

1.1.3 통화로 부 구성

통화로 부는 실제로 교환동작이 이루어지는 부분으로 크게 스위치부와 회선 정합부로 나눌 수 있다.

가) 스위치부:

스위치(Switch)는 전화 호출자와 전화 피호출자, 전화 호출자와 중계선, 중계선과 중계선을 연결하여 통화로를 구성하는 실제의 교환동작을 담당하는 부분으로 초창기 수동식 교환기에서는 리드선(플러그가 달린)이 사용되었다.

리드선 연결방식은 어떻게 보면 스위치부라고할 수 없을 만큼 원시적인 형태로서 제어부에 해당하는 교환원의 좌석앞쪽에 잭 패널이 있고 이 잭 패널에는 해당지역의 모든 전화가입자 회선이 연결되어 있어서 교환원이 직접 손으로 통화하기를 원하는 두 가입자를 리드선으로 연결해주는 방식이었다. 이후 교환원이 필요 없는 형태의 기계식 교환기에서는 **step-by-step 방식**과 **cross bar 식**의 사용되었다. step-by-step 방식은 전화기에서 다이얼 번호의 횃수만큼 릴레이가 동작하여 스위치를 하나씩 연결시켜 서로 통화를 원하는 두 가입자를 연결 시켜주는 방식이었고 cross bar 방식은 스위치를 연결하기 위한 제어장치를 별도로 구성하여 각 회선이 공통으로 사용하는 방식이었다. 한가지 우스운 것은 기계식 교환기가 발명된 이유인데 장의사를 경영하고 있던 A.B. Strowger 라는 사람이 친한 친구의 사망 소식을 이미 장례를 치른 후에야 알게 되었다. 그 이유는 그 지역 교환원이 스트로우저에게는 연락을 안해주고, 경쟁관계에 있는 다른 장의사에게만 연락을 해주었기 때문이었다. 이에 분노한 스트로우저는 교환원의 개입이 불가능한 교환기, 즉 자동교환기를 만들어 내겠다는 결심을 하고, 연구와 실패를 거듭한 끝에 만들어 낸 것이 바로 최초의 자동식 교환기, **ST 교환기**라고 한다.. 현대의 전전자식 교환기들은 PCM 시분할 방식이 사용되고 있다. 이방식은 두 통화자 사이의 아날로그 형태의 음성신호를 PCM 등으로 부호화된 디지털 정보를 교환하여 이용한다. 두 통화자 사이의 부호화(디지털화)된 음성정보는 다중화된 데이터 열상에서 임의의 두 타임슬롯(time slot)을 점유하게 되고 전전자식 교환기의 스위치부는 이 두개의 타임슬롯을 상호 교환해 줌으로써 통화가 이루어 지도록 한다.

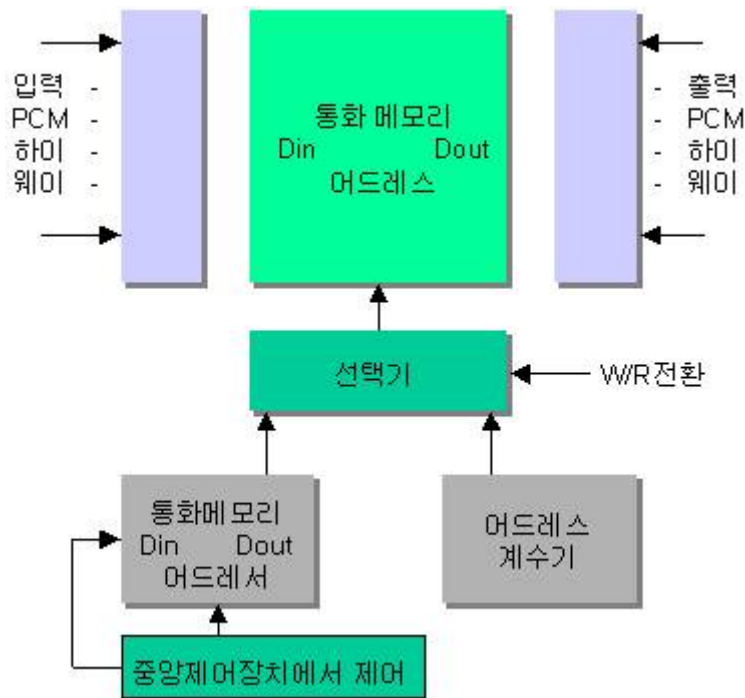
전자식 교환기의 스위치부에 있어서 중요한 두 가지는 주로 메모리에 의해 구성된 시간 스위치(time switch)와 논리회로에 의해 구성된 공간 스위치이다.

