

BDCS의 기능과 SDH망의 생존성 확보

김재근·이동춘·주운기

(한국전자통신연구소 연구원)

□ 차 례 □

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| I. 서 언 | IV. BDCS의 망 보호/복구기능의 구현 |
| II. BDCS와 SDH망의 기능구조 | V. 보호/복구망 구성을 위한 BDCS의 응용 |
| III. BDCS의 장애복구 체계 및 구성 | VI. 결 언 |

I. 서 언

기존 PDH(Plesiochronous Digital Hierarchy) 다중계위에 바탕을 둔 비동기식 전송망 설비로는 PTP(Point To Point) 전송로 구성에 적합한 계위별 다중장치, 중계 전송설비, 교환국간 전송망의 구성 및 시험을 위한 분배가(DF: Distribution Frame) 등이 있다. 이러한 다중종의 전송설비들로 구성되는 전송로의 운용관리 유지보수(OAM: Operations, Administrations, and Maintenance)는 주로 수작업, 반자동으로 이루어지기 때문에 과도한 유지보수 비용의 소요는 물론 전송품질 저하시키는 주된 원인이 되어 왔다. 이와 같은 PDH 계위신호의 기술적, 응용적 제한성을 극복하기 위해서, 즉 초고속 신호로의 한단계 다중(1 step multiplexing), 고속신호상에 저속신호의 직접 액세스(Direct Access), 그리고 OAM의 지능화, 자동화(Enhanced OAM)를 실현하기 위해서 SDH(Synchronous Digital Hierarchy) 기본 다중전송 개념이 도입되었다. 이는 전송신호의 PTMP(Point To Multi-Point) 전송, 단순 초고속 다중과 광전송의 융합, 그리고 제고된 OAM을 바탕으로 하는 전송망 요소와 개방화된 망운용관리를 통한 전송 OAM의 체계화를 특징으로 하고 있다. 따라서 초고속 광전송로와 분기분배 다중기, 고도화된 OAM 능력등이 통합된 SDH 전송망은 기존의 수작업

에 주로 의존하던 망 OAM을 완전 전자화시키므로서 궁극적으로 소프트웨어에 의해 구동되는 고도전송망 시대의 문을 열고 있다.

이러한 SDH 전송망의 핵심위치에 존재하는 망요소가 바로 광대역 회선분배 장치인 BDCS(Broadband Digital Cross-Connect System)이다. SDH 전송망 구성요소로는 전형적으로 기존 PDH 신호접속형, 동기식 다중형, 분기삽입(D/I: Drop/Insert)형, 그리고 교차연결(DXC: Digital Cross-connect)형등이 존재할 것이다. BDCS는 이러한 여러가지 형태의 다중 전송능력을 하나의 물리적 실체로 형상화시킨 시스템이다. 따라서 BDCS의 도입은 향후 전송로의 구성시 소요되는 모든 전송설비들을 하나의 장치로 대체하므로써 전송로 구성을 단순화시키고, BDCS 기본망의 장애시 전송회선의 전자적인 스위칭을 통해서 신속하고 다양한 보호절체 및 우회복구 루트를 구성하므로써 전송망의 생존성을 크게 개선시킬 것이다.

본 고에서는 전송망의 대용량화와 초고속화에 따라 통신구 화재, 지진, 홍수등과 같은 재해나 건설공사등으로 인한 단 한번의 전송로 장애시에도 대량의 정보손실을 초래하는 망장애에 대비하기 위해서 최근들어 통신망의 구축시 가장 중요하게 고려되고 있는 전송망의 보호/복구 측면에서 ETRI에서 개발되고 있는 BDCS를 중심으로 기술한다. 즉 SDH 전송망과

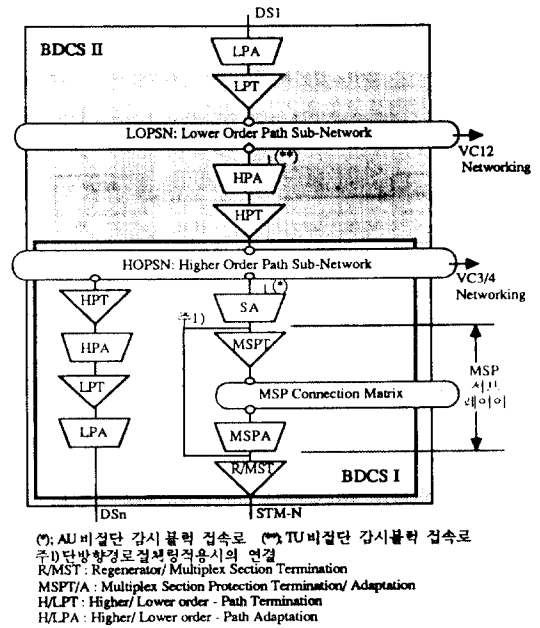
완전한 호환성을 갖는 BDCS의 보호/복구기능 구조를 제시하고 이를 바탕으로 BDCS를 이용한 망보호/복구체계와 완전보호/복구망 구성을 위한 BDCS의 응용등에 대해 고찰한다.

II. BDCS와 SDH망의 기능구조

1. BDCS의 기능구조

BDCS 장치는 STM-N 광신호의 종단, AU 신호단위의 광대역 스위칭을 통한 HVC(Higher Order Virtual Container) 경로의 교차연결, TU 신호단위의 중대역 스위칭을 통한 LVC(Lower Order Virtual Container) 경로의 교차연결, 분기삽입(add-drop)을 위한 HVC/LVC 경로의 종단 기능등을 중요기능으로 한다. 그리고 전송신호들의 집중점에 위치하여 탄력연결로의 종단과 VCn경로의 종단, 통과신호의 비절단 감시등을 통해서 서비스의 완전성과 유효성, 성능등을 감시하고, 이를 이용하여 실시간 제어한다. (그림 1)은 상기된 기능들을 바탕으로 하는 BDCS의 일반적인 기능블럭과 SDH 전송망의 기능구조를 대비시킨 것이다.

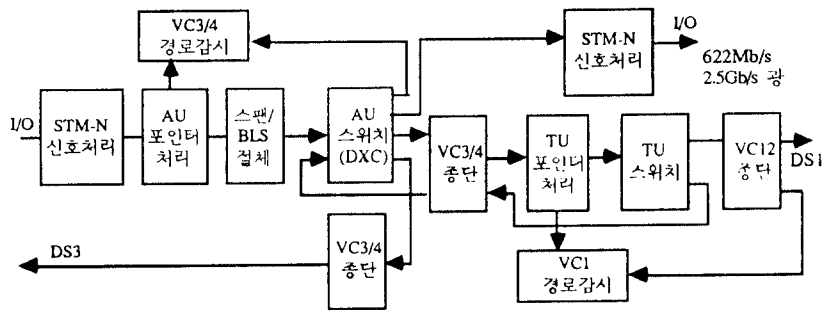
BDCS는 (그림 1)에 보인 바와 같이 크게 2가지 형태로 구현된다. BDCS I은 VC3 또는 VC4 신호들의 교차연결을 통해서 상위경로서브망(HOPSN)을 형성할 수 있도록 하고, 동시에 VCn 종단을 통해서 트레일 종단기능을 제공한다. 이는 다중구간보호(MSP: Multiplex Section Protection) 서브레이어에 바탕을 둔 선형 MS 트레일 보호 또는 링형 MS 공유보호 형태와 VC3/VC4 신호의 단방향 SNC(Sub-Network Connection)보호 형태를 선택적으로 갖는다. BDCS II는



(그림 1) SDH 망모델과 BDCS의 관계

HVC 및 LVC단위 교차연결을 통해서 HOPSN과 하위 경로서브망(LOPSN)을 동시에 지원하도록 하고, 이 경우에도 MS 보호 형태와 HVC 신호의 단방향 SNC 보호절차 형태를 갖는다. 여기서 BDCS I/II는 자국 종단신호에 대해서 VCn 트레일 종단기능을 통한 분기 삽입기능도 갖는다.

한편 BDCS내에는 BDCS에서 종단되지 않고 통과(Transit)되는 신호(탄력신호)에 대한 감시방법을 제공한다. 즉 탄력 VCn 신호경로를 감시하기 위해서 별



(그림 2) BDCS 하드웨어 시스템의 기능 구성도 (단방향 표시)

도의 HPT/LPT를 두어 비절단 감시기능을 수행하고, VC3/VC4와 VC12를 교차연결하는 스위치를 이용하여 특정 HVC 신호와 LVC신호에 대한 절단감시 및 비절단 감시와 같은 시험액세스 기능을 갖는다.

(그림 2)는 BDCS의 구현을 위한 기능블럭을 나타낸 것이다.

BDCS를 이용한 보호/복구망 모델로는 크게 BDCS 또는 SDH 단국장치와의 접속을 위한 1+1 스패절체, ADM(Add-Drop Multiplexer)링과의 접속을 위한 SHR(Self Healing Ring) 지원, 그리고 BDCS간을 상호연결하는 매쉬망을 위한 SHM(Self Healing Mesh) 지원 등과 같은 망복구를 들 수 있다.

2. BDCS의 스패절체 구조

BDCS는 SDH망의 PTP 보호절체 기능을 갖는다. 이는 BDCS 내에 MSP 서브레이어를 두고, STM-N 상에 확보되어 있는 APS(Automatic Protection Switch) 채널상의 1+1 절체 프로토콜을 이용하여 수행한다. 송신신호는 운용 및 보호전용 트래일을 통해 전달하고, 운용트래일의 장애시 STM-N 수신측 MS 보호메트릭스연결(MCp)기능을 갖는 선로스위치(Line Switch)에서 장애트래일을 보호트래일로 절체하므로써 서비스를 보호한다. 여기서 운용/보호 트래일의 물리적 구성은 MCp를 기준으로 양방향 운용 STM-N 종단 및 보호 STM-N 종단부를 각각 보드단위로 분리하고, 중계선로도 각각으로 분리하여 적용한다. 이는 단방향성, 비복귀성으로 이루어지며, 다중구간 전용 트래일 보호방식이다.

