

2선식 종합정보통신망 S/T 접속 전송 시스템의 규격 설계 및 구현

김 환 우*, 백 제 인**, 김 대 영***, 이 종 구*

*충남대학교 전자공학과, ** 한남대학교 정보통신공학과,

*** 충남대학교 정보통신공학과

I. 머리말

종합정보통신망(ISDN)은 기존의 전화선을 이용하여 144kbps(Basic Rate Interface) 또는 1.544 ~ 2.048 Mbps(Primary Rate Interface)의 전송 속도로 음성뿐만 아니라 데이터, 영상 등의 종합적인 통신 서비스를 제공할 수 있는 양방향 디지털 통신망이다. 종합정보통신망은 80년대 초반부터 연구가 시작되어 오래 전에 상당부분 표준화가 완료되었으며 국내에서도 이미 상용 서비스가 진행 중이다. 최근 인터넷의 확산 등으로 고속의 디지털 통신 서비스에 대한 요구가 급증하면서 종합정보통신망의 서비스 수요가 크게 증가하고 있는 실정이다.

종합정보통신망의 국제 표준 규격인 ITU-T 권고안에서는 망 종단장치(Network Terminator, NT)와 단말기(Terminal Equipment, TE) 사이의 접속점을 S, 망 종단장치들(NT1 과 NT2) 사이의 접속점을 T라 규정하고 있으며^[1], 기본속도 S/T 접속에 대한 물리계층의 규격을 I.430에서 규정하고 있다^[2]. 그러나 이 규격에는 4선식 배선망에서의 S/T 접속만이 고려되어 있어 상당수 맥내 배선이 2선식으로 구성되어 있는 국내의 실정에 그다지 부합하지 못하고 있다. 즉 예비선로의 미확보, 선로 불량 등으로 2선식 선로만이 이용 가능한 국내의 상당수 맥내망에서 종합정보통신 서비스를 이용하려면 선로의 보수 또는 증설이 불가피한 실정이다. 본 논문에서는 이러한 점을 감안하여 기존

의 2선식 맥내망에서 BRI급의 종합정보통신망 서비스를 이용할 수 있는 새로운 S/T 접속 전송 방식을 제안하고자 한다. 제안된 전송 방식은 기존의 4선식 S/T 접속 방식의 물리계층만을 재설계 함으로써 2선식 맥내망 환경의 점 대 다중점 배선 구성에서 BRI 종합정보통신 서비스를 제공할 수 있다.

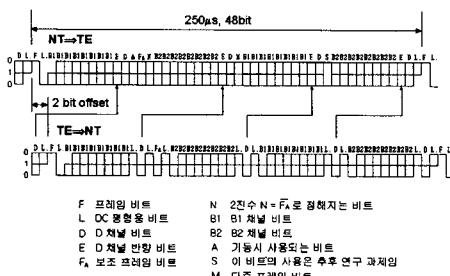
우선 2장에서 4선식 S/T 접속 방식에 대해 간략히 알아보고 3장에서 2선식 S/T 접속 방식의 설계 규격을 살펴본다. 4장에서는 2선식 S/T 접속 방식의 구현을 위한 동기 복구 알고리즘을, 5장에서는 2선식 S/T 접속 모뎀의 구현에 대해 살펴본 후 6장에서 결론을 맺도록 한다.

II. 4선식 S/T 접속 방식

2선식 S/T 접속 규격은 상당 부분 4선식 접속 규격을 수용하고 있어 이를 정확히 이해하기 위해서는 4선식 S/T 접속 규격을 살펴볼 필요가 있다. 4선식 S/T 접속에서의 동작 모드에는 점 대 점 동작 모드와 점 대 다중점 동작 모드가 있다. 이 중 점 대 다중점 동작 모드는 점 대 점 배선 구성, 단거리 수동버스 배선 구성, 확장 수동버스 배선 구성 등에서 다수의 단말기가 하나의 망 종단장치에 접속할 수 있도록 한다. 단거리 수동 버스에 단말기들이 텁으로 연결되는 배선 구성의 경우 수동 버스의 최대 길이 200m, 각 단말기 텁선의 최대

길이 10m이내에서 최대 8대까지의 단말기가 연결될 수 있다^[2].

