

광대역 ISDN을 위한 CCITT의 NNI 표준

李 秉 基

(서울대학교 전자공학과 교수)

■ 차 례 ■

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. 서 론 | 나. SONET |
| 2. BISDN NNI 표준안의 개요 | 5. ISDN NNI 표준안의 내용 |
| 가. 구 성 | 가. Format 의 매핑과 다중화 |
| 나. 접속 적용점 | (1) Format 의 매핑 |
| 다. 기본 용어 해설 | (2) STM-N의 다중화 |
| 라. 동기식 다중화 구조 | 나. 포인터(Pointer) |
| 마. 프레임 구성 | 다. 구간 및 경로 오버헤드 |
| 바. 오버헤드 구성 | (1) 구간 오버헤드 |
| 3. BISDN NNI 표준안의 특성 | (2) 경로 오버헤드 |
| 4. BISDN NNI 표준화의 배경 | 라. Tributary 매핑 |
| 가. Metrobus | 6. 결 론 |

1] 서 론

지난 2월 CCITT(International Consultative Committee of Telegraph and Telephone)는 SG XVIII(Study Group 18)의 서울 회의를 통해서, 광대역 ISDN(Broadband Integrated Services Digital Network : BISDN)에 관한 두가지 종류의 표준안 초안을 마련한 바 있다. 하나는 WP 7(Working Party 7)이 작성한 BISDN을 위한 NNI(Network-Node Interface) 표준초안 G70X, Y, Z이고 또 하나는 BBTG(Broadband Task Group)가 작성한 ISDN의 광대역 측면을 기초한 I. 121이다. 표준

안 G70X, Y, Z는 STM(Synchronous Transfer Mode)에 입각한 NNI의 접속 표준안이고, 문서 I. 121은 ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 바탕으로 UNI(User- Network Interface)를 조명해본 문서이다. G70X, Y, Z는 NNI를 위한 기본 골격을 형성하고 있으나, I.121은 아직 발아의 단계에 머무르고 있다.

본고에서는 BISDN의 NNI 표준안에 관한 내용과 그 표준화 배경을 설명하고자 한다. 본고의 순서로는, 먼저 BISDN NNI 표준안의 개괄적인 내용을 검토하고, 이 표준안이 종래의 접속표준과 비할때 갖는 특징을 고찰한 후 이러한 특성을 갖춘 표준안이 존재할 수 있게된 배

경을 살펴보고, 끝으로 이 표준안의 내용을 좀 더 구체적으로 설명하도록 하겠다.

본고의 기술에 있어서 새로운 용어가 많이 나타나고 있는바, 가급적이면 CCITT Red Book의 한글 번역본에 수록된 한글 용어를 따르도록 하고, 아직 자연스러운 한글 용어가 규정되지 않은 경우에 대해서는 무리한 번역을 피하고 원어를 그대로 살려 쓰도록 하겠다.

는 NNI를 위한 예비단계에서 동기식 디지털 계층(Synchronous Digital Hierarchy)을 규정하며 155.520Mbps를 제 1 계층으로 할 것과, 차상의 계층은 155.520Mbps의 정수배로 할 것을 권고하고 있다. G70Y와 G70Z는 각각 동기식 디지털 계층에 의한 NNI의 거시적인 묘사와 동기식 다중화(Synchronous Multiplexing) 구조에 관한 내용을 규정하고 있다.

[2] BISDN NNI 표준안의 개요

가. 구성

광대역 ISDN을 위한 CCITT의 표준안은 G70X, G70Y 및 G70Z로 구성된다. 이중 G70X

나. 접속 적용점

본 표준안은 전송선로 종단장치(LTE : Line Terminating Equipments) 사이에 적용되는 접속 표준으로서, 이를 도시하면(그림 1)과 같다. 이때 전송선로는 광섬유등의 유선과 디지털 라디오등의 무선선을 통칭한다. NNI와 Tributary

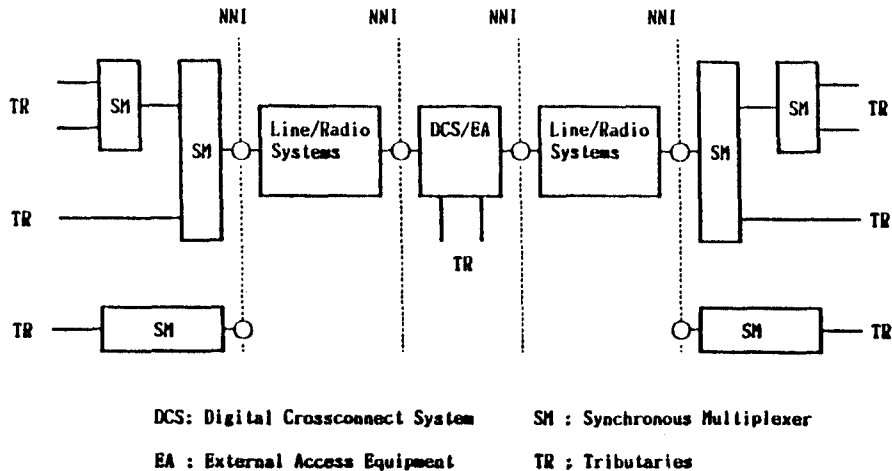


그림 1 NNI의 적용점.

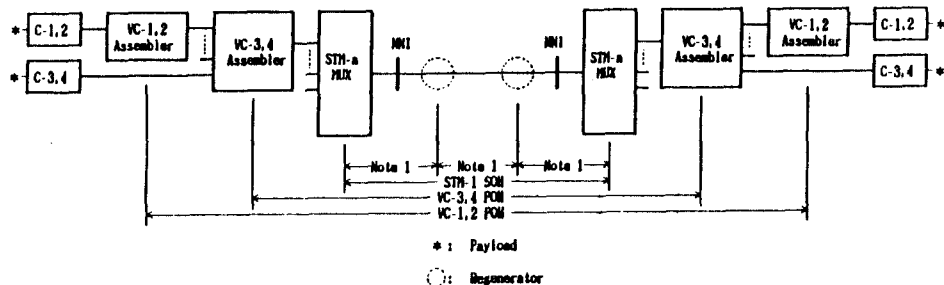


그림 2 시스템 전반적인 다중화 과정.

를 잇는 다중화 과정은 (그림 2)에 도시되어 있다. 그림에 표시된 용어 및 기타 용어들에 관한 해설은 다음과 같다.

다. 기본 용어 해설

- Tributary : DS - 1, DS - 2, DS - 3, DS - 4 등의 기본 디지털 전송신호, 보조신호라고 부르기도 한다.
- Payload : 사용자의 정보신호, 광의로는 전송선로를 통해서 전송하고자 목적하는 바의신호.
- Overhead : (OH : 오버헤드) : Payload의 전송을 위해서 부가적으로 필요한 신호. 이것은 전송선 및 서비스의 관리, 유지, 보수등의 기능을 위해서 사용된다. OH는 경로(Path)간을 위한 POH와 구간(Section)간을 위한 SOH가 있다.
- Section Overhead(SOH : 구간오버헤드) : 구간(Section)은 LTE와 재생기(Regenerator)간, 재생기와 재생기, 또는 LTE와 LTE 간을 일컫는 것으로, 구간내의 송수신을 위해서 사용되는 오버헤드를 SOH라 한다.
- Path Overhead(POH : 경로오버헤드) : 경로(Path)는 해당신호의 끝과 끝사이(End-to-End)를 일컫는 것으로, 이로부터 VC-n (n = 1, 2, 3, 4)을 형성하기 위해서 삽입시키는 오버헤드를 VC-n POH라고 부른다.
- Container (C) : Tributary DS - 1, DS - 2, DS - 3, DS - 4 를 정위치 맞춤(Positive Justification, Positive Stuffing) 또는 정/영부 위치 맞춤(Positive/Zero/Negative Justification)을 통해서 동기화시키고 오버헤드를 넣어서 만든 기본단위의 상자. 각 디지털 계층번호를 덧붙여서 C - 1, C - 2, C - 3, C - 4 라고 기록한다. 각 디지털 계층이 북미 방식인가 유럽 방식인가를 구분하기 위하여 두번째 첨자를 표 - 1 과 같이 붙이기도 한다. 이러한 번호부여 방식은 여타의 명명에도 동일하게 적용된다.
- Virtual Container (VC) : Container에 오버헤드인 V5 를 삽입한 실제의 상자. C-n(n-

표 1 번호 부여 방식.

Tributary	북 미 식	유 럽 식
DS-1	11(1.544M)	12(2.048M)
DS-2	21(6.312M)	22(8.448M)
DS-3	32(44.736M)	31(34.368M)
DS-4	-	4(139.264M)

- 1, 2, 3, 4)에서 VC-n을 형성하도록 채워 넣은 오버헤드를 VC-n POH라고 부른다. VC-3, 4는 TUG-2로부터 직접 얻어질 수도 있다.
- Tributary Unit (TU) : VC에 해당 포인터를 덧붙여서 만든 신호단위. 신호계층에 따라서 TU-n(n=1, 2, 3)으로 명명한다.
- Pointer (PTR : 포인터) : TU나 AU 상에서 VC의 프레임이 시작되는 점을 표시하는 신호. TU-n(n=1, 2, 3)을 형성할때 소요되는 PTR을 TU-n PTR, AU-n(n=3, 4)을 형성할 때 소요되는 PTR을 AU-n PTR이라고 칭한다.
- Tributary Unit Group (TUG - 2) : TU - 1 넷을 교직다중화하여 얻은 그룹 신호.
- Administrative Unit (AU) : TU처럼 VC에 해당 포인터를 덧붙여서 만든 신호로서 STM - 1의 Payload를 구성하는 기본단위, 신호계층에 따라서 AU-n (n=3, 4)로 명명한다.
- STM-N(Synchronous Transfer Mode-N) : 동기식 디지털 계층. STM-1은 이의 기본단위이고, STM-N은 STM-1 N개를 바이트 교직다중화(BIM : Byte Interleaved Multiplexing)시켜서 얻는다. 이때 STM-1은 AU-3나 AU-4에 SOH를 덧붙여서 얻어진 것이다.

라. 동기식 다중화 구조

Tributary DS-1, 2, 3, 4 신호로부터 STM-N 신호를 얻기까지의 각가지 다중화과정 이(그림 3)에 도시되어 있다. 이중에서 DS-1

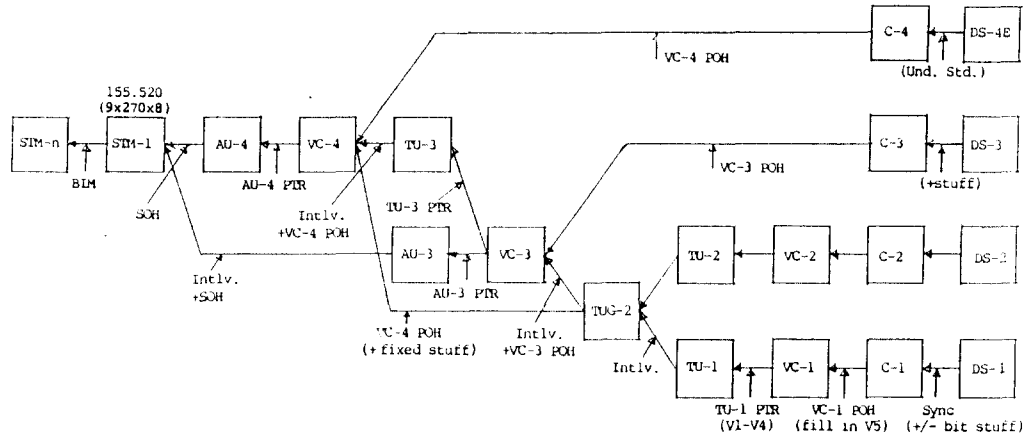


그림 3 동기식 다중화 구조.

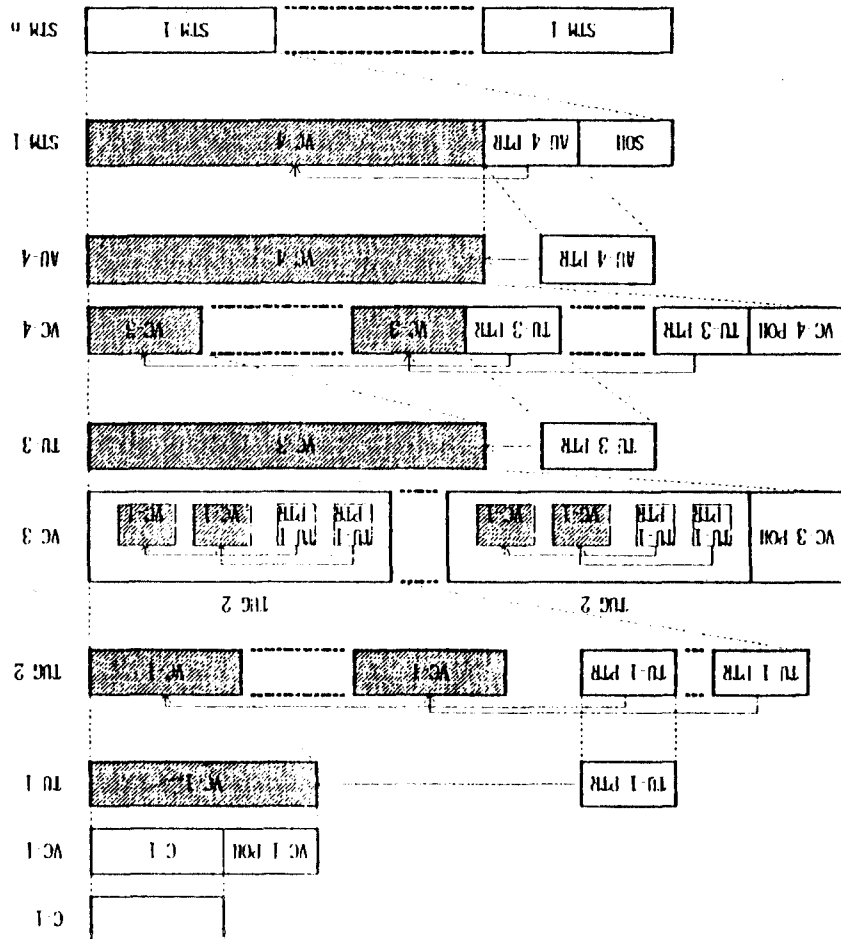


그림 4 다중화방법의 예.