이방식은 보호전용 루트를 두고 있기 때문에 대역 이용효율은 떨어지지만 절체를 위한 알고리즘이 가

장 단순하고 장애검출로부터 서비스의 복귀가 신속(50ms 이내)하다는 장점을 갖는다.

3. BDCS의 SHR 기능 구조

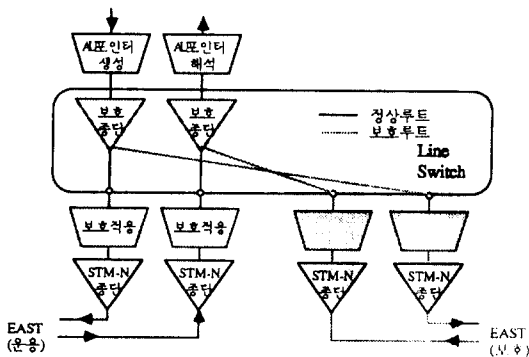
3.1 2선 양방향 절체구조(BLS/2F)

MS 공유링의 하나인 2개의 광섬유를 이용하는 양방향 선로 절체링(BLSR/2F)의 한 노드로서 BDCS를 적용하는 망보호 방식이다. 이는 전항에서 소개한 스패절체와 공존할 수 있으며, APS 채널상의 절체 프로토콜을 이용하여 수행한다.

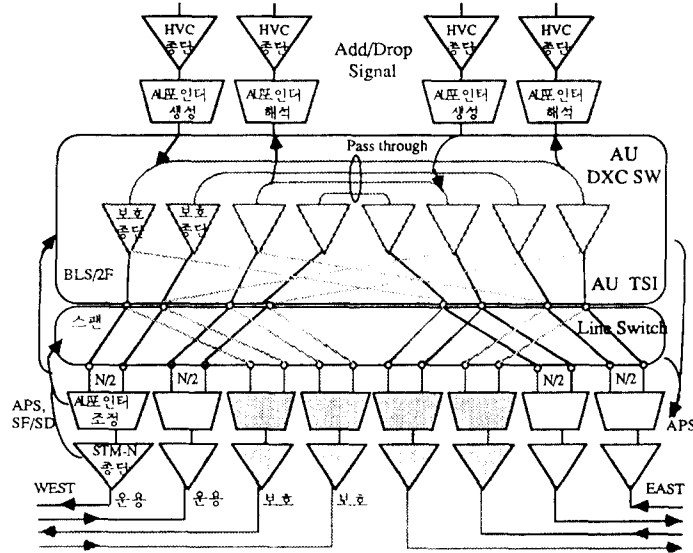
이 방식은 링크용량인 STM-N에 대해서 STM-N/2 용량을 각각 운용채널과 보호채널로 할당하여 BDCS에서 임의 방향의 링크 또는 노드 장애를 검출했을 때 수신 손실 링의 보호채널에 반대방향 링의 운용채널을 루핑하므로써 서비스를 복구한다. 여기서 보호채널은 장애위치에 따라 각 MS 구간상의 채널들이 공유하기 때문에 임의구간 장애발생으로 보호채널이 점유된 상태에서 추가로 장애가 발생하면 복구가 불가능하다. 이때 보호채널의 점유상태 정보는 APS 채널을 이용하여 장애 양측노드로부터 링상의 모든 노드에 전달된다.

스패절체와 BLS/2F는 TSI(Time Slot Interchange)용 타임스위치를 이용하여 선로절체를 수행하며, 절체상태에서 분기삽입 신호의 타임슬롯은 정상상태에서와 동일한 위치를 갖는다. 따라서 분기삽입신호를 분류하는 AU분배스위치(DXC SW)에서는 장애로 인한 추가적인 타임슬롯 변경은 필요치 않다. 여기서 모든 보호채널은 BDCS자체의 장애검출로 인한 BLS/2F 절체 상태를 제외하고는 정보전달의 투명성을 보장한다.

(그림 5)에서 보는 바와 같이 BDCS와 접속되는 ADM링상의 장애발생시에는 1차적으로 스패절체를 시도하고, 2차적으로 BLS/2F 방식의 절체를 시도한다. 여기서 임의 구간이 스패절체된 상태에서 링상의 여타 전송구간에 추가 장애가 발생할 경우에도 스패절체에 의한 장애복구 또는 BLS/2F 절체를 시도할 수 있다. 이러한 혼합방식은 다수 장애시에도 서비스의 복구가 가능 하지만 전용보호 용량이 과대하기 때문에 특별한 경우를 제외하고는 BLS/2F 방식만을 적용한다. BDCS는 스패절체와 MS 선로절체는 AU시간스위치에서 수행하고, 분기삽입 신호의 분류는 AU분배스위치를 이용한다. 따라서 스패절체와 BLS/2F 기능은 AU시간 스위치에 대한 소프트웨어적인 제어를 통해 동시에 수행할 수 있다.



(그림 3) BDCS내의 스패절체 기능구조



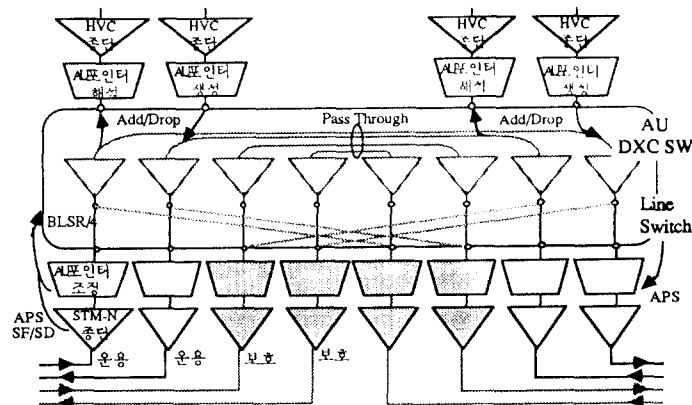
(그림 5) BDCS내의 BLSR/2F 기능 구성도

3.2 4선 양방향 선로 절체구조(BLSR/4F)

4개의 광섬유를 이용하는 양방향 선로 절체링(BLSR/4F)의 한 노드로서 BDCS를 적용하는 망보호방식이다. 이는 운용링의 장애검출시에 BDCS의 MS보호용 MCp기능을 수행하는 선로스위치에서 손실된 수신링을 반대방향의 보호링으로 절체하여 장애 MS를 분리하므로써 서비스를 복구한다. 여기서 보호링상에 채널들은 링상의 각 MS와 노드들이 공유하기 때문에 임의 구간의 장애발생으로 보호링이 점유된 상태에

서 추가적인 장애가 발생할 때는 복구가 불가능하다. BDCS내에 실현되는 BLSR/4F 방식의 기능구성 개념도는 (그림 6)과 같다.

또한 운용링상의 채널들은 AU분배스위치에서 자국내 분기삽입 신호와 대국 통과신호들로 분류되며, 임의 MS 구간에 장애가 발생해서 보호링으로 절체되더라도 이들이 점유하는 타임슬롯은 바뀌지 않는다. 또한 보호링상의 채널은 항상 수신정보를 반대방향의 송신측으로 전달하는 투명성을 보장하며, BDCS에

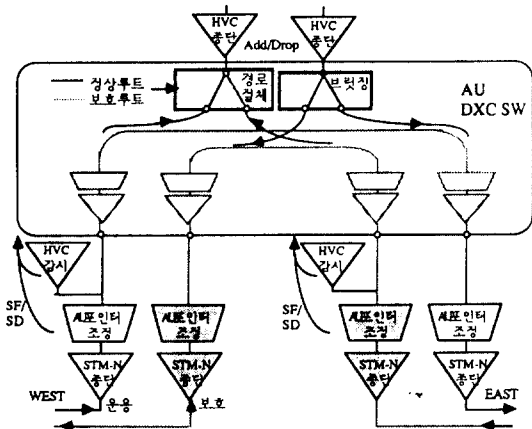


(그림 6) BDCS내의 BLSR/4F 기능 구성도

서 MS장애를 검출했을 경우에 한해서 손실된 MS 구간을 분리하도록 브릿징형태로 장애 MS를 보호링으로 대체한다. 여기서 BDCS는 BLS/4F 절체는 선로스 위치에서, 분기삽입 신호의 분류는 AU 분배스위치에서 수행한다.

3.3 단방향 경로절체(UPS) 구조

2개의 서로 반대방향으로 동작하는 단방향성 이중링에 대해 BDCS의 분배 스위치를 이용하여 경로절체 하므로써 망을 보호하는 방식(UPSR)이다. 이는 서브망 연결(SNC) 보호의 일종으로서 운용링과 보호전용링을 접속하여 운용경로상의 VCn 손실상태 검출시에 반대 방향 보호전용링상에 존재하는 해당 경로로 절체하여 서비스를 보호한다. 이 방식 또한 운용 경로링상에 2개 이상의 장애가 동시에 발생하면 복구가 불가능하다. BDCS내에 실현되는 UPS 방식의 기능구성 개념도는 (그림 7)과 같다.