액세스 채널로는 데이터 채널로 두 개의 B 채널(64kbps)과 단말기들의 공통의 신호 채널로 또는 독자적인 데이터 통신용으로 사용 가능한 D 채널(16kbps)이 있다. BRI 서비스는 2B+D 채널을 제공하며 각 채널은 시분할 다중화되어 있다. 점대 다중점 동작 모드에서는 망 종단장치와 각 단말기는 D 채널 접근 제어 알고리즘에 의해 다수의 단말기가 공평하게 D 채널에 접근할 수 있도록 제어된다. BRI 서비스의 S 접속점의 공칭 비트율은 2B+D 채널과 제어 비트들을 포함하여 192kbps이다. 48bit가 하나의 프레임을 형성함으로써 시분할 다중화된 각 채널 및 제어 비트의 구분이 가능하다. 망 종단장치의 경우 기준 동기 정보가 망측으로부터 주어지며 단말기는 망 종단장치 신호로부터 비트 동기와 프레임 동기를 찾아내야 한다. 그림 1은 S/T 접속 프레임의 구조이다. S 접속점의 선로 부호로는 100% 펠스폭의 Inverse AMI 선로 부호가 이용된다. 즉 비트 '0'은 정 또는 부 펠스로, 비트 '1'은 신호 없음으로 표현되며 그림 1과 같이 수동 버스에 다수의 단말기가 접속되어 동시에 신호를 출력하는 경우에는 비트 '0'이 비트 '1'을 오버라이딩한다. D 채널 접근 제어는 이러한 선로부호의 특성을 이용하고 있다.



〈그림 1〉 S/T 접속 프레임 구조

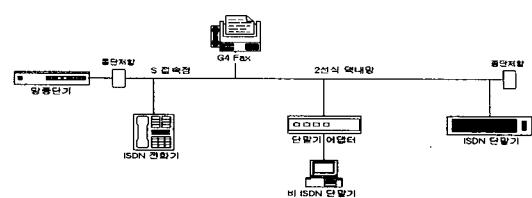
D 채널 접근 제어 절차는 다음과 같다. 망 종단장치는 바로 전에 수신한 D 채널 데이터를 반향 비트(E 비트)로 전송한다. 각 단말기는 이 반향 비트를 관찰하여 n 또는 n+1회 이상 '1'이 연속

되면 자신의 D 채널 데이터를 전송하기 시작한다. 여기에서 n은 우선 순위에 따라 결정된다. 회선 교환인 경우에는 8, 패킷 교환인 경우에는 10이다. 각 단말기는 초기에 n의 우선 순위에서 하나의 D 채널 프레임을 성공적으로 전송하면 n+1로 우선 순위를 조정하고 다시 n+1회 이상 '1'이 연속적으로 반복되면 우선 순위를 n으로 올리고 D 채널 데이터의 전송을 시작한다. 각 단말기는 D 채널 데이터를 전송하면서 수신된 반향 비트와 바로 전에 보낸 D 비트를 비교하여 일치하지 않으면 전송을 즉시 중단하게 된다. 이것은 다수의 단말기가 동시에 D 채널 접근을 시도할 경우 이진수 '0'(정 또는 부 펠스)이 이진수 '1'(신호 없음)을 오버라이딩하는 Inverse AMI 선로 부호의 특성을 이용하여 충돌을 검출하는 것이다. 이러한 D 채널 접근 제어 알고리즘에 의해 각 단말기는 공평하게 D 채널에 접근할 수 있게 된다.