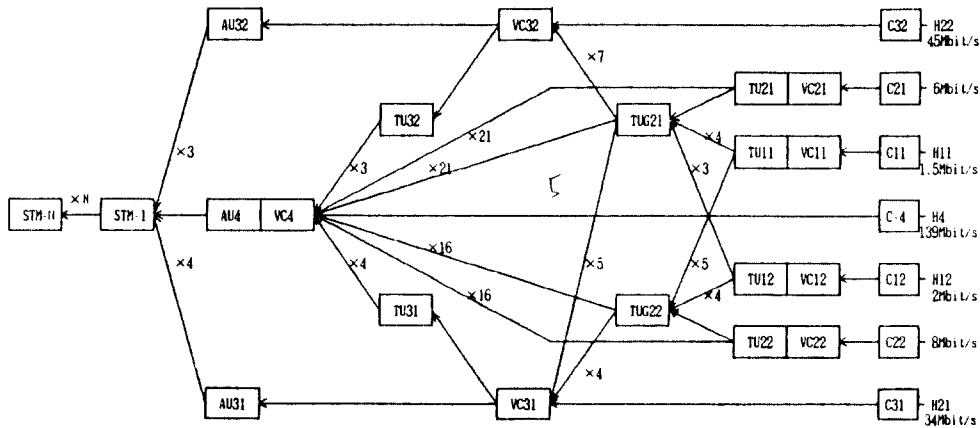


그림 5 일반화된 다중화 구조.

신호가 TU-1, TUG-2, TU-3을 거쳐서 STM-N 신호에 이르는 다중화 과정을 예로 살펴 보면 (그림 4)에 보인 것과 같다. 즉, DS-1으로 부터 C-1이 형성되면, 이에 VC-1 POH를 삽입하여 VC-1을 만들고, 이에 TU-1 PTR를 붙이면 TU-1 신호가 된다. TU-1 신호를 4개 합하여 놓은 것이 TUG-2 신호가 되는데, 이때 TU-1 PTR들은 별도로 다중화를 시켜야 한다. TUG-2를 몇개 다중화시키고 VC-3 POH를 삽입하면 VC-3 신호가 되고, 이에 TU-3 PTR를 붙이면 TU-3 신호가 된다. TU-3 PTR를 붙이면 앞서 TU-1에서 TUG-2를 형성했던 것과 같은 방법으로 TU-3 신호 몇개를 다중화시키고 VC-4 POH를 붙이면 VC-4 신호가 된다. VC-4 신호에 AU-4 PTR를 붙이면 AU-4 신호가 되고, 이에 SOH를 붙이면 STM-1 신호가 되며, 끝으로 이를 N개 BIM-N 신호가 얻어진다. (그림 3)의 다중화 구조를 복미식 및 유럽식 신호를 모두 고려하여 재구성시키면(그림 5)와 같은 일반화된 체계를 얻게 된다.

마. 프레임 구조

NNI 표준안의 프레임 구조는 9×270B 구조

이다. 즉 동기식 기본계층인 STM-1 신호는 125μsec시간 동안에 9×270B(바이트)로 구성되는 프레임을 가지며, 이것은 155.520Mbps (9×270×8×8 kbps)에 해당한다. 이중 9×9B 크기의 공간은 (그림 6)에 보인 것과 같이 SOH 및 AU PTR 용으로 할애되고 나머지 9×261B 크기가 STM-1 Payload 공간이 된다.

AU는 STM-1 Payload를 구성하는 AU-4 및 AU-3 (AU-31 및 AU-32) 프레임의 시작점을 표시해 준다. 단, AU-31의 경우나, AU-4가 VC-3를 경유해서 형성되는 경우에는 STM-1 Payload 공간중 일부가 AU PTR 용으로 사용된다. 이 관계가 (그림 7) 및 (그림 8)에 도시되어 있다.

바. 오버헤드 구성

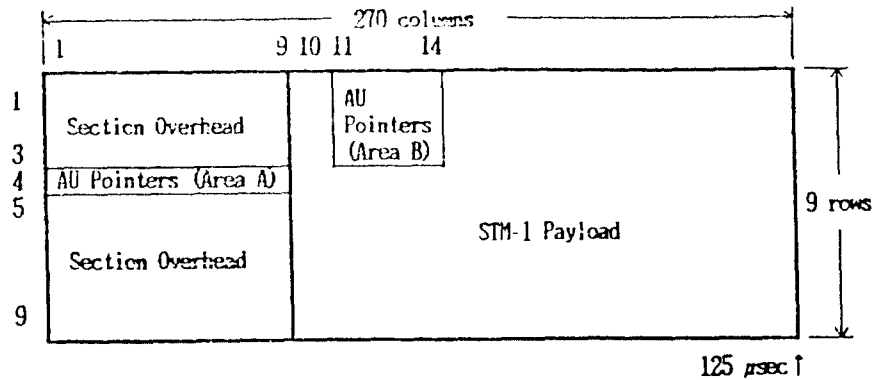
SOH, PTR 및 POH 구성을 살펴보면(그림 9)에 보인 것과 같다. SOH 중 A1, A2는 프레임 정렬부호, D1-D12는 데이터 통신채널, C1은 STM-1번호, E1, E2는 타합선(Orderwire), F1는 사용자 채널, B1, B2는 패리티 확인, K1, K2는 자동보호 절체(Automatic Protection Switching), Z1, Z2

는 여분의 목적을 위하여 각각 할당한다.

AU PTR 공간중 H1과 H2는 포인터로 할당되고 H3는 PTR 집행용으로 이용되어 부위치 맞춤의 경우 H3는 데이터용 공간이 된다.

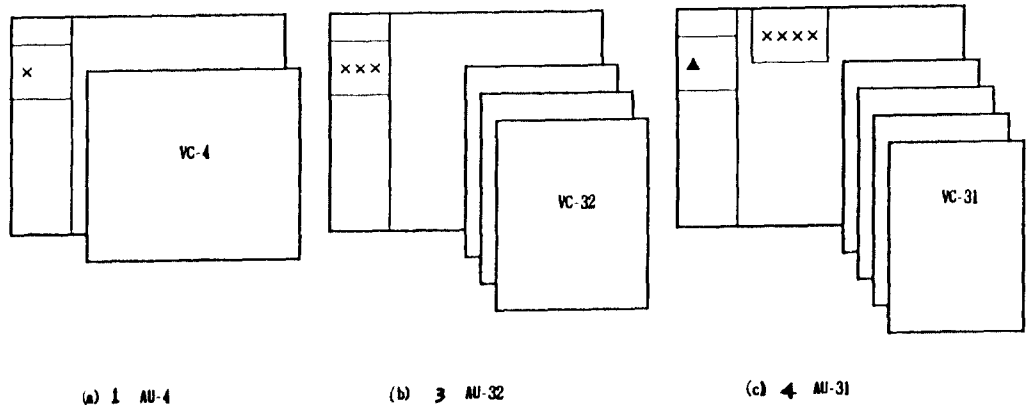
POH는 VC-3와 VC-4의 경우 9·261B STM-1 Payload 공간내에 9·1B의 형태

로 존재하고, 이들중 B3는 캐리비 확인, G1은 경로상태 확인, C2는 신호 번호(Signal Label), F2는 경로 사용자 채널, T1는 VC-n 경로 추적채널, Z3-Z5는 여분, H4는 다중 프레임(Multiframe) 표시기로 각각 할당된다.



AU	AU pointer 위치
31	Area A and B
32	Area A
4	Area A

그림 6 STM-1 프레임 구조

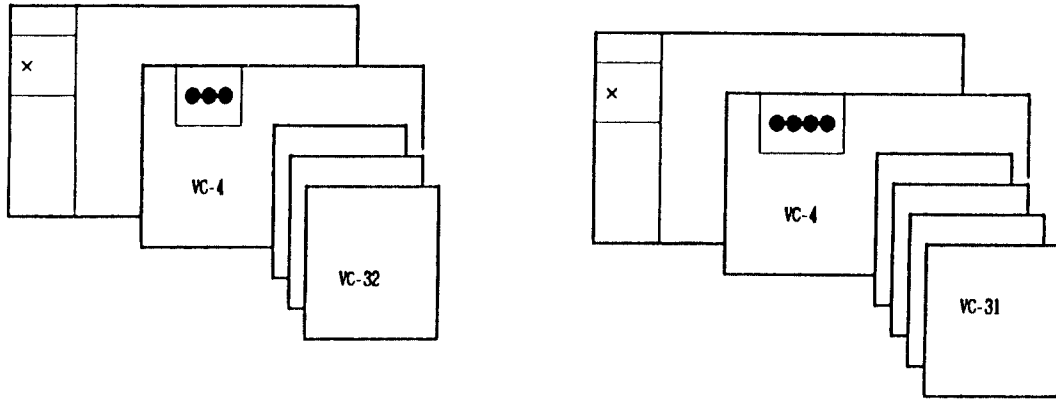


(a) 1 AU-4

(b) 3 AU-32

(c) 4 AU-31

그림 7 AU(AU-4, AU-32)를 통한 STM-1 매핑



(a) One AU-4 containing three TU-32s

(b) One AU-4 containing four TU-31s

x - AU Pointer
● - TU-3 Pointer

그림 8 AU-4 와 VC-3 를 통한 STM-1 매핑.

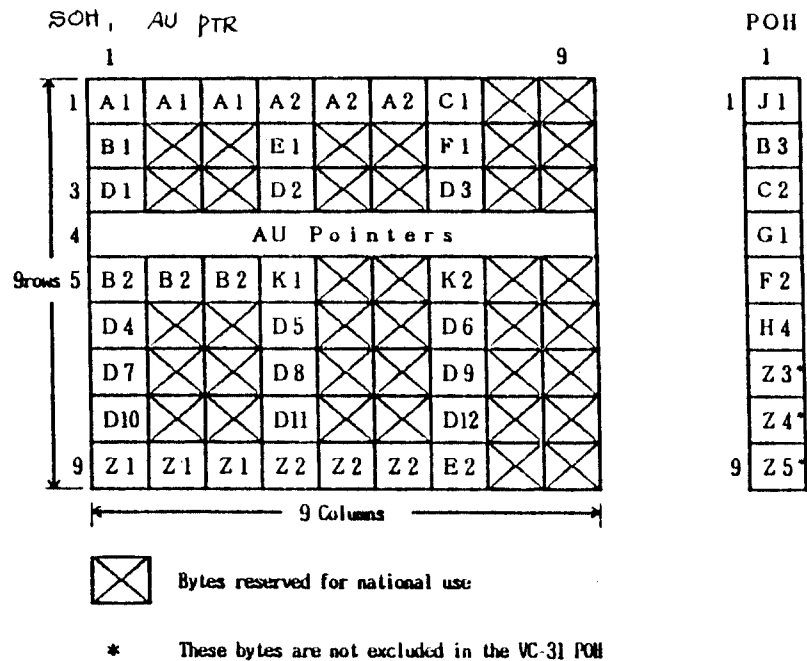


그림 9 SOH, AU PTR 과 POH

3] BISDN NNI 표준안의 특징

앞절에서 살펴본 BISDN NNI 표준안은 비동기식 다중화 방식에 바탕을 둔 기존의 신호 및 시스템에 비하여 많은 특징을 지니고 있다.

첫째 이 NNI 표준안은 프레임 구조를 125 μ s 단위로 구성시켰다는 점이다. 이점은 종래의 어느 신호 체계에서도 찾아볼 수 없는 것으로서, 상위 계층 신호에서 하위 계층 신호의 투명성을 유지하고자 한 것이다. 이것은 또한 신호의 처리를 바이트 단위로 하겠다는 것을 의미하며, 아울러 DS-0 신호의 가시성을 의미한다. 이에 수반하여 나타나는 현상으로는 Tributary DS-1, DS-2에서 C-1, C-2로 갈때 징/영/부 위치맞춤(Justification) 방식이 요구된다는 점이다. 실용중인 종래의 비동기식 디지털 계층에서는 통상 정위치맞춤 방식을 사용했으며, 대기 시간 지터(Waiting Time Jitter)를 최소화시킬 수 있도록 위치맞춤율(Stuffing Ratio)을 정할 수 있었다. 그러나 NNI 표준안으로는 징/영/부 위치맞춤 방법이 불가피하기 때문에 이로 비롯된 지터 처리 방법이 큰 관심거리가 된다.