(그림 7) BDCS내의 UPSR 기능 구성도

이 방식은 BDCS내의 HVC 분배를 위한 AU 분배스위치를 이용하여 송신신호에 대해서는 양방향으로 동시에 브릿징하고 수신 신호에 대해서는 2개의 링중 하나에 포함된 해당 HVC 경로만을 선택하도록 하므로서 수행한다.

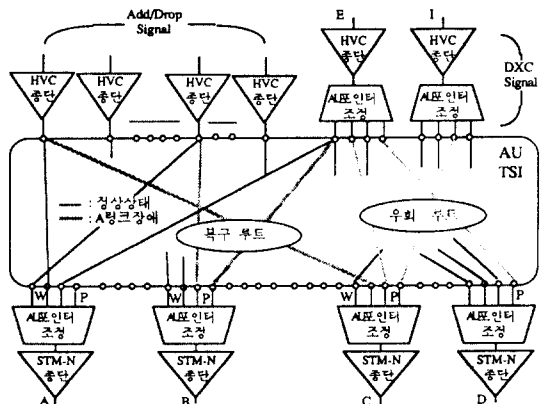
4. BDCS의 SHM 기능 구조

BDCS는 기 설명한 PTP망, 링망 구성시에 장애 자동보호망을 구성할 수 있을 뿐만 아니라 BDCS간을 상호 연결하는 메쉬망에서 각 노드/링크에 확보되어

있는 여분(spare) 채널을 이용하여 장애선로 또는 경로단위의 우회루트를 구성하므로써 망을 복구할 수 있는 자동치유메쉬(SHM: Self Healing Mesh)망을 지원할 수 있다. BDCS는 이러한 SHM 기능 가운데 메쉬망의 운용관리를 총괄 관장하는 운용관리시스템(TMN OS 등)의 집중 제어에 의한 경로복구 방식과 BDCS 장치간에 여분 채널사용에 관한 상호협상 기능을 갖는 분산제어에 의한 선로복구방식을 모두 지원한다.

여기서 경로복구 방식은 모든 망복구기능이 TMN OS에 의해 관장되기 때문에 TMN OS의 단순 명령에 의한 수동 기능만을 수행한다. 선로복구방식은 메쉬형으로 연결된 링크상의 여분채널을 이용하여 손실된 신호의 우회루트를 구성하기 위해서 장애 인접 노드간에 이의 사용협상을 위한 분산제어 알고리즘의 표준화가 필요하다.

이와 같은 SHM능력을 위해서, BDCS에서 운용채널상의 손실경로를 여분채널로 우회시키는 기능은 AU 분배스위치에 의해 수행된다. (그림 8)은 장애를 검출한 BDCS가 손실된 자국 중단신호의 복구 또는 탄덴신호의 복구루트를 구성하는 예(복구루트)를 나타낸 것이다. 즉 A링크의 손실신호를 인접 B, C노드상의 여분채널을 이용한 자국중단신호와 탄덴신호를 복구하는 예를 나타낸 것이다. 또한 타국 접속 링크 또는 노드의 장애로 인해서 자국 BDCS에서 여분채널들을 이용하여 우회루트를 설정하는 예(우회루트)도 표시하였다. 이러한 복구/우회루트의 설정은 BDCS의 분배스위치를 이용하여 제어된다.



(그림 8) BDCS내의 메쉬망 복구 기능구성 (A링크 장애, 선로복구에)

Ⅲ. BDCS의 장애복구 체계 및 구성

1. 보호/복구 체계

SDH망은 계층적 분류개념에 따라 물리적인 전송매체 레이어망과 논리적인 VCn 경로 레이어망으로 나뉘며, 후자는 다시 상위경로 레이어망과 하위경로 레이어망으로 나눌 수 있다. 망장에서 신호의 보호/복구 또한 이와같은 계층망 개념을 적용하면 체계적이면서 신뢰성 높은 장애복구망을 실현할 수 있으며, 따라서 BDCS내의 보호절체 능력은 이와같은 계층적 보호/복구개념을 바탕으로 하고 있다.

BDCS내에 실현되는 보호/복구개념으로는 가장 낮은 레벨에 BDCS와 단국간 및 BDCS와 BDCS간 PTP 전송을 위한 선형 MS 구간보호(스팬절체), 2번째 레벨에 BLS 기본의 MS 구간 공유보호(MS 공유보호링), 3번째 레벨에 VCn 경로에 대한 UPS 기본의 SNC 절체(경로절체링)를 두고, 최종 상위레벨에 여분채널을 이용하는 선로복구와 경로복구 개념을 도입하고 있다. 여기서 스패절체와 MS 공유보호 링은 전송매체 레이어망상에서 수행되고, 경로절체링과 SHM은 경로 레이어망상에서 수행된다. 또한 MS 공유보호링과 경로절체링은 SHR의 일종이다.

이러한 장애복구 특성은 (표 1)과 같으며, 이들 방식간의 복구 시도체계는 (표 2)와 같다.

BDCS의 보호/복구모드는 크게 BDCS 중심으로 구성되는 망형태에 따라서 (표 2)에 표시한 바와 같이 4개 모드로 구성된다. 여기서 볼 수 있듯이 단일링망

으로 구성된 경우에는 BLS 또는 UPS의 1차적인 복구시도로 망보호/복구여부가 결정되므로 다수장애가 동시에 발생될 때는 망복구가 불가능했지만 향후 지배적인 응용이 예상되는 매쉬+링+PTP형태의 혼합망에서는 표에서 보는 바와같이 2중화 또는 3중화된 장애보호/복구체계를 적용할 수 있기 때문에 복구확률이 그만큼 높아짐을 알 수 있다. 만약 BDCS와 연결되는 ADM 링망이 단일망으로 구성될 경우에는 링상의 각 MS 구간장애가 스패절체를 통해 복구가 가능한 경우를 제외하고는 기존 SHR에서의 동일한 복구능력을 갖는다. 여기서 스패절체+BLS/2F 방식은 BDCS와 접속시에만 동작하며, ADM 장치와 접속시에는 스패절체 기능이 동작되지 않는다. 또한 스패절체는 비복귀성 절체이다.

2. 보호/복구 기능의 구성

BDCS의 보호/복구능력은 크게 스패절체, BLSR, UPSR, SHM등이 있다. 여기서 스패절체와 BLR은 선로스위치(LSW)와 타임스위치(TSW)를 이용하여 (그림 9)와 같은 물리적 하드웨어 배치/구성을 통해 공통적으로 적용할 수 있다. 다만 BLS/4F 적용시에는 스패절체를 위한 연결선이 개방되어야 한다. 이들 각 절체방식에 따른 Lsw와 Tsw의 동작모드를 표시하면 (표 3)과 같다.

또한 여분의 채널들을 이용하여 동적 라우팅에 의해 망을 스스로 복구하는 SHM 방식과 VCn 수신경로에 대한 스위칭 및 송신경로에 대한 브릿징을 통해

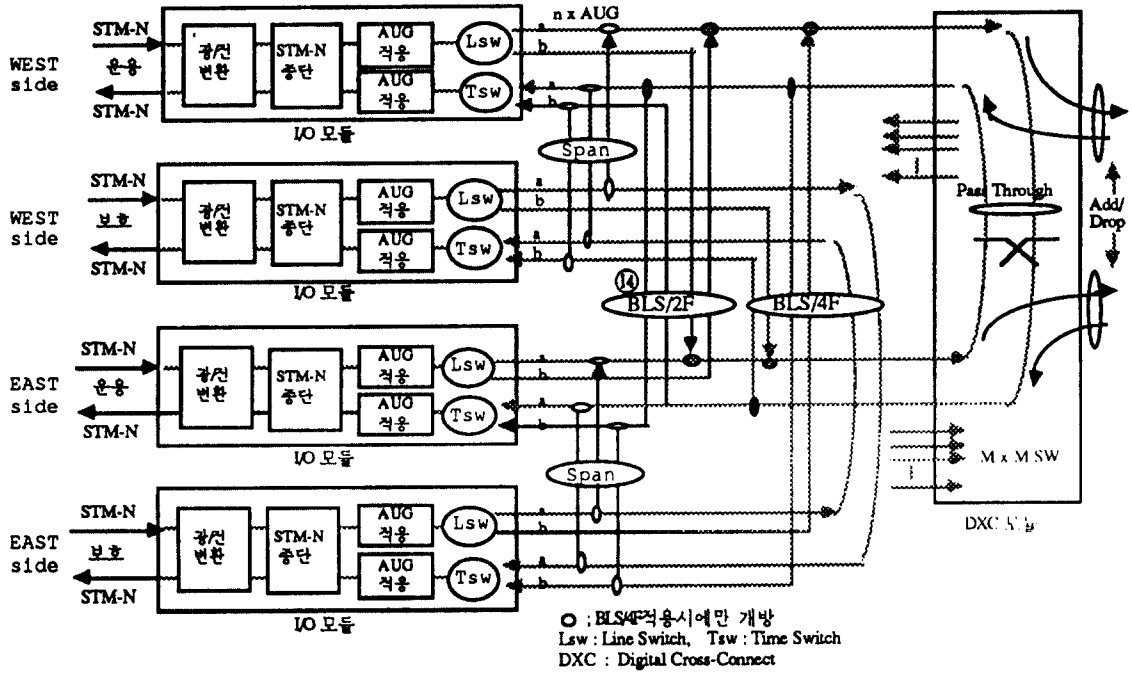
(표 1) BDCS내의 장애보호/복구 특성

복구레벨	방식	복구신호단위	장애특성	복구완료시간	보호채널구성(용량)	적용대상
1	스팬절체	STM-N	MS 장애	50ms	전용보호(STM-N)	PTP
2-1	BLS/2F	STM-N/2	MS/노드장애	50ms	공유보호(STM-N/2)	2 fiber 링망
2-2	BLS/4F	STM-N	MS/노드장애	50ms	공유보호(STM-N)	4 fiber 링망
3	UPS	VCn	VCn경로장애	50ms	전용보호(STM-N)	2 fiber 링망
4-1	SHM(선로복구)	VCn(n=3, 4)	MS/노드장애	2sec	spare 채널	메쉬망(분산재어망)
4-2	SHM(경로복구)	VCn(n=1, 3, 4)	VCn경로장애	수분	spare 채널	메쉬망(집중재어망)