나) 시간 스위치:

디지털 교환기에 사용되는 시간 스위치는 다중화된 시분할 PCM 하이웨이 상의 타임슬롯 (TS)을 서로 교환함으로써 회선교환 동작을 수행한다. 즉 TS0 을 할당 받은 가입자 A와 TS1 을 할당 받은 가입자 B 사이의 통화는 TS0 에 있는 음성데이터를 TS1 에 옮기고 TS1 의 음성데이터는 TS0 로 옮겨 지면서 이루어 지는 것이다. 또한 PCM 하이웨이는 다수가 있으므로 서로 다른 하이웨이 상에 있는 TS 간에도 상호교환이 이루어져야 한다. 그런데 시간 스위치가 주로 메모리로 구성된 이유는 무엇인가? 그 이유는 다음과 같다. TS0 에 있는 음성데이터를 TS1 에 옮긴다고 하는 것은 TS에서 위치를 바꾸는 것이므로 지나버린 TS로의 이동은 불가능하다. 따라서 TS0 에서 TS1 으로 옮겨져야 할 음성정보가 옮겨지지 못하고 TS1 을 놓쳐 을 경우는 음성정보가 시간적 지연을

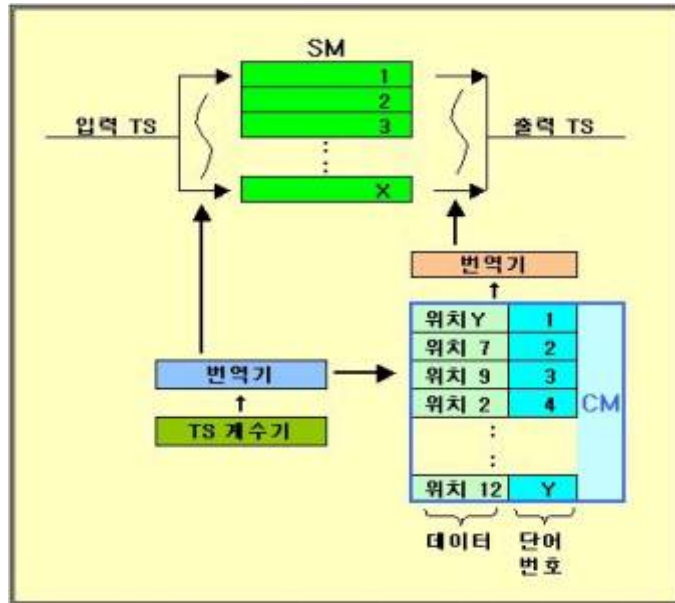
갖게 되거나 음성정보를 유실하는 경우가 생긴다.

바로 이러한 문제점 때문에 메모리를 이용하여 PCM 하이웨이로 연속적으로 들어오는 데이터 열을 연속적으로 메모리에 쓰고 읽어서 옮기고자 하는 TS에 보냄으로써 원할 한 상호교환을 수행하게 한다. 이러한 시간 스위치는 메모리의 주소용량과 동작속도에 따라 용량이 결정된다. 좀더 자세히 시간 스위치에 대해서 살펴보면 제어 메모리(CM : Control Memory)와 하이웨이에서 들어오는 PCM 채널을 기록할 수 있는 '8bit*N' 채널의 통화 메모리(SM : Speech Memory)로 구성되어 있는데 SM 은 데이터가 쓰여지는 시간과 읽혀지는 시간이 틀리다. 때문에 TS의 상호교환이 이루어진다.