III. 2선식 S/T 접속 규격

1. 2선식 S/T 접속 방식의 전송 모델

2선식 S/T 접속 방식은 그림 2와 같은 단거리 수동버스 구성상에서의 S 접속점을 기준으로 점대 다중점 접속을 지원할 수 있도록 한다. T 접속점에 대한 물리계층의 규격은 S 접속점과 동일하다. 망 종단장치는 수동버스상의 어디에나 위치할 수 있으나 그림 2와 같이 한쪽 끝에 위치하는 경우를 기준으로 한다. 단거리 수동버스는 기존의 2선식 맥내망으로 구성되며, 수동버스의 양쪽은 망 종단 저항으로 임피던스 정합된다. 각 단말기와 수동 버스는 텁으로 연결된다. 수동 버스 및 텁선의



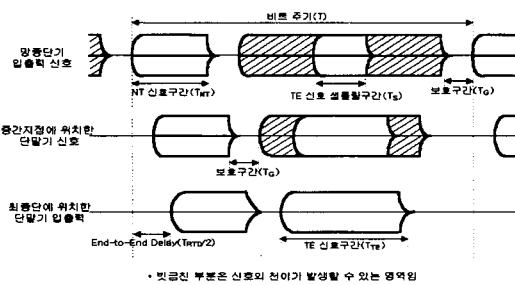
〈그림 2〉 2선식 맥내망 전송 모델

길이는 전송로의 특성과 신호 지연에 의해 그 길이가 제한된다.

2. 2선식 S/T 접속 방식의 개요

그림 3은 그림 2와 같은 배선 구성에서 2선식 S/T 접속 전송 방식의 망 종단장치와 각 단말기의 입출력 신호를 보여준다. 그림에서 볼 수 있는 것처럼 2선식 S/T 접속 방식은 망 종단장치와 단말기가 서로 다른 시간에 링크를 점유하는 이른바 평퐁(ping-pong) 방식을 이용함으로써 양방향 통신이 가능하다. 이는 2선식 S/T 접속 전송 방식이 비교적 짧은 거리의 2선식 맥내망을 기준 전송 모델로 하고 따라서 전송로의 대역폭이 충분함을 전제로 한다. 망 종단장치와 단말기는 서로 다른 펄스폭의 Inverse AMI 선로부호를 이용한다. 망 종단장치는 한 비트 슬롯의 시작 시점에서부터 일정 시간동안 신호를 출력하고 단말기는 망 종단장치 신호에 동기되어 그 신호의 시작점을 기준으로 일정 시간 후 정해진 펄스폭의 신호를 출력하게 된다. 망 종단장치는 그림 3에서 보는 바와 같이 서로 다른 전송 지연의 단말기 신호들이 모두 안정적으로 나타나는 시점에서 신호를 샘플링함으로써 4선식 S/T 접속 방식에서와 동일한 방식의 D 채널 접근 제어로 점 대 다중접Point-to-Multipoint 접속을 지원한다. 빛금친 부분은 서로 다른 전송지연을 갖는 다수의 단말기 신호들로 인해 신호 천이가 발생할 수 있는 영역으로 망 종단장치는 이 구간을 피해 모든 단말기의 신호가 안정적으로 나타나는 점에서 신호를 샘플링하게 된다.

종합정보통신망은 기본적으로 동기방식 통신 시



〈그림 3〉 2선식 S/T 접속 신호

스템으로 모든 단말기는 정상적인 동작을 수행하기 이전에 망 종단장치에 동기되어 있어야 한다. 특히 다수의 단말기가 하나의 망 종단장치에 접속하는 그림 2와 같은 구조에서는 정확한 동기 복구가 매우 중요하다. 단말기의 동기복구 과정은 다음과 같은 두 가지 경우로 생각해 볼 수 있다. 첫번째는 S/T 접속점이 비활성화된 상태에서 망 종단장치 또는 단말기에 의해 활성화되는 경우로 이 때에는 4선식 S/T 접속 방식과 동일하게 INFO 신호들의 교환에 의해 동기복구가 이루어진다^[2]. 두번째는 이미 S/T 접속점이 활성화되어 있는 상태에서 임의의 단말기가 배선에 새로이 접속되는 경우로 단말기는 망 종단장치와 다른 단말기의 신호를 구별하여 망 종단장치 신호에 동기되어야 한다. 2선식 S/T 접속 방식은 망 종단장치와 단말기가 서로 다른 펄스폭의 신호를 이용하며 이러한 펄스폭의 차이는 각 단말기들이 망 종단장치의 신호를 정확히 구별해낼 수 있도록 한다.