(표 2) BDCS내 복구시도 우선순위

복구모드	1차시도	2차시도	3차시도	선형적 적용예
모드 1	스팬절체	선로복구	경로복구	메쉬망
모드 2		BLS/2F	경로복구*	2fiber 링/메쉬혼합망
모드 3	BLS/4F	경로복구*		4fiber 링/메쉬혼합망
모드 4	UPS	경로복구*		2fiber 링/메쉬혼합망

* 단일링 망 운용시에는 경로복구 불가



(그림 9) BDCS의 망보호/복구용 물리적 하드웨어 구성

(표 3) 스패절체와 BLS를 위한 스위치 매트릭스 제어 정상/절체

스위치	모듈	단자	스패절체	BLS/2F	BLS/4F
선로스위치(Lsw)	WT-1	a	on/off	on/off	on/off
		b	off/off	off/off	off/off
	WT-2	a	off/on	(on/on) ^{주2)}	on/on
		b	off/off	off/off	off/off
	ET-1	a	on/off	on/on	on/on
		b	off/off	off/on	off/off
	ET-2	a	off/on	(off/on) ^{주2)}	on/on
		b	off/off	off/off	off/on
타임스위치(Tsw)	WT-1	a	on/on	on/(on)	on/on
		b	off/off	off/(on) ^{주3)}	off/off
	WT-2	a	on/on	on/on	on/on
		b	off/off	off/(on) ^{주3)}	off/off
	ET-1	a	on/on	on/(on) ^{주3)}	on/on
		b	off/off	off/(on) ^{주3)}	off/off
	ET-2	a	on/on	on/(on) ^{주3)}	on/off
		b	off/off	off/(on) ^{주3)}	off/on

주 1) 스패절체는 각 방향으로 운용링크의 장애를 가정함.

- BLS/2F는 west측 운용링크의 장애를 가정함.
- BLS/4F는 west측 운용링크의 장애를 가정함.

주 2) 스패절체와 동시에 동작할 경우이며, BLS/2F 단독 동작시에는 "off/off"임

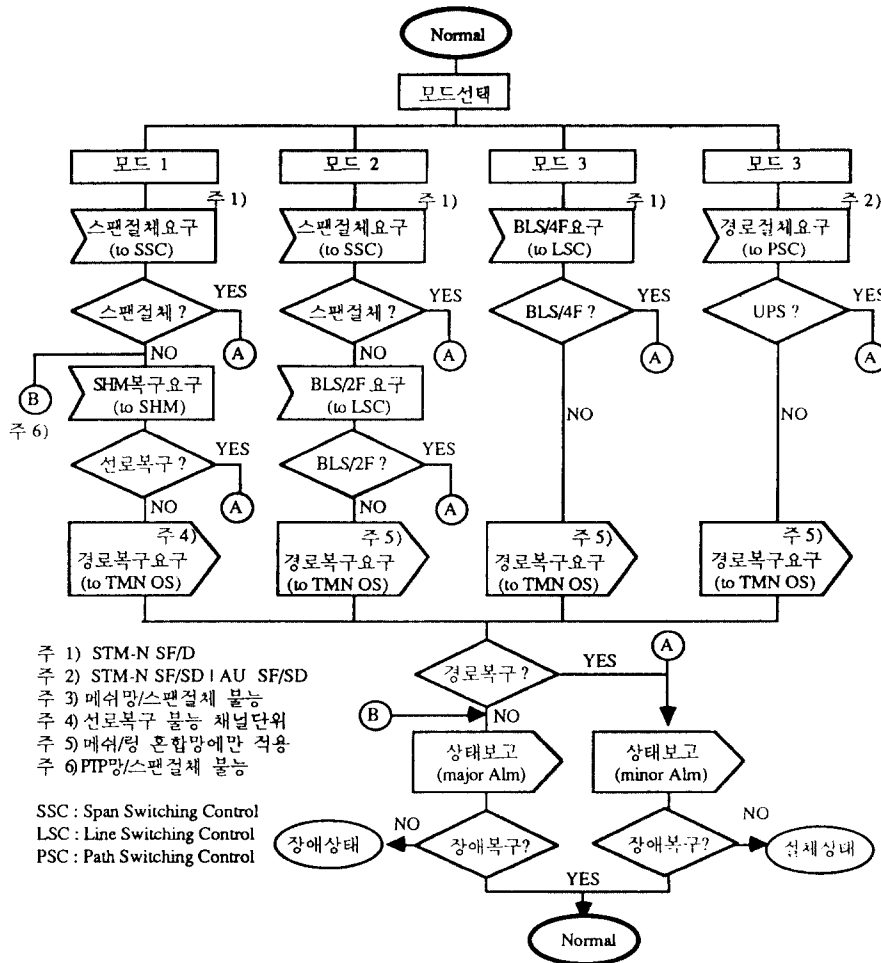
주 3) AU 채널단위 2:1 타임스위칭 및 TSI 수행.

단방향 경로를 스스로 복구하는 UPS 방식은 분배스위치(DXC SW)를 제어하므로서 수행한다. UPS 방식은 (그림 9)에서 WT-1과 ET-1만을 사용하여 각 Lsw와 Tsw의 "a" 단자만을 동작시켜 작용하되 장애로 인한 경로전체는 DXC SW에서 운용경로와 보호경로(반대방향)간의 단속을 통해 수행한다. 그리고 DXC SW상에서 SHM방식은 손실된 운용경로를 인접노드와 협상완료된 여분(spare) 경로로 우회되도록 리라우팅하여 수행하거나 운용관리 시스템(TMN OS등)의 DXC 제어 명령에 따라 복구한다.

3. 보호/복구 제어체계

BDCS의 망보호/복구를 위한 제어 흐름도는 (그림 10)과 같다.

BDCS는 접속 STM-N 신호의 손실 또는 성능저하 상태를 감출하면 초기 설치시에 설정한 4가지 모두중 한가지에 대해 (그림 10)에 보인바와 같은 단계별 제어과정에 따라 질체동작을 수행한다. 먼저 '모드 1' 운용시 PTP망일 경우에는 스핀절체만이 수행되고, 매쉬망일 경우에는 SHM 관련 기능들이 단계적으로 수행된다. '모드 2' 설정시는 대개 직접 BLS/2F를 수행하며, BDCS간을 완전 링망으로만 구성된 경우에 한해서 1차적으로 스핀절체를 시도한다. 그리고 단일링이 아닌 매쉬+링의 조합망에서는 BLS/2F에 의한 복



(그림 10) BDCS의 망보호/복구 제어 흐름도

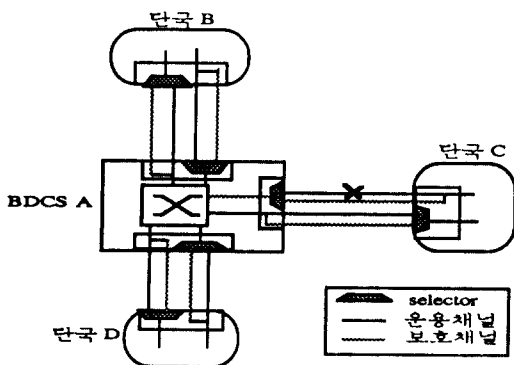
구가 불능할 경우에 TMN OS에 경로복구를 요청한다. '모드 3'의 경우는 '모드 2'와 유사한 과정을 따르며(단, 스핀절체 미실장), '모드 4'는 STM-N과 AU 신호의 손실 또는 성능저하시에 시도하고, 링+배쉬 망일 경우에는 TMN OS에 의한 경로복구를 시도할 수 있다. 여기서 제어부의 물리적 구성상 스핀절체와 BLS 방식은 선로보호 절체부에서 수행하고, UPS와 SHM 제어는 분배스위치부에서 수행하기 때문에 각 절체단계에서의 상위절체 요구는 제어 프로세서간에 신속한 통신을 바탕으로 한다.

IV. BDCS의 망 보호/복구기능의 구현

본 항은 각 보호/복구기능들을 구현하는 데 있어 요구되는 알고리즘들을 주로 상태 천이도를 이용하여 각 보호/복구 기능 별로 기술한다.

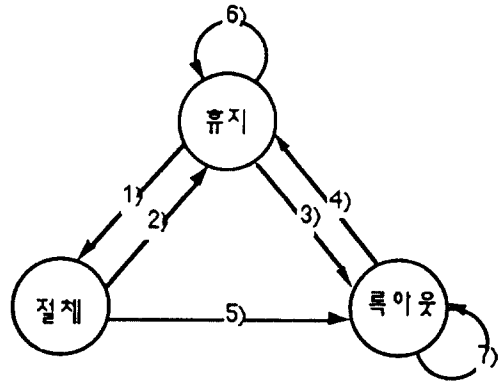
1. 스핀절체

스핀절체는 BDCS와 동기식 전송망 요소(단국, ADM, BDCS등)와의 PTP 또는 성형 망구성에 적용된다. 이는 물리적 링크의 구성 형태에 따라 1:1, 1+N, 1+1 절체로 구분되며 BDCS는 (그림 11)에서와 같은 성형 망구조에서 주로 1+1 스핀절체 형태를 이용한다. 1+1 방식은 운용선로와 hot-standby 신호로 구성되어 송신신호는 영구 브리지하고 수신 신호는 양 신호중 신호 상태가 양호한 것을 선택하는 단선절체(single-ended switching)을 사용한다. 단선절체는 자국의 수신신호의 장애나 절체 조건에 의해 절체 유무를 결정하여 자국에서만 보호절체를 제어하고 대국의 상황에는 의존하지 않는다.