둘째, NNI 구조의 설정에 있어서 계층화된 구조(Layered Structure)의 개념을 도입했다는 점이다. 즉 전송로를 구간(Section)과 경로(Path)로 구분하고, 경로는 다시 VC-1, 2 경로와 VC-3, 4 경로로 나눌 것이다. 이와 더불어 오버헤드도 SOH와 POH로, 이어서 POH는 VC-1, 2 POH와 VC-3, 4 POH로 나뉜다. 다음 절에서 소개될 SONET 표준의 경우, 구간은 다시 구간(재생기와 재생기, 또는 재생기와 LTE간)과 선로(LTE간)으로 세분되고, 이에 따라서 SOH로 다시 양분이 된다. 그 결과로 전반적인 계층이, 최하위 광계층(Photonic Layer)으로부터, 경로계층(Path Layer), 선로 계층(Line Layer)을 거쳐서 구간 계층(Section Layer)에 이르는 4개의 계층으로 구성되는 되는 것이다. 이것은 시스템 및 하드웨어의 구성에 있어서 그 개념이 체계화 된 것을

의미하며, 이는 그간 발달된 소프트웨어 분야의 계층화에 영향을 받은 것으로 간주된다.

셋째, BISDN NNI 표준안은 기존의 북미식 및 유럽식의 모든 디지털 계층 신호들을 총괄하고 있다는 점이 특징적이다. 이 관계는(그림 5)를 살펴보면 잘 알 수 있다. 예를 들어 유럽식의 제 1 차군 신호 DS-1 E 신호 DS-1 E 신호(2 Mbps)는 TU-12를 통해서 북미식의 TUG-21으로 다중화되고 되고, 다시 유럽식의 VC-31 신호로 다중화된 후 최종적으로 STM-1 신호로 다중화될 수 있음을 볼 수 있다.

이것은 DS 1E(유럽식)-DS 2(북미식)-DS3(북미식)-DS 4E(유럽식)을 잇는 혼성 계층(Hybrid Hierarchy)구조를 일반화한 종합적 계층 구조라고 할 수 있겠다. 비록(그림 5)를 구성하는 모든 조합이 실용성을 갖는 것은 아니겠지만, 이러한 가능성을 모두 규정하는 일은 세계적인 통신망 통합(Global Network Integration)을 위한 적극적인 포석이라 할 수 있겠다.

넷째, NNI 표준안은 오버헤드를 충분히 그리고 체계적으로 활용하고 있는 점이 특징이다. STM-1의 경우 구간오버헤드 SOH만 고려하더라도 9 \times 270B중 9 \times 9B를 할애하고 있어 오버헤드 비율이 3.3%에 달한다. 기존의 비동기식 디지털 계층의 경우, DS 4-E 신호의 경우가 1.0%인것을 감안하면, 이것은 대단히 높은 오버헤드 비율이다. 그위에 경로오버헤드 POH까지도 감안한다면, 실제 오버헤드 비율은 더욱 높아진다. 오버헤드의 기능 또한 체계적으로 정의되어 있어서 구간과 경로를 위한 기능과 포인터를 위한 기능이 구분되어 있으며, 그 내부의 기능 또한 제 2 절에서 살펴본 바와 같이 세분되어 있고, 미래의 성장을 위한 여분의 오버헤드까지도 충분히 담겨져 있다. 이러한 것은 모두 광통신과 같은 광대역 전송매체가 가져다 준 혜택으로서, 명실공히 현대 통신기술의 특징을 보여준다고 할 수 있겠다.

다섯째, BISDN NNI 표준안은 그 동기화 기법으로서 포인터(Pointer)를 사용하는 점이 특징이다. 즉, 시스템의 클럭과 수신신호의 클럭

산에 변위가 생기면, 이로 인한 데이터량의 차이가 한 바이트가 될때까지 기다린 후, 이를 해소시키는 방향으로 한 바이트를 늦추거나 앞당겨 놓고, 이 관계를 포인터에 의해서 표시해주는 것이다. 이것은 기존의 비동기식 다중화 방법에서 써오던 비트 스템핑(Bit Stuffing) 기법과 비교하면 바이트 스템핑(Byte Stuffing)에 해당한다고도 볼 수 있다. 그러나 포인터 기법을 사용하면 적은 Elastic Store를 갖고도 Plesiochronous 환경에 대처할 수 있는 장점이 있다. 이러한 기법 또한 그간 이뤄진 소프트웨어의 발전에 영향받은 바 크다고 할 수 있겠다.

여섯째, BISDN NNI의 특징으로 One-Step 다중화를 들 수 있겠다. 기존의 비동기식 디지털 계층은 DS-1, DS-2, DS-3, DS-4를 순차적으로 올라가는 점진적인 다중화 방식을 택했었다. 그러나 BISDN NNI 표준안에서는 (그림 3)에 도시된 것과 같이 DS-1 신호가 TUG-2를 거쳐서 곧바로 VC-4로 다중화 될 수가 있고, 또 VC-3 신호가 VC-4를 서치지 않고 직접 STM-1으로 다중화될 수도 있도록 하였다. 이것은 종래의 관점에서 볼 때 하나의 혁신적인 개념을 형성하는 것으로 중복된 다중화-역다중화로 비롯되는 비용을 크게 감소시켜 준다.

일곱째, BISDN NNI은 통신망(Network)의 개념에 입각하여 접속표준을 정한 점이 특징이다. 광통신 시스템과 같은 초기의 광대역 전송 시스템들은 모두 점대점(Point-to-Point) 장거리 전송 개념에 입각하여 설계되었기 때문에 Add/Drop이나 Dynamic Cross-Connect 등에 있어서 지극히 비능률적이었다. 그러나 이제는 수요와 경제성등의 측면에 있어서 광대역 통신은 망을 형성할 필요성이 생겼고 BISDN NNI 표준안은 이를 가능하게 해주고 있는 것이다. 앞서 언급한 One-Step 다중화를 기용한 것은 Add/Drop이나 Dynamic Cross-Connect가 Node마다 일어나는 통신망에 있어서 기본적으로 중요한 개념이 되는 것이다. 또한 오버헤드에 있어서도 구간간에 필요한 SOH와 경로의 끝사이에 필요한 POH를 구분함으로써, 통신망

에의 적용을 효율적으로 해주고 있으며, 망운용 관리를 위하여 필요한 다양한 오버헤드를 포함함으로써 이를 더욱 용이하게 해주고 있다.

여덟째, BISDN NNI 표준안에 대한 기본개념이 세계적 통신(Global Communication)이라는 특징을 내포하고 있다. 몇차례의 포인터를 이용하여 동기화를 시킨것은 Plesiochronous 경계를 넘어서 세계적 동기(Global Synchronization)를 이룰 수 있도록 해준다. 또한 북미식과 유럽식의 디지털 계층을 총괄하는 동기식 다중화 체계를 채용함으로써 세계적 통신을 가능하도록 해주고 있다. 이 위에 여분으로 남은 오버헤드를 활용하고, 통신망 개념에 입각한 다중화구조를 충분히 활용한다면, 이들은 세계적 동기화가 더불어 궁극적으로 세계적 통신은 실현될 수 있게 될것이다.

④ BISDN NNI 표준화의 배경

앞서 제 2 절에서 본것과 같은 진보된 오늘날의 BISDN NNI 표준안이 있게까지는 그 발전과정으로서 Metrobus와 SONET이 해온 역할을 간과할 수 없다. Metrobus는 미국 AT&T 벨 연구소(Bell Laboratories)가 연구개발한 내부동기식 광통신 시스템이고, SONET은 뒤이어 미국 벨통신연구소(Bell Communications Research : Bellcore)에 의해서 제안되고 북미통신 표준화 기구인 T1 위원회(T1 Committee)에 의해서 북미 표준으로 발전시켜진 광통신 시스템 접속 표준이다. Metrobus는 기존의 고전적인 광통신 개념에 도전하여 One-Step 다중화를 기용하고 오버헤드를 적극 활용하고 150M 신호를 표준신호로 하는 내부 동기식의 광통신 시스템의 개념을 설정하였다. 이어서 SONET는 이위에 계층화된 구조 개념과 포인터에 의한 동기 방식등을 추가하고 오버헤드 구분을 체계화 시켜서 세계적 통신에의 문을 열어 놓았다. 이들을 바탕으로 하여 150M를 표준으로 하고 유럽식 디지털 계층을 포함시켜서 세계적 통신 가능하도록 일반화한 것이 현재의 BISDN

NNI 표준안인 것이다.

가. Metrobus

Metrobus는 1982년경 AT&T 벨연구소의 연구원 J. D. Spalink에 의해서 제안되고 1984년 초부터는 본격적으로 개발되어 1985년 9월 공포되고, 1987년 초 상용시험(First Office Application)에 들어갔던 광통신 시스템이다. Metrobus의 기본입장은 광통신 시스템이 갖는 특징인 고속 대용량의 측면을 감안하고 통신망의 진화 방향과 소자 기술의 발달과정 및 서비스의 발전방향 등을 고려하여 이에 최적인 광통신 시스템을 개발하자는데 있었다. 그 적용대상을 대도시 지역(Metropolitan Area)으로 잡았기 때문에 Metrobus라는 이름이 붙여진 것이다. 이를 위한 연구 개발 과정에 있어서 여러가지 새로운 개념들이 등장하게 되는데, 그 대표적인 것들로서 광통신망(Lightwave Network)의 개념, 내부동기식(Internally Synchronous) 시스템의 개념, DS-0의 가시성(Visibility), One-Step 다중화의 개념, Container 수효조절에 의한 Multirate 신호의 수용, 150Mbps 내부 표준 신호의 설정, 충분한 오버헤드의 다중화 활용등을 들 수 있다.

광통신망의 개념은 종래의 모든 광통신 시스템들이 점대점 시스템들인 상황에서 제시된 것이기 때문에 당시에 있어서 신선한 충격으로 받아들여졌다. 여타의 개념들은 이를 구현시키는데 있어서 필요 불가결한 역할들을 분담하게 된다. 광통신이 가져다주는 무한한 대역폭을 감안하여 오버헤드 공간을 충분히 확보하였고, 이를 활용하여 오버헤드 통신채널을 형성하므로써 광통신망 전체를 연계 응용할 수 있도록 하였다. 그러나 오버헤드의 비율이 전체의 4.5%를 넘는 것이었기 때문에 당시 상황으로는 받아들이기 어려운 개념이기도 했다.

통신망의 내부 표준 신호로써 150Mbps(구체적으로는 146.432Mbps)를 선택한 것은 대단히 선구적인 결해였다. 디지털 신호계층 측면에서

살펴보면 DS1(1.544M)~DS4E(139.264M) 신호호를 모두 포함시킬 수 있는 Rate가 150Mbps이고, 서비스 측면에서 볼 때 기존의 음성, 데이터 및 영상신호(압축 HDTV 신호 포함)가 150Mbps 수준에서 수용될 수 있으며, 반도체 소자기술의 측면에 있어서도 CMOS 기술이 150M까지는 무난히 활용가능한 것이 기대되기 때문이다. 가입자망(Subscriber Loop) 측면에서도 150Mbps 정도이면 광소자를 경제적인 LED와 PIN 다이오드의 결합으로 쓸 수 있고, 광접유도 단일모드 모다는 언덕형 굴절률(Graded Index) 다중모드(Multimode) 광접유를 사용하여 결합효율(Coupling Efficiency)을 높일 수 있는 장점이 있는 것이다.

One-Step 다중화의 개념 또한 당시에는 혁신적인 개념이었다. DS-1 신호를 DS-2나 DS-3 신호를 거치지 않고 직접 150M의 내부 표준신호로 다중화 가능하도록 한 것은 종래의 비동기식 다중화 체계에선 그 유래를 찾아볼 수 없는 것이었다. 이것은 광통신망에 있어서 빈번히 일어나도 Add/Drop 및 Dynamic Cross-Connect를 효과적으로 수행할 수 있는 밑바탕이 되고 있다.

One-Step 다중화를 구현하는 수단으로서 소개되는 개념이 Container 수효조절에 의한 Multirate 신호의 수용이다. 즉 일정한크기의 Container를 규정하여, 같은 시간 단위 동안 DS-1, DS-1C, DS-2, DS-3 등의 신호들이 각각 1개, 2개, 4개, 28개의 Container에 채워 넣도록 한 것이다. 따라서 Container 수를 단위로 모든 신호를 처리하기 때문에 Add/Drop과 Cross-Connect가 용이해지게 된다.

내부표준신호는 (그림10)과 같이 $13 \cdot 88W(1W = 16\text{비트})$ 로 구성되고 $146.432\text{Mbps} = 13 \cdot 88 \cdot 16 \cdot 8\text{kbps}$ 의 Rate가 되며 $125\mu\text{s}/13$ 동안에 88개 Container에 속하는 88개의 워드(Word)가 존재하는데, 이중에 4개는 오버헤드로 쓰이고, 각각의 DS-n 신호는 각각에 상응하는 갯수의 Container를 집하게 된다.

내부동기식의 개념을 도입한 것 또한 동기식 통신망의 시조라고 할 수 있다. 즉, 통신망 내

부표준을 바탕으로 하여 그 대상 지역을 대도시 지역에 국한시켰기 때문에 Plesiochronous 경계를 넘어설 경우에 대한 대책은 별도로 수립되지 않았다. 이때 표준시간은 BSRF (Basic Synchronization Reference Frequency)를 이용하도록 하며, 겸하여 자국의 발전기와 수신신호로부터 채취해 낸 시간도 사용할 수 있도록 한다.

DS-0 신호의 가시성은 125 μ s를 바탕으로 한 프레임에 기인한다고 볼 수 있다. 즉, (그림 10)과 같이 내부 표준신호를 125 μ s단위로 하였고, 각각의 Tributary 에서 Container 가

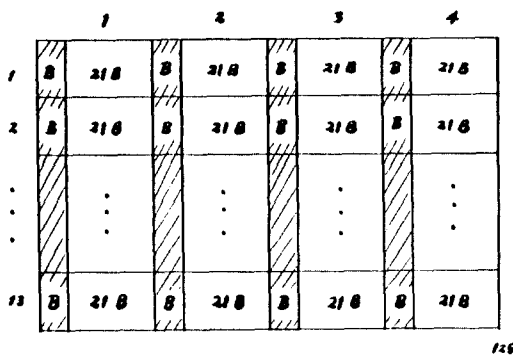


그림10 Metrobus 프레임 구조.

