방법	전송로	스위치 네트워크	비 고
1	24ch ×1 = 24ch	32ch ×1 = 32ch	24ch : 음성
			8ch : 예비
2	24ch ×4 = 96ch	32ch ×3 = 96ch	
3	24ch ×5 = 120ch	32ch ×4 = 128ch	120ch : 음성
			8ch : 예비

표 1.3 채널정합 방식

방법 1 은 하드웨어 실현 측면에서 용이하나 사용하지 않는 채널이 증가하여 스위치 네트워크 의 용량이 감소하는 문제가 발생한다.

방법 2 는 채널의 효율성은 가장 우수하지만 시외교환기로 사용할 때 신호방식전송 측면과 교환기 유지 보수용 채널을 확보하기가 어렵다.

방법 3 은 T1 중계선 5 개를 병렬처리방식으로 수용하는 것으로 사용하지 않는 채널은 존재 하나 적정 교환기 용량에 유지 보수용 채널확보가 가능하다. 따라서 디지털 국간 중계선 정합장치에서는 방법 3 이 적합하다. 5T1 이상을 구성단위로 하는 것은 프로세서의 처리한계, 소규모의 중계선이 요구되는 경우 등을 고려할 때 검토되어야 할 문제이다. 채널배열방식도 교환과 전송 및 구조면에서 중요한 문제이다. 스위치 네트워크에서 데이터 처리속도는 2.048Mbps 를 기본단위로 사용하며 T1 중계선 에서는 1.544Mbps 가 사용 되므로 디지털국간 중계선 정합장치는 5 개의 T1 중계선과 교환기 내부의 4 개의 2.048Mbps 의 PCM 하이웨이사이에서 이들의 비트속도변환 및 채널을 재배열 시켜 주어야 한다. 각 PCM 하이웨이에서 채널 중 채널 1~15, 17~25 는 각각 T1 중계선의 채널 1~24 가 배열되며, 채널 26~31 은 5 번째 T1 의 채널이 6 개씩 나뉘어 배열된다. 이때 채널 0 과 16 은 신호채널로

사용하는 32 채널 PCM 다중화 방식의 전송회선 과의 호환성을 위하여 사용하지 않는 채널로 남겨두며, 데이터를 삽입 및 추출할 수 있는 단자로 제공함으로써 필요한 경우 데이터 채널로도 할당할 수 있다.

1.2 교환원리

1.2.1 디지털 교환원리

디지털 교환기의 동작원리는 반도체 스위치 소자가 가지는 초당 수백만 이상의 아주 빠른 동작속도를 이용한다. 발,착신자가 통화하는 동안 실제적으로 물리적 연속성을 갖는 아날로그 교환기와는 달리 디지털 교환기는 물리적 연속성(통신선로를 말하는 것이 아니고 교환기 내부의 스위치 네트웍을 말함)을 갖지 않고 아주 짧은 간격의 일정 주기 마다 짧은 시간동안 유지되는 가상회선을 이용한다. 쉽게 설명하자면 전지와 전구 사이에 스위치를 연결하고 아주 빠른 속도로 스위치를 on/off 하게 되면 인간이 느끼기에는 항상 전구에 불이 켜져 있는 것처럼 보이는 것과 같은 이치로 인간의 음성도 송화기(마이크)와 통신선로와 수화기(스피커)를 거쳐 상대방의 귀에 전달되는 과정에서 통신선로 상에 스위치를 빠른 속도로 on/off 하게 되면 끊어짐이 없는 자연스런 음성이 들린다.

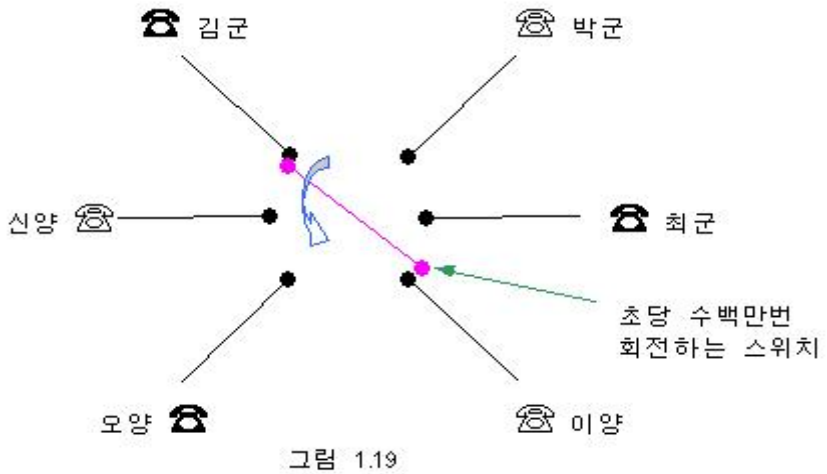
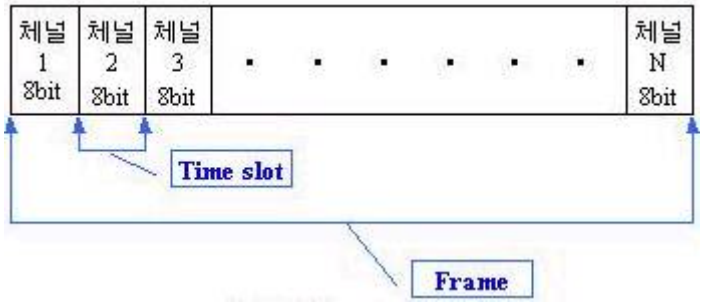