(그림 11) 성형 망구조에서의 1+1 스핀절체

스핀절체의 절체요구로는 BDCS 자체에 의한 자동 절체명령(신호 장애 혹은 성능 저하) 요구와 외부적인 운용자나 운용관리시스템에 의한 명령(CLEAR, Lockout of protection, 강제절체, 수동절체) 요구가 있으며, 이의 절체 완료 시간은 50 ms 이내이다. 기본적으로 STM-N 상에 확보된 자동보호절체 채널인 K1/K2 바이트는 사용할 필요가 없으나 자국의 절체상태를 대국측에 전달하기 위해 사용될 수 있으며, K2 바이트의 비트 5는 "0"으로 지정된다. 스핀절체의 상태 천이도는 (그림 12)와 같다.



(그림 12) 스핀 절체의 상태 천이도

1)의 상태천이는 강제절체, 자동절체, 수동절체와 같은 우선순위에 따른 절체명령시 서비스 중인 채널을 운용선로로 부터 보호선로로 전환시킬때 일어난다. 2)의 상태 천이는 절체상태에서 운용선로의 정상상태로의 복구시 일어나며, 3)의 천이는 과도한 절체상태천이시에 BDCS 자체 또는 외부의 요구에 의해서 일정 시간동안 절체를 금지시키기 위해서 일어난다. 4)의 상태 천이는 BDCS 자체내에서 발생하는 lockout 명령의 해제시에 일어나며, 5)의 천이는 3)과 유사하게 BDCS 자체 또는 외부의 요구에 의해서 일정 시간동안 절체를 금지시키기 위해서 일어난다. 6)의 상태 천이는 운용채널의 장애 발생시 보호 채널로의 절체가 불가능 할 경우에 발생한다. 7)은 lockout 상태에서 lockout의 해제를 위한 clear 명령을 제외하 나머지 절체요구명령이 주어졌을 때 행해진다.

2. BLS 절체

BLS 방식은 양식 절체(dual-ended switching), 복귀

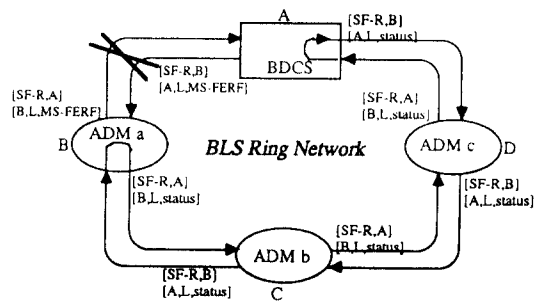
성 절제 방식을 따르며, 절제 완료 시간은 장애검출 후 50ms 이내이다. 하나의 링에 수용 가능한 ADM 노드는 16개이고, 최대 노드 수 범위내에서 링의 구성상태 변경(노드의 첨가 및 삭제)이 가능하다. 또한 링상의 임의의 노드에서의 절제 상태는 각 노드에서 감지될 수 있으며, 임의의 링 절제 상태에서 동일 우선순위의 또 다른 장애 발생시 그 우선순위가 신호 장애(링) 이상인 경우에는 두개의 분리된 절제링으로의 분해를 통해서 복수 링 절제가 가능하다.

외부의 절제 요구로는 록아웃-스팬(lockout of protection-span), 강제절제-링(forced switch-ring), 수동절제-링(manual switch-ring), 시험-링(exercise-ring)이 있으며, 시스템 자체의 자동절제 요구로는 자동절제가 있다.

BLS 절제는 APS 채널(K1과 K2 바이트)을 이용한다. K1 바이트의 구조 및 기능은 (표 4)에 표시한 바와 같이 비트 1~4는 절제 요구 코드, 비트 5~8은 목적지 노드 인식자(ID)로 사용한다. K2 바이트의 구조 및 기능은 (표 5)와 같다.

(그림 13)은 BLS 링 상의 BDCS와 ADM a사이의 선로 절단 장애가 발생했을 때 망 복구를 위한 APS프

로토콜의 적용예를 보인 것이다. BDCS에서는 ADM c방향으로 신호장애를 표시하는 K1, K2바이트를 생성해서 송신하고, ADM a에서는 ADM b방향으로 신호장애를 표시하는 K1, K2바이트를 생성해서 송신한다. ADM b와 ADM c는 중간노드들로서 수신 K1, K2 채널과 보호링(채널)상의 채널을 반대방향으로 투명하게 통과 시키고 BDCS와 ADM a에서는 장애 스패의 역방향으로 신호를 부핑하여 장애로부터 복구한다.



(그림 13) BLS 링형 절제

(표 4) K1 바이트의 비트 구조와 기능

Bridge Request Code (Bits 1-4)				Destination Node ID (Bits 5-8)			
bit 1	bit 2	bit 3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7	bit 8
1111	lockout of protection(span) or signal fail (protection) LP S			destination node ID는 K1 byte가 목적지로서 node의 ID 값을 지정한다.			
1101	forced switch (ring) FS-R			destination node ID는 항상 인접 node로 정의된다.			
1011	signal fail (ring) SF-R						
1000	signal degrade (ring) SD-R						
0110	manual switch (ring) MS-R						
0101	wait to restore WTR						
0011	exerciser (ring) EXER-R						
0001	reverse request (ring) RR-R						
0000	no request NR						

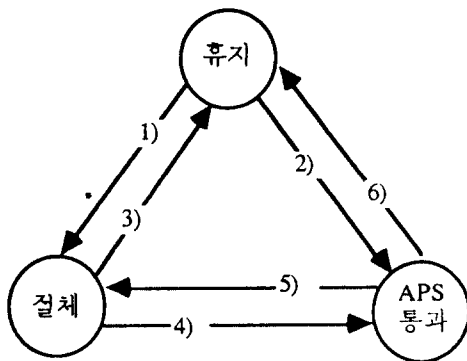
(표 5) K2 바이트의 비트 구조와 기능

source node ID (Bits 1-4)				long/short	status (Bits 6-8)			
bit 1	bit 2	bit 3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7	bit 8	
source node ID는 node 자신의 ID로 정의한다.				status :				
				111	MS-AIS			
				110	MS-RDI			
				101	reserved			
				100	reserved			
				011	reserved			
				010	bridged and switched (Br&Sw)			
				001	bridged(Br)			
				000	idle			
long/short (bit 5) :								
0 = short path code(S)								
1 = long path code(L)								

BLS 방식의 절체 상태천이는 (그림 14)와 같이 3가지의 상태를 갖는다.

휴지상태(idle)는 정상적인 링 동작 상태로서 링 상의 어느 노드에서도 링 절체를 요구하지 않는 상태이다. 절체상태(working)는 링상의 임의의 양(두) 노드에 의해 자동 또는 외부명령에 의해 링 절체(브릿지 요구 또는 브릿지 요구의 중단)가 수행 중인 상태로 정의된다. APS를 통과상태(pass through)는 임의의 한 노드에 의해 절체 중인 상태에서 브릿지를 실행 중인 노드를 제외한 여타 링상의 노드에서 APS 채널 정보와 보호 채널을 역방향으로 통과시키는 상태이다.

(그림 14)에서 1)의 상태로 천이는 1)인접점 노드로부터의 자체 중단 수신 APS 바이트가 NR 코드(정상상태)에서 브릿지를 요구하거나 절체 상태 코드로 변할 때, 2) 자체 중단 수신 APS 바이트가 NR 코드에서 링 브릿지를 요구 할때, 3)외부로 부터의 절체 요구 명령을 받을 때, 4) 자체 신호장애 또는 성능저하 상태의 검출시에 일어난다. 2)의 상태천이는 임의의 노드로부터 절체 요구명령을 수신했을 때 해당 수신 APS 채널의 중단 노드가 아닌 모든 노드에서 일어나며, 3)의 천이는 링의 양방향에서 NR 코드를 수신하였을 때 일어난다. 4)의 천이는 절체를 수행 중인 노드에서 우선 순위가 보다 높은 새로운 링 절체 요구를 수신했을 때 기 절체 상태를 복귀 시키고 보호채널들을 타 노드로 통과시키는 상태로 전환된다. 5)의 천이는 링의 양방향에서 NR 코드를 수신했을 때 일어나며, 6)의 천이는 자국 노드에서 보다 높은 우선 순위를 갖는 장애를 검출 했을 때와 외부로 부터 절체 요구명령을 받았을 때, 그리고 자국 노드에 중단되



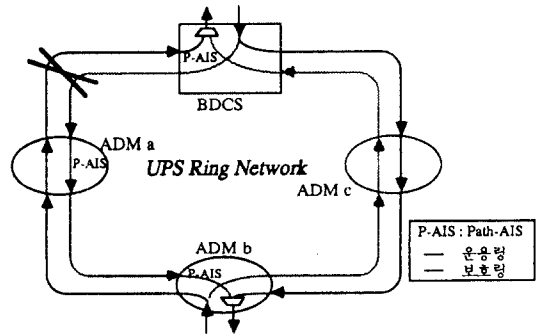
(그림 14) BLS 방식의 상태 천이도

는 APS 바이트를 통해서 절체 요구명령을 수신했을 때 일어난다.

