

전송기술의 발전 배경과 전망

李 英 圭

(正 會 員)

韓國電子通信研究所 交換研究部 研究委員

I. 서 론

전기통신 100년의 역사를 기록하는 동안 통신방식의 추세는 애널로그시대의 막은 서서히 내려지고 바야흐로 디지털시대의 전성기에 들어서고 있다.

전송이란 한 지점으로부터 다른 하나 이상의 지점으로 신호를 운반하는 것으로, 전송시스템은 그림 1과 같이 송신단국이나 수신단국, 그리고 그 사이의 매체와 중간장치로서 구성된다. 송신단국은 들어오는 신호를 매체를 통하여 잘 전송되도록 변환시키고, 수신단국은 이 변환되어 들어온 신호에서 원래의 신호를 추출해 내는 역할을 한다. 중간장치는 신호가 전송되는 동안 매체에 의해 변형된 인자를 보상하는 역할을 하며, 매체로서는 실선, 동축케이블, 무선, 도파관, 광섬유 등이 있다.



그림 1. 전송시스템 구성

전송기술이란 유선전송 및 무선전송, 위성통신, 텔레비전전송, 광섬유통신, 도파관, 지중통신등 각종 매체를 이용한 중계전송 뿐만아니라, 회선의 다중화, 각종 서비스신호의 부호화, 나아가서는 이들 각 장치의 유기적인 결합과 전송로망의 유지보수 기술까지를 포함하는 매우 광범위한 것으로서, PCM 신호의 부호화, 복호화 부문은 [1]에서, 가입자전송 부문

은 [3]에서 이미 자세히 다룬 바가 있고, 기타 광통신 부문이나 무선통신, 위성통신 등도 별도로 다루어지고 있으므로 본 고에서는 단지 전송기술의 근간이 되는 애널로그전송과 디지털전송의 제한된 범위내에서만 기술하고자 한다.

전체적인 구성은, II장에서는 전송방식의 발전 역사와 배경을 간단히 살펴보고, III장에서는 애널로그전송에 대하여 간단히 알아보았으며, IV장에서는 디지털전송의 원리를 포함하여 실제의 통신방식에 대하여 기술하였다. 끝으로 V장에서는 전송기술과 불가분의 관계에 있는 교환기술을 중심으로 네트워크 측면에서 전송기술의 장래를 전망하여 보았다.

II. 전송방식의 발전 역사

전기통신은 전신(telegraph)의 형태인 디지털방식으로부터 시작되었다. 즉 1835년 모르스(Morse)가 전신기를 발명하여 전류의 장(dash), 단(dot)을 단속하는 디지털신호를 보냄으로서 디지털방식의 통신이 개시된 이래 1876년에는 벨(A. G. Bell)이 전화기를 발명함으로써 애널로그방식의 실용화가 본격적으로 개시되었다. 이어 1906년 드. 포레스트(De Forest)에 의한 진공관의 발명이 있은 후 발전, 변조, 증폭 및 여파 등의 기술이 확립되어 라디오 및 텔레비전방송을 포함한 근 100여년에 걸치는 애널로그의 전성시대를 구가하게 되었다.

다중전송의 방법도 1925년 미국에서 실용화된 3회선 나선반송방식으로부터 시작해서 1934년 240회선의 동축케이블방식의 개발등을 거쳐 현재는 동축케이블에 의한 3,600~10,800회선, 마이크로파에 의한 1,800회선의 FDM 초다중회선과 4,032회선의

T4M, LD-4 등 시분할(TDM : time division multiplex) 초다중회선을 기간통신방식으로 이용하기에 이르렀다.

한편 1930년부터 애널로그방식의 다른 형태인 펄스 진폭변조(PAM) 및 펄스폭변조(PWM)에 의한 24회선방식이 개발되었으나 일반화되지 못하였고, 곧 이어 1937년에 리브즈(A. H. Reeves)가 펄스부호변조(PCM : pulse code modulation)를 제창하였다. 새로운 통신방식으로 등장한 PCM 방식도 실용화의 길은 결코 평탄한 것이 아니었다. 2차대전이 끝난 직후인 1948년에 미국에서 최초로 실험용 PCM 장치가 설계 제작되었는데 당시 능동소자로서는 오로지 전자관 뿐이었고 또 부호화에 사용된 부호판도 여러가지 실현상의 문제점을 가지고 있었기 때문에 실용화에 이르지 못하였다.

PCM 실용화에 결정적인 역할을 하게 된 것은 트랜지스터의 발명과, 이어진 반도체기술의 진보이었다. 이 무렵 PCM 적용면에서 음성케이블의 다중화(multiplex)라고 하는, 전기통신 역사상 하나의 커다란 진보(evolution)가 기록되었다. 즉 자동증시화의 진전에 따라 근거리 반송회선에 대한 수요가 급증하고, 또 기설의 국간 케이블의 증설도 곤란해져 다중사용이 불가피하게 된 상황에서 PCM 이라는 획기적인 통신방식이 태어난 것이었다. 물론, 종래에도 FDM 방식의 근거리 반송방식이 있기는 하였으나 경제성이나 전송품질면에서 PCM 방식에 비할 바가 못되었고, 또한 FDM 방식으로는 적용할 수 없었던 극악상태의 시내외케이블에서도 능히 동작한다는 강점이 있었다.

1962년 미국 시카고 지역에서 처음으로 PCM 방식을 이용한 T1(Telephone Set 1) 시스템이 공중통신에 이용된 이래 1965년 일본에서도 PCM-24 방식이 실용화되었고, 유럽에서는 1970년대에 들어 비로소 현재의 유럽방식(CEPT 방식)이 개발되어 상용되기 시작하였다. 이즈음 CCITT에서는 1976년에 G.733으로 북미방식(NAS 방식)을, G.732로 유럽방식을 각각 권고하였다.

한편 전기통신의 또 하나의 획기적인 진보로 기록되고 있는 광통신은 1960년 레이저광의 발명을 계기로 본격적으로 연구되기 시작하였다. 당초는 공간전파나 광빔가이드를 전송매체로 하는 연구가 주류를 이루었으나, 1966년에 광섬유(optical fiber)를 전송매체로 하는 광전송의 가능성이 제창되고, 1970년에 전송손실 20dB/km의 광섬유가 실현됨으로서 이후 광통신 연구의 주축은 역시 광섬유를 전송매체로 하

는 광섬유케이블전송에 집중되고 있다. 현재 FT-1.7G, F-1.6G 등의 초대용량 방식이 개발되어 있다.

그밖에, 위와 같은 다중화기술과 광통신기술 이외에도 최근의 전송의 기반기술로는 ISDN의 기본을 이루는 디지털가입자전송기술과 광대역 광가입자기술, 각종 부호화기술을 포함하는 초고집적 VLSI 기술, 회선분배기술, 그리고 망유지보수, 사용자제어 재구성망, 지능망 등 망관련 소프트웨어기술을 빼놓을 수가 없다.

Ⅲ. 애널로그전송

1. 애널로그신호

정보원으로서의 음성이라든가 화상신호와 같이 그 특성량이 정보를 표시하는 다른 물리량의 변화에 연속하여 따르는 애널로그정보원과 데이터신호와 같이 그 특성량이 정확히 시간관계로 정의되는 이산값의 집합에 의해 정보가 표시되는 시간적 불연속 신호인 디지털정보원이 있다.