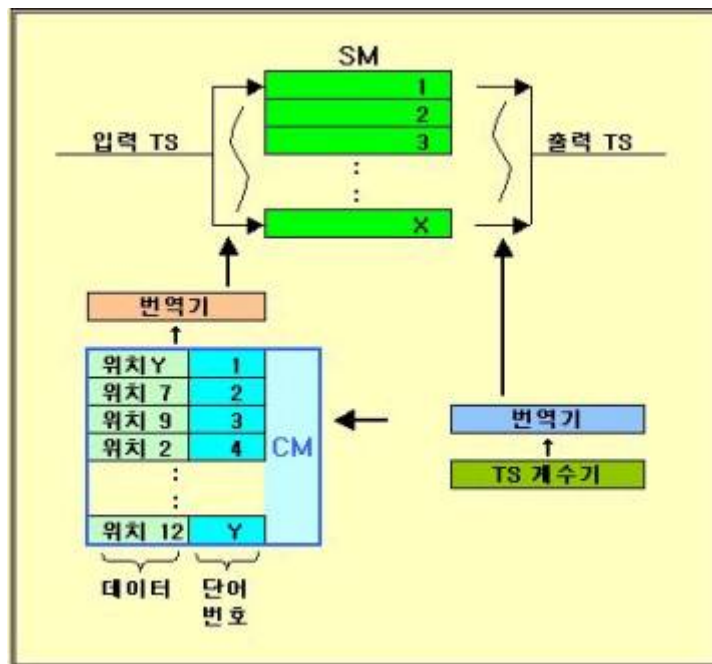
(그림 1.4) Time Switch 구조

일반적으로 시간 스위치는 SWRR(Sequential Write Random)방식과 RWSR(Random Write Sequential)방식이 사용되고 있다. SWRR 방식은 입력 TS 상의 데이터를 TS 계수기의 제어에 따라 SM에 순차적으로 저장시키고, CM의 제어에 의해 SM에 저장된 데이터를 임의의 출력 TS으로 출력 시킨다. 즉 입력 TS가 순서 1.2.3...X에 따라 메모리에 단어별로 저장되도록하는 것은 CM을 이용하고 TS 계수기는 TS의 1의 데이터를 메모리의 1번지에, TS의 2의 데이터를 2번지에, TS의 X의 데이터를 X번지에 각각 순차적으로 저장한다. 이때 CM에 지정된 주소가 SM의 읽기 주소가 되며, 이들 정보는 호 처리 소프트웨어에 의해 제공된다.



(그림 1.5) SWRR의 원리

RWSR은 입력 TS 상의 데이터를 CM의 제어에 따라 임의의 SM에 저장시키고 TS 계수기의 제어에 의해 SM에 저장된 데이터를 순차적으로 출력 TS로 출력시킨다. 이 방식은 CM에 지정되는 주소가 SM의 쓰기 주소가 된다.



(그림 1.6) RWSR의 원리

SWRR 과 RWSR 방식 외에도 RWRR(Random Write Random Read)방식이라고 하는 다소 복잡한 시스템에서 사용되는 것이 있는데 입력 TS 가 버퍼 메모리에 임의적으로 쓰여지고 또한 출력 TS 도 버퍼 메모리에서 임의적으로 읽혀지는 것으로 하드웨어의 복잡성에 비하여 융통성 면에서는 별 이점이 없다. 시간 스위치의 용량이 증가하기 위해서는 교환기의 기본 Clock 의 주파수가 높아야 하고 메모리의 액세스 시간이 빨라야 한다. N개의 ts 를 갖는 시간 스위치는 'N×N' 스위치와 같으며, 표본화 된 1 개의 음성채널의 디지털 신호가 8bit 부호화 되었을 때 N은 " $N=(TP/8Atc)$ "로 나타낸다.

N: 다중화된 채널(TS 의 수)

T: 음성신호의 표준화 주기(8khz 표본화 경우 $T=125 \mu s$)

P: 동시에 교환 되어지는 병렬 bit 수, $P \leq 8$

A: 1TS 교환시 평균 액세스 횟수

tc: SM 의 동작주기

" $N=(TP/8Atc)$ "의 식에서 보면 TS 의 수 'N'을 높이기 위해서는 'P'를 크게 하거나 아니면 'A'또는 'tc'를 작게 해야한다. 이렇게 하기 위한 방법이 몇 가지가 중 기본적을 숙지 해야 될 3가지는 다음과 같다.

첫째. 각 음성채널이 8bit 직렬로 배열되어 복수의 채널로 중화되므로 이 음성채널 8bit 를 하이웨이 상에서 병렬로 나열하고 SM 도 병렬화 하여 8 개의 하이웨이를 시에 교환 처리하면 동일한 시간조건에서 8 배의 채널교환 처리를 할 수 있다.

