565Mbit/s 光傳送시스템의 切替裝置

全瓊珪 · 李晩燮

〈要 約〉

본 고에서는 565Mbit/s 광전송시스템에서 절체작용이 단국과 단국 또는 단국과 중계국, 중계국과 중계국에서 서로 절체가 가능한 절체제어 알고리즘을 제시하였으며, 최대 절체 완료시간이내에 절체가 이루어질 수 있도록 단국과 단국사이에 설치 가능한 최대 중계국 수를 계산하였다. 또한 중계국 수가 증가함에 따라 비정상적인 제어가 발생하지 않도록 각 국에 설치된 절체장치의 역할, 절체 구간내의 절체장치가 고장시 감시제어계의 상위레벨에 있는 MMC를 백업(back up)수단으로 이용하는 방법에 관해 기술하였다.

Ⅰ. 개 요

절체장치는 운용중인 시스팀에 장애가 발생하면 장애 발생구간에서 예비시스팀으로 절체시켜 줌으로써, 시스팀 가용도를 높여주는 역할을 한다. 또한 절체장치가 지니고 있는 기본적인 기능 (절체요구가 있을시 절체를 시키거나, 절체요구신호가 사라졌을 때 복귀시키는 기능) 이외에 절체구간의 이상유무를 점검하거나, 절체장치가 절체기능을 수행할 수 없거나 절체구간에 장애가 발생하면 이를 가시 가청경보를 발생시켜주고, 가입자에게 보다 양질의 데이터를 지속적으로 공급할 수 있는 기능 등이 요구된다.

본 고에서는 중계국에도 565Mbit/s 광전송시스팀의 절체장치(이하 절체장치)를 설치하여 중계국간 절체가 가능하도록 하여 장애 발생 구간에서 보다 효율적으로 제어 가능한 알고리즘을 제시하는 한편, 알고리즘을 적용한 제어 순서를 한가지 예를 들어 설명하였으며, 절체장치의 기능 및 절체완료 시간을 고려한 최대 중계국 수 계산방법, 절체제어 프레임의 구조, 절체장치의

운용방법에 관해 기술한다.