지의 매핑 또한 125 μ s 단위로 하면 8kbps 표본화를 통해서 얻어진 DS-0 신호들이 고위 계층 신호에서도 투명하게 나타낼 수 있게 되는 것이다. 이를 활용하면 150M 내부표준신호로부터도 64kbps의 DS-0 채널을 분리해내는 것이 용이해진다.

Metrobus 시스템 구조가 (그림11)에 도시되어 있다. 그림에서 Internal Bus로 표시된 부분이 146.432Mbps 내부표준신호에 해당한다. 이 신호는 DS1-DS3 신호로부터 Programmable Multiplex Bank를 통해서 조성되며, 이 신호를 LTE를 통해서 직접 146M 광통신망을 할 수도 있고, 이 신호 여섯개 또는 열두개를 WIM(Word Interleaved Multiplexing) 다중화한 후 LTE를 통과시켜서 878M나 1.7G 광통신을 할 수도 있음이 보여져 있다. 또 Programmable Cross-Connect 에서는 146M신호들을 입력으로 하여 DS-1 Rate 기준으로 만든 Container 들을 통해서 Dynamic Cross-Connect 기능을 수행한다.

나. SONET

SONET는 Synchronous Optical Network를 약칭하는 것으로 벨통신 연구소의 R. J. Bo-

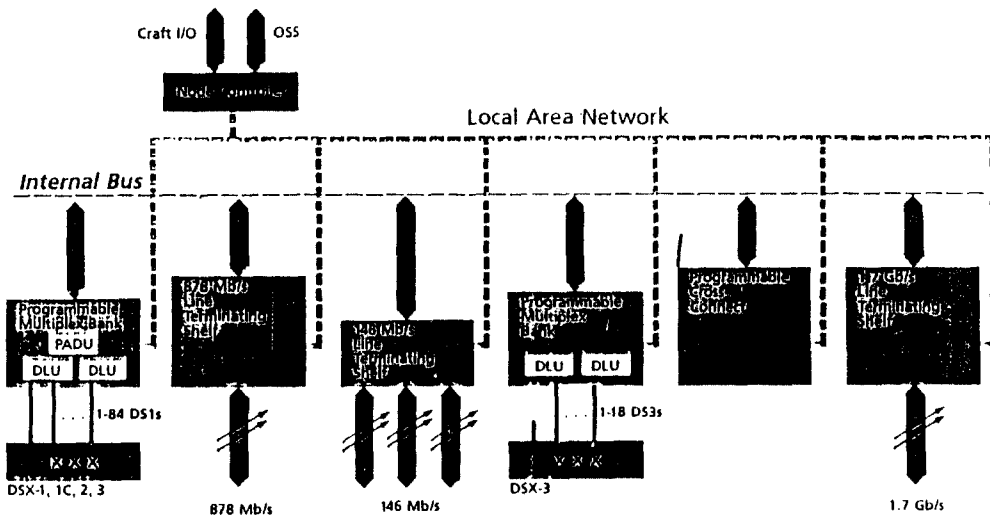


그림11 Metrobus 구조.

elm과 Y. C. Ching에 의해서 1984년말 T1 위원회에 광통신 시스템 접속표준안으로서 제안되었다. 당시 제안된 프레임은 (그림12)와 같이 $3 \times 8 \times 33B$ 의 형태로서 Rate는 50.688Mbps ($3 \times 8 \times 33 \times 8 \times 8$ kbps)이었다. 이 신호를 STS-1(Synchronous Transport Singal-1)이라고 명명하였고, 기본 Tributary로 삼은 DS-3나 SYNTRAN DS-3가 STS-1을 거쳐서 상위계층신호로 BIM되도록 규정했다. (SYNTRAN DS-3 신호는 기존의 DS-3 신호와 Rate 및 기본 프레임은 동일하나 실제 Payload가 DS-0 투명하도록 재배열된 동기식 DS-3 신호이다. STNTRAN DS-3는 1983년 벨통신 연구소의 G R Ritchie에 의해서 제안되었고, 2년 가량의 토의를 거쳐서 1985년 T1 위원회에 의해서 북미 표준 신호로서 채택되었다.)

SONET 개념이 소개된 후 1년 가량은 이에 관한 활동이 없다가 1985년 9월 Metrobus의 공포(Announcement)와 더불어 갑자기 표준화에 박차가 가해지기 시작했다. T1 위원회 참가 위원들로부터 계층화된 시스템 개념 및 포인터에 의한 동기화 기법도 추가로 제안되었다. SONET 제안자들은 초기의 프레임 구조를 방 전체계화시켜서 $(28+L) (24+M) (8+N)$ 이

라는 공식을 제안하였다. 이것이 의미하는 바는 DS-3 수준의 오버헤드를 L 개의 DS-1 크기로, DS-1 수준의 오버헤드를 M개의 DS-0 크기로, DS-0 수준의 오버헤드를 N비트로 한다는 뜻이다. 이 공식을 바탕으로 하여 $L=2, M=2, N=0$ 으로 한것이 (그림13)에 도시된 바, $26 \times 30B$ 의 구조와 49.92Mbps ($=30 \times 26 \times 8 \times 8$ kbps)를 갖는 중기의 SONET 프레임이다. 이를 전후로 AT&T 벨 연구소도 $26 \times 88W$ 의 구조와 146.432Mbps를 갖는 Metrobus 내부표준 신호를 표준신호로 채택할 것을 제안하였다. 이것은 벨통신 연구소 방식의 공식으로 표시하면 $(J+K(28+L))(24+M)(8+N)$, $J=1, K=3, L=1, M=2, N=0$ 로 나타난다. 이 중 L, M, N이 뜻하는 바는 앞서와 동일하고, K는 DS-3 수준 신호의 갯수를 나타내고, J는 이들 전체에 붙은 오버헤드를 DS-1 크기로 나타낸 것이다.

T1 위원회는 이 두개의 안을 놓고서 열띤 토론을 거듭하였다. 제반기능의 비교검토 결과 우열을 가늠할 수 없었고, 따라서 최대의 생점이 된것은 150Mbps와 50Mbps와의 우열판정이었다. 그러나 결국은 기업간의 정치 역학에 의해서 T1은 1986년초 49.92Mbps 쪽으로 채택할 것을 결정하게 된다. SONET와 BISDN

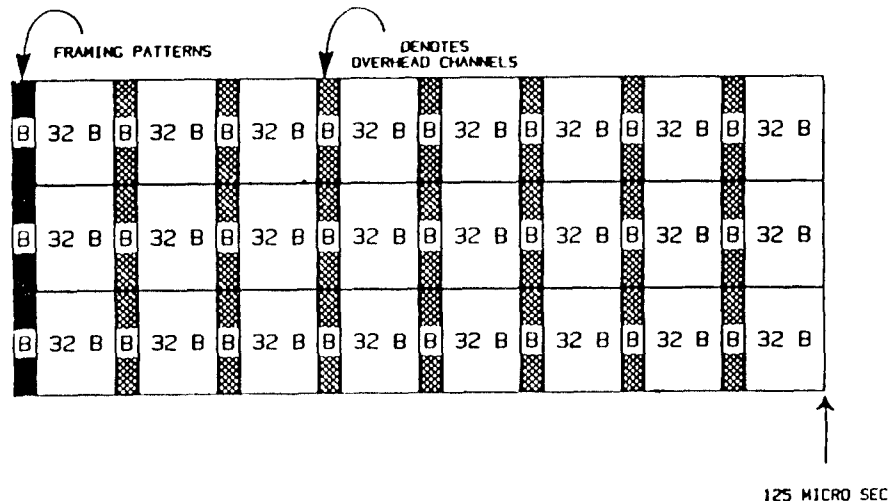


그림12 초기의 SONET 프레임 구조.

의 NNI 접속표준이 연관을 맺게되는 것도 이 시점이다. 당시 CCITT가 BISDN의 접속표준 신호를 두고 30-40, 45, 60-70 Mbps 등의 Rate를 고려해오던 중, T1 위원회는 49.92Mbps의 3배인 149.976Mbps를 복미의 안으로서 상정하기도 한 것이다. 이것은 150M에 비하여 50M을 선택했던 T1 위원회가 그 오류를 즉각 자인한다는 모순을 의미하기도 한다.

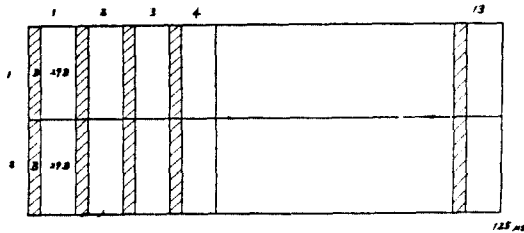


그림13 중기의 SONET 프레임 구조.

그후로의 SONET 표준화 작업은 비교적 순탄한 편이었으나, BISDN NNI 접속표준 문제를 두고 또 한번의 프레임 변화를 겪게 된다. 26×30B 및 49.92Mbps (또는 149.976 Mbps)은 모두 복미식 디지털 신호 위주로 구성되어 있어서, 유럽식 디지털 신호들을 수용하는데 한계점이 있었다. 따라서 SONET 프레임은 결국 다시 한번 변경되어 (그림14)에 도시한 것과

같은 9×90B의 구조 및 51.84Mbps (= 9×90×8×8 kbps)의 Rate를 갖게 된다. 1987년 12월에 발행된 바 있는 이 최종 SONET 접속표준안에는 Metrobus가 갖고 있던 여러가지 개념들이 함께 반영 귀속되었다.

SONET 표준화가 BISDN-NNI 접속표준을 위하여 기여한바는 지대하다. 단적으로 표현하면 SONET 접속표준안을 3배로 확대한 후 유럽식 디지털 계층 다중화 과정을 추가해 놓은 것이 BISDN NNI 표준이라고 할 수 있겠다. SONET과 더불어 형성된 새로운 개념들로는 계층화된 시스템 구조, 포인터에 의한 동기화 기법, 오버헤드의 체계화 등을 들 수 있고, 또 SONET으로 부터 세계적 동기 통신시스템이 시작된다고 말할 수 있다.

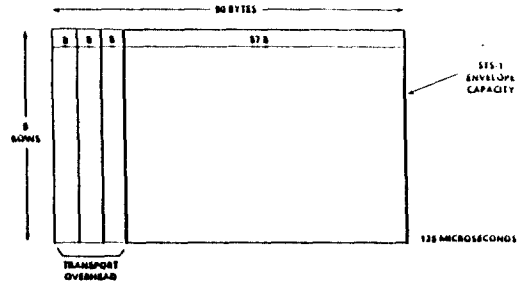


그림14 최종의 SONET 프레임 구조.

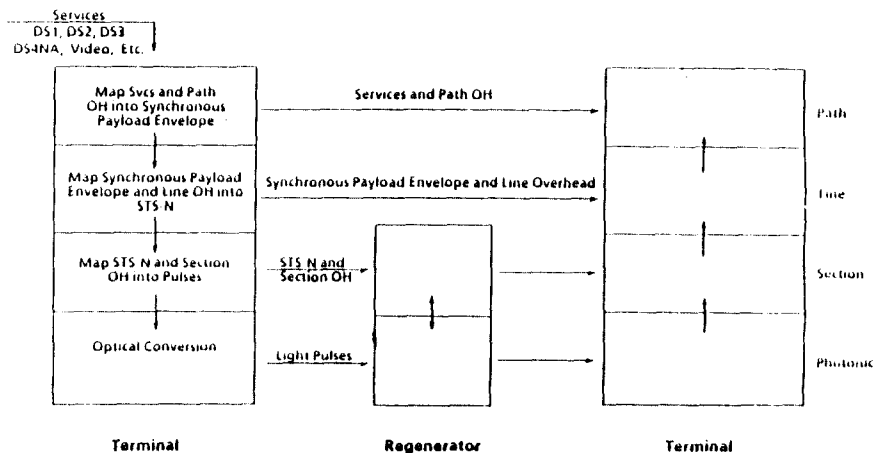


그림15 계층화된 광통신시스템 구조.

계층화된 시스템 구조 개념은(그림 15)에 도시된 바와 같다. 즉 OSI 7 계층구조와 같은 개념을 적용하여 광통신 접속계층을 넷으로 구분하여 그 각각을 광 계층, 구간 계층, 신호 계층, 경로 계층으로 명명한 것이다. 이때 광 계층은 물리적인 광전송 계층을 나타내고, 기타 세가지의 계층은 각각(그림 16)에 도시한 것과 같다.

SONET과 더불어 체계화된 오버헤드 관계를 살펴보면(그림 17)에 보인것과 같다. 전체 오버

헤드를 각각 구간 및 경로 오버헤드로 구분하고, 그 각각의 기능을 세분화한 것이다. 이 관계는 BISDN NNI 접속에도 그대로 적용되어(그림 9)에 보인것과 같은 오버헤드 구조를 형성하게 된다. 각 오버헤드의 기능은 2, 4 절에 설명한 것과 동일하다. 포인터의 개념은 앞서 3 절에서 설명한 바와 같다. 포인터를 중복하여 사용하면 효율적으로 세계적 통신망 동기화에 접근할 수 있게 된다.

