 크게 성형망(star-network) 형태와 글로벌(global) 통신 형태로 대별할 수 있으며, 전자는 메모리 우편함(memory mail box)형, 메시지 스위치(message switch)형, 회선 교환 매트릭스(circuit switching matrix)형으로 나누어 지고, 후자는 버스(bus) 구조, 루프(loop) 구조로 나눌 수 있다. 글로벌형의 장점으로서는 최대 허용 프로세서 갯수까지는 프로세서 증설의 용이, 프로세서 증설로 인한 소프트웨어의 수정이 없는 점, 실현 비용이 프로세서 수에 거의 선형인 점, 비교적 용이한 통신 제어 구조, 방송에 의한 프로세서간의 용이한 메시지 전달, 대용량의 메시지 송신 등을 들 수 있다. 메모리 우편함형과 메시지 스위치형은 둘 다 축적 송출(store and forward) 방식이며, 전자는 메시지 루팅 등의 제어 기능이 자체내에 존재하지 않으며 후자는 자체내에 독립된 프로세서를 갖추어 메시지 루팅 등의 제어 기능을 수행한다.

IPC는 특정 전전자 교환기의 제어 기능의 분산 방법과 밀접한 관련을 갖고 있는데, 단일 CC complex에 의한 전 절의 첫째 유형과 multi-processor로 구성하는 둘째 유형의 경우에는 메시지 스위치형과 메모리 우편함형이 일반적이며, 셋째 유형의 경우 회선교환 매트릭스형이 합당하다. 소용량의 교환기의 경우는 프로세서의 수가 그리 많지 않고, 프로세서간의 거리가 가까

워서 이중화된 글로벌형이 경제적인 면이나 실현의 용이성 면에서 유리하다. 하나 대용량 교환기의 경우 프로세서의 개수가 많아짐은 물론, 프로세서간의 거리가 멀어 버스 구조로는 버스의 대역폭(bandwidth) 및 트래픽 처리 능력에 대한 제약이 따르고 신뢰도 면에서 취약한 점이 있어 성형망으로 IPC를 실현하는 것이 일반적이다.

4.4 그룹 스위치

실제 음성 및 데이터의 교환이 이루어지는 그룹 스위치(GS)는 타임 스위치(T-switch)와 공간 스위치(S-switch)의 조합으로 이루어지는데 T-T-T형, n(T-S)형, T-(n)S-T형 등 여러 가지가 있는데 T-(n)S-T형이 일반적 구조이다. 그룹 스위치 앞단에서 가입자 통화 트래픽의 집중(집선)이 이루어지는데, 공간 분할 집선 방식과 시 분할 집선 방식이 있으며 시 분할 집선 방식이 보편적이다.

대부분 교환기가 PM에서 집선을 행하고 GS는 T-(n)S-T의 기능을 수행하는 형태였으나, 최근에는 PM내에 그룹 스위치의 T단을 위치시키는 경향이다. T단을 PM내에 위치시킴으로써 PM내의 T와 중앙의 S와의 거리에 따른 전송 지연 및 EMI문제는 광섬유 전송을 사용함으로써 해결하는 경향이다. 또한 이 광섬유 전송은 교환기 중앙으로부터 각 PM으로의 망동기를 위한 클럭 공급 기능까지 겸한다.

4.5 ISDN 전자 교환기 구조 경향 종합

앞에서 살펴 본 제어 기능의 분배 방법, 모듈간의 메시지 통신 및 그룹 스위치에 관한 구조의 경향을 종합하여 그려 본 ISDN 전자 교환기 구조의 한 형태를 그림6에 보였다.

이 구조는 제어 기능의 분배면에서는 PM내에서 FS와 FC를 수행토록하고 다수의 PM으로 부하 분산을 하며, FG, FT, FM, FA 등의 중앙 제어 기능을 동일한 다수의 프로세서에 기능 분산시키고 있다. 또한 GS는 T-(n)S-T의 구조를 택하고 PM내의 가입자 정합 장치에서 집선 문제를 해결하고, 그룹 스위치의 T단을 PM

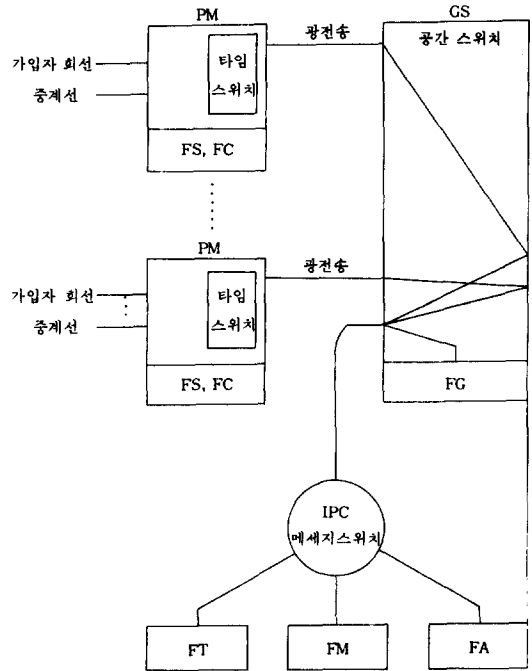


그림 6. 전자 교환기 구조안

- 내에 위치시키고 있으며, 모듈간 통신은 라우팅 등의 기능을 갖는 별도의 IPC 메시지 스위치를 통하여 이루어진다. 이러한 구조의 장점은
- 가. 분산 제어 구조를 택함으로써 기능의 추가 및 수정의 용이
- 나. 프로세서 기종을 강력한 마이크로프로세서로 단일화하여 개발 노력 절감 및 생산성 향상
- 다. PM의 제어부에 강력한 마이크로프로세서를 두어 PM내에 가입자 회선 및 중계선을 혼합 수용 가능
- 라. GS의 T단을 PM내에 위치시켜 구조의 유연성 도모 및 개발 노력의 간소화
- 마. PM과 GS간 광전송을 사용하여 T단을 PM내에 위치시킴으로써 발생하는 전송 지연의 해소 및 EMI 문제 해결
- 바. 동일한 제어부를 갖는 다수의 프로세서에 중앙 제어 기능(FT, FM, FA)를 기능 분산 시킴으로써 프로세서 기종 단일화 유지 등이다.

5 결 론

미래에 전개되는 정보화 사회의 근간이 될 ISDN의 구성에 핵심요소인 전전자 교환기는 음성은 물론 데이터, 화상 및 동화상 등 다양한 트래픽 특성의 통신 수요를 효과적으로 제공할 수 있어야 한다. 본 고는 교환 기술의 발전 과정, 전전자 교환기의 구성 요소 및 제어 기능, 전전자 교환기 구조의 경향을 살펴 보았다.

참고 문헌

- 1) 유 완영, "TDX-1 전전자 교환기", 전자 교환 기술, vol. 1, NO.1 1985. 8.
- 2) W. Yu, H. G. Bahk, S. Y. Kang, H. Lee, "TDX-1 Digital Switching System," International Switching Symposium (ISS '84), Florence, Italy, May 7 - 11, 1984.
- 3) Kenneth F. Giesken, "ISDN Features Require New Capabilities in Digital Switching Systems," 미출판 논문.