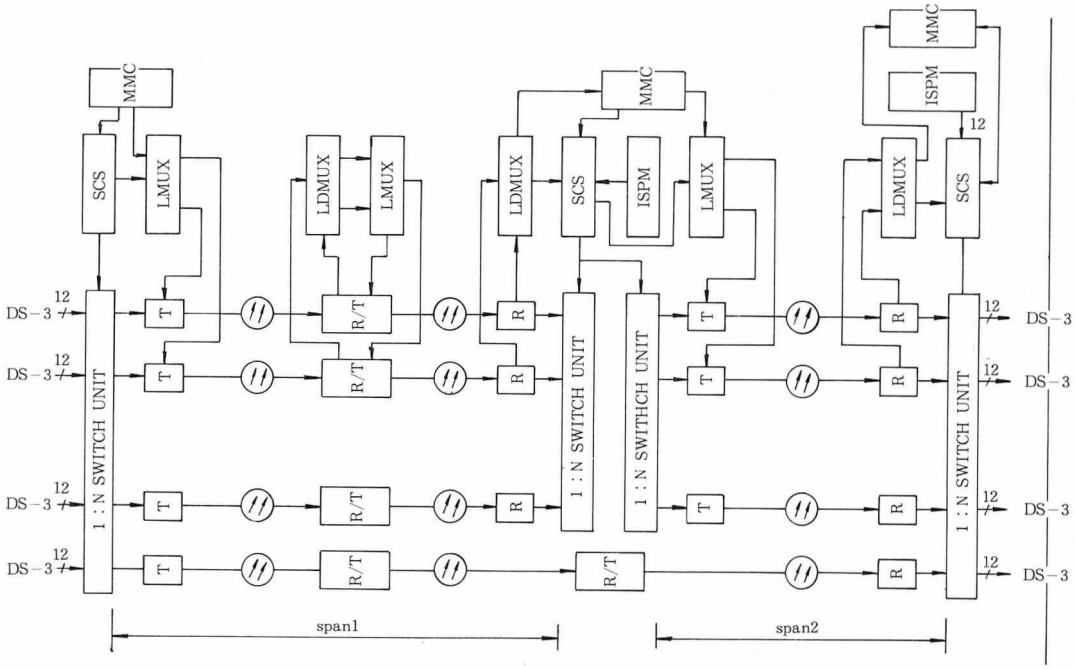
Ⅱ. 절체장치의 네트워크 구성

〈그림 1〉은 절체 구간이 네스트된 절체장치의 연결 구성도를 나타내고 있다. 〈그림 1〉에서 나타난 바와 같이 중계국에도 절체장치를 설치하여 절체가 절체구간 1, 절체구간 2, 절체구간 1+절체구간 2에서 각각 이루어질 수 있도록 하였다. 중계국(drop & insert)에 위치한 절체장치는 하류군의 단국으로부터 수신된 데이터를 상류군으로 전송하거나, 하류군의 단국으로 응답신호를 전송하여 주는 역할 및 직접 절체를 수행하는 역할도 한다.

최대 12개의 시스템이 상류 및 하류별로 각각 독립적으로 제어되며, 광송신부와 수신부가 별개로 제어된다. 절체장치는 인접하는 국의 또다른 절체장치의 고장유무를 항상 감시하여 고장시 경보를 발생시키고 전송할 제어명령이 있을시 제어명령을 전송한 국으로 제어거절신호를 송신하여 비정상적인 제어가 되지않도록 방지한다. 절체장치와 인접하는 국에 위치한 절체장치간 인터페이스 조건은 RS422 레벨의 비동기 전송방식이며, 데이터 전송속도는 32kbit/s이다.

저속 다중화 및 역다중화기(low multiplexer & demultiplexer)에서 제공해주는 채널을 이용하여 광전송시스템 제어용 1채널, 절체장치간 데이터 덤프용 1채널을 각각 이용한다.

24 포인트의 절체요구 신호를 ISPM(In Service



SCS	: Switch Control System	LDMUX	: Low Demultiplexer
ISPM	: In Service Performance Monitor	T	: Transmit
SMC	: Master Monitor & Controller	R	: Receive
LMUX	: Low Multiplexer	R/T	: Receive & Transmit

〈그림 1〉 Nested Span Switch Layout

Performance Monitor)로부터 검출하여 처리된 결과를 MMC(Master Monitor & Controller)로 전송하여 준다. 데이터 전송 속도는 32kb/s이며, 인터페이스 조건은 RS422 레벨의 비동기 전송방식이다.

Ⅲ. 절체완료 시간 및 절체장치의 기능

1. 절체완료 시간

절체장치가 절체요구 신호를 검출한 순간부터 절체가 이루어질 때까지의 시간을 절체완료 시간으로 정하였다. 절체완료 시간은 데이터의 전송 속도와 전송할 데이터의 량, 그리고 전송 노드(node)수에 의해 결정된다. 최대 절체완료 시간은 다음과 같이 계산할 수 있다.

최대절체완료 시간=

1/전송속도 × F(n) × F × n

F(n) : 프레임당 비트 수

F : 프레임 수

n : 전송 노드 수

여기서 전송 속도=32kbit/s, F(n)=8, F=4, n=100인 경우, 최대절체완료 시간은 100msec가 된다. 565Mbit/s 광전송시스템에서 고속다중화기의 절체요구 시간은 약 100msec, BER상태가 나빠 절체요구 신호를 발생시키는 경우는 최대 500msec(ISPM 참조)이므로 최대 절체완료 시간을 100msec로 정하였다.

1노드당 데이터 송신측과 수신측이 있으므로 최대 50국으로 전송이 가능하다. 절체장치는 중계국에서 절체 및 복귀가 가능하므로 〈그림 2〉와 같은 경우를 최악의 상태로 가정한 후 이론적으로 최대 절체구간을 결정하였다.

〈그림 2〉는 모든 절체 구간에서 일반절체가 이루어진 후 우선절체가 검출될 경우 복귀 및 절체가 계속되는 경우이다. 1노드에서 최소 1번이상 데이터를 송수신하므로 1 절체구간에서 최대 6번의 데이터 송수신이 이루어진다. 그러므로 절체 구간 N은

$$N=100/(6+1)$$

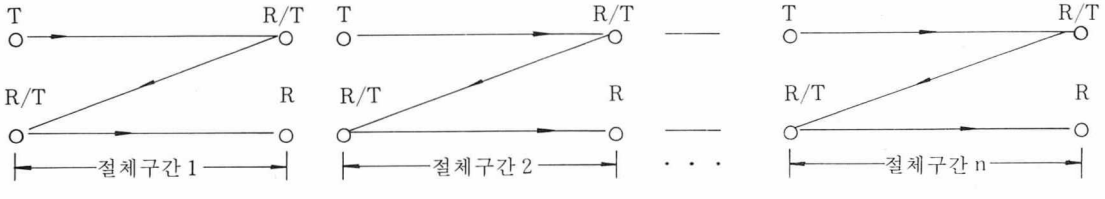
와 같이 구하면 약 15가 된다. 여기서 1을 더한 값은 절체 응답 신호가 통과하는 횟수이다.