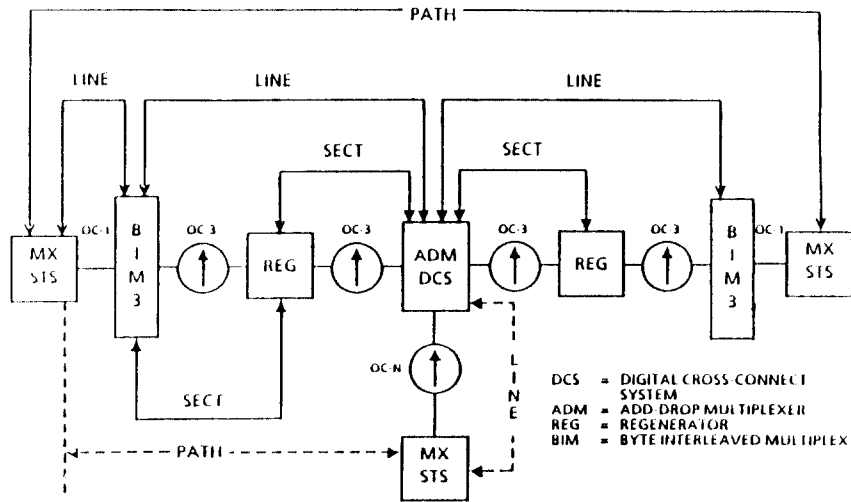


그림 16 구간(Section), 신호(Line), 경로(Path)의 예.

		90 Bytes					
		1	2	3	1		
Section Overhead	Framing	A1	A2	STS-1 ID	Trace	J1	
	BIP-8	B1	Orderwire	User		BIP-8	B3
	Data Com	D1	D2	D3		Signal Label	C2
Line Overhead	Pointer	H1	H2	Pointer Action	Path Status	G1	
	BIP-8	B2	K1	K2	User Channel	F2	
	Data Com	D4	D5	D6	Multiframe	H4	
	Data Com	D7	D8	D9	Growth	Z3	
	Data Com	D10	D11	D12	Growth	Z4	
	Growth	Z1	Z2	Orderwire	Growth	Z5	
						Path Layer Overhead	9 Rows

그림 17 STS-1 오버헤드.

5 ISDN NNI 표준안의 내용

가. Format의 매핑과 다중화

(1) Format의 매핑

Format의 매핑은 AU에서 STM-1 에로의 매핑, VC에서 AU-4 에로의 매핑, TUG에서 VC 에로의 매핑등을 들 수 있다.

앞의 2 절에서 설명하였듯이 STM-1 프레임은 9 × 9B의 SOH와 9 × 261B의 STM Payload로 구성된다. AU-4에서 STM-1 에로의 매핑은 이 STM Payload 공간(VC-4)을 STM-1내에 위치시키는 일이다. 이때 사용하는 포인터는 SOH내의 제4열에 위치한다.(그림18)

AU-3에서 STM-1 에로의 매핑은 AU-32 (북미식 DS-3)의 경우 3개, AU-31 (유럽식 DS-3)의 경우 4개를 각각 STM-1 Payload 공간에 매핑시킨다. 이 관계가 (그림19)와 (그림20)에 도시되어 있다. 이때 유의할 점은 AU PTR가 정상적인 위치를 벗어나서 STM-1 Payload 공간상 제 1-3행 11-14열에 위치하게 된다는 점이다. VC에서 AU-4 에로의 매핑 VC-32의 경우(그림21), VC-31의 경우(그림22)에 도시한 것과 같다. TU PTR가 위치하는 지점은 AU-31에서 STM-1 에로의 매핑의 경우와 비슷함을 알 수 있다. 또한 TUG-2에서 AU-4로 직접 매핑하는 경우는 (그림23)에 도시된 것과 같다.

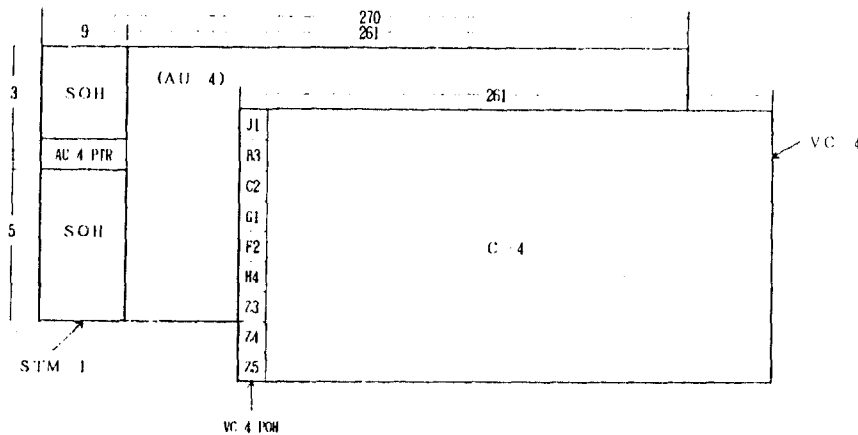


그림18 AU-4에서 STM-1 에로의 매핑.

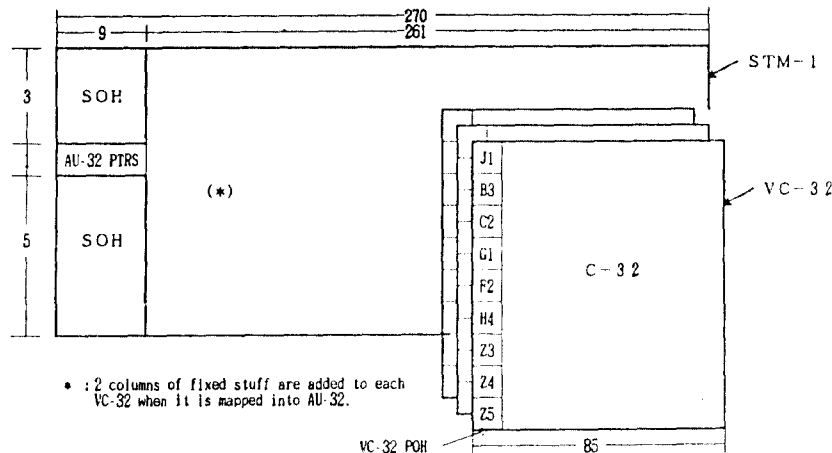


그림19 AU-32에서 STM-1 에로의 매핑.

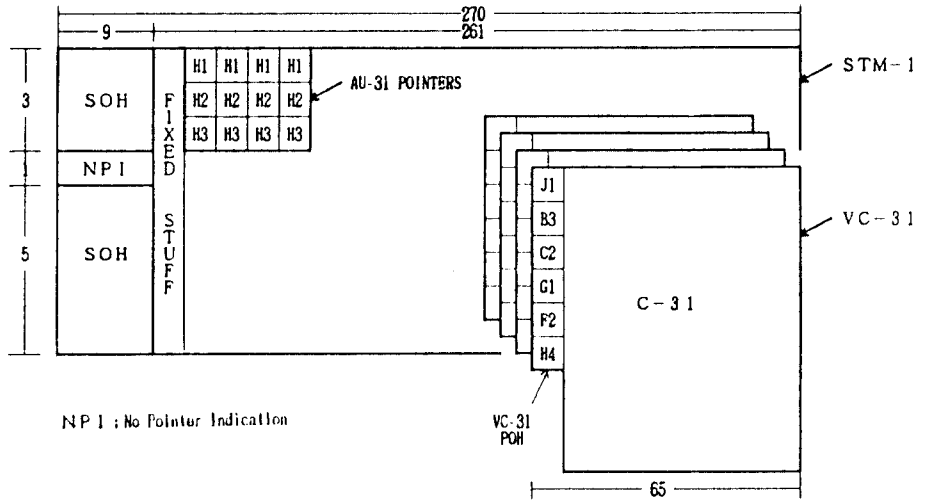


그림20 AU-31에서 STM-1 에로의 매핑.

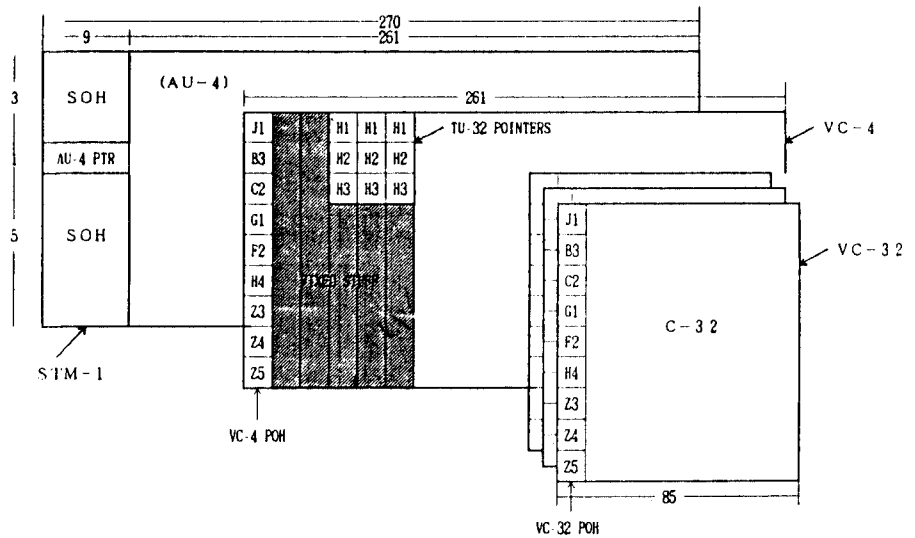


그림21 VC-32 에서 AU-4 에로의 매핑.

(2) STM-N의 다중화

STM-1에서 STM-N에로의 다중화는 근본적으로 BIM에 의존한다. 만, 다중화하고자 하는 STM-1 신호들의 SOH와 AU PTR 들은 125μs 단위의 Phase 정렬을 시켜야 한다. 이때 Phase 정렬은 AU PTR 내부의 값을 조절하므로써 행할 수 있다. 입력신호의 용량이 C-1 크기를 증가할 경우에는 연속 STM-Nc 를 적용한다. 이때 첨자 c는 연속(Concatenation)을 의미한다. 즉, N개의 C-1을 연속으로 사용해서 그 입력신호를 수용하도록 하는 것이다. STM-Nc의 구분은 AU-4 PTR을 사용해서 표시한다. 즉, 연속되는 N개의 STS-1 중 그 첫번째 AU-4 PTR만을 포인트로 사용하고, 나머지 N-1개의 AU-4 PTR에는 비트 7-16의 10개 비트를 "1"로 묶으로써 연속신호임을 표시하는 것이다.

이러한 연속신호의 필요성은 TU의 경우에도 발생하며, 그 처리 방법이나 표시방법은 STM의 경우와 마찬가지로이다. STM-N 신호를 전송할때는 길이 127인 프레임 동기식 스트랩클링을 거치며, 이때 특정 다항식이 1 + x**6 + x**7 인 것으로 한다.

나. 포인터(Pointer)

포인터에는 AU PTR, TU PTR 등이 있으며, 그 작동원리가 모두 유사하기 때문에, AU-4 PTR의 경우만을 예를 들어 설명하기로 한다.

AU PTR의 위치는 (그림 6), (그림 7), (그림 8)에 도시한 바와 같이 9-270B 프레임의 4행 1-9열과/또는 1-3행 11-14열에 위치하여 있다. SOH의 프레임 Rate와 VC의 Rate간에 주파수 차이가 생길때 VC Phase 를 하나 늦추던가 앞당김으로써 이 차이를 해소시켜주며, 이때 VC Phase에 관한 변화를 표시해 주기 위해서 포인터가 사용된다. 만, 포인터 작동은 적어도 세 프레임간의 감김을 두로서 행해야 한다. 포인터 바이트(Pointer Byte)는 H1, H2, H3의 세 바이트로 구성된다. 이때 H1, H2는 위치맞춤(Justification)의 수행여부를 나타내고, H3는 부위치맞춤(Negative

Justification) 시의 위치 맞춤실행 바이트로 사용된다. H1, H2의 기능을 좀더 구체적으로 살펴보면(그림24)에 표시한 것과 같다. 4개의 N비트는 새 데이터 표시기(New Data Indicator : NDI)로서 정상 작동시에는 "0110"이다가 위치 맞춤을 나타낼 필요가 있을시엔 "1001"로 바뀐다. 2개의 S비트는 AU나 TU의 형태를 나타내며, 5개의 I비트나 5개의 D비트는 VC 시작점의 주소를 나타내고, 위치맞춤시에는 위치맞춤의 방향을 나타낸다.

정위치맞춤(Positive Justification)이 필요한 경우에는 5개의 I비트를 발진시키고, 정위치 실행을 위해서는 H3 바이트에 인접한 데이터 바이트에 채운다. 부위치맞춤이 필요한 경우에는 5개의 D비트를 발진시키고, 부위치 맞춤 실행을 위해서는 H3 바이트를 VC 데이터 바이트로 채운다. 이때 표시를 위해서는 각 5 비트들의 다수결 의결을 따른다. 1및 D비트들은 앞서 설명했듯이 STM-Nc의 표시용으로서도 사용하고 ("11111111"), 또 AU-31에서 STM-1에로의 매핑시 NPI(No Pointer Indication 용("1111100000"))으로도 사용된다.

실제 STM-1 프레임에는 H1, H2, H3 바이트가 3개씩 있는데, AU-4로 부터의 매핑의 경우에는 (그림25)에 도시한 것과 같이 H1, H2는 첫 바이트들만 사용하고, H3는 세 바이트를 모두 사용한다. AU-32로부터 STM-1에로의 매핑의 경우는 3개의 AU-32가 존재하므로 이 각각의 위치 맞춤을 위해서 H1 H2 H3가 한 세트씩 사용된다(그림19 참조). 또 AU-31으로 부터 STM-1에로의 매핑의 경우는 4개의 AU-32와 4세트의 H1H2H3가 존재하므로, 이와 같은 방법이 적용된다(그림 20 참조). 데이터 공간의 구조는 H3 다음 바이트에서부터 시작하여 순차적으로 부여된다.