과거의 통신은, 전화와 같이 음성만이 정보원의 주체이었기 때문에 전송방식으로서 음성전송에 알맞는 진폭변조(AM : amplitude modulation) 방식과 주파수분할다중(FDM : frequency division multiplex)방식이 채택되어 왔는데, 이와 같은 진폭변조방식에 의한 주파수분할다중계 전송방식을 애널로그 전송방식이라 부른다. 애널로그 다중전송방식에서는 전송전력을 적게하고, 또한 전송매체(주로 동선 케이블)의 손실이 주파수의 제곱근에 비례하므로 전송대역을 가급적 좁게 하기 위해 반송파를 억압한 4kHz 대역의 단측파대(SSB : single side band) 다중방식을 기본으로 하고 있다.

2. 회선 설계

애널로그계 장거리 다중전송방식을 설계함에 있어서 유의할 점은 신호대 잡음비(S/N)이다. 잡음에는 중계기의 입력 레벨에서 결정되는 열잡음과 중계기의 왜곡, 그리고 출력 레벨에서 결정되는 비직선 왜곡잡음이 있는데 디지털방식의 재생중계와는 달리 애널로그방식에서는 잡음이 계속 누적되기 때문에 각 단계에서 이를 최소화하도록 설계하여야 한다.

FDM 방식의 방식설계를 목표로 하여, CCITT는 2,500km의 표준가상회선(HRC : hypothetical reference circuit) 3가지(권고 G.222)와 5,000km 길이의 HRC(권고 G.215)를 규정하고 있다. 어느 경우나 총합회선잡음은 10,000pWOp로 권고하고 있다. 2,500km HRC는 다중화의 정도에 따라 변환단

의 수를 달리하는 구성을 권고하고 있지만, 9무번조 구간 구성이 공통이다. 총합회선잡음(10,000pWOp)은 전송로잡음(7,500pWOp : 3pWOp/km)과 단국잡음(2,500pWOp)으로 나뉘어져 있으며, 5,000km HRC는 12개의 동일한 길이(약 420km)를 갖는 동질 구간으로 구성된다.

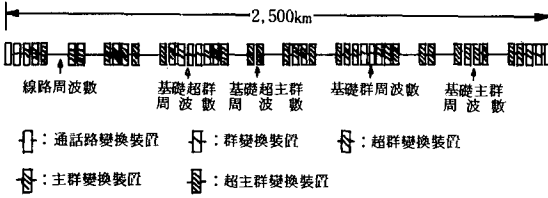


그림 2. 표준가상회선(60MHz 동축방식)

3. 다중화 신호계위(Hierarchy)

표 1에 CCITT 권고의 다중화 신호계위를 표시한다. 여기서 0.3~3.4kHz의 음성전송대역 12회선을 60~108kHz 대역에 겹쳐쌓은 묶음이 기초군이고, 이것을 또 5개 묶은 것이 기초초군(SG : super group)이다.

미국에서는 기초주군(MG : master group)으로 564~3,084kHz의 600회선을, 기초거군(JG : jumbo group)으로는 564~17,548kHz의 3,600회선을, 그리고 기초거군다중(JGM : jumbo group multiplex)으로서는 3,000~60,000kHz의 10,800회선을 채택하고 있다.

4. 애널로그 전송방식

2가닥의 금속선이 대칭 특성을 갖는 평형케이블(balanced cable)은 음성을 위시하여 데이터 및 화상

신호등 다중화되어 있지 않는 베이스밴드신호를 전송하는 방식과, 음성을 수십회선 정도의 규모로 다중화하여 전송하는 방식에 사용된다. 평형케이블의 사용대역은 500kHz 정도로서 가격도 싸고 포설이 간편한 장점은 있으나 손실이나 누화 등 성능적으로는 결점이 많다. 그러나 가입자대내에서부터 전화국까지는 대부분 평형케이블밖에는 다른 전송수단이 없으므로, 장차 ISDN에서도 가입자전송 매체의 주축을 평형케이블로 예정하고 있으며, 이에 맞춰 우리나라는 기존의 종이절연케이블을 보다 특성이 우수한 F/S(foam skin) 케이블로 대체해 나가고 있다.

균일선로에서 선로의 감쇠량 극소 조건은 $RC=LG$ 이지만, 실제의 선로에서는 $RC \gg LG$ 가 보통이다. 따라서 L을 증가시키므로써 위의 조건에 근사시키는 것을 장하(loding)라고 하는데, 1930년대에는 이러한 장하케이블방식이 폭넓게 사용되었으나 FDM 반송방식, PCM 방식의 발달과 함께 적용영역이 한정되어 현재로서는 시내 중계선이나 소규모 단거리의 시외 회선에만 이용되고 있다. 장하케이블방식은 본질적으로 차단주파수(cut-off frequency)가 존재하고, 전송지연이 증가하는 등의 결점을 가지고 있다.

나선반송방식은 1918년 세계 최초로 A형나선반송방식이 미국에서 실용화된 이래 주로 단거리, 시내용으로 사용되다가 나선로가 케이블화되고, 또한 무장하케이블방식, 단거리반송방식이 실용화되면서 급속히 후퇴되었다. 현재 CCITT는 3회선방식(권고 G.361) 및 그 상부대역에 중첩되는 12회선방식(권고 G.311)을 권고하고 있다. 나선로는 평형케이블에 비하여 손실은 적지만, 누화가 크고, 기후에 의한 손실변동이 크며, 외부로부터의 유도장해를 받기 쉽다.

무장하케이블방식은 동축케이블방식이 도입될 때까지의 1930~40년대의 장거리반송방식의 주류를 이루었다. 1.2mm 무장하케이블이 사용되었고 360kHz 정도까지 이용되고 있다.

표 1. FDM 다중화 신호계위

群	略號	通話路數(ch)	周波數帶域(kHz)	構 成	搬送周波數(kHz)	파일드트周波數(kHz)	CCITT 勸告
基礎 群	G	12	60~108	-		84.08*1	
基礎 超群	SG	60	312~552	G×5	420,468,516,564,612	411.92*1	G 233
基礎 主群	MG	300	812~2044	SG×5	1364,1612,1860,2108,2356	1552	"
基礎 超主群	SMG	900	8516~12388	MG×3	10560,11880,13200	11096	"
基礎 巨群	JG	3600	42612~59684	SMG×4	55000,59400,63800,68200	40920	"

단거리반송방식은 기존에 설치되어 있는 시외케이블을 이용하여 100km 미만의 회선을 경제적으로 얻는 방식으로서 1950년 미국에서 N방식이 실용화되면서 뒤이어 서독, 프랑스 등에서 실용화되었다. 시설의 시외케이블은 1조구간이 거의 전부였기 때문에 상행 하행의 근단누화를 피하기 위해 군별 2선식이 채용되는데, 저군 12~60kHz (6~54kHz), 고군 72~120kHz (60~108kHz) 를 사용하여 8~12회선을 구성한다.

동축케이블(coaxial cable) 방식은 1934년 미국에서 동축케이블이 초다중전송에 적합한 전송매체임이 발표된 이후, 1941년 세계 최초의 동축케이블방식으로서 L1방식 (단거리 480회선, 장거리 600회선) 이 실용화되었으며, 현재 세계각국의 기간 루트를 구성하는 대표적인 유선전송방식으로 되어 있다. 현용 동축케이블에는 내외경 2.6/9.5mm의 표준동축케이블과 1.2/4.4mm의 세심동축케이블이 있다.