2. 절체장치의 기능

하나의 절체장치는 상위군 12개, 하위군 12개 시스팀을 동시에 제어하며, 절체, 복귀, 로크아우트, 경보표시, 스위치 테스트 등의 기능을 수행한다. 절체요구가 검출되어 릴레이 구동 명령이 발생되는 국을 자국이라 하며, 릴레이 구동명령에 대한 응답 신호를 전송하여 주는 국을 원격국으로 한다. 그리고 자국과 원격국 사이의 모든국을 통과국이라 한다.

가. 로크아우트

565Mbit/s 광전송시스팀의 BER상태가 수시로 변동하여 일정한 시간이내에 절체와 복귀가 계속되는 경우 자동으로 절체된 상태에서 복귀가 되지 않도록 하여 양질의 데이터를 계속 제공할 수 있게 하거나, 사용자가 네트워크 운용상 필요시 절체나 복귀동작을 수행하지 못하도



T : 데이터 송신, R : 데이터 수신, R/T : 데이터 송수신

〈그림 2〉 모든 절체구간에서 절체가 이루어진 경우 데이터 송수신 회수

록 하는 동작을 말한다. 3가지 모드로 동작하며 각 모드의 기능은 다음과 같다.

1) 딥(dip) 스위치 모드

- 사용하지 않는 시스템은 시스템 설치시 딥 스위치로 세트를 시켜 절체요구를 하지 못하도록 한다. 이는 절체장치가 고장이 나서 워치독(watch dog)에 의해 시스템이 초기화 되어도 로크아우트 상태가 변하지 않도록 한다.

2) 자동 모드

- 10분 이내에 4번이상 절체와 복귀동작이 반복될 경우 복귀가 되지않도록 하여 가입자가 안정된 서비스를 계속 제공받을 수 있도록 한다.
- 예비 시스템을 점유한 상태에서 1시간 후에 로크아우트 상태를 해제시켜 또다른 시스템이 예비시스템을 사용할 수 있도록 하거나, 운용자가 이시간 이내에 적절한 조치를 취할 수 있도록 한다.
- 수동으로 해제가 가능하다.

3) 수동 모드

- 사용자가 절체장치의 전면판에 있는 키이패드를 이용한다.
- 운용자가 네트워크를 보수하거나 필요시 예비 시스템을 점유한 상태 혹은 비점유 상태에서 절체요구 및 복귀동작을 중지시킬 수 있으며, 자동으로 로크아우트가 해제되지 않는다.

나. 절체

565Mbit/s 광전송시스템의 BER 상태가 나쁘거나 네트워크 운용상 사용자가 필요시 절체를 시킬 수 있다. 절체요구 종류에 따라서 우선순위를 정하여 순위가 가장 높은 시스템이 절체가 되도록 하였다. 또한 절체 구간내에 절체장치가 고장이 나면 고장난 절체장치의 이전국에 설치된 절체장치가 MMC로 절체의뢰를 하여 MMC를 백업 수단으로 이용한다. 절체 우선 순위는 MMC > 수동 > 자동이며, 자동 및 수동절체는 광송신부와 수신부가 각각 독립적으로 제어되는 단방향 절체방식이다. 그러나 MMC에 의한 절체는 광송수신부가 동시에 제어되어 양방향 절체가 이루어진다. 각 절체 모드의 기능은 다음과 같다.

1) 자동절체

- ISPM에서 565Mbit/s 광전송시스템의 BER상태를 감시하여 절체요구 신호를 발생 시켜준다. BER이 10^{-6}에서 10^{-4}이하인 경우에는 일반절체요구 신호가, BER이 10^{-4}이상 혹은 565Mbit/s의 고속역다중화기에서 프레임이 비동기 상태인 경우에는 우선 절체요구 신호가 각각 발생된다. 절체장치에서는 우선 절체요구를 우선적으로 절체를 시키나 절체요구 시스템이 로크아우트 되어 있는 경우에는 절체를 시키지 않는다.
- 절체처리 도중 통과국이 고장인 경우 MMC로 절체를 의뢰한다.