포인터를 사용하여 정 및 부위치맞춤을 수행하는 과정이 각각 (그림26)과 (그림27)에 예시되어 있다. 정위치맞춤을 수행하는 경우를 살펴보면 H1H2의 뒷 10비트가 VC Phase 주소 (n)을 표시하고 있다가 5개의 I비트가 발진되면서 뒤따르는 3 바이트가 부용(Gar

rbage) 바이트로 되고 따라서 VC Phase가 3 바이트 늦춰지며, 이것은 그다음 프레임에서 H1H2의 새 주소(n+1)로 나타난다. 부위치 맞춤의 수행도 이와 유사하며, 1비트 대신에 D비트가 사용되고 세개의 H3 바이트가 데이터 공간으로 사용되고 따라서 새로운 주소는(n-1)이 된다는 것이 그 차이점이다. 이때 모든 동작이 3 바이트 단위로 이뤄지는 것은 우리가 지

금 AU-4에서 STM-1 에로의 매핑의 경우를 고려하고 있기 때문이다.

이상과 같은 정 및 부위치맞춤 이외의 연유에서 H1H2의 10비트 주소가 변경되어야 할 경우에는 NDI 비트의 반전을 동반해야만 한다. 또한 새로운 주소가 세번 연속해서 들어오면 수신하는 측에서는 이것을 새로운 주소로 간주한다.

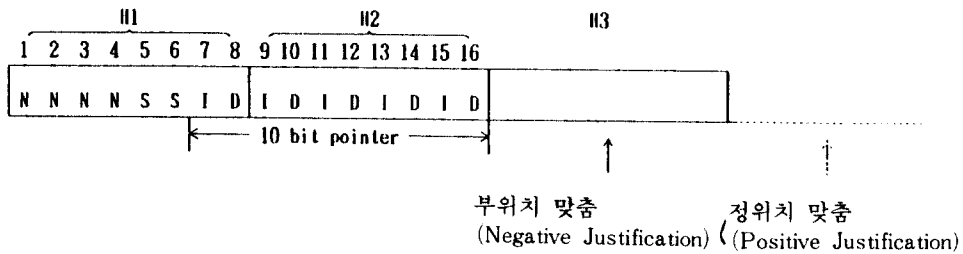


그림24 AU/TU 포인터.

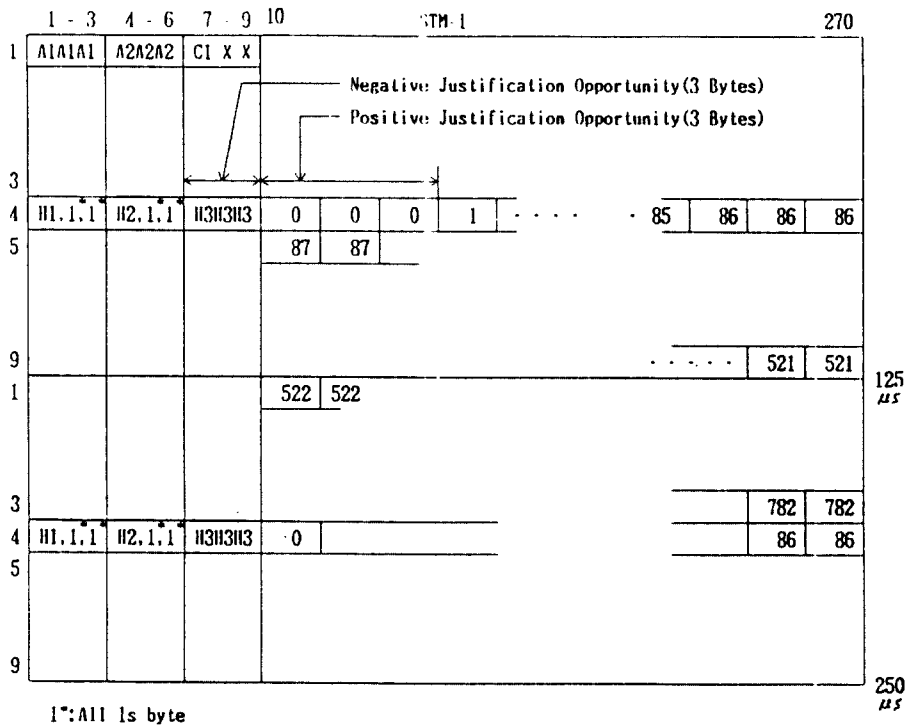
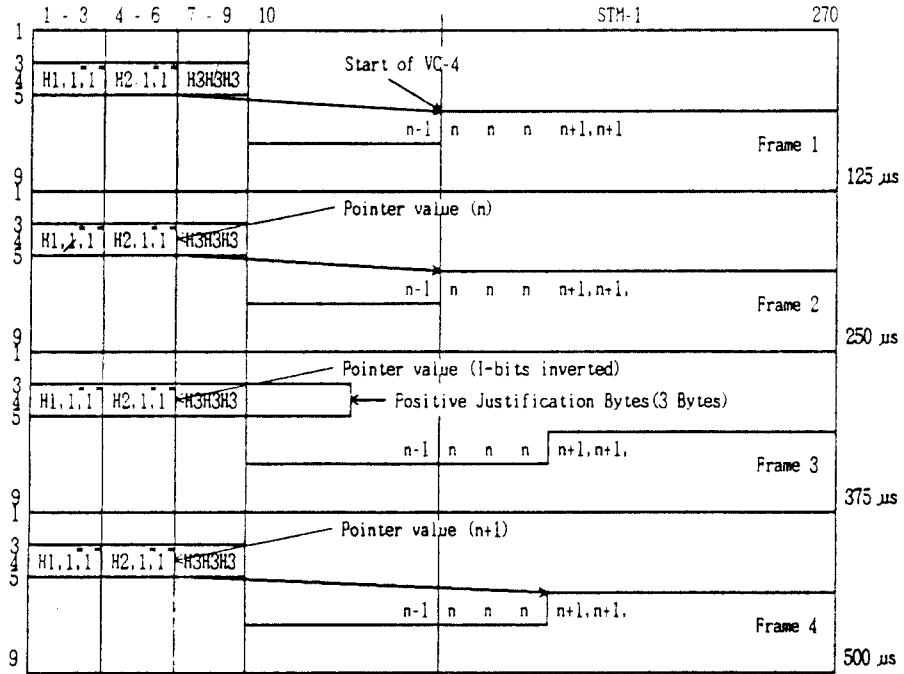
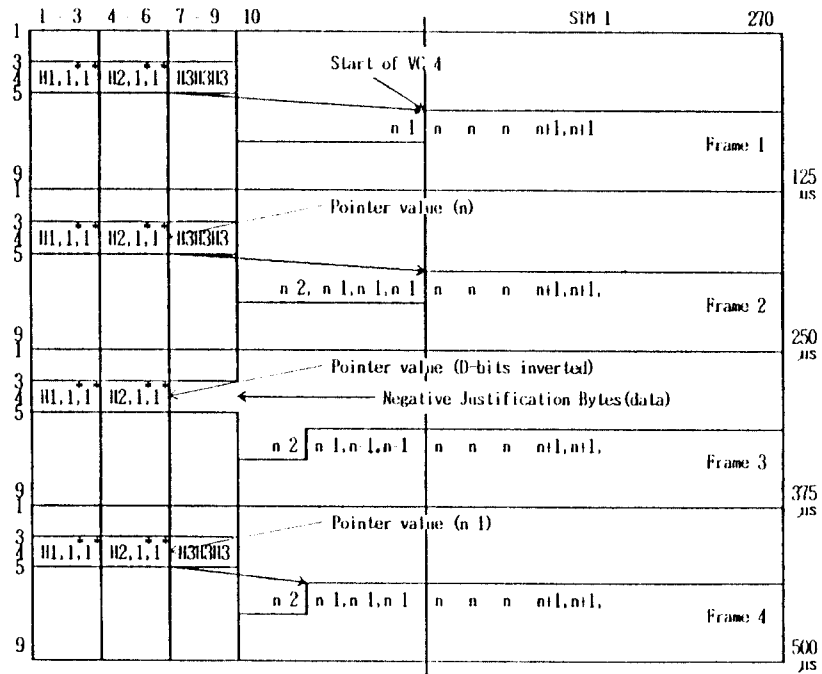


그림25 AU-4 PTR 숫자와 주소번호의 부여방법.



1* : All 1s byte

그림 26 정위치맞춤(Positive Justification)시의 AU-4 PTR 조정방법.



1* : All 1s byte

그림 27 부위치 맞춤(Negative Justification)시의 AU-4 PTR 조정방법.

다. 구간 및 경로 오버헤드

(1) 구간 오버헤드 (Section Overhead)

앞서 그림 9에 도시하였듯이 SOH는 9×270 B 프레임의 1-9행 1-9열에 위치하며, 이들 81B중 34B만이 정의되어 있다. 이들 오버헤드 A1-Z2의 기능은 다음과 같다.

A1, A2는 프레임 정렬 부호로서 A1A1A1A2 A2A2의 유형을 가지며, 이때 A1="11110110", A2="00101000"이다.

D1-D12의 12바이트는 구간 내의 데이터통신용으로 사용된다.

C1은 STM 식별기로서 구간간에 있어서 각 STM-1에 붙여지는 고유한 번호이다.

E1, E2는 Local 타함선(Orderwire) 채널로 할당된다.

F1은 사용자를 위한 채널이다.

B1은 중계기 구간 착오(Error)를 위해서 사용된다. 이때 매 8비트마다 1비트씩을 취해서 패리티(Parity) 계산을 하는 BIP-8 (Bit Interleaved Parity) 방법이 사용된다. 이 BIP-8은 바로 앞의 STM-N 프레임에 대해서 스크램블링 후에 계산되며, 매 재생기마다 감시되고 재계산된다.

B2는 각 STM-1에 대하여 구간 비트 착오 감시 기능으로 사용된다. 3개의 B2를 합하여 BIP-24로 사용된다. 이 BIP-24는 바로 앞의 STM-N 프레임에서 제 1-3열에 있는 SOH를 제외한 모든 데이터에 대해서 스크램블링 후에 계산되며, 재생기에서는 재 계산되지 않는다.

K1, K2는 자동 보호 절체 (Automatic Protection Switching) 목적으로 사용된다.

Z1, Z2는 아직 미정인 기능을 위해서 할당된다.

(2) 경로 오버헤드 (Path Overhead)

(그림9)및(그림18)-(그림23)에 시 볼 수 있듯이 경로 오버헤드는 J1, B3, C2, G1, F2, H4, Z3, Z4, Z5 바이트들로 구성되며, 해당 VC의 제 1열에 위치한다.

J1은 경로 추적(Path Trace) 바이트로서 경로 터미널들의 연결상태를 계속 확인하는데 사용된다.

B3는 경로 착오 감시(Path Error Monitoring) 기능을 위해서 할당되며 BIP-8을 사용한다.

C2는 신호 번호(Signal Label)를 위한 오버헤드로서 해당 VC 신호가 어떠한 신호들로 구성되어 있는가를 0-255의 숫자로써 표시해 준다. 이들 중 0은 VC가 장치돼 있지 않을때, 1은 장치되어 있으나 명시되지 않은 Payload 일때, 255는 경보 표시 신호(Alarm Indication Signal)를 보낼 때 각각 사용된다.

G1은 경로 상태(Path Status)를 나타내는 오버헤드로서 FEBE(Far End Block Error)와 원격 경보(Remote Alarm) 등을 표시해 준다.

F2는 경로 사용자 채널로서 사용자의 경로 구성장치들 간의 통신채널로 이용된다.

H4는 다중프레임 표시기(Multiframe Indicator)로서, Tributary 매핑시 나타나는 500μs, 2ms, 3ms, 6ms 등의 다중 프레임의 Phase를 표시하는데 사용된다. H4의 세부구분은(그림28)에 보인 것과 같다.

Z3, Z5는 아직 미정인 장래의 목적을 위해서 할당된다.

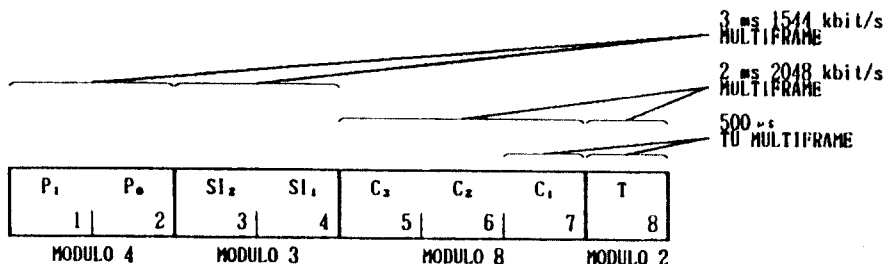


그림 28 H4 바이트의 구성.

라. Tributary 매핑

CCITT 권고안 G. 702 에 규정된 북미식 및 유럽식의 현존하는 모든 동기식 또는 비동기식 Tributary 들은 해당 VC 에로 매핑될 수 있으며, 이때 비동기식의 경우는 부동 모드 (Floating Mode) 가 동기식의 경우는 부동 또는 고착모드 (Locked Mode) 가 각각 적용된다. 이때 부동 또는 고착의 개념은 해당 VC 프레임의 기준으로 할때 부동적 또는 고정적인 것을 의미한다.