해저동축케이블방식은 1930년대부터 검토가 시작되어 1943년에는 영국, 또 1950년에는 미국에서 최초의 시스템이 포설되었다. 깊은 바다에는 8.3/38mm 케이블이, 얕은 바다에는 5.6/25mm 케이블이 사용되고 있는데 방식의 신뢰도가 육상방식의 10배 이상 높도록 설계하고 있다.

표 2. 미국의 애널로그전송방식

방식	회선수	기초주군(MG) 수	주파수대역(KHz)
N1,N2	12		36~132 172~268
N3	24		36~132 172~268
L1	600	1	60~108
L3	1,860	3 + 1 SG	312~8284
L4	3,600	6	17,500
L5	10,800	18	60,600

IV. 디지털전송

1. 디지털전송계

디지털전송은 기존의 애널로그전송에 비해 많은 잇점을 가지고 있다. 즉, 재생중계가 가능하여 주위로부터의 잡음이나 방해에 강하고 전송거리와 무관한 양질의 전송품질을 제공하며, 각종 정보신호의

형태에 관계없이 모든 서비스와 각종 새로운 서비스가 디지털정보형태로 변환되어 동일 디지털전송로상에 공존, 전송되므로, 디지털전송 및 디지털교환의 통합실현이 가능하다. 또한, 디지털전송방식에서 사용되는 반도체소자는 대량생산에 적합한 디지털 IC들이기 때문에 시스템의 경제화가 가능하며, 그 밖에 통신기술과 컴퓨터기술의 응용으로 각종 서비스에 대한 속도 변환, 프로토콜변환, 디지털신호처리, 그리고 전송매체 변환 등의 통신처리 등을 용이하게 실현시킬 수 있기 때문에 통신망을 고도로 지능화시킬 수 있다.

반면, 전송의 디지털화로 점유주파수대역이 증가하고, A/D, D/A 변환기능과 송수신 간의 동기 기능이 필요하게 되었으며, 또한 기존 시스템과 호환성이 없었기 때문에 TDM 시스템과 FDM 시스템간의 상호 연동을 위한 변환장치가 필요하게 되었다.

과거의 전송은, 가입자선이나 시내국간의 경우 2선, 또는 3선식 음성케이블이, 그리고 시외 장거리 회선의 경우에는 동축케이블, FDM 무선 등 주로 애널로그방식에 의존하여 수행되어 왔으나, T1 반송방식이 출현한 이래로 1970년대 후반까지는 회선당 전송로 가격의 절약을 목표로 유선 PCM과 표준 및 세심동축 PCM, 마이크로파 PCM, 그리고 도파관 PCM 등 디지털초다중시스템과, DOV(data over voice), DUV(data under voice) 등 기존 애널로그방식에 디지털전송기능을 부가하는 방식, 그리고 FDM과 TDM 망을 접속하는 트랜스멀티플렉서(CCITT 권고 G.794) 같은 장치들이 경쟁적으로 개발되기 시작하였다.

그리고 이러한 디지털화 경향은 그후 디지털교환기가 등장하면서 애널로그방식의 확대중지 경향과 함께 더욱 가속되어 1980년대초 실용화되기 시작한 디지털광통신에 이르러서는 거의 모든 국가가 디지털방식을 기간전송의 주축으로하려는 동일 목표를 가지게되어 ISDN이 요구하는 통합전송(integrated transport)의 기대와 자신을 가질 수 있게 되었다.

CCITT에서는 ISDN에 대비하여 권고 G.821에서 국제간 디지털 접속시의 비트오율 성능의 목표치를 표3과 같이 권고하고 있다.

디지털전송계는 그림 4와 같이 기본적으로 부호화 단국장치, 다중변환장치, 단국중계장치, 중계장치의 4가지로 구성되며, 이 외에 디지털교환기의 도입 등에 의해 동기망을 구성하는 경우에는 망의 주파수 동기 및 필요에 따라 국내의 위상동기를 취하는 망

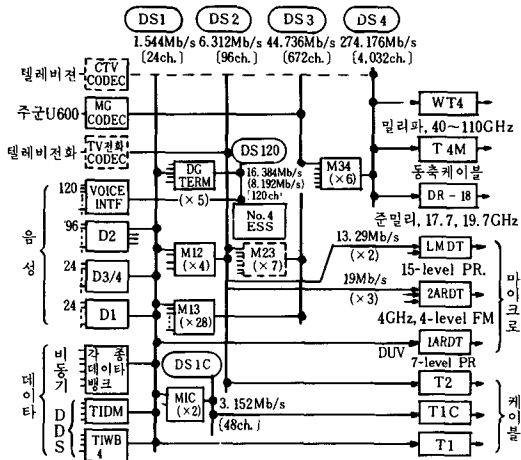


그림 3. 미국 벨 시스템의 디지털신호계위

표 3. 국제 디지털 접속시의 비트오율의 목표치

To = 1 minute		To = 1 second	
BER in 1 minute	% of available minutes	BER in 1 second	% of available seconds
$> 1 \cdot 10^{-6}$	$< 10\%$	> 0	$< 8\%$
$< 1 \cdot 10^{-6}$	$> 90\%$	0	$> 92\%$

동기장치가 있다.

2. 부호화단국장치

정보원을 적당히 조작하여 얻어지는 이산적(discrete)인 값을 부호에 대응시키는 변환을 부호화(coding)라 한다. 일반적으로 연속신호를 시간적으로 이산적인 신호(PAM 신호)로 변환하는 조작이 표본

화(sampling)이며, 이 표본값을 양자화하여 2진 혹은 다진부호로 변환하는 조작이 부호화이다.

부호화된 정보를 전송할 경우 1표본치당 다수의 펄스를 필요로 하기 때문에 일반적으로 전송에 필요한 주파수대역폭은 넓어지며, 동시에 표본화 및 부호화 등의 과정에 있어 누화잡음, 열잡음, 표본화왜곡, 표본화펄스누설, 압신오정합왜곡, 부호화잡음, 보간잡음 등이 필연적으로 발생된다. 부호화된 신호를 양자화 PAM 신호로 변환하는 조작이 복호화(decoding)로서 부호화와 복호화는 역조작의 관계에 있다. 표본화 및 부호화, 복호화 과정의 설명은 (1)에서 이미 언급된 바 있어 여기서는 생략한다.

부호화 및 복호화를 실현하는 방법으로서 정보원의 종류에 따라 직선부호화, 비직선부호화 및 예측부호화 등을 선택할 필요가 있는데, 직선부호화는 전송할 정보에 대하여 양자화잡음량을 입력레벨에 관계없이 일정하게 억제한 방식으로서 순시 S/N_0 보다 잡음량의 절대값이 문제가 되는 계에서 사용되며, 비직선부호화는 음성과 같이 잡음의 절대량 보다도 수신계의 순시 S/N_0 가 중요하게 되는 계에서 사용된다. 예측부호화는 정보원이 갖는 시간적 및 주파수적 상관을 이용한 방법으로서, 각기 방식 고유의 부호화특성을 가지는데 비하여 예측루프를 갖지 않은 부호화방식은 각종 정보원에 대하여 비교적 범용적인 성질을 지니고 있어, 부호화특성이 주파수 의존성을 갖지 않는다.

음성신호와 PCM 부호화, 복호화 범칙간의 관계는 CCITT 권고 G. 711에 규정되어 있으며, 음성신호의 예측부호화로서 음절압신(syllable companding)을 갖는 32Kb/s 적응식 차분펄스변조(ADPCM)는 권고 G. 721에 규정되어 있다. 그러나 32Kb/s ADPCM은 아직 신호교환에 대한 연구가 완료되지 않아 전송 목적에만 사용되고 있다.