2) 수동절체

- 사용자가 절체장치의 전면판에 있는 키이패드를 이용하여 절체를 시킬 수 있다.
- 절체 시키고자 하는 시스템이 로크아우트 되어 있으면 절체가 되지 않는다.
- 수동절체요구 신호는 단 한번 원격국으로 전송되며, 절체가 되지 않으면 절체 불능 원인을 표시해준다.
- 자국에서 이미 절체(자동, 수동, MMC)가 되어 있으면, 수동절체 명령은 취소된다.

3) MMC에 의한 절체

절체장치를 통하지 않고 직접 릴레이를 구동시키며, 릴레이가 구동된 상태를 절체장치로 전송하여 준다.

- 자동절체 : 절체장치로부터 자동으로 절체요구가 검출될 경우 MMC는 네트워크의 상태를 확인후 하위 레벨의 SMC(Slave Monitor & Control)로 릴레이 구동 명령을 전송한다.
- 수동절체 : 중앙에서 사용자가 MMC의 터미널을 이용하여 절체시킬 수 있다.

다. 복귀

자국에서 절체요구가 사라지거나, 수동으로 절체된 시스템을 복귀시킬 때 또는 통과국으로부터 복귀요구 신호가 수신되면 복귀시켜 준다. 복귀도중 절체장치 고장으로 복귀되지 않을 때에는 MMC로 복귀의뢰를 한다. 각 모드의 기능은 다음과 같다.

1) 자동복귀
- 자동으로 절체된 시스템만 복귀시켜 준다.
- 절체요구가 없을 시 또는 절체된 시스템보다 우선 순위가 높은 절체요구가 있을 시 복귀된다.
- 로크 아우트(수동 혹은 자동)가 되어 있는 경우에는 복귀가 되지 않는다.
- 자동복귀 도중 통과국에서 절체장치가 고장인 경우에는 MMC로 복귀 의뢰를 함과 동시에 계속적으로 복귀 신호를 원격국으로 전송하여 주고, 자국에서 절체 불능의 원인을 표시해 준다.

2) 수동복귀
- 사용자가 절체장치의 전면판에 있는 키이패드를 이용한다.
- 수동으로 절체된 시스템만 복귀된다.
- 로크아우트가 되어 있는 시스템은 복귀가 되지 않는다.

3) MMC에 의한 복귀 : MMC에 의한 절체와 마찬가지다.

라. 경보 표시기능

절체장치는 네트워크의 상태에 따라 절체를 할 수 없거나 비정상적인 절체가 이루어지면 주경보 및 부경보를 발생시킨다. 주경보는 절체요구가 검출되었으나 절체를 시킬 수 없는 경우에 발생하며, 부경보는 절체장치가 정상적인 상태에서 절체가 이루어지고 난 후 또는 절체요구는 검출되지 않았으나 절체요구가 있을 시 서비스를 할 수 없는 경우에 각각 발생된다. 주경보 및 부경보의 발생 조건은 다음과 같다.

1) 주경보의 발생조건
- 절체요구가 검출되었으나 통과국의 절체장치가 고장이 난 경우
- 절체된 상태에서 절체된 시스템과 다른 시스템의 절체요구가 검출될 경우
- 절체된 상태에서 예비 시스템이 고장인 경우
- 2개 이상의 절체요구가 검출될 경우
- 절체 처리 도중 통과국의 절체 장치가 예비시스템을 사용하고 있는 경우
- 절체 처리 도중 통과국의 예비 시스템이 고장인 경우
- 자국과 원격국에서 절체된 상태가 틀린 경우