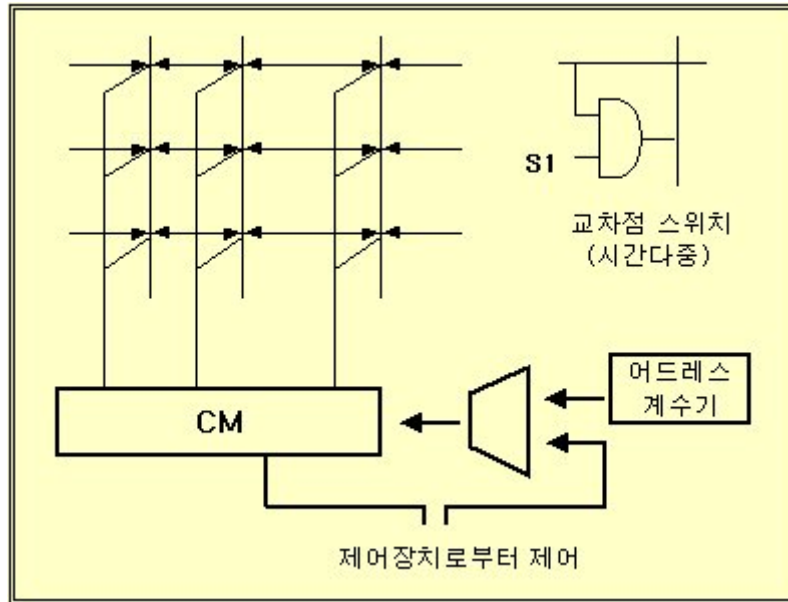
둘째. SM 에서 교환을 위하여 각 TS 에 대하여 Write/Read 하여 보내는 것을 한번씩 번갈아 하면 1TS 가 교환되는데 2 번의 SM 액세스가 필요하다. 그러나 'Write'와 'Read' 중에 하나가 순차적인 것을 감안하여 임의의 액세스 시에는 1TS 씩 액세스하고 순차적 액세스 시에는 복수의 TS 를 동시에 Write 하거나 Read 하면 SM 에 대한 평균 액세스 횟수를 감소시킬 수 있다.

셋째. 메모리의 속도를 고속화 시켜 용량증대를 할 수 있다. 그러나 메모리라고 하는 것은 도가 빠르면 집적도가 낮아지고 소비전력이 많아지므로 고속성, 집적도, 소비전력 등을 고려 하여 선택하여야 한다.

다) 공간 스위치:

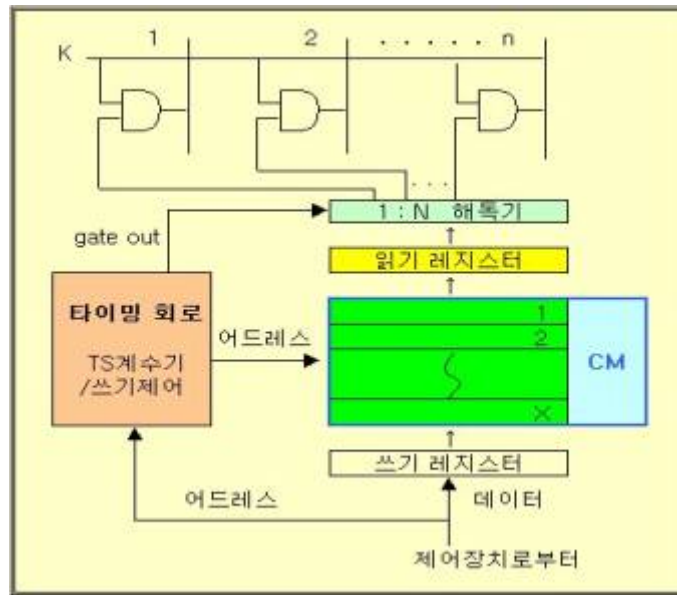
Time Switch 를 이용한 입력 TS 와 출력 TS 사이의 TS 변환기능은 모든 TS 에 대한 완전한 교환동작을 가능하게 한다. 그러나 시간스위치만으로는 대용량의 통화로를 구성할 수 없다. M 가입자를 단일 TS 교환 단으로 처리한다면 적절한 속도로 동작하는 M 개의 워드로 구성된 메모리가 필요하다. 예를 들자면 128TS 교환기는 표본화 주파수가 8Khz 인 경우 " $125 \mu s / 128 = 976 ns$ "마다 메모리에 'W/R' 할 수 있어야 한다. 그러나 시간 스위치의 용량은 메모리의 동작속도 등에 의하여 제약이 따르므로 무한정 크게 할 수 없다. 때문에 대용량의 통화로를 구성하기 위해서는 여러 개의 시간 스위치가 필요하고 이들 사이의 TS 변환을 위해서는 공간 스위치가 필요하다. 공간 스위치는 여러개의 TS 교환 균을 논리 게이트로 상호 접속시킴으로써 한 데이터 내의 TS 으로 변환 시켜주는

것이다. 이것을 다른 말로 표현하면 공간 array 를 이용한 **시간공유(time shared) 공간분할 교환** 또는 **시간다중(time multiplexed)공간분할 교환** 이라고 한다. 여기서 공간 어레이는 계전기접점을 이용한 어레이와 비슷하나 고속으로 동작하는 논리 게이트를 사용하는 것이 다른 점이다.