부호화단국장치는 음성, 화상, 데이터 등의 정보

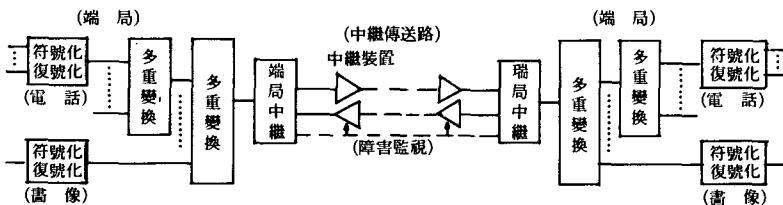


그림 4. 디지털전송계의 구성

신호를 PCM 과 같은 디지털신호로 변환하는 장치로서, 정보신호가 애널로그신호인 경우에는 A/D 변환이, 그리고 데이터 신호인 경우는 D/D 변환이 행하여진다. 그밖에 A/D 혹은 D/D 변환하는 과정에서 리던던시를 억제함으로써 대역압축부호화를 하는 경우도 있다.

우리나라에서는 1970년에 PCM-24 방식을, 그리고 1977년에는 PCM-24B 방식을 일본으로부터 도입 생산한 이후, 전자교환기의 공급에 따른 시내 국간중계의 확충을 위해 캐나다 노던텔레콤사의 DE-4를 1981년에, 그리고 국내에서 개발된 KD-4 시스템을 1982년부터 대량 설치하였다.

PCM-24B 나 D4, DE-4 가 애널로그신호인 PAM 신호를 다중화한 후에 공통코덱(common CODEC)에서 PCM 신호로 변환하는데 반해 KD-4는 부호화 및 복호화 소자인 회선개별코덱(single channel CODEC)을 사용하여 먼저 각 채널을 PCM 신호로 만든 후 디지털 다중화하고 있다.

표 4. 북미방식과 유럽방식의 PCM 방식 비교

구분	북미 방식	유럽 방식	
기본특성	전송속도	1.544Mb/s+50ppm	2.048Mb/s+50ppm
	표본화주파수	8 KHz	8 KHz
	프레임당 타임슬롯/통화로수	24 / 24	32 / 30
	부호화 비트수	7 5/6	8
	압선법칙	μ -law ($\mu=255$) 15절선 근사	A-law (A=87.6) 13절선 근사
	멀티프레임 수 (주기)	12 (1.5ms)	16 (2.0ms)
	프레임동기방식	분산형	집중형
신호특성	회선개별방식 (CAS)	In-slot 방식 (6,12번째 프레임의 8번 비트)	Out-of-slot 방식 (16번 채널)
	신호용 비트수	1.333Kb/s	2 Kb/s
	공통선신호방식 (CCS)	단독채널 사용이 필요함 4Kb/s는 부적합	16번 채널 사용 (64Kb/s)
전송특성	선로부호	AMI 또는 B8ZS	HDB3
	케이블손실 허용치	7~35dB	8~42dB

우리나라, 일본, 미국 등은 CCITT 권고 G.733에 준거한 24-ch PCM 방식을 채용하고 있으며, 유럽 등 대부분의 국가에서는 CCITT 권고 G.732에 준거한 30-ch PCM 방식을 채용하고 있다.

북미방식의 1 프레임은 125 μ s로서 다중화된 음성 192비트 (24회선 \times 8bit) 에 프레임할당비트(S 및 F 비트) 하나를 추가하여 193비트로 구성되며, 이러한 프레임이 12개 모여 멀티프레임을 형성한다. 멀티프레임은 음성(64Kb/s) 과 신호(1.333b/s) 와 같이 속도가 서로 다른 신호들을 효율적으로 보내기 위해 구성한다.

유럽방식은 256비트를 1 프레임으로 하여 16 프레임이 멀티프레임을 형성한다. 프레임의 첫번째 타임슬롯(8비트)는 프레임할당용으로 쓰이고, 17번째 타임슬롯은 멀티프레임할당과 신호용으로 쓰인다. 따라서 음성용으로는 30개의 타임슬롯만이 이용된다. 그림 5 에 각 단국장치의 프레임구성을 표시한다.

3. 다중변환장치

여러개의 디지털신호를 모아서 한개의 고속디지털 신호를 만드는 것을 다중화라 하는데, 다중화방법에는 군(group), 워드(word), 비트(bit)의 배열에 따라 여러가지 조합방법이 있다. PCM 1차군에서는 복수통화로의 공통부호화를 간편한 구성으로 하기 위하여 워드단위배열법(word interleave)이 적용되는 반면, 고차군의 구성에는 기억용량 소요가 적은 비트단위배열법(bit interleave)이 일반적으로 쓰여진다. 그리고 신호를 다중화할 때는 각종 제어를 위해 다중화신호 프레임동기펄스를 삽입하여 다중화프레임을 구성하게 되는데 이 프레임동기펄스의 배열방법에는 분산형(북미방식에서 사용)과 집중형(유럽방식에서 사용)이 있다.

다중화하기 위해서는 각 디지털신호의 주파수 및 위상이 동기되어 있어야 하는데 동기법에 따라 동기 다중화(synchronous multiplex)와 비동기다중화(asynchronous multiplex)로 구분된다. 전자는 시분할교환과의 적합성이 좋고, 비교적 저속인 영역에서 유효하며, 후자는 소요 버퍼메모리 용량이 적기때문에 고속영역에 특히 유효하고, 또한 서로의 클럭이 독립적이어서 신뢰성 및 보수성이 높다. PCM 1차 다중화는 동기다중화에 속하고 M12, M13 등 고차다중화는 비동기다중화에 속한다. 동기다중화에서는 모든 입력이 동기화되어 있어 단순히 비트를 차례대로 배열함으로써 다중화가 이루어 지는데 반해 비동기다중화는 모든 입력이 비동기화되어 있어 보통 펄스스터핑(pulse stuffing)에 의해 동기화된 후 다중화 된다. 한편 동기가 충실히 되어 있는 망에는 적당한 위상동기만을 취함으로써 그대로 시분할다중화할 수 있다.

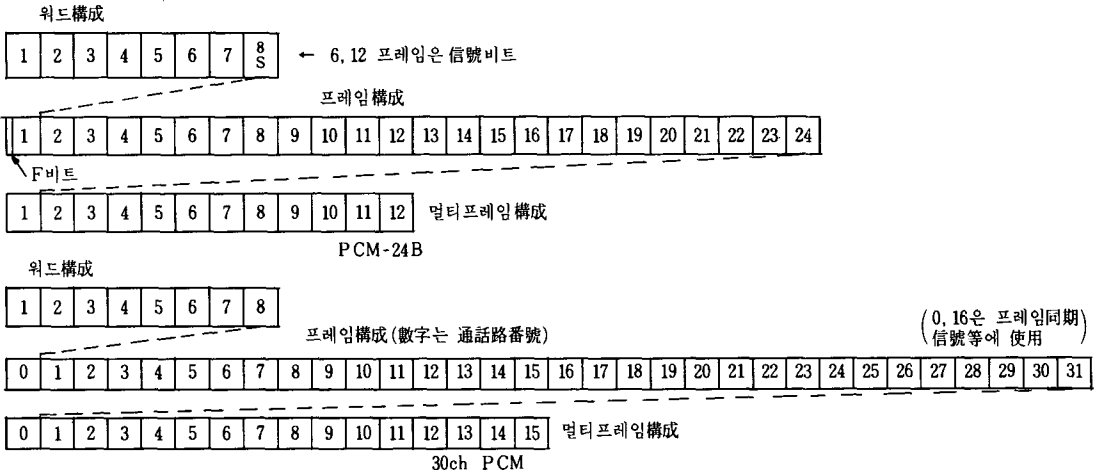


그림 5. 1 차군 단국장치의 프레임 구성

CCITT 권고 G. 701에서는 펄스스터핑을 위치맞춤(justification)이라 규정하고 있으며, 정위치맞춤(positive justification), 부위치맞춤(negative justification), 그리고 정부위치맞춤(positive-negative justification) 등 3가지가 권고되고 있다. 펄스스터핑 동기에서는 다중화하는 모든 입력신호의 속도보다도 조금 빠른 속도로 타이밍을 잡고, 1비트분의 차가 되면, 미리 정해진 시간위치에 스테핑펄스를 삽입한 후 이렇게 해서 동기화된 신호를 비트단위로 다중화한다.