2) 부경보 발생조건
- 절체(자동, 수동, MMC)가 이루어진 경우
- 예비시스템의 고장인 경우
- 인접국의 절체 장치가 고장인 경우

마. 스위치 데스트

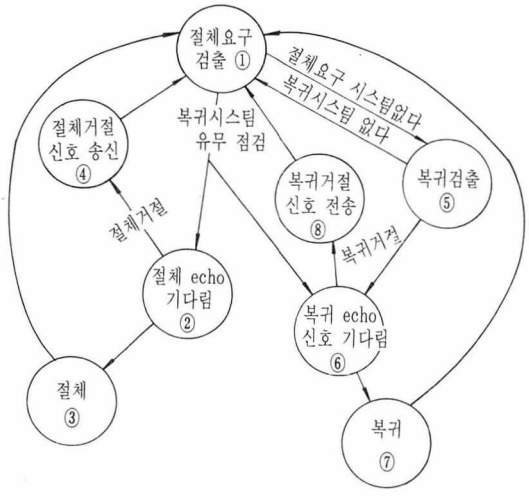
실제 릴레이를 구동시키지 않고 절체구간내의 절체장치의 이상유무나, 원격국의 릴레이 구동 유니트의 이상유무를 점검할 수 있는 기능을 말한다. 상류 및 하류 별로 이 기능 시험이 가능하고, 완료 후 절체구간내에 통과국의 이상이 없거나 원격국의 릴레이 구동 유니트의 이상이 없을 시 'Switch test complete'란 메시지가 LCD(5×7 dot matrix, 4×16 character liquide crystal display)에 표시된다. 스위치 테스트 기능은 절체처리 도중에도 행할 수 있으며, 절체구간내에 이상이 발생할 경우 그 원인을 LCD에 표시해 준다.

바. 워치독 기능

절체장치의 S/W 혹은 H/W의 고장으로 절체제어 기능이 제대로 수행되지 않을 때를 감지하거나, 일시적인 정전으로 시스템이 다운된 후 다시 정상적인 상태로 되돌아 올 수 있도록 하기 위하여 매 프로그램 수행시 일정한 시간을 주기로 시스템을 감시한다.

Ⅳ. 절체제어 알고리즘

〈그림 3〉은 절체제어에 관한 상태 변환 다이어그램을 나타내고 있다. 절체장치는 절체요구 및 복귀신호가 검출되면 네트워크의 상태에 따라 각각 제어상태가 변한다.



〈그림 3〉 절체제어 상태 변환 다이어그램

1. 자국에서 절체요구상태 및 절체된 상태에 따른 천이상태

가. 자국에서 우선순위가 같은 종류의 절체요구가 검출될 경우에는 ①－②－③ 상태로 변하며 통과국에서 절체요구거절 신호가 수신되면 ①－②－④－① 상태가 반복된다.

나. 우선순위가 서로 다른 종류의 절체요구가 검출될 경우

1) 우선순위가 낮은 시스템이 절체된 경우에는 ①－⑥－⑦－①－②－③ 혹은 ①－⑥－⑧ 상태로 변한다.

2) 우선순위가 높은 시스템이 절체된 경우에는 ①－②－④ 상태로 변한다.

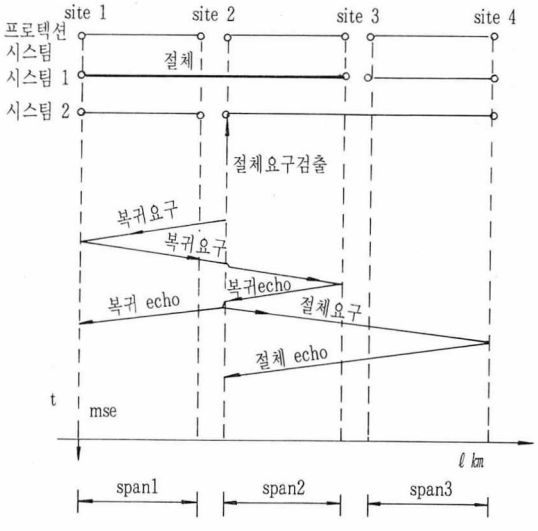
3) 복귀 시 통과국에서 복귀거절 신호가 없는 경우에는 ⑤－⑥－⑦－①, 있는 경우에는 ⑤－⑥－⑧－① 상태로 변하여 복귀가 이루어지지 않는다.

2. 통과국에서 절체거절 및 복귀거절 신호가 발생되는 경우

가. 복귀를 시키고자 하는 시스팀이 로크아우트 되어 있거나, 절체요구 시스팀과 우선 순위가 같거나 높은 시스팀이 절체된 경우.

나. 절체제어용 통신 채널이 고장인 경우이며 이때 각각 거절명령을 자국으로 전송하여 줌으로써 비정상적인 절체작용을 방지한다.