제 4 차군 Tributary 가 VC - 4 로 매핑되는 것 이나 제 3 차군 Tributary 가 VC - 3 로 매핑되는 것은 단순한 과정으로서, 이들은 먼저 동기화 되어 (DS - 3 의 경우, 정위치맞춤 : DS - 4 E 의 경우, 미정) 해당 Container 에 담기고, 이들에 해당 VC POH 를 첨가하므로써 각각의 VC 신호를 얻게 된다 (그림 3 참조).

제 1 차군 및 제 2 차군의 매핑을 좀 더 자세히 살펴보도록 하자. 먼저 DS - 1, DS - 1E, DS - 2, DS - 2E 신호의 Rate 가 각각 1.544, 2.048, 6.312, 8.448 Mbps 임을 감안하여, 125 μs 프레임 속에 각각 27, 36, 108, 144 개의 바이트를 할당해서 각각 TU - 11, TU - 12, TU - 21, TU - 22 신호를 조성하기로 한다.

그러면 이들 Rate 는 각각 1.728, 2.304, 6.912, 9.216 Mbps 가 된다. 이들로부터 TU

PTR 용으로 1 바이트씩을 공제한 나머지가 VC 가 되며, 그 크기는 각각 26, 35, 107, 143 바이트가 된다. 이 관계가 표 2 에 수록되어 있다. 이때 취한 TU 내의 바이트 수는 모두 9 의 배수로서, 그 각각은 9 × 3, 9 × 4, 9 × 12, 9 × 16 으로 나타낼 수 있으며, 이것이 바로 9 × 270 B 프레임의 근간을 이루게 된다.

(그림 29) 에 도시한 것과 같이 이들 TU 들이 고착 모드로서 사용될 때는 (그림 30) (b) 도시된 것과 같이 첫 두 바이트를 제외한 나머지 N - 2 개의 바이트가 VC Payload 공간이 된다. 그러나 이들이 부동 모드로서 사용될 때는 (그림 30) (a) 에 도시된 것과 같이 4 개의 125 μs 프레임으로 구성된 다중프레임을 이용한다. 이때 각 125 μs TU 프레임의 첫 바이트들을 취하여 TU PTR 로 삼는다. 이들은 V1 - V4 로 명명되고, 이들 중 V1 - V3 은 "다" 절에서 설명했던 H1 - H3 과 동일한 위치맞춤 역할을 수행한다. 즉 V1, V2 는 위치맞춤 표시를 위해서 사용되고, V3 가 부위치맞춤 집행용으로 사용된다. 따라서 V2 다음 바이트로부터 바이트 주소가 시작되고 V3 다음의 바이트가 정위치맞춤 집행용으로 사용된다. (그림 31) 에는 이러한 관계가 각각의 Tributary 에 대해서 예시되어 있다. 다중 프레임의 Phase 관계는 "다" 절에서 언급했던 H4 오버헤드를 이용하여 나타낸다.

표 2 제 1 차 및 2 차군 신호 매핑.

Tributary	신 호	DS - 1	DS - 1E	DS - 2	DS - 2E
	Rate (Mbps)	1.544	2.048	6.312	8.448
	바 이 트 수	24	32	96	128
T U	신 호	TU - 11	TU - 12	TU - 21	TU - 22
	Rate (Mbps)	1.728	2.304	6.912	9.216
	바 이 트 수	26	36	108	144
신 호 V C	신 호	VC - 11	VC - 12	VC - 21	VC - 22
	Rate (Mbps)	1.664	2.240	6.848	9.152
	바 이 트 수	26	35	107	143

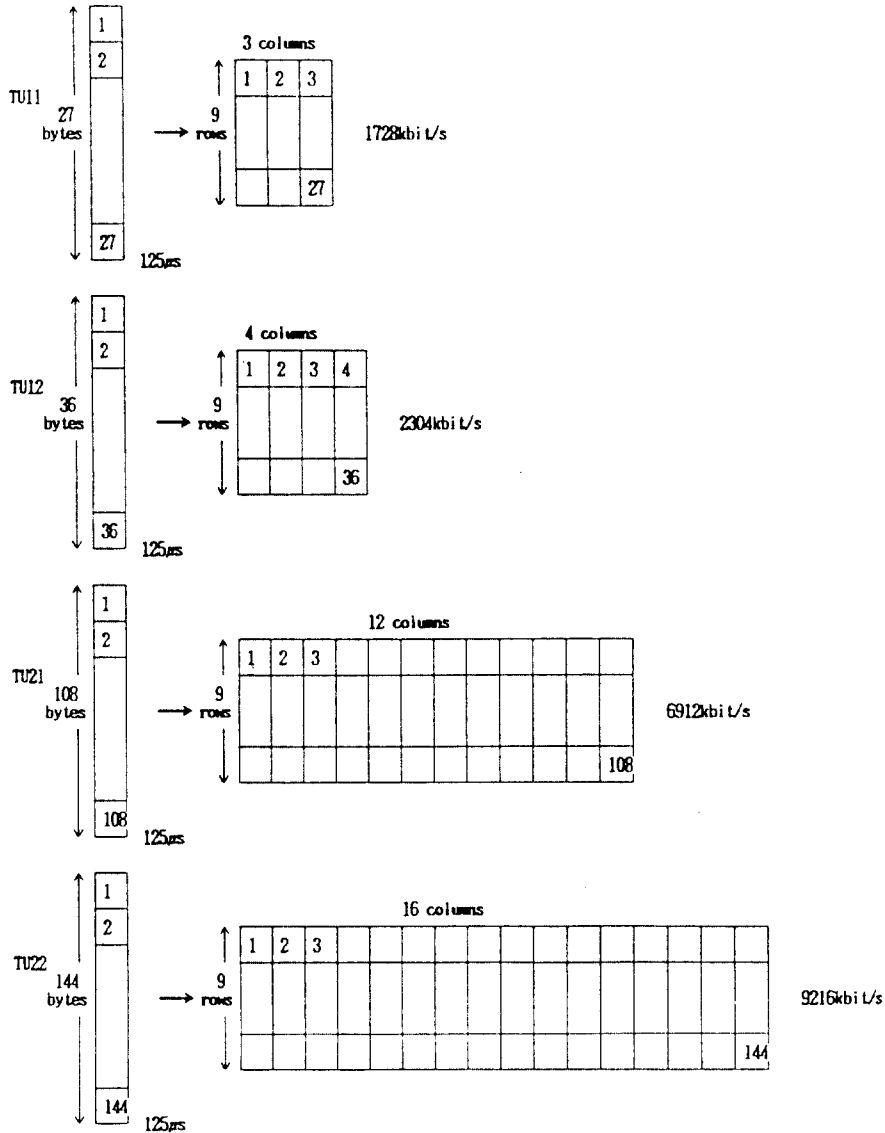


그림29 TUI의 크기와 형태.

500 µs 다중 프레임중 V1-V4를 제외한 공간중 첫 바이트는 VC-1/VC-2 POH가 되고, 그 나머지가 VC-1/VC-2 공간이 된다. 이때 POH는 V5로 명명되며, 그 기능은 "다" 절에서 설명한 VC-3/VC-4 경로 오버헤드의 경우와 유사하다. 즉 BIP-2, FEBE, 신호번호, 원격 정보 등의 기능이 포함된다.

각 Tributary에서 VC-1/VC-2에로의 매핑은

500 µs 다중 프레임을 기본 단위로 한다. 동기화를 위해서는 DS-1, DS-1E, DS-2의 경우 모두 정/영/부 위치맞춤을 사용하고 DS-2E의 경우는 아직 미정이다. 이들 매핑은 그 원리가 모두 유사하므로 이들 중 DS-1 신호의 경우를 예로 삼아서 설명하기로 한다.

DS-1 Tributary에서 VC-11에로의 매핑은 비동기식(Asynchronous), 비트동기식(Bit Synchrono-

nous) 및 바이트동기식(Byte Synchronous)으로 구분하고, 동기식의 경우는 다시 부동 모드와 고정 모드로 구분한다. 이들 각각에 관한 매핑관계가(그림32)-(그림34)에 표시되어 있다.

(그림32)비동기식의 경우 1비트는 다른 24바이트들과 더불어 데이터 바이트로 사용하고, C1, C2 비트는 위치맞춤 표시, S1, S2는 위치맞춤 집행용으로 사용된다. 즉 정위치 맞춤이 필요한 경우에는 S1, S2에 무용 비트를 보내고,

부위치 맞춤 필요시는 S1, S2를 모두 데이터 비트로 사용하며, 이 관계는 C1, C2 비트들에 표시된다.

(그림33)비트동기식 부동 모드의 경우는 C1, C2 및 V5 직후의 2비트 위치들에 "1, 0"이 채워지고, S1, S2 중 S2만이 데이터 공간에 귀속된다. 고정 모드인 경우에는 V5 POH가 고정 바이트로 바뀌고 따라서 다중 프레임이 필요없게 된다.

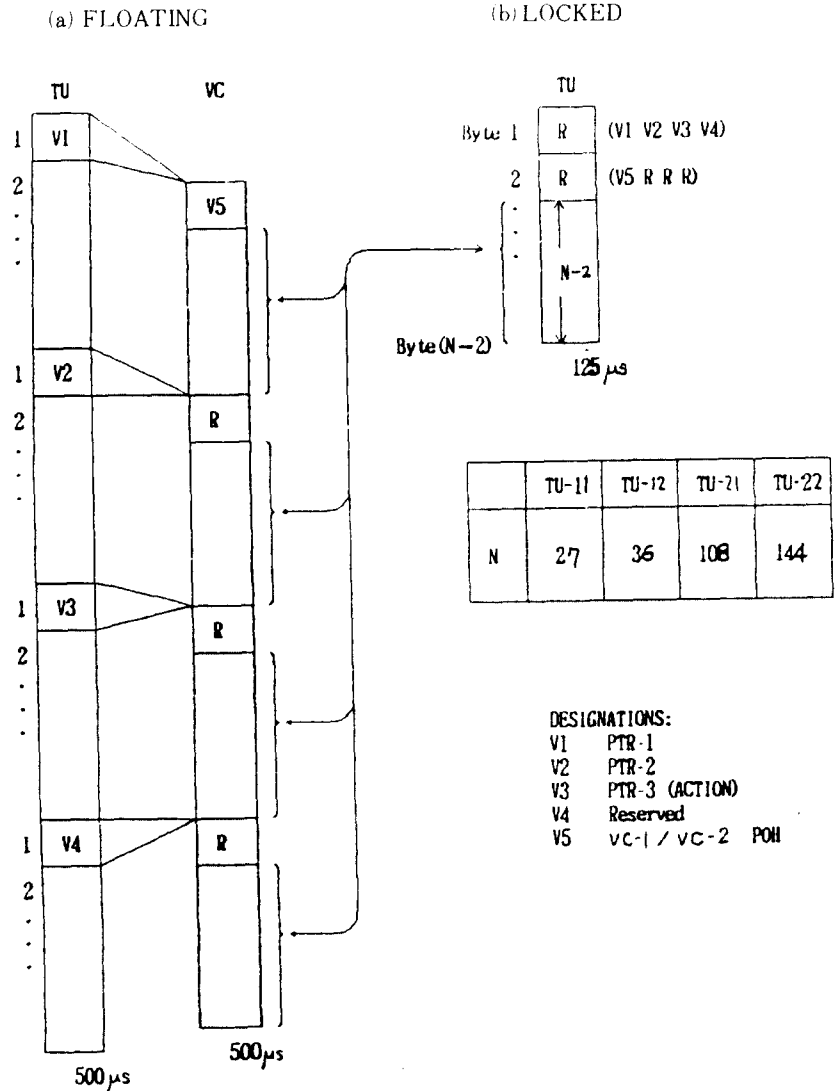


그림30 TU의 부동(Floating)모드와 고정(Locked)모드.