망 종단장치와 단말기가 서로 다른 펄스폭을 사용하는 것은 전송 거리와도 관계된다. 그림 3으로부터 다음 두 식이 성립함을 알 수 있다.

$$T_{RTD} \leq T - (T_{NT} + T_{TE} + 2T_G) \quad (1)$$

$$T_{RTD} \leq T_{TE} - T_S \quad (2)$$

T : 비트 주기

T_{RTD} : 최대 전송 지연(Round Trip Delay)

T_{NT} : 망 종단장치 펄스폭

T_{TE} : 단말기 펄스폭

T_G : 망 종단장치와 단말기 신호 사이 보호구간

T_S : 망 종단장치의 샘플링 구간

위 두 식으로부터 망 종단장치 펄스폭이 감소하면 단말기 펄스폭과 허용할 수 있는 전송 지연(Round Trip Delay)이 증가함을 알 수 있다. 이것은 전송 거리의 증가를 의미한다. 따라서 전송 거리를 증가시키기 위해서는 망 종단장치의 펄스폭은 감소시키고 단말기의 펄스폭은 증가시켜야 한다. 그러나 망 종단장치 펄스폭은 단말기의 허용지터 등을 고려하여 단말기가 안정적으로 데이터

를 샘플링할 수 있도록 고려되어야 하므로 펄스폭의 감소에는 한계가 존재한다. 또한 식(2)에 의해 최대 전송 지연은 단말기 펄스폭보다 항상 작아야 한다. 결과적으로 2선식 S/T 접속 방식은 4선식 접속 방식에 비해 그 전송 거리에 있어서는 불리하다는 단점을 안고 있다.

2선식 S/T 접속 전송 시스템의 전송 거리는 망 종단장치 펄스와 단말기 펄스 사이에는 보호 구간에 의해 또한 제한된다. 이 구간은 각 단말기가 망 종단장치 신호를 안정적으로 검출할 수 있도록 고려된 것으로 망 종단장치의 출력 지터와 단말기의 타이밍 지터 및 선로 자체의 지터 및 신호의 왜곡의 정도 등에 의해 결정된다. 전송 거리의 증가는 선로에 의한 지터 및 신호 왜곡을 증가시키며 따라서 보호 구간의 폭도 증가해야 한다.

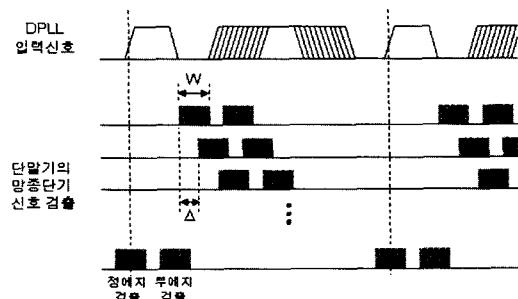
3. 2선식 S/T 접속의 단말기 동기 복구

종합정보통신망의 S/T 접속점에서는 두 가지 동기 복구가 이루어져야 한다. 하나는 심볼 동기이고 다른 하나는 프레임 동기이다. 2선식 S/T 접속 방식의 프레임 구조는 4선식과 동일하며 따라서 프레임 동기 복구 알고리즘 또한 동일하다. 따라서 본 논문에서는 심볼 동기만을 언급하도록 한다. 2선식 S/T 접속 방식은 다수의 단말기가 서로 다른 시간에 단일의 링크를 공유하여 양방향 통신이 이루어지므로 이미 다른 단말기들이 통신을 하고 있는 중에 새로이 접속된 단말기는 다른 단말기의 신호와 망 종단장치의 신호를 구별하여 이에 동기 될 수 있어야 한다. 단말기는 두 개의 에지(edge) 검출창과 망 종단장치와 단말기의 펄스폭의 차이를 이용하여 망 종단장치 신호를 찾아내고(검출 모드) DPLL에 의해 동기를 복구한다(트래킹 모드).