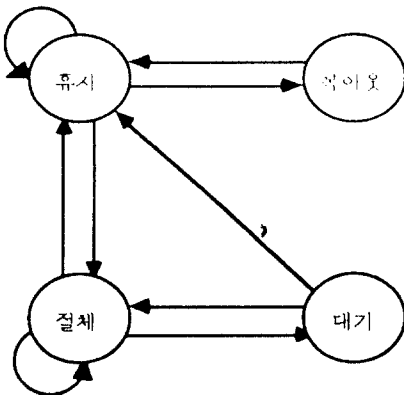
3. UPS 절체

UPS 방식은 VC-n 경로운용(서비스)링과 보호 전용링으로 구성하여 송신 VC-n 신호는 양 링으로 동시에 전송하고, 수신 VC-n 신호는 정상 상태에서는 서비스링 상, 운용링의 장애 상태에서는 보호 링 상의 해당 채널로 경로 절체하므로써 복구한다. 이 때 VC-n 신호의 장애로 인한 경로 절체는 VC-n경로 경보표시신호(AIS) 또는 경로포인터 손실(LOP) 경보를 이용하며, 성능저하에 의한 절체는 VC-n 중단부를 통해서 감시된 결과를 이용한다.

(그림 15)는 UPS 링형 망에서 BDCS와 ADN a간의 장애 발생시의 복구예를 나타낸 것이다.



(그림 15) UPS 링형 절체

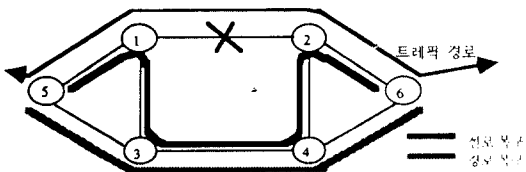


(그림 16) UPS 절체의 상태 천이도

(그림 16)은 UPS 방식의 상태 천이도를 나타낸 것이다. 휴지상태는 정상상태, 절체상태는 서비스 링 상의 장애 또는 외부의 명령에 의해 보호링으로 절체된 상태, 대기상태(WTR)는 서비스링의 장애 복구로 보호링에서 서비스링으로의 복귀를 대기하는 상태이다. 그리고 록아웃상태는 일정시간동안 과도한 절체 발생시에 절체를 금지시키는 상태이다. BLS 방식과 유사한 천이도를 가지나 UPS 방식은 보호 전용채널을 갖기 때문에 보호 채널을 공유하는 BLS에서의 APS 통과 상태가 없으며, 대신에 복귀성 절체 방식의 채용 때문에 복구 대기 상태가 존재한다.

4. 망 복구 알고리즘

메쉬 망 구조로 연결된 DXC 장치들간의 장애를 복구하기 위한 알고리즘은 현재 세계적으로 연구 중에 있는 상태로서 크게 선로 복구 방식과 경로 복구 방식에 대한 연구로 나눌 수 있다. 선로복구 방식은 (그림 17)와 같은 장애 구간에 대해 우회루트를 찾아서 복구 하는 방법이고, 경로 복구 방식은 장애가 발생한 구간을 흐르고 있던 각 신호들의 출발지(Source)와 도착지(Destination)간에 새로운 전송 경로를 형성해주는 방식이다. 이 두 방식 간의 차이는 어떤 노드를 복구 구동점(Triggering point)으로 선택하느냐에 있으므로, 경로 복구는 선로 복구 알고리즘에 대한 큰 수정없이도 수행할 수 있다.

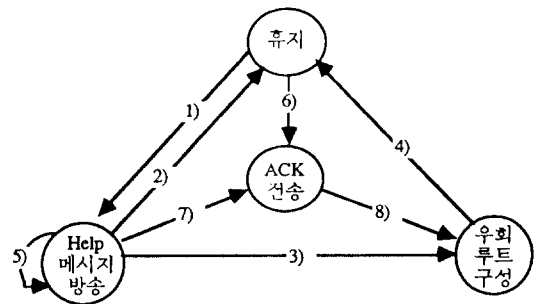


(그림 17) 망 복구 방식

BDCS의 메쉬 망복구알고리즘 연구는 신속한 우회 루트의 탐색에 주안점을 두고 있으며, 분산 제어하에서의 동적(Dynamic) 라우팅을 이용한 선로 복구 방식과 k-최단 경로(shortest path) 방식을 적용한다. 여기서 최단 경로의 결정은 메시지의 도달 순서 또는 메시지 통과 노드 수(Hop Count)에 바탕을 둔다. 또한 큰 신호 용량을 갖는 우회 경로(minimum cost path)를 찾기 위해서는 우회루트 결정노드(Sender)에서의 약간의 전송 지연(Search Duration)은 필연적이

며, 이는 메시지의 도착 갯수로 설정하여 관리한다. 복구를 위한 메시지 양의 과도한 증가를 막기 위해 각 노드 별로 우회 루트로 설정될 수 없는 경로에 대해서는 복구 관련 메시지를 제거하며, 동일한 여분 채널에 대해 동시에 다발적으로 우회루트 구성 요구를 하는 경우에 대비해서 여분 채널의 사용에 대한 우선 순위를 두고 적용한다.

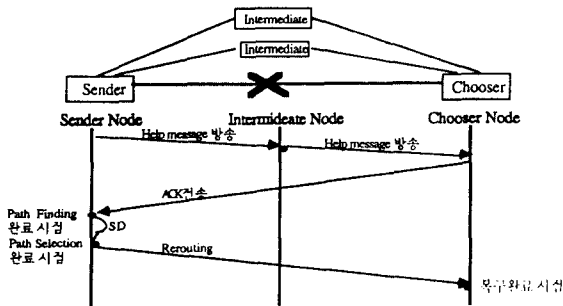
(그림 18)은 메쉬 망 복구를 위한 장애 채널 별 각 BDCS내의 상태 천이를 나타낸 것이다. 메쉬 망 상의 장애를 검출한 BDCS는 장애 상태를 인접한 모든 BDCS에 전달하여 우회 루트를 구성하고, 장애 구간/노드의 복구시에는 곧바로 원래 루트로 복귀(Return-to-normal)하는 행태를 따른다. 즉, 망 내의 모든 BDCS는 장애가 발생했을 때 복구의 구동자(Trigger) 및 조달사(Helper) 역할을 한다. 여기서 장애를 감지한 BDCS(복구 구동자)는 '휴지(정상)' 상태에서 1)의 상태 천이를 통해 복구요구(Help) 메시지를 발송한 후 'Help 메시지 발송' 상태로 되고, 일정시간(Time-Out1 = 2 sec.)내에 응답(ACK) 메시지가 도착되지 않으면 복구 실패를 통보한 후 2)와 같은 천이를 통해서 휴지 상태로 복귀한다. 그러나 ACK 메시지가 도착하면 3)과 같은 '우회루트 형성' 상태로 천이하여 우회루트 구성 정보 메시지를 복구 경로를 통해 전송한 후 4)의 천이를 통해 망을 복구한다. 이 과정에서 새로이 설정된 모든 구성이 성공적이지 못하면 이를 복구 구동자에게 통보하여 5)와 같은 재복구를 시도한다. 반면에 복구 조달사는 '휴지' 상태에서 Help 메시지를 수신하면 이에 대한 ACK 메시지를 구동자 측으로 송신한 후 6)의 천이를 통해 'ACK 메시지 전송' 상태로 되며, 다시 우회루트 구성 확인(CONF) 메시지를 수신하면 '우회루트구성' 상태로 되어 복구를 완료한다. 또한 망 장애에 인접하지 않은 조달사는 Help



(그림 18) 상태 천이도

메시지의 수신 후 인접 노드에 이를 방송한 후 1)의 친이를 통해 곧바로 'Help 메시지 방송' 상태로되며 'ACK메시지를 수신하면 7)의 친이를 통해 'ACK 전송' 상태가 된다. 그리고 다시 해당 예약 우회루트에 대한 CONF메시지를 수신하면 복구 상태로 들어가고 정상 루트 복구로 인해 새로운 구성정보를 수신하면 '휴지' 상태로 복귀한다. 여기서 복구 상태를 제외한 각 상태마다 임의 메시지를 전송한 후 일정시간 이내에 대한 응답 메시지가 수신되지 않으면 복구 불가로 처리하여 다시 '휴지' 상태로 복귀하여 해당 복구 절차를 재시도하도록 구성된다.

이와같은 상태 전이는 메쉬 망 상의 노드/링크를 통해서 수행이 되며, 이 때 각 BDCS 간의 신호흐름도는 (그림 19)와 같다. 신호 장애를 검출한 노드 또는 망 운영자의 우회루트 구성 요구를 받은 노드는 메쉬 망 복구 주체가 되는 SHM에 통보하여 망 복구를 시작하게 한다. 이 때 선로 복구 방식을 적용하기 위해서 필요한 복구 메시지의 송·수신 중단점은 장애로 인해 신호가 손실된 인접 노드로서, 이를 Sender와 Chooser라 하고, 이들 중에서 노드 고유의 인식자(ID)가 작은 측이 Sender가 되고 큰 측이 Chooser가 된다. Sender는 Help 메시지 및 확인(COnFirmation) 메시지를 Chooser 쪽으로 보내고, Chooser는 ACK 메시지를 Sender 노드 쪽으로 보낸다.