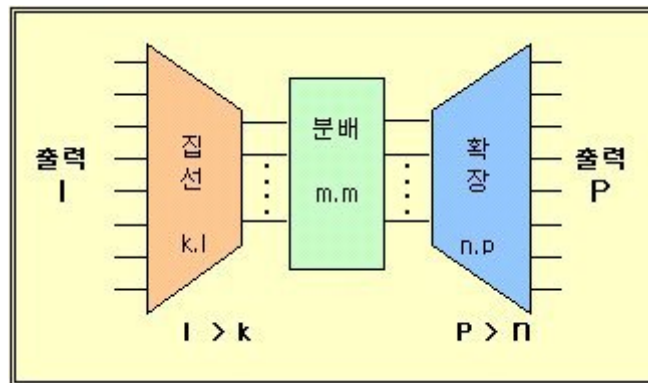
(그림 1.7) 공간 스위치 구조

위 그림에서 보이듯이 공간 스위치 어레이는 열의 입력측과 행의 출력측으로 구성되며 열과 행이 교차하는 교차점(cross point)에 논리 게이트가 사용된다. 따라서 임의의 주어진 TS 기간 중에 해당 논리 게이트를 활성화 시킴으로써 적절한 접속이 이루어져 정보가 입력 측에서 출력측으로 전달된다. 예를 들자면 K 개의 상이한 PCM 단어를 갖는 직렬입력 데이터 열의 TS 은 적절한 게이트를 활성화 시킴으로써 원하는 행으로 교환이 이루어지는 것이다. 나머지 열의 입력도 해당 게이트를 적절히 활성화 시킴으로써 행상의 출력으로 교환될 수 있다. 또한 그 다음의 TS에서는 바로 전과는 완전히 다른 경로를 구상할 수 있다. 여기서 각 열과 행의 TS는 각각 동일한 기간에 발생되므로 어레이 상에서는 TS 변환이 이루어지지 않는다. 원하는 TS에서 게이트를 활성화 시키기 위한 정보를 갖고 있는 CM이 필요한 것은 TS 변환에서와 같다.



(그림 1.8) 공간 스위치 제어구조

* **집 선**:집선 이란 스위치 네트워크에서 입구(inlet) 수에 비하여 출구(outlet)를 적게 하는 것이다. 입력 I개가 출력 K개보다 많은 " $I > K$ "가 되어야 한다. 스위치 망을 구성하는 일반적인 교환망은 집선(concentration), 분배 및 확장 기능으로 이루어져 있다. 교환망의 입력측에는 집선 기능, 중앙에는 분배기능,출력측에는 확장기능이 각각 구현되어 있다.



(그림 1.9) 시분할 교환망의 기능구조

교환기에 수용되는 가입자의 발신 호 및 착신 호량이 가입자마다 다르다. 집선은 가입자마다 다른 발신 호와 착신호량에 상관없이 일정한 서비스를 제공하며 가입자마다 스위치 네트워크 입구를 할당하지 않고 다수의 가입자가 스위치 네트워크를 공유하도록 해준다. 따라서 스위치 네트워크 구성의 비용용량을 경제적으로 최적화 할 수 있다.

- * **분 배**: 분배는 입력과 출력이 똑같다. 시간 스위치와 공간 스위치가 분배에 해당한다.
- * **확 장**: 확장기능은 스위치 네트워크에서 입구 수보다 출구 수를 많게 하는 것이며 입력 n 개보다 출력 p 개가 많은 "P >n"이 되어야 한다.
- * **회선정합부**: 회선정합 부는 전화단말과 연결된 전송로 또는 타교환기와 연결된 전송로와 통화로 부를 연결해주는 것으로서 실제 교환기 하드웨어중 가장 많은 부분을 차지하고 가격도 많은 비중을 차지한다. 회선정합부의 구성은 가입자선 정합장치와 가입자선 집선 장치에 의해 구성된다.
- * **가입자 정합회로**: 전화단말과 연결되고 디지털 통화로의 전단에 배치되어 **BORSCHT** 기능을 담당하는 것을 가입자 정합회로'라고 한다. 가입자 정합회로의 기능인 BORSCHT 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- B**: Battery feeding to the subset microphone(통화전류 공급)
- O**: Over voltage protection(과전압으로부터의 교환기 보호)
- R**: Ringing signal generation for the subset bell(호출신호 공급)
- S**: Supervision of the subscriber loop(가입자의 hook/off 감시)
- C**: Coding & decoding(아날로그와 디지털 음성신호의 상호변환)
- H**: Hybrid(2선-4선 전송방식 상호변환)
- T**: Test access to the subscriber loop(시험장치 연결)

이중에서 구시대 유물로 전락해버린 아날로그 교환기에는 C,H기능이 없는 것이며 현재의 디지털교환기에서는 모두가 사용된다.