1) 망 종단장치 신호의 검출(검출 모드)

각 단말기는 두 개의 창과 계수기를 이용, 망 종단장치 신호를 찾아낼 수 있다. 수신된 S/T의 Inverse AMI 신호는 전파 정류되어 망 종단장치 신호 검출기로 입력된다. 두 개의 입력창은 폭 W의 펄스로써 앞의 창은 입력 신호의 정 에지를, 뒤의 창은 신호의 부 에지를 검출한다. 계수기는 정

예지 검출시에서 계수를 시작하여 부 예지 검출시에 중단하게 된다. 따라서 두 창의 중심이 망 종단장치 신호의 펄스폭만큼의 차이를 갖도록 하고 두 번째 창이 끝난 일정 시간 후 계수기의 값을 검사하면, i) 정 예지가 검출되지 않은 경우 계수기의 값은 0이 되고, ii) 정 예지만 검출되는 경우 계수기는 검사시까지 계수를 계속하며, iii) 정 예지와 부 예지가 검출되는 경우 계수기는 펄스폭에 상당하는 계수 값을 갖게 된다. 따라서 계수 값을 읽는 시점과 망 종단장치 펄스폭에 상당하는 계수값의 상·하한 값을 적당히 조정함으로써 망 종단장치 신호와 단말기 신호가 함께 존재하는 경우에도 망 종단장치 신호를 구별해낼 수 있다. 각 단말기는 내부의 기준 클럭에 의해 두 창을 발생시켜 망 종단장치 신호의 검출을 시도하고, 일정 시간동안 망 종단장치의 신호를 검출하지 못한 경우, 기준 클락 위상을 Δ 만큼 천이시켜 재시도하게 된다. 그림 4는 단말기의 망 종단장치 신호 검출 과정을 보여준다.



〈그림 4〉 단말기의 망 종단장치 신호 검출

2) 심볼 동기 복구(트래킹 모드)

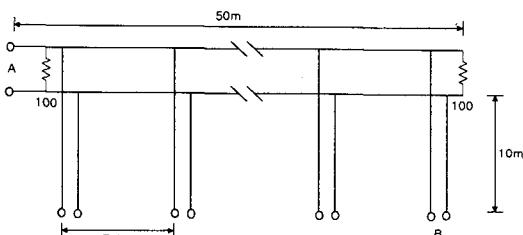
각 단말기는 망 종단장치의 신호가 검출되면 DPLL을 이용하여 동기를 복구한다. 단말기는 입력창을 이용하여 망 종단장치 신호만을 위상검출기에 입력함으로써 다른 단말기 및 잡음에 의한 영향을 감소시킬 수 있다^[3].

4. 2선식 S/T 접속 신호 규격

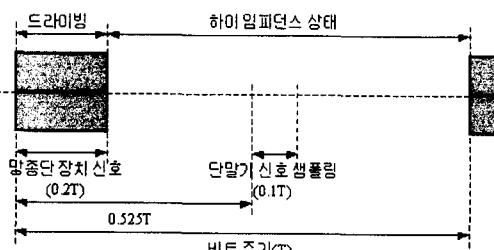
2선식 S/T 접속 규격의 전송 거리는 식(1), (2)와 신호 지연을 고려하여 결정된다. 신호 지연을 살펴보면, 수동 버스에 의한 신호 지연은 전송 선로의 등가 모델로부터 구할 수 있으며 일반전화

선의 경우 $5.65 \mu\text{sec}/\text{km}$ 정도로 계산된다. 그러나 그림 2와 같은 배선 구성에서는 탭선에 의한 영향이 존재하며 이에 대한 정확한 계산은 간단하지 않다. 본 논문에서 제안하는 규격은 최대 왕복 지연 시간을 $1.0 \mu\text{sec}$ 이하로 제한하여 설계되었으며 일반 가정내의 전화선 환경에서 그림 5와 같은 단거리 수동 버스 배선 구성을 그 기본 모델로 하였다. 단거리 수동 버스의 양 끝단은 100Ω 저항으로 종단되어 있으며 수동 버스의 길이 50m , 탭선의 길이 10m , 탭선간의 거리는 7.1m 이고 8개의 탭선이 그림 5와 같이 연결되어 있다.