그림 1.19

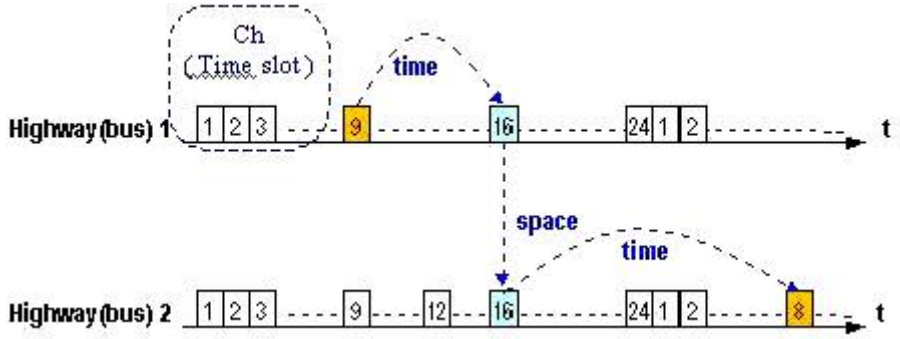
(그림 1.13)

위의 그림에서 6명이 모두 통화를 하려고 할 경우 핑크 색의 사랑의 막대기(스위치)가 J.K Han과 H.K Hong의 전화선에만 붙어 있게 되면 나머지 4명은 통화를 하지 못하게 된다.그러나 핑크색 막대기(스위치)가 초당 수 백만번의 속도로 회전하면서 세 쌍의 전화선을 연결하게 되면 실제적으로는 하나의 핑크색 막대기(스위치)이지만 인간이 느끼기에는 마치 3개의 핑크색 막대기(스위치)가 서로의 짝을 연결시켜 주어서 세쌍 6명 모두가 통화가 되는 것 처럼 된다. 이것이 바로 디지털 교환의 원리이다. 이제 디지털교환의 원리가 약간 이해가 되었으면 하위레벨의 전문용어를 사용하면서 디지털 교환의 원리를 알아보자. 디지털 교환에 사용되는 PCM, TDM 등의 디지털기술은 원래는 전송분야에서 먼저 사용 되었으며 디지털화 된 전송신호를 아날로그 신호로 변환하여 교환동작을 하고 다시 디지털 신호로 변환하여 전송시스템에 보내는 비효율성을 없애기 위하여 차츰 교환기들도 디지털화 되었다. 오늘날에는 시외,시내 교환기는 말할 필요 없고 PBX도 돌 던지면 맞는 것이 디지털교환 방식의 PBX(PABX.DPBX,EPBX) 들이다. 교환기를 알려고 하는 우리가 필히 알아야 될 디지털 교환의 요소는 PCM과 Time Switch이다. PCM이란 아날로그 신호(음성)를 잘게 쪼개어 0.1의 이산신호(디지털신호)로 변환하는 것이며 Time Switch란 디지털 교환기에서 실질적인 교환동작이 이루어지는 부분을 말한다. PCM은 2장에서 좀더 자세히 다루고 있으므로 2장을 참조하기 바라며 Time Switch는 본장 의 앞부분에서 좀 다루었지만 좀더 자세히 살펴보기로 하자. Time Switch(시간 스위치)를 이용하여 교환동작을 하기 위하여 필수적인 것이 PCM이다. PCM시스템의 기본적인 구성부분 중에 A/D 변환기(아날로그 신호인 음성신호를 디지털 신호로 변환)는 표본화 된 신호를 진폭에 따라 8bit로 부호화 한다. 부호화된 8bit신호는 Time slot이라는 아주 짧은 시간동안 상대방에게 전송(교환)된다. 음성정보의 전송을 위한 주파수 대역폭은 ITU-T에 의해 표준화된 규격이 300~3400㎐이기 때문에 표본환 주파수는 6.8㎑이지만 실제 PCM 시스템의 여파기 설계에 어려움 때문에 어느 정도 여유를 두어 8㎑로 표본화 한다. 6.8㎑의 표본화 주파수(속도)를 나이퀘스트 속도(Nyquist rate)라고 하며 이것보다 표본화 하는 속도가 낮게 되면 주파수 스펙트럼이 겹쳐져 foldover (arising)왜곡이 일어나게 된다. N개의 입력신호(N개의 음성신호)를 모두 한번씩 표본화 하는데 걸리는 프레임이라고 한다.