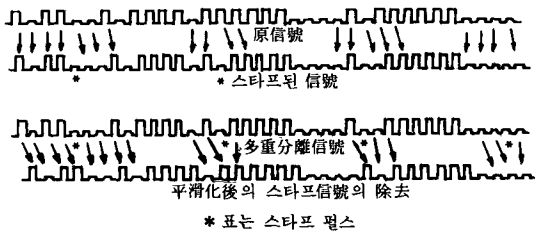


그림 6. 펄스스터핑동기

다중변환장치는 PCM 신호계위의 상호간의 다중신호 변환을 하는 장치로서 송신측에서는 저차군신호를 엘라스틱 메모리(elastic memory)에 기록하고, 스테핑제한 클럭으로 판독함으로써 스테핑펄스가 삽입된 동기화저차군신호를 얻는다. 이 신호를 비트단

위로 다중화하고, 프레임동기, 스테핑지정펄스 등을 삽입하고 스크램블하여 고차군출력신호를 얻는다. 수신측에서는 역다중분리된 후, 스테핑펄스가 제거되고, 다시 펄스계열의 시간적 평활화가 이루어져서 원신호가 재생된다.

우리나라에서는 96회선 용량의 M12 다중화장치와 672회선 용량의 DM1-3A, DM1-3B, 그리고 1.344 회선의 DMX13C, DM1-3D 등 각종 다중화장치가 상용되고 있다. M12형 다중화장치는 4대의 PCM 단국장치로부터 들어온 DS1(1.545Mb/s) 복극성(bipolar) 신호를 단극성(unipolar) 신호로 바꾸어 DS2(6.312Mb/s) 신호로 다중화시키는 역할을 한다. 4개의 DS1 신호를 다중화한 DS2 신호는

$$1.544\text{Mb/s} \times 4 \times \frac{49}{48} \times \frac{288}{288-s} = 6.312\text{Mb/s}$$

로 표현되는데 여기서 s는 매 288비트마다 들어 있는 스테핑비트의 수로서 대개 0.33으로 주어진다. 그림 7의 DS2 프레임 형태에서 (48)은 4개의 DS1은 비트가 차례대로 다중화된 신호를 의미하며, M은 멀티프레임할당비트, F는 프레임할당비트이고 첨자는 '0' 또는 '1'으로 고정되어 있음을 의미한다. 펄스스터핑의 예로서 첫번째 행의 C비트 3개가 모두 '1'이면 해당 행 맨끝(48)의 첫번째 비트가 스테핑비트를 의미한다.

애널로그방식이 군, 초군, 주군, 초주군, 거군 등

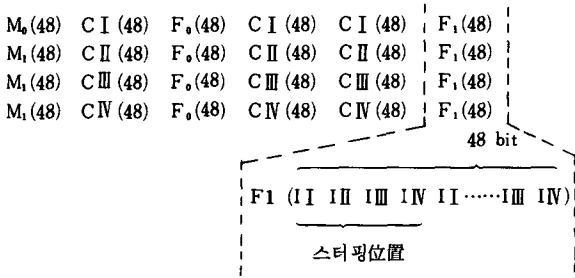


그림 7. DS2 프레임 형태

으로 계층화되어 있는 것과 마찬가지로 디지털전송방식도 1 차군으로 부터 4 차군의 초다중계층까지 신호계위가 정해져 있다(CCITT 권고G. 702).

신호계위는 전송로 매체의 비트속도, 각종 신호의 부호화 비트속도, 교환기와의 접속, 망구성, 그리고 기타 국제적인 표준화 동향을 고려하여 각 나라마다 규정하고 있다. 즉 유럽은 2.048-8.448-34.368-139.264-564.992, 미국은 1.544-6.312-44.736-274.000, 일본은 1.544-6.312-32.064-97.728-397.200이며, 우리나라는 현재 북미방식과 유럽방식의 혼합인 1.544-6.312-44.736-139.264-564.992 를 채택하고 있다.

그러나 현재의 북미방식 신호계위는 DS1 레벨에서 국제적으로 권고되고 있는 ISDN의 기본속도인 64 Kb/s(B채널)의 완전채널(clear channel) 전송능력이 보장되지 않음으로서 이를 유럽방식으로 전환시키는 검토가 진행중이다. 물론 B8ZS(bipolar with 8 zero subtraction)나 ZBTISI(zero byte time slot interchange) 등 DS1 레벨에서 완전채널능력을 갖추기 위한 방안이 없는 것은 아니나 이를 기존의 모든 네트워크에 적용하기에는 기술적이나 경제적으로 상당한 어려움이 따를 것으로 보인다.

현재 각국의 TDM 다중화 신호계위를 표 5에 표시하였다.

한편 1986년부터 CCITT에서는 상기와 같은 비동기식 신호계위에 대항하여 동기식 디지털 계위 및 관련 인터페이스의 연구를 활발하게 진행하고 있어 1988년 총회에서 이에 관련된 권고안(G. 707, G. 708, G. 909 등)들이 승인될 예정이다. 여기서는 기존 G. 702 권고안에 따른 북미 및 유럽방식 비동기 신호계위를 모두 수용함은 물론 ISDN 광대역신호(H2, H4)까지를 수용할 수 있도록 다중구조 및 인터페이스가 정의되고 있다.

표 5. 각국의 TDM 다중화 신호계위

속도(Mb/s)	유럽 방식	북미방식	한 국	일 본
1.544	CEFT(30ch)	DS1(24ch)	DS1(24ch)	1차군(24ch)
2.048				
3.152		DS1C(48ch)	DS2(96ch)	
6.312	CEFT2(120ch)	DS2(96ch)		2차군(96ch)
8.448				
32.064	CEPT3(480ch)			3차군(480ch)
34.368				
44.736		DS3(672ch)	DS3(672ch)	
97.728				4차군(1,440ch)
139.264	CEPT4(1,920ch)		DS4E(2,016ch)	
274.176		DS4(4,032ch)		
397.200	CEPT5(7,680ch)			5차군(5,760ch)
564.992			DS5E(8,064ch)	
1,600.00				6차군(23,040ch)

현재 비동기식 신호계위는 북미방식은 3 차군(44.736Mb/s)에서, 그리고 유럽방식은 4차군(139.264Mb/s)에서 확장이 중단된 상태로, 앞으로는 동기식 신호계위에 대한 각국의 연구가 CCITT를 중심으로 활발히 진행될 전망이다. 동기식 디지털신호계위의 기본 레벨은 155.520Mb/s이며, 고차군계위는 이의 정수배로 설정된다.