〈그림 4〉는 절체제어의 한 예를 보여주고 있다. Site 1에서 일반절체가 이루어지고 난후에 Site 2에서 우선 절체 요구가 검출될 경우 ①－②－③－④－⑤－⑥ 순으로 제어가 이루어진다.



〈그림 4〉 절체 제어의 예

Ⅴ. 프레임의 구조 및 절체장치 운용

1. 프레임의 구조

최대 절체완료 시간을 단축하기 위하여 프레임을 4개의 바이트로 구성하였다.

0 7	0 3 4 7	0 3 4 7	0 3 4 7	0 7
헤드프레임	명령어	원격국번호	시스템번호	자국번호	CR

명령어는 절체요구, 복귀요구, 절체요구 응답, 복귀거절, 스위치 테스트, 스위치 테스트 응답등으로 구성된다.

2. 절체장치 운용

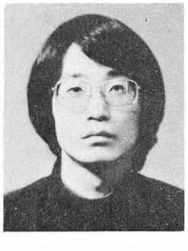
사용자가 필요시 네트워크를 유효적절하게 운용할 수 있도록 절체 장치의 전면판에 4×4 키이패드와 64자를 표시할 수 있는 LCD로 구성된 모니터를 이용하여 감시 제어할 수 있다. 명령은 메뉴 선택 방식으로 수행되며, 수행할 수 있는 명령어는 다음과 같다. 절체장치는 다음과 같은 정보를 수집하여 LCD에 표시한다.

- 자국에서의 절체요구 상태 : 자동절체 요구를 일반 절체와 우선 절체로 구분하여 표시하며, 상류군과 하류군의 절체 요구 상태를 동시에 볼 수 있다.
- 절체 상태 : 절체된 시스템번호 및 절체 구간을 표시
- 로크아우트 상태 : 자동, 수동, 딥 스위치에 의한 로크아우트 상태를 각각 분리하여 표시
- 원격국의 경보 상태 : 12개 시스템에 대한 주경보 상태만 표시

등의 정보를 수신하여 사용자에게 알려주어 네트워크의 운용상태를 알 수 있으며,

- 수동절체 및 복귀, 수동로크 아우트 및 해제, 스위치 테스트

등과 같은 제어를 수행함으로써 네트워크를 운용할 수 있다. 또한 절체 장치의 고장 진단기능로써 LED 테스트 및 절체 장치의 H/W 테스트 등의 기능을 수행한다.



全 瓊 珪 (Chun, Kyung Gyu)
1959년 10월 25일生
1982.2 : 경북대학교 전자공학과 학사
1984.2 : 경북대학교 전자공학과 석사
1984.3~ : 한국전자통신연구소
1987.5. 현재 : 광통신시스템연구실, 연구원

Ⅵ. 결 론

개발된 565Mbit/s 광전송시스템의 절체장치는 절체구간이 15개인 네트워크에서 우선 순위에 따라 절체가 이루어지며, 네트워크상의 비정상적인 절체작용을 방지하기 위하여 네트워크의 상태에 따라 절체요구 거절신호가 발생한다. 또한 감시제어계의 상위 레벨에 위치한 MMC와 상호 인터페이스를 시킴과 동시에 인접하는 절체 장치와 상호 데이터를 공유하도록 하여 MMC와 인접국의 절체장치를 백업 수단으로 이용하였다. 필요시 모니터를 이용하여 단국의 운용상태를확인하거나 적절한 제어를 수행함으로써 네트워크를 보다 효율적으로 운용 및 유지보수할 수 있도록 하였다. 실제로 절체장치 3대를 구성하여 실험해본 결과 전송시간이 Z80 SIO2(Serial In-Out)의 송신 특성상 약간의 지연시간이 요구되었으므로 최대 절체구간을 15개 이하로 줄이거나 현재의 전송 속도 32kbit/s를 64kbit/s로 높이는 것이 고려되고 있다.

〈參 考 文 獻〉

1. Rockwell International, 'LTS-1565 Product Description, 1985.
2. A. Miura. K. Katagira, Y. Yoshikatsumaguchi, "The F-400M System Supervision", 연구실용화보고, 제32권 제3호(NTT), 1983, PP. 609~620.
3. M. Mizguchi, T. Ogawa, K. Kameo. "504Mb/s Single Mode Transmission System", FUJITSU Sci. Tech. J., 21. 1, 1985, pp. 50~66.

李晩燮 *13페이지 참조