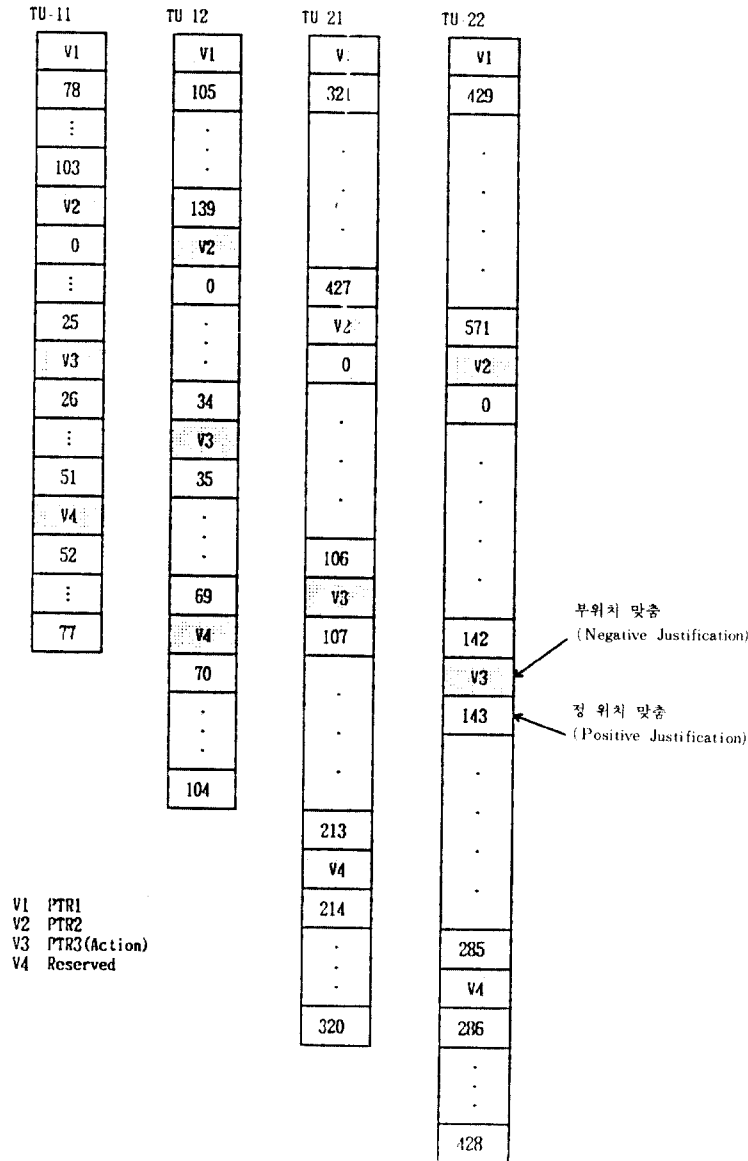


그림31 각 TU의 구성 및 주소번호

(그림34)바이트동기식 부동 모드의 경우는 또 C1, C2 및 V5 직후의 2비트 위치들이 P1, P0의 신호 Phase 표시기가 되고, 뒤이은 4비트 S1-S4가 24 DS-0 채널의 신호비트로 사용된다. F비트에 원래 DS-1 신호의 프레임 비트(193째 비트)가 기록되고, 데이터 공간에는

24채널의 DS-0 신호들이 순차적으로 기록된다. 이 때 필요한 신호 상태(Signaling State)와 신호 Phase 표시 관계는 (그림35)에 수록되어 있다. (그림28 참조). 고착 모드인 경우에는 비트동기식의 경우와 마찬가지로 V5 POH나 다중 프레임이 필요없게 되고 따라서 P1, P0는 고정비트로 바뀐다.

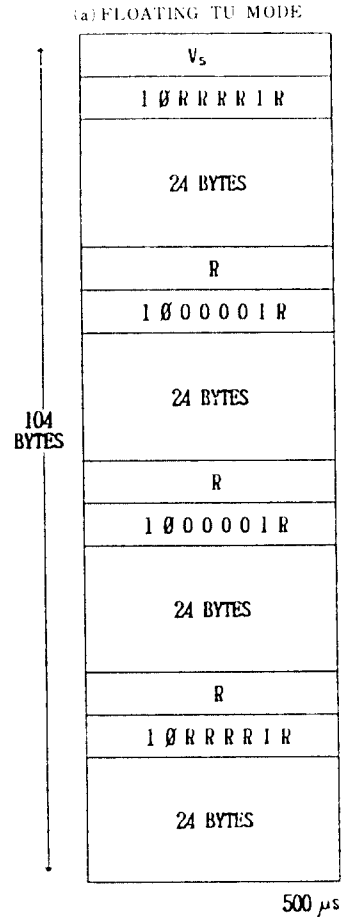
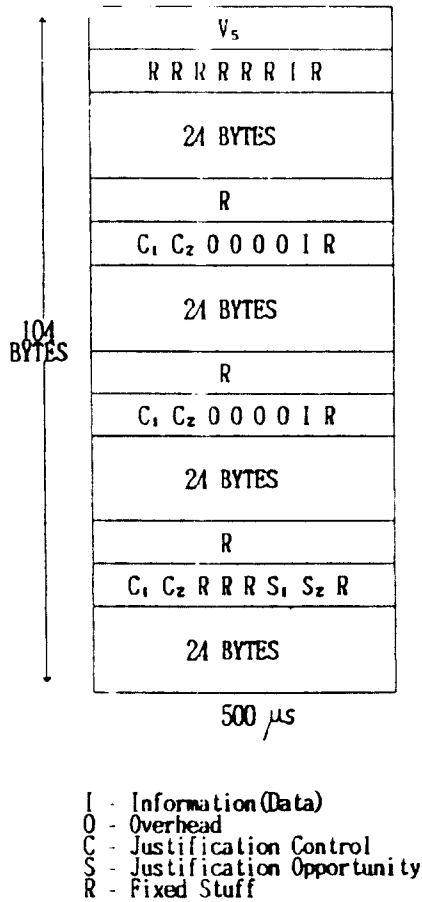


그림32 비동기식 (Asynchronous) DS-1의 매핑.

6 결론

본고에서 우리는 지난 2월에 윤곽이 드러난 BISDN을 위한 CCITT의 NNI 표준안을 검토하였고, 이것이 지니는 새로운 개념들과 그 표준화의 배경들을 살펴보았다. 이 표준안을 얻기까지 이룩한 지난 오륙년간의 발달은 실로 괄목할만한 것이었다. 이를 단적으로 입증해 보고자 한다면, 이 표준안을 1984년도 CCITT Red Book의 G 계열이나 I 계열 권고안에 속달한 사람들에게 주고 설명을 요구해 보면 알 수 있을 것이다.

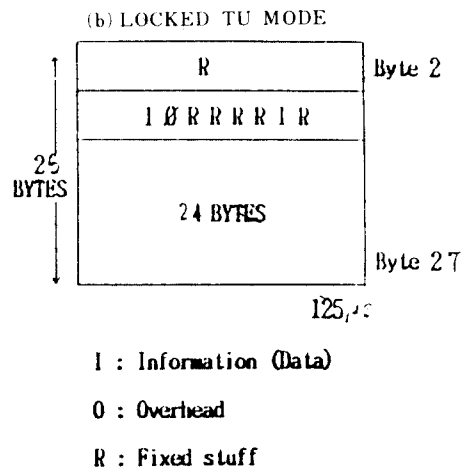
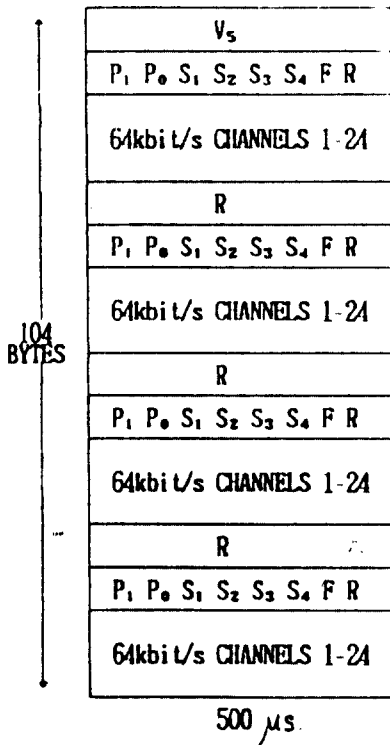


그림33 비트동기식 (Bit Synchronous)의 DS-1 매핑.

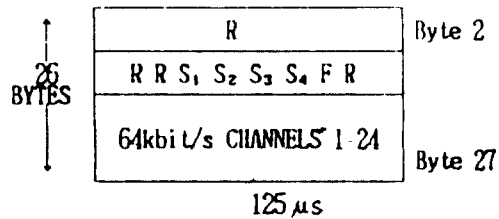
이 표준안은 125 μ s와 바이트 단위를 출발점으로 하고 동기식 다중화 방식과 계층화된 구조 개념을 골격으로하여 체계적으로 150M의 STM-1 표준 신호를 구성하는 것을 보여준다. 또 포인터 개념을 도입하여 기본 동기화 방식을 삼았고 이를 중복 적용하여 세계적 동기화에 대처할 수 있도록 하였다. 아울러 오버헤드를 충분히 활용하고, 그 기능을 경로, 구간, 포인터 등으로 구분하였으며, 이를 바이트 단위로 다시 세분하였다. 이 과정에서 One-Step 다중화, DS-0 가시성 등의 개념을 피하였고, 통신망의 효율적인 운용을 가능하게 하였다. 이들은 복미식 및 유럽식 디지털 신호 체계의 동시 수용과 더불어 결국 세계적 통신망의 구축을 가능하게 해주는 것이다.

이와같은 표준화 작업과 더불어 BISDN을 위한 NNI 표준의 큰 골격이 잡혔으나, 앞으로의 남은 과제는 더욱 크다. 면밀한 증명없이 도

입한 새로운 개념들은 장차 실험적이나 이론적으로 규명되어야하고, 아직 미규정인 여러 가지 매핑들도 완성되어야 한다. 각종 오버헤드들의 사용법이 좀 더 상세히 규정되어야 하고, 이들을 통한 데이터 통신 관계 프로토콜도 정립이 되어야 한다. 더우기 어려운 일은 운용 및 관리 보수를 위한 제반 규정을 수립하는 일 이 될 것이다. 이 모든 일들과 병행하여 이루어질 더욱 중요한 과제는 BBTG에서 작업중인 UNI 표준과의 연계 관계이다. I. 121 문서에 의하면 UNI 표준을 위해서는 ATM을 선호하는 것이 뚜렷이 나타나고 있는 바, 어떻게 이것을 155.520 Mbps NNI 표준과 효과적으로 연계하여 통일된 광대역 ISDN을 형성할 수 있게 하는가 하는 점이다. 이 모든 과제들이 원만히 해결될 수 있을 때 진정한 의미에 있어서 세계적 통신망을 형성할 수 있게 될 것이다.



(a) FLOATING TU MODE



F - 1544 kbit/s payload Framing Bit
 P₁ P₀ - Signalling Phase Indicator
 S - Signalling
 R - Fixed Stuff

(b) LOCKED TU MODE

그림34 바이트 동기식(Byte Synchronous)의 DS-1 매핑.

LOCKED																		
FLOATING																		
SIGNALLING																		
114 VALUE					2 STATE				4 STATE				16 STATE					
P ₁	P ₀	Sl _z	Sl ₄	T	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	P ₁	P ₀
0	0	0	0	0	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	0	0
0	0	0	0	1	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	0	0
0	0	0	1	0	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	0	0
0	0	0	1	1	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	0	0
0	0	1	0	0	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	0	0
0	0	1	0	1	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	0	0
0	1	0	0	0	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	0	1
0	1	0	0	1	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	0	1
0	1	0	1	0	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	0	1
0	1	0	1	1	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	0	1
0	1	1	0	0	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	B ₁₇	B ₁₈	B ₁₉	B ₂₀	B ₁₇	B ₁₈	B ₁₉	B ₂₀	0	1
0	1	1	0	1	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	0	1
1	0	0	0	0	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	1	0
1	0	0	0	1	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	1	0
1	0	0	1	0	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	1	0
1	0	0	1	1	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	1	0
1	0	1	0	0	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	1	0
1	0	1	0	1	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	1	0
1	1	0	0	0	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	1	1
1	1	0	0	1	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	B ₅	B ₆	B ₇	B ₈	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	1	1
1	1	0	1	0	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂	B ₉	B ₁₀	B ₁₁	B ₁₂	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	1	1
1	1	0	1	1	A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅	B ₁₆	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	1	1
1	1	1	0	0	A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₂₀	B ₁₇	B ₁₈	B ₁₉	B ₂₀	D ₁₇	D ₁₈	D ₁₉	D ₂₀	1	1
1	1	1	0	1	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	D ₂₁	D ₂₂	D ₂₃	D ₂₄	1	1

그림35 바이트 동기식을 위한 신호(Signaling) 할당 방법.

참 고 문 헌

1. CCITT TD48(PLEN), "Report of the Seoul Meeting(25 January - 5 February 1988) of the BBTG (Broadband Task Group)-Part A".
2. CCITT TD49(PLEN), "Draft Recommendation I.121: Broadband Aspects of ISDN".
3. CCITT TD20(PLEN), "Draft Recommendation G. 70X: Synchronous Digital Hierarchy Bit Rates".
4. CCITT TD12(PLEN), "Draft Recommendation G. 70Y: Network Node Interface for Synchronous Digital Hierarchy".
5. CCITT TD29(PLEN), "Draft Recommendation G.70Z: Synchronous Multiplexing Structure".
6. T1X1.4/87-505R4, "Draft of American National Standard for Telecommunications Digital Hierarchy Optical Interface Rates and Formats Specifications".

7. Bellcore, TA-TSY-000253 Issue 2, "Synchronous Optical Network(SONET)", 1986.
8. Bellcore, TA-TSY-000253 Issue 1, "Synchronous Optical Network(SONET)", 1985.
9. T1X1.4/85-050, "Proposed American National Standard Interface Specification for Asynchronous DS3 Format".
10. IEEE J. Selected Areas in Communication. (Special Issue on Broadband Communication Systems), vol.SAC-4, no.4, July 1986.
11. IEEE J. Selected Areas in Communications(Special Issue on Switching Systems for Broadband Network), vol.SAC-5, no.8, Oct. 1985.
12. IEEE J. Selected Areas in Communications(Special Issue on Fiber Optic Systems), vol.SAC-1, no.3, Apr. 1983.
13. IEEE J. Selected Areas in Communications(Special Issue on Fiber Optic Systems for Terrestrial Applications), vol.SAC-4, no.9, Dec. 1986.
14. CCITT Red Book III. 3(Recommendation G Series), "Digital Networks", and "Transmission Systems and Multiplexing Equipment".



李 秉 基

저자약력

- 1951년 5월 12일생
- 1974 : 서울대학교 전자공학과 (학사)
- 1978 : 경북대학교 전자공학과 (석사)
- 1982 : UCLA 전기공학과 (박사)
- 1974~1979 : 해군사관학교 전자공학과 (교관, 전임강사)
- 1982~1984 : 미국 Granger Associates(연구원)
- 1984~1986 : 미국 AT&T Bell Laboratories(연구원)
- 1986~현재 : 서울대학교 전자공학과 (조교수)