4. 단국중계장치 및 중계장치

디지털중계방식의 특징은 전송매체에 있어서의 감쇠외에 잡음과 왜곡의 영향을 받은 디지털신호를 중계기에 의해 송출신호와 동일한 왜곡이 없는 신호로 재생하면서 중계가 된다. 중계장치는 감쇠를 받아 왜곡된 수신파형을 증폭, 정형하여 S/N가 좋은 부호파형으로 하는 파형등화(reshaping)와, 등화파형에서 2진정보의 "1", "0"을 식별하여 송신펄스와 같은 펄스로 증폭재생하는 식별재생(regenerating), 그리고 송출펄스를 정확한 시간간격으로 위상재생하는 타이밍재생(retiming)의 3R 기능을 갖는다.

중계방식의 전송로부호는 지역차단, 대역압축, 타이밍신호의 추출, 지터의 억압, 전송로감시, 그리고 회로의 간편성을 고려하여 선정된다. "1"마다 극성이 정부로 반전하는 단극성 또는 AMI(alternate mask inversion)부호는 T1이나 TIC 등에 쓰이고, duobinary는 T1D에서 사용되며, B6ZS는 T2, NRZ(non-return to zero)는 T4M, 그리고 B8ZS는 64Kb/s 완

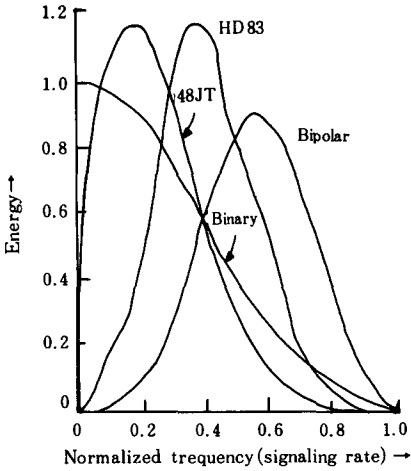


그림 8. 각종 전송부호의 주파수대 에너지 특성

전채널 방식에 사용된다. 유럽 방식에서는 HDB 3 (high density bipolar), 4B3T (4 binary 3 ternary) 등을 사용하고 있다.

한편, 디지털 가입자 전송 방식에서는 바이페이즈 (biphase), MDB(modified duobinary), 4B3T (MS43), 3B2T, 2B1Q 등 각종 전송부호방식이 연구되고 있는데, 최근의 경향으로 보아 TCM (time compression multiplex) 전송방식에서는 하드웨어가 간단한 AMI 가, 그리고 ECH (echo cancellation with hybrid) 전송방식에서는 4 치부호인 2B1Q가 가장 유망시되고 있다.

전송부호의 저역차단에 대한 강도, 소요전송 대역, 타이밍과의 추출 특성 등 주파수영역에서의 대략특성을 평가하는 데에는 부호열의 전력스펙트럼 특성이 유효하다. 수신등화파형의 평가에는 소요전송 대역, 부호간 간섭 등이 사용된다.

중계계에서 발생하는 잡음은 부호오류 (bit error) 잡음과 지터 (jitter) 잡음이 대부분으로서 이것에 의해 중계전송로의 품질이 평가된다. 부호오류 잡음은 열잡음, 파형왜곡 등이 원인이 되어 발생한다. 지터 잡음에는 부호패턴변동에 의한 성분과, 부호패턴에 의존하지 않는 성분이 있는데, 전자의 전력은 중계수에 비례하고, 후자의 전력은 중계수의 제곱근에 비례하여 증대된다. 지터억압기로서는 위상제어발진기 (PLL : phase locked loop) 등이 사용된다.

단국중계장치는 신호의 재생 및 증폭, 선로중계기

에의 급전전류의 중첩, 분리, 단극성-복극성변환등의 부호변환, 스크램블링-디스크램블링, 감시 및 제어신호의 삽입, 분리 등의 기능을 지니며, 중계장치는 선로에서 왜곡된 펄스를 재생하는 기능과 중계장치 특성의 열화 또는 장애를 검출하는 회로를 내장하고 있고, 전화국에서 이를 원격조작으로 검출할 수 있다. 즉, 중계계의 동작상태를 감시하기 위하여, 패리티체크, 전송부호구속 등을 이용하여 보호 오류를 검출하며, 장애가 검출되면 장애중계기의 탐색이 행해진다. 여기에는 펄스트리오 (pulse trio), 위상 검출 등의 방식이 쓰인다.

각 중계기의 오류율을 P_e , 지터의 실효치를 θ , 로 하면 중계기수 N 으로 구성된 전송의 오류율은 NP_e , 지터의 실효치는 $a\sqrt{N \times \theta}$, (a : 상수)로 나타낸다. 따라서 중계장치는 오류율에 대하여 “식별재생”을, 지터에 대해서는 타이밍재생을 바르게하기 위해 고정밀도의 파형등화가 필요하다. 오류율에 대해서는 부호간간섭과 열잡음 (평형대케이블인 경우에는 누화잡음)이 적은 등화파형에, 지터에 대하여서는 좌우대칭성이 좋은 등화파형에 “파형등화”를 하는 것이 중요하다.

5. 망동기장치

시분할다중신호의 교환, 분기, 삽입 등을 유연하기 위하여는 각국의 송수신펄스가 동기화되어 있는 것이 필요하며, 이것이 이루어 지지 않으면 슬립 (slip) 이 일어난다.

망동기를 실현하는 방법은 각 전화국마다 독립된 발진기를 설치하고, 그 클럭으로 타이밍을 잡음으로써 동기화하는 독립동기 (plesiochronous synchronization) 방식과 최상위전화국에 하나의 주발진기를 비치하고, 그 클럭을 하위의 종속국에 분배함으로써 망전체의 동기를 취하는 종속동기 (master slave synchronization) 방식, 그리고 각 전화국에 가변주파수발진기를 비치하고, 개개의 국에서 자국의 클럭과 다른 복수국으로 부터의 클럭과의 위상을 비교하여, 이들 위상차의 평균치가 0 이 되도록 자국의 발진주파수를 제어함으로써 망전체의 동기를 취하는 상호동기 (mutual synchronization) 으로 크게 나뉜다.

독립동기는 타 전화국간에는 클럭주파수차의 빈도로 슬립이 생기기 때문에 발진기의 고안정화가 필요하며, 상호동기에서는 일부의 국 혹은 전송로가 장애가 있어도 다른 국에의 파급효과가 적다는 잇점이 있는 반면, 그 장애의 탐색이 곤란하고, 동기계의 구

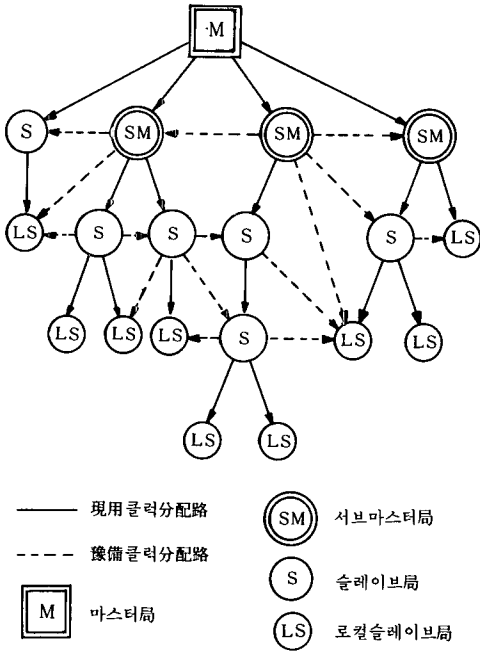


그림 9. 종속동기에 의한 망동기

성이 복잡하게 되는 등의 결점이 있다.