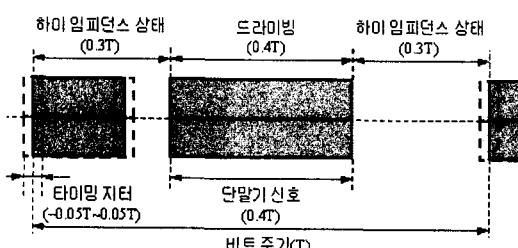
신호 지연 및 식 (1), (2)와 망 종단장치와 단말기 타이밍 지터 등을 고려한 망 종단장치 및 단말기의 2선식 S/T 신호 규격은 각각 그림 6, 그림



〈그림 5〉 신호 지연 측정 모델



〈그림 6〉 망 종단장치 신호 규격



〈그림 7〉 단말기 신호 규격

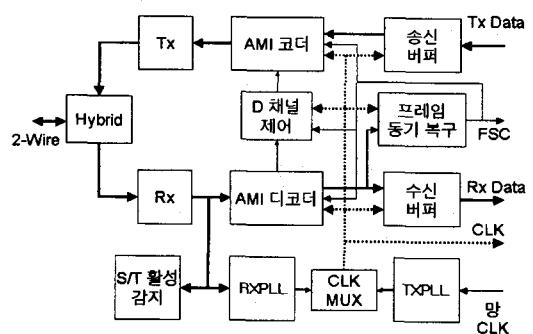
7과 같다. 망 종단장치는 20% 펄스폭, 단말기는 40% 펄스폭의 Inverse AMI 선로부호를 사용하며 드라이빙 이외의 구간에서는 출력단을 하이 임피던스 상태로 유지함으로써 선로 특성의 변화를 최소화한다.

IV. 2선식 S/T 접속 모델

이상에서 설명한 2선식 S/T 접속 모델의 구조 및 동작을 살펴본다. 그림 8은 구현된 2선식 S/T 접속 모델의 구조이다. 하이브리드와 드라이브(Tx), 여파기 및 비교기(Rx)는 아날로그 회로로 구현되며 나머지 회로는 디지털 회로로 구현된다. 디지털부는 FPGA를 이용하여 구현, 시험하였다. 모델의 주요 블록의 기능은 다음과 같다.

○ AMI 코더

2선식 S/T 접속 규격은 선로 부호로 Inverse AMI 부호를 사용한다. AMI 코더는 송신버퍼의 B1, B2, D 데이터와 제어 비트들로부터 선로 부호화 규칙에 따라 각 프레임 종류에 따른 S/T 접속 Inverse AMI 신호를 발생한다. S 접속 심볼 레이트는 192kbps 이며 프레임의 종류에는 INFO0, INFO1 & INFO3(단말기 모드), INFO2 & INFO4(망 종단장치 모드)가 있다. 각 프레임의 형식 및 기능은 ITU-T I.430에 따른다.



〈그림 8〉 2선식 S/T 접속 모델의 구조

○ AMI 디코더

수신된 S/T 신호로부터 각 채널 데이터를 분리하고 수신된 프레임의 종류를 S 접속 제어부에 전달한다. 프레임 동기 정보는 프레임 동기 복구 블록에 의해 제공된다.