(그림 19) Sender와 Chooser간의 메시지 전송

Help 메시지 방송은 Sender 노드에서 시작하여 Chooser 쪽으로 방송하는데, 방송을 위해서는 먼저, 자신의 노드를 위한 메시지를 자신의 메모리에 저장한 후, 저장한 메모리 정보를 수정하여 인접한 관련 노드에 전송한다. 여기서 1)Help 메시지를 방송 및 ACK메시지의 전송 중에 해당 메시지의 통과 노드 수(HC :

Hop Count)가 망 운영자가 정한 허용 노드 수(RP: Reach Permission)를 초과, 2)어떤 노드에 같은 종류의 메시지가 두번 송신, 3)여분 용량이 0인 링크로 송신되는 경우, 4)우회루트를 선택한 후 새로운 구성(cross-connection)을 실행 못하거나 망 장애가 수리된 경우에는 Help메시지 방송을 중단한다. 이러한 Help 메시지 방송 과정에서 노드 i에서 노드 j로 링크를 통해 Help 메시지를 보낼 경우, 노드 j에서의 Help 메시지를 위한 연산은 HC 값에 1만큼 증가시키고 경로의 가용 용량(AB: Available Bandwidth)를 그 경로의 최소 여분 용량 값으로 둔다. 또한 Sensor로부터 현 노드까지의 경로 정보를 갱신한다.

Help 메시지가 Chooser 노드에 도달하면, ACK 메시지를 Sender 노드에 전송하는 과정에서 여분 채널을 복구용 채널로 예비 할당한다. 이때 동일 노드 및 링크의 사용을 여러 곳에서 동시에 요구하는 경우에는 요구량이 적은 것 부터 배당한다. ACK 메시지가 Sender 측에서는 수신된 ACK 메시지의 정보를 이용하여 복구용량(AB)이 큰 경로 순으로 우회 루트를 선택하며, 이는 주어진 탐색시간(SD: Search Duration)에 수신된 ACK메시지에 대해서 수행한다. 여기서 SD는 한번에 가능한 한 많은 신호를 복구할 수 있는 우회루트를 찾기위한 상수이며, 이는 우선순위 설정의 융통성을 위해 정수($SD < RP$)로 설정하고, default는 $SD = 1$ 이다. 이와 같은 과정을 통해서 복구가 완료되며 복구과정의 수행 중에 망 장애가 복구(Repair)되면, 각 노드는 원래의 경로로 복귀한다.

V. 보호/복구망 구성을 위한 BDCS의 응용

전술한 바와 같이 BDCS 내에는 향후 SDH 망의 보호/복구를 위해서 요구되는 대부분의 기능을 실장하고 있다. 따라서 BDCS는 여러 전송신호를 집중화시키는 전송망의 핵심노드로서의 역할 뿐만 아니라 BDCS를 중심으로 구성되는 다양한 망구성 형태에 융통성있게 적용할 수 있는 망보호/복구 형태를 갖는다. 향후 SDH망의 구성형태는 PTMP 전송을 바탕으로, 전송서비스의 신뢰도를 제고시킬 수 있으면서 경제성을 추구하는 방향으로 급속한 진전을 이룰 것으로 전망된다. 이의 전형적인 구성형태로는 루트 디버시티를 채용한 1+1 스펙트럼 바탕의 PTP 또는 성형망, SHR 기반의 링형 망, 그리고 SHM 기반의 메쉬망과 같은 기본 망의 구성은 물론 이들을 혼합한 조합망의 구성이 일반적일 것이다.

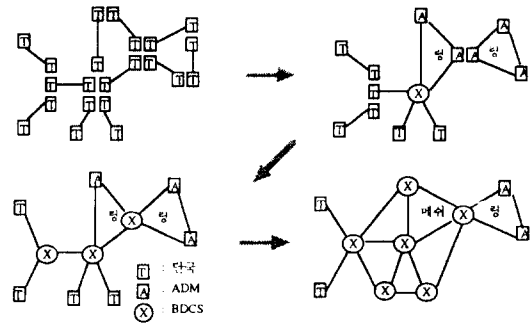
본항에서는 이러한 망 보호/복구를 바탕으로 기존 전송망으로 부터 SDH 전송망으로의 진화방향을 살펴보고, BDCS를 응용하는 조합망의 전형적인 예를 바탕으로 복구능력을 향상시킬 수 있는 방안들에 대해 제시하므로써 향후 전송망의 발전이 BDCS를 바탕으로 전개될 것임을 밝히고자 한다.

1. SDH 전송망의 진화

지금까지 주로 적용되어 오고 있는 전송망은 기존 비동기식 디지털 계위를 기본으로 PTP간 대량 전송 실현에 바탕을 둔 비동기식 다중 전송장치들로 구성되어 있다. 따라서 비동기식 전송망은 전송신호간의 네트워크가 분배가(MDF)상에서 운용자의 수작업에 의해 수행되는 완전한 PTP 기본의 메쉬망 형태를 갖기 때문에 전송용량이 증가될수록 망의 복잡도는 물론 망운용관리도 급속히 어렵게 된다.

이러한 비동기식 다중 전송망을 보다 단순화시키고, 망관리 능력을 향상시키기 위해서는 PTMP 전송을 바탕으로 한 SDH 전송망의 도입이 필연적이며, 이는 먼저 지리적으로 PTP 형태를 유지하는 구간엔 SDH 단국이 도입되고, 전송용량이 상대적으로 적은 링형 구간에 ADM 장치가 도입될 것이 될 것이다. 그러나 전송용량의 증가는 점차적으로 동일 국사내에 SDH 단국 또는 ADM(SHR)수를 증가시킬 것이며 이에 따라 SDH단국간 또는 SHR간의 연동이 필요하게 될 것이다. 초기의 연동은 주로 광분배가(FDF) 또는 동축 케이블 분배가(CDF)에서의 수작업 처리를 통해 이루어질 것이며, 이러한 방법은 SDH 전송망의 관리 효율을 저하시키고, SDH망의 특징인 소프트웨어 구동의 전송 네트워크와 OAM 능력의 제고에 역효과를 낼 것이다. 따라서 궁극적으로 BDCS의 도입이 필연적인 상황으로 전개될 수밖에 없을 것이다.

BDCS는 1차적으로 다수개의 다중장치들로 구성되는 허빙국사에 도입되어 이들을 대체할 것으로 보이며, 초기단계 부터 대용량 신호들이 상호교차 연결되는 교환국사간에 도입될 것으로 보인다. 이후 점차적으로 ADM 기본의 SHR을 다수 수용하는 국사에 도입되어 다수개의 ADM 장치들을 대체하면서 전자적인 SHR간 연동능력을 실현할 것이다. 궁극적으로 전송망의 대용량화 추세와 함께 망관리 및 네트워크 용량을 고려한 전송망의 계층화를 바탕으로 각 계층내, 계층간 메쉬망으로 발전될 것으로 보인다. (그림 20)은 이와같은 전송망구성의 진화단계를 나타낸 것이다.



(그림 20) SDH 전송망의 진화와 BDCS

SDH 전송망의 구성 형태는 트래픽 구성 및 용량 등의 특성을 고려하여 PTP, 스타, 링, 메쉬형등과 같은 다양한 기본 구성과 이러한 기본 구성간의 연동을 바탕으로 하는 조합망 형태가 일반적인 것이다. 즉 소용량 전송구간인 가입자망과 일부 로컬 국간망에는 주로 ADM 링형태가 적용되고 여기에 전송로의 지리적, 물리적 상황에 따라 단국기본의 PTP 구조가 적용될 것이다. 여기서 ADM과 단국장치들이 다수 적용되는 대용량 국사와 상위계층 국사에는 BDCS가 적용되어 메쉬, 링, 스타등의 조합 망구성 형태를 가질 것이며, 궁극적으로 서비스 액세스 기능이 처리된 전송 트래픽들이 기존의 중심국/총괄국과 같은 교환망의 계층별 트래픽 교환대신에 전송 네트워크를 통해 액세스 노드간에 계층화된 라우팅을 바탕으로 하는 광역 전송망으로 발전될 것으로 보인다.

2. BDCS 망보호/복구 기능의 응용

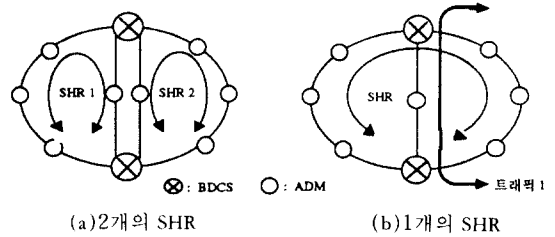
BDCS에 실장된 보호/복구 능력인 스캔절체, SHR, SHM은 각각 PTP망, ADM망, 메쉬망에 적용하기 위한 것이며, 실제 망은 단일 형태의 망구성 보다는 이들의 혼합된 구성 형태를 갖기 때문에 이러한 각각의 보호능력이 적절히 혼용될 수 있어야 한다. 또한 이들의 혼합망에서의 망복구 능력 실장시에 보다 낮은 레벨로부터 상위레벨로의 순차적인 복구 시도 개념을 적용 한다면 망복구 시간을 최소화시키고, 복구능력을 보다 향상시킬 수 있다. 본항에서는 이러한 고려사항을 바탕으로 BDCS 적용망의 몇가지 형태를 예로 들어 BDCS의 망보호/복구 방법을 설명한다.