CCITT 권고 G. 811에서는 국제간에서는 독립동기 방식으로 운용하고, 국제관문국의 주파수 정확도를 1슬립/70일의 슬립율인 10^{-11} 를 유지하도록 권고하고 있는데, 이 정도의 정확도는 세시움이나 루비듐 같은 원자발전기를 사용해야 한다.

국내 동기망은 총괄국, 중심국, 단국 3계위의 PAMS (preassigned alternate master slave) 방식으로 총괄국의 클럭공급장치는 3중화된 세시움원자 발전기에 의한 KRF (korea reference frequency) 로부터 1.544Mb/s의 기준신호를 공급받으며, 클럭분배로가 장애를 받았을 때는 상위국절체, 또는 또는 독립동기로 자동 이행된다. PAMS는 기존 반송시스템을 그대로 사용하여 클럭을 전송한다는 장점이 있다.

V. 네트워크측면에서 본 전송기술의 발전

다음으로는 전송기술과 불가분의 관계에 있는 교환기술을 중심으로 네트워크 측면에서 전송기술을 고찰하여 보고자 한다.

1. 애널로그교환기와 디지털전송

전화가 발명된 다음해인 1877년에 벌써 미국 보스턴시에서는 교환업무가 개시된 것으로 보아 전화의 실용화에 있어서 교환이 불가결한 기능이라는 것은

쉽게 짐작할 수 있다. 이후 1889년 미국 스트로우저 (A. B. Strowger)가 자동교환기의 특허를 취득하였고, 1920년에는 크로스바 교환방식이 스웨덴에서 실현을 보게 되었으며, 1948년 미국에서 No. 5 크로스바 교환기가 설치되었고, 1958년 미국 벨연구소가 축적 프로그램제어 (SPC : stored program control) 방식을 발표함으로써 비로소 오늘날의 전자교환기 역사가 탄생되었다.

한편, 통신의 디지털역사는 교환기에 앞서 전송의 디지털화로 부터 시작되었다. 디지털전송은 음성 1회선용에 그의 12배나 음성회선을 다중화하여 보낼 수 있어 경제성이 중요한 단거리 시외구간부터 디지털화되어 갔다. 이때의 교환기는 애널로그교환기이어서 교환기와는 정합은 애널로그음성 단위로 정합되며, 각종 신호 (signalling) 정보도 충분히 전달할 수 있어 전송기술은 교환기술의 발전과는 상관없이 독자적으로 성장할 수 있었다. 이 당시의 요구는 오직 두지점간 전송면에서 보아 경제성만이 고려 대상이었으므로 전송로의 디지털화는 오로지 선로와 A/D 변환기의 가격, 그리고 다중화 정도의 함수관계일 뿐이었다. 뿐만아니라 다중화에 따른 동기문제도 교환기로 부터는 하등 요구나 제약이 없었고, 단지 전송장치에 내장된 크리스탈 클럭원과 선로의 안정도 개선만이 연구의 대상이었으며, 그러한 정도의 클럭오차는 펄스스터핑방식으로도 충분히 감당해낼 수가 있었다. 따라서 전송장치는 송수신회선이 각각 별도의 마스터-슬레이브에 의해 종속동기를 취함으로써 충분했고, 더우기 이 당시에는 서비스가 주로 음성뿐이어서 부호오율 (bit error rate)에 대한 제약도 10^{-4} 정도로 관대했다.

이러한 상황에서 디지털방식은 매체의 개발에 따라 T2 (Locap, 96회선) 방식에 이어 T4 (274Mb/s) 방식, 그리고 FT-2, FT-3등 대용량 광통신방식과 M12, M23, M34등 다중화장치등이 개발되어 실용화되었는데, 이 모든 것은 펄스스터핑에 의해 비동기방식으로 다중화되었다.

2. 디지털교환기의 등장과 디지털전송

디지털전송이 한창 무리익을 즈음에 통신망의 디지털화가 큰 연구 테마가 되면서 차츰 디지털교환기가 하나 둘씩 선을 보이기 시작했는데 이때부터 교환기는 디지털전송에 대해 조금씩 까다로운 조건을 요구하기 시작하였다. 우선 망을 구성하는 입장에서 보아 교환기와 전송장치간의 인터페이스 비용을 줄이기 위하여 A/D-D/A 중복부분의 제거를 요구했고,

또한 일부는 전송장치를 교환기의 부속 유니트화 하기 시작했으며 심지어는 교환기 전용 광섬유 전송시스템을 개발하기까지 하였다.

여기에 덧붙여 더 어려워진 것은 교환기가 네트워크 동기를 요구하게 된 점이다. 교환기가 디지털화되고 교환기에서 만들어진 디지털부호가 전송장치를 지나 상대국 교환기까지 디지털형태 그대로 전달되기 위해서는, 모든 교환기를 동일 클럭에 의해 동기시키는 네트워크동기가 필요하게 되었던 것이다. 다시 말해서 두 디지털 교환기의 클럭 속도가 서로 다르면 불가불 슬립이 발생하게 되는데, 전국적으로 서비스가 확산되기 시작한 DDS(digital data system)와 같은 데이터서비스에서는 이것을 절대로 허용하지 않기 때문에 두 교환기간의 동기문제가 중요한 문제로 등장했다.

또한 근본적인 문제로서 비동기 다중화시스템은 각각 독립적인 입력에 대해 동작하므로 다중화 각 단계에서 완벽한 동기가 이루어져야 하며, 더우기 몇차례 다중화 설계를 거친 후에는 그 신호에서 직접 음성비트를 선별해 낼 수 없다는 단점이 있었다. 현재의 기술로 보아 교환기는 50Mb/s 정도의 레벨에서 음성회선 단위로 직접 교환할 수 있음에도 불구하고 기존 비동기 전송시스템은 음성비트를 판별을 위해 무조건 이것을 1.544Mb/s의 동기다중화 계위로 낮추어야 했다. 따라서 적어도 A/D-D/A의 중복은 피할 수 있었다. 하지만 다중화/역다중화의 중복은 여전히 남게 되었다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방안²⁾ 즉, 고차군으로 다중화된 신호에서도 쉽게 음성비트를 찾아낼 수가 있도록 동기식 다중화를 이루는 방법으로서 SYNTRAN¹⁵⁾ (SYNchronous TRANsmission at DS3) 포맷과 같이 기존 프레임 구조를 응용하는 방안과 일본의 DST(digital synchronous transmission terminal)와 같이 기존 비동기식의 속도는 그대로 이용하고 프레임을 전혀 새롭게 구성하는 방안, 그리고 SONET(Synchronous Optical NETWORK)이나 METROBUS에서와 같이 속도와 프레임구성이 전혀 새로운 동기식 계위를 창조해 내는 방안 등이 제안되었다.

한편 이와같이 교환기의 교환속도가 증가하고 대용량 광통신방식이 일반화되면서 교환기와 전송장치의 정합이 점점 단순화되어 한번의 다중(one-step multiplex)만으로 모든 속도에 정합 시키자는 개념도 등장하게 되었다.