○ D 채널 제어부

D 채널 접근 제어 기능을 수행한다. NT 모드에서는 단지 수신된 D 채널 데이터를 ECHO 채널로 재전송하는 역할만을 수행한다. TE 모드에서는 ITU-T I.430에서 기술하는 D 채널 접근 제어 알고리즘에 따라 동작하며 회선 교환과 페킷 교환에 따른 우선 순위는 활성화 과정에서 S/T 접속 제어부에 의해 설정된다.

○ S/T 활성/비활성 감지

S/T 접속점의 활성/비활성 상태를 감지하여 모뎀의 활성/비활성을 결정한다.

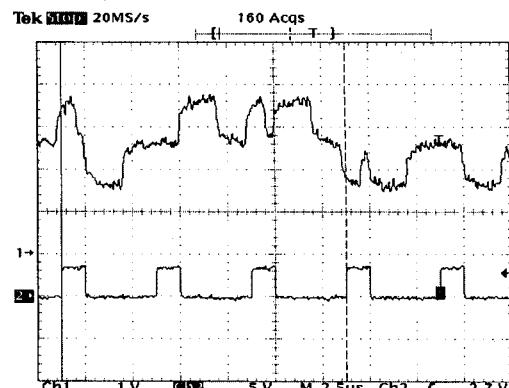
○ RXPLL

RXPLL은 단말기 모드에서 비트 동기 기능을 수행한다. 2선식 S/T 접속의 한 프레임에서는 최소한 4회의 '0'이 나타나므로 단말기측에서는 에지 검출 및 창 기법을 이용하여 한 프레임동안 4회 이상의 망 종단장치 신호가 검출되어야 한다. 한 프레임이 지났는데도 4회 이상의 망 종단장치 신호 검출에 실패하면 에지 검출창을 만큼 치연시킨 후 재시도하게 된다. 트래킹 모드에서는 프레임당 1회 클럭 위상을 조정한다.

그림 9는 구현된 동기회로를 FPGA를 이용하여 시험한 결과이다. 위의 파형은 수신기의 입력 파형으로 AMI 선로 부호화된 망 종단장치 신호와 단말기 신호가 섞여있는 상태이다. 아래의 파형은 망 종단장치 신호에 동기된 수신기의 클럭 신호를 보여준다. 이 파형에서 망 종단장치 신호와 단말기 신호가 섞여있는 상황에서도 동기 회로가 정상적으로 동작함을 확인할 수 있다.

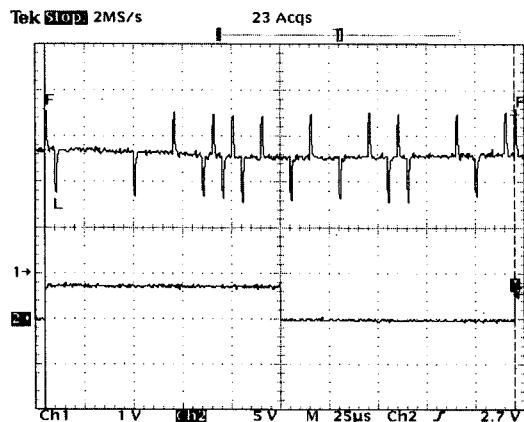
○ 프레임 동기회로

프레임 동기 알고리즘은 4선식 S/T 접속 규격



〈그림 9〉 심볼 동기 복구

과 동일하다. 그림 10은 프레임 동기 회로에 대한 실험 결과이다. 왼쪽의 실선과 오른쪽 점선으로 나타난 두 수직선 사이가 한 프레임이며 수신단 입력인 위의 파형에 동기된 프레임 클락을 아래 파형에서 보여주고 있다. 입력 파형에서 프레임의 시작 비트인 F 비트의 부호화 규칙 위반과 F 비트 바로 다음의 L 비트 이후의 첫 번째 2진수 0의 부호화 규칙 위반을 확인할 수 있다.