(그림 1.14)

위 그림 1.14 은 N 개의 채널(ch)로 구성된 프레임을 나타내고 있다. 하나의 채널(8bit)이 차지하는 시간영역(시간구간)을 타임슬롯(Timeslot) 이라 한다. 다중화 비율이 높을수록 1 개의 채널이 차지하는 타임슬롯은 짧아지고 이에 따라 더욱 빠른 속도의 교환동작을 구사할 수 있다.디지털 교환방식에서는 시간교환(Time Switching) 외에 공간교환(Space Switching)이 있는데 담당하는 역할은 다른 타임스위치에 각각 들어있는 발&착신자의 동일한 타임슬롯(동일한 시간구간) 동안을 연결 시켜준다. 타임스위치방식은 기억장치에 8bit 로 부호화된 정보를 기록하고 일정 시간 지연시킨 후에 출력시키는 기능을 가지고 있다. 시간 지연이 가능한 것 때문에 2 개의 highway(버스-시분할 다중화된 많은 채널을 전달하는 회선)를 경유하는 가입자 상호간의 호를 구성할 경우 제어부가 비어있는 타임슬롯을 선택하는 데 융통성을 제공한다.



(그림 1.15) T.S.T Switching 관련

그림 1.15 은 시간스위치와 공간스위치의 관계를 간단히 나타낸 것으로 24 채널 시스템에서 Highway(bus) 1 의 채널(ch) 9 를 타고 있는 가입자가 Highway(bus) 2 의 채널 8 을 타고 는 가입자와 어떻게 연결되는가를 간단히 나타내고 있다. Highway(bus) 1 의 채널 9 를 타는 가입자가 Highway(bus) 2 의 채널 8 을 타는 가입자와 연결되기 위해서는 두개의 Highway (bus)에서 동일하게 비어있는 타임슬롯을 이용한다. 우선 두 Highway(bus) 에서 동일하게 비어있는 타임슬롯을 찾고 버스 1 의 채널 9 의 정보를 '7' 타임슬롯 동안 지연시켜 채널 16 으로 넘기고 채널 16 으로 넘어온 정보는 space switching 에 의해 버스 2 의 채널 16 으로 타임슬롯 16 동안 정보를 넘긴다. 버스 1 의 채널 16 에서 버스 2 의 채널 16 으로 넘어온 정보는 타임슬롯 16 동안 지연시켜 채널 8 로 넘겨서 양가입자를 통화 시킨다. 위와 같은 방식에서는 동일한 타임슬롯이 동시에 비어있는 것이 동시에 검출되어야 하므로 호구성을 하는데 한성이 있으며 또한 블록킹도 일어날 가능성이 있다. 우리가 PBX 를 운용하면서 선로상에서 아무 이상이 없음에도 불구하고 혼선이 발생되는 것을 보았을 것이다. 동시에 비어있는 타임슬롯 검출을 제대로 하지 못 하였을 경우 이러한 현상이 발생하는데 위의 과정에서 버스 2 의 채널 16 을 이미 다른 곳에서 사용 하고 있는데도 불구하고 버스 1 의 채널 16 에 들어있는 정보를 버스 2 의 16 으로 넘기는 등의 이유 때문이다.

T.S.T Switching 방식의 이러한 문제점을 보완한 방식으로 .S.T.S Switching 방식이 있는 데 이것은 버스 1 과 버스 2 사이에 버퍼타임슬롯을 추가 시켜 교환하는 것으로 T.S.T Switching 방식에 비하여 융통성이 뛰어난 방식이다. 일반적으로 공간스위치는 AND GATE 로 만들어지고 타임스위치는 RAM 으로 만들어져 있다. 타임스위치의 용량은 8bit 신호를 병렬로 교환할 경우 (125 ㎲ ÷(2 ×RAM Cycle time)어로 계산되는데 용량에 직접적으로 영향을 미치는 것이 바로 RAM Cycle time 이다.
요즘의 대부분 PBX 들은 16bit 신호를 병렬로 교환하며 스위치 용량은 2048 회선이 주류를 이루고 있다.