디지털전송계에서는 정보의 모든 것이 비트와 속

도로 존재하기 때문에 어떤 한점에서 서로 신호를 집합, 분배, 교환할 수 있다. 일반적으로 신호분배(DSX: digital signal cross-connect) 점에서 이러한 기능이 수행되는데, 이 위치에서 기존의 물리적인 접속방식을 소프트웨어에 의한 타임슬롯교환(time slot interchange)으로 수행함으로써 회선의 집중과 분배, 전용선의 액세스, 그리고 융통성 있는 네트워크 구성과 중앙집중 유지보수 등이 가능하게 된다.¹²⁾ 따라서 이러한 디지털회선분배(digital cross-connect) 기능은 사용자가 회선을 재구성할 수 있는 장래의 소프트웨어 구동 네트워크(software-driven network)를 위해 중요한 역할을 할 것으로 생각되며, 이를 확장하면 그림10과 같이 교환기와 회선분배장치, 그리고 광섬유만으로 구성되는 아주 단순하고 효율적인 네트워크도 구상할 수 있게 된다.¹⁶⁾

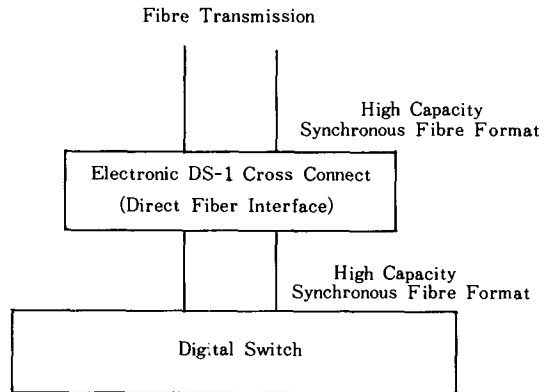


그림10. 교환기와 광섬유의 직접 연결

3. 패킷교환, 회선교환과 디지털전송

앞으로 2000년대의 통신망은 사용자가 트랜스포트 기술의 발달에 따라 사용대역 및 액세스의 형태를 자유롭게 선택할 수 있게 되어, 그 결과로 전화, 데이터, TV 방송분배, 또는 고속 LAN 접속 등 1.2kb/s로부터 수백 Mb/s에 이르는 현존하는 또는 미래의 모든 통신수요를 수용하는 종합시스템이 될 것이며 이를 실현하고자 하는 것이 광대역 ISDN(BISDN)으로서 여기서는 정보를 패킷 단위로 처리하는 것을 기본으로 하고 있다.

이와 같이 장래의 네트워크는 회선교환기능은 물

론 패킷교환기능도 동시에 가지게 될 것이므로 이를 연결하는 전송시스템 또한 이러한 정보의 특성에 알맞도록 개발되어야 한다. 패킷정보는 기존의 회선정보와는 달리 가변 비트속도로 코딩되는 영상신호와 같이 산발적이고, 비트속도가 다양하며, 대역폭이 수시로 변하는 특성을 가지고 있고, 네트워크동기를 요구하지 않는다.

그러나 패킷을 주축으로 한 새로운 네트워크가 도입될 때에도 현용 네트워크와 인터페이스 품질저하 등 문제를 야기시키지 않아야 하며, 또한, 앞서 동기식다중화와 마찬가지로 전송되는 비트속에서 쉽게 패킷을 판별해 낼 수 있어야 하기 때문에 블럭 단위로 통신을 해야할 필요가 생긴다. 이 경우 타임슬롯이 항상 고정적으로 할당되는 것을 동기식전달 모드(STM : synchronous transfer mode)라 하며, 패킷의 경우와 마찬가지로 채널인식용 레이블(lable)을 포함하는 헤더(header)를 서두에 붙인 블럭들로 정보가 구성되는 것을 비동기식 전달모드(ATM : asynchronous transfer mode)라 하는데 ATM은 각종 서비스에 대한 융통성이 있어 중요한 전달방식으로 인정되어 가고 있다. 그 밖에 STM에 근거를 둔 SONET의 입장을 반영하여 ATM과 STM양자를 모두 포괄하는 하이브리드 형태도 CCITT에서 권고될 예정이다.

패킷교환과 회선교환이 혼재한 경우에 [4]는 정보의 형태와 속도가 다양한 가입자망에서는 DTDM(dynamic TDM) 방식으로 일차 다중화하고, 전화국 내에서는 이들을 다시 TDM 방식으로 다중화하는 2단계 광대역 트랜스포트 구조를 제안하고 있다. 이러한 점으로 미루어 볼 때 앞으로는 국간전송의 다중화기능보다는 가입자부문의 다중화기능이 더욱 중시되어 다양한 서비스를 경제적이고 또한 효율적으로 제공하기 위한 가입자단의 다중 및 제어장치 개발이 전송분야의 중요한 목표가 될 것이다.

VI. 결 론

통신망의 3대요소중 설비투자비중이 가장 높은 전송설비의 중요성은 재론의 여지가 없으며, 전송기술의 발전이 곧 통신망의 현대화, 경제화와 직결된다고 해도 과언이 아니다.

현대의 전기통신은 PCM 방식을 주축으로 하는 디지털전송과 광섬유통신 등 전송기술과 디지털교환기를 중심으로한 교환기술, 그리고 ISDN을 지향하

는 네트워크기술의 발전으로 디지털전송과 디지털교환의 통합, 반도체 및 컴퓨터 기술의 발전으로 대변되는 디지털전송기를 맞이하게 되었다.

반면에 근래의 교환기분야의 괄목할 만한 발전에 비하면 전송기술은 자못 움추린 감이 없지는 않은데, 그 원인으로서 교환기의 개발에는 대단위 소프트웨어개발이 핵심으로 되어있는데 비해 전송에는 아직 그러한 시스템적 대단위 개발이 부족하였기 때문이라고 자평하는 사람들도 있다. 따라서 수년전부터 전송부문에서도 컴퓨터기술을 도입하여 지능형 전송망을 구축하기 위한 전략으로서 METROBUS와 같은 거대한 프로젝트가 추진된 바 있으며, 현재는 BISDN의 일환으로 ATM, STM 그리고 SONET 등이 비슷한 규모로 개발되고 있다.

세계 각국의 이러한 활발한 공동연구활동에도 불구하고 아직 우리나라에는 동기식 신호계위나 ATM, SONET 등의 연구가 본격적으로 착수되었다는 보고는 없다. 따라서 당면과제인 유럽방식으로서의 전환도 중요하지만 협대역 ISDN을 거쳐 앞으로 펼쳐질 새로운 전기통신 분야의 목표가 거의 확실하게 모습을 드러낸 이상, 하루 빨리 이와 같은 선진국의 연구추세에 동참해야할 것으로 생각한다.

參 考 文 獻

- [1] 임주환, "디지털 텔리포니의 기초," 전자교환 기술, 제1권, 제1호, 1985. 8.
- [2] 이영규, "전송과 교환의 통합기술," 전자교환 기술, 제1권, 제1호, 1986. 8.
- [3] 조규섭, "전송기술 동향," 텔레콤, 제3권, 제3호, 1987. 12.
- [4] Sang H. Lee, "An Integrated Transport Technique for Circuit and Packet Switched Traffic," ICC'88
- [5] G.R. Titchie, "SYNTRAN - A New Direction for Digital Transmission Terminals," Communication Magazine, vol. 23, Nov. 1985.
- [6] R. Vickers and T. Vilmansen, "The Evolution of Telecommunications Technology," Proc. of the IEEE, vol. 74, no. 9, Sep. 1986.
- [7] 이영규, 전송이론. 선로, 유선전송, 도서출판 기다리, 1988. 6.
- [8] 윤석현, PCM 통신, 도서출판 청암, 1986. 