〈그림 10〉 프레임 동기 복구

V. 결 론

본 논문에서는 2선식 맥내망에서 종합정보통신 서비스를 제공할 수 있는 새로운 S/T 접속 기술을 제안하였다. 우선 2선식 S/T 접속 방식을 위한 기본 전송 모델을 제안하고 이 모델에서 평퐁 방식을 이용한 점 대 다중점 접속을 위한 기본 개념 및 규격을 제안하였다. 또한 구현을 위한 핵심적인 기술인 동기복구 알고리즘을 제안하고 실제로 구현 알고리즘을 검증하였다.

본 논문에서 제안된 방식은 현재까지 전혀 연구가 이루어지지 않은 독창적인 기술로 전송 거리에서는 4선식에 비해 불리하지만 기존의 2선식 맥내망에서 종합정보통신 서비스를 가능하게 함으로써 이의 활성화에 기여할 것으로 기대된다. 제안된 방식은 4선식 접속 규격의 대부분을 수용하고 있어 기존에 개발된 4선식 시스템의 모뎀 부분만을 수정하면 2선식에 바로 적용할 수 있을 것으로 전망된다. 따라서 제품 개발의 기간 및 투자비용이 절감되며 단시일 내에 상용화가 가능할 것으로 보인다. 또한 기존 시스템과의 연동이 쉽게 이루어질 수 있으며 따라서 4선식과 2선식 각각의 장점을 활용하여 유연하고 효율적인 시스템을 구성할 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부의 정보통신연구개발 사업에 의해 수행된 결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Rec. I.411, "ISDN User-Network Interfaces-Reference Configurations,"

1988.

- [2] ITU-T Rec. I.430, "Basic User-Network Interfaces Layer 1 Specification," 1988.
- [3] 허진, 백제인, 박성우, 김환우, 김대영, "단극 영복귀 신호의 심벌 동기를 위한 입력창 PLL," 한국통신학회 추계종합학술발표회 논문집, 16권 2호, pp.733-736, 1997.
- [4] Edward A. Lee, David G. Messerschmitt, "Digital Communication," 2nd Ed., 1994.
- [5] 최형진, "동기방식 디지털 통신," (주)교학사, 1995

저 자 소 개



金 煥 宇

1954年 9月 20日生 1977年 2月
서울대학교 전자공학과 (학사)
1979年 2月 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (석사) 1988年 6月
University of Utah 전자공학과 (박사) 1980年 6月~현재 충남대학교
전자공학과 교수 1995年 1月~1997年 1月 한국통신학회 신호처리 연구회 전문위원장 1998年 1月~현재
대한전자공학회 음향 및 신호처리 연구회 전문위원장 주관심분야: 신호처리, 디지털통신, 이동통신



白 濟 寅

1956年 4月 1日生 1978年 2月 서
울대학교 전자공학과 (학사) 1980
年 2月 한국과학기술원 산업전자
공학과(석사) 1986年 2月 한국과
학기술원 전기 및 전자공학과(박
사) 1984年 9月~1988年 8月 한
국전자통신연구원 선임연구원 1988年 9月~현재 한남대
학교 정보통신공학과 교수 1993年 9月~1994年 8月
Stanford University 객원연구원 주관심 분야: 디지털
모뎀, 맥내망 통신, xDSL

저자 소개



金 大 榮

1952年 5月 28日生 1975年 2月
서울대학교 전자공학과 (학사)
1977年 2月 한국과학기술원 전기
및 전자공학과 (석사) 1983年 2月
한국과학기술원 전기 및 전자공학
과 (박사) 1983年 5月~1992年 9

月 충남대학교 공과대학 전자공학과 교수 1992年 10月
~현재 충남대학교 공과대학 정보통신공학과 교수 1996
年 1月~1997年 12月 IEEE 대전 Chapter 의장 1996年
1月~현재 Internet KIG(Korea Internet Group) 의장
1998年 1月~현재 한국통신학회 충남지부 지부장 주관
심 분야: 네트워크



李 鐘 求

1974年 6月 15日生 1997年 2月
충남대학교 전자공학과 (학사)
1997年 3月 현재 충남대학교 전자
공학과 석사 과정 재학중 주관심
분야: 디지털통신, 이동통신