(그림 21)의 SHR 구성은 링상의 트래픽의 용량에 따라 (그림 21a)와 같은 2개의 SHR, (그림 21b)와 같은 하나의 SHR 구성이 가능하다. 이는 양방향 선로 절체링(BLSR)을 표시한 것이며, 단방향 경로 절체링

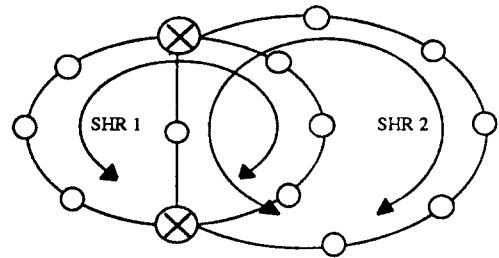
(UPSR)의 경우에는 (그림 21b)의 구성 또한 BDCS간 링크를 2개의 SHR이 공유하는 형태로 구성될 수 있다. 이들 2방식은 트래픽의 특성에 따라 선택되어야 하며, 대부분의 국간전송로 구성은 트래픽이 분산된 형태이기 때문에 BLSR을 적용하는 것이 보다 적합하다. 한편 (그림 21b)와 같은 구성으로 BDCS 적용시에 BDCS 간의 트래픽 1과 같은 루트의 보호를 위해서는 링상에 확보된 여분(spare) 채널을 이용하여 우회루트를 구성해야 하나 우회 루트 구성이 링 만으로 제한되기 때문에 링의 사용효율이 크게 저하되므로 바람직하지 못하다. 따라서 트래픽 1을 포함하는 (그림 22)와 같은 별도의 SHR을 구성하거나 (그림 23)과 같이 전송로가 집중되는 핵심노드에 BDCS간을 상호연결하는 메쉬망으로 확장하므로서 루트를 다원화시켜 보다 많은 우회루트를 구성할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

즉 보호/복구망의 구성시에는 노드간의 트래픽 용량 및 배치특성을 고려하여 가능한한 SHR로 구성하고, 여러 SHR들이 연동되는 국사와 대용량 국사에는 BDCS를 설치하여 BDCS간 메쉬망의 구성을 통해서 SHM 방식을 적용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 따라서 임의 노드 또는 링크의 장애발생시에 1차적으로 BDCS간 간접 연결시의 1+1 스페셜체 또는 SHR 구성시의 링 절체를 통해서 실시간 복구를 시도하고, 이들에 의한 망복구가 불가능한 경우에는 2차적으로 음성호의 해제시간 (2.5초)내에 BDCS간 통신(분산제어)에 의한 SHM의 선로복구, 3차적으로 수분내에 집중운용관리 시스템(TMN OS)에 의한 SHM의 경로복구가 시도되도록 하여 계층화, 3중화된 복구체계를 갖도록 하므로서 망의 신뢰성을 제고시키는 것이 필요하다. 한편 BDCS간 링크의 중간 노드상에 링형 ADM이 아닌 선형 ADM을 설치할 경우, 이 구간의 장애에 대비한 우회루트의 구성은 망복구시간이 다소 긴 중앙집중 제어방식을 이용해야 하므로 가능한한 SHR 방식을 적용할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 단, BDCS간을 ADM 적용없이 직접 연결하는 경우에는 분산제어방식의 적용도 가능하다.

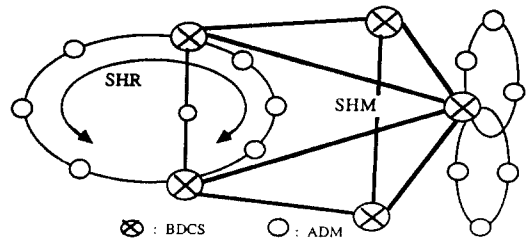
SHR과 SHM이 고려된 가장 일반적인 통신망의 응용은 (그림 24)와 같다. 이는 총괄국간 연결, 총괄국과 중심국간 연결, 중심국과 로컬국간 연결, 그리고 대용량 전송로 집중국(로컬국)과 로컬국간의 응용에 주로 활용될 수 있다. 여기서 링망은 메쉬망과는 완전히 독립적인 망보호기능을 갖고, 메쉬망의 복구 또한 링망과는 독립적으로 운용된다. 한편 (그림 24)와 같



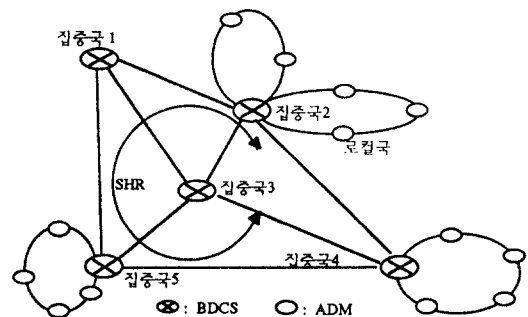
(그림 21) DXC와 ADM을 이용한 단순 SHR 구성



(그림 22) SDH 전송망의 네트워크 확대에 따른 (그림 21)의 진화모형



(그림 23) SHR과 SHM 조합망 구성에 의한 완전 보호 복구망



(그림 24) 완전 보호/복구 기본의 전형적인 동기식전송망의 구성예

은 구성은 각 노드간 트래픽 양 및 특성에 따라 망보호/복구망 구성이 달라질 수 있다. 즉 트래픽이 각 BDCS 노드간에 고르게 분산되었을 경우에는 집중국 1-5간의 메쉬망에 대한 SHM 방식이 적합하고, BDCS 간을 연결하는 메쉬망의 인접노드간에 로컬 분기/결합되는 신호들이 많을 경우에는 집중국 1, 2, 4, 5간을 하나의 링으로 구성한 SHR로 구성한다. 또한 집중국 3과 연결되는 링크들은 SHR 복구 불가능시의 우회루트로 이용하거나 링이외에 추가로 소요되는 각 노드간 트래픽 링크로 이용한다. 여기서 각 링크별 트래픽 할당은 링망의 경우 중요회선을 바탕으로 약간의 여분 채널을 두도록 구성하여 노드 3으로 연결되는 임의 링크의 장애발생시에 링상의 여분채널을 이용한 SHM 방식이 적용 되도록 한다.

한편 SDH 기본망의 궁극적인 구성이 될 광역전송망은 현재의 톨/탄탱교환기 대신에 계층적인 전송망의 구성을 통해서 시외장거리 지역에 위치한 로컬 교환국간을 전송로만으로 직접 연결하는 형태를 가질 것이다.

VI. 결 언

국내 통신망은 2010년 까지 기존 PDH 전송망을 완전 SDH 전송망으로 대체한다는 계획하에 전송망 진화가 추진되고 있으며, 이때 망구성은 재해나 건설공사등으로 인한 선로절단 등 외부에 노출된 전송로의 장애에 대비해서 서비스를 보호하기 위한 망보호/복구를 바탕으로 한다. 본고에서는 최근들어 가장 중요하게 다루어지고 있는 이러한 전송망의 보호/복구 차원에서 SDH 망과 기능적으로 부합되면서 BDCS의 망보호/복구 능력을 고도화 시키기 위한 각종 방안을 제시하였다. 또한 향후 SDH 전송망에서 BDCS가 담당할 망보호/복구와 관련된 핵심적 역할 및 응용에 대하여 기술하였다. 결과적으로 BDCS의 계층화된 망 복구 능력과 이를 최대한 활용할 수 있도록 하는 망구성을 결합한다면 망의 신뢰도를 극대화할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 SDH 전송망에 대한 미래 청사진의 중심에는 BDCS가 자리잡고 있으며, 결과적으로 BDCS의 도입없는 SDH 전송망의 완성에는 기대하기 어려운 정도로 매우 중요한 망요소라 할 수 있다. BDCS는 기존 전송망에서와는 비교할 수 없을 정도의 OAM 비용절감, 전송망 운용관리의 고도화, 전송 서비스 품질의 제고등 전송망 현대화에 결정적 계기를 마련할 것이

며, 동시에 기존 PCM 전송로의 운용관리 환경을 하드웨어적인 것으로 부터 소프트웨어적인 환경으로 전환시킬 것으로 보인다.

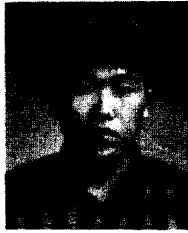
참 고 문 헌

1. T.H. Wu, Fiber Network Service Survivability, Artech House, Inc., 1992.
2. Kobrinski and Azuma, "Distributed Control Algorithm for Dynamic Restoration in DCS Mesh Networks : Performance Evaluation," GLOBECOM, 1993, pp. 1584-1588.
3. J. Sosnosky, "Service Applications for SONET DCS Distributed Restoration," IEEE Journal on selected areas in communications, 1994, Vol.12, No.1, pp. 59-68.
4. 김재근, 이동춘, "SDH 전송망의 기능구조와 망보호모형," 한국통신학회 정보통신지 11권 11호, 94. 11.



김 재 근

- 1980. 2 : 고려대학교 전자공학과(학사)
- 1983. 2 : 고려대학교 대학원 전자공학과(석사)
- 1990. 8 : 고려대학교 대학원 전자공학과(박사)
- 1972. 12~현재 : 한국전자통신연구소 전송방식연구실 책임연구원



이 동 춘

- 1987. 2 : 부산대학교 계산통계학과(학사)
- 1991. 2 : 부산대학교 대학원 계산통계학과(석사)
- 1991. 2~현재 : 한국전자통신연구소 전송방식연구실 연구원



주 윤 기

- 1986. 2 : 성균관대학교 산업공학과(학사)
- 1988. 2 : KAIST 산업공학과(석사)
- 1992. 8 : KAIST 산업공학과(박사)
- 1993. 4 : KAIST 산업경영연구소 연구원
- 1993. 5~현재 : 한국전자통신연구소 전송방식연구실 선임연구원