

# 제어시스템의 이중화 네트워크 개선연구

## Research of improvement in dual network for power plant control system

박 두 용\* 정훈  
(Dooyong Park, Hoon Jung)

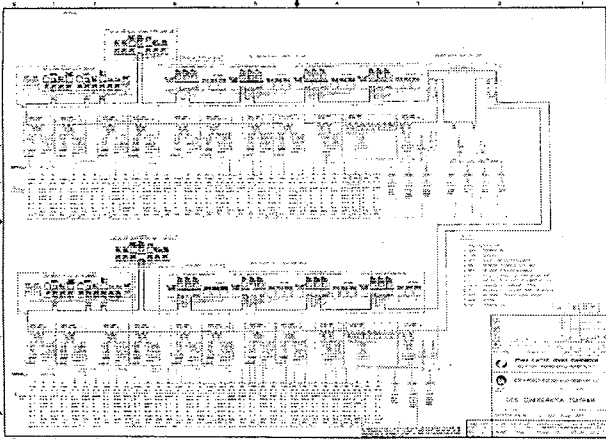
Abstract -

Key Words : Network, OIS, DCS, Control system, power plant

### 1 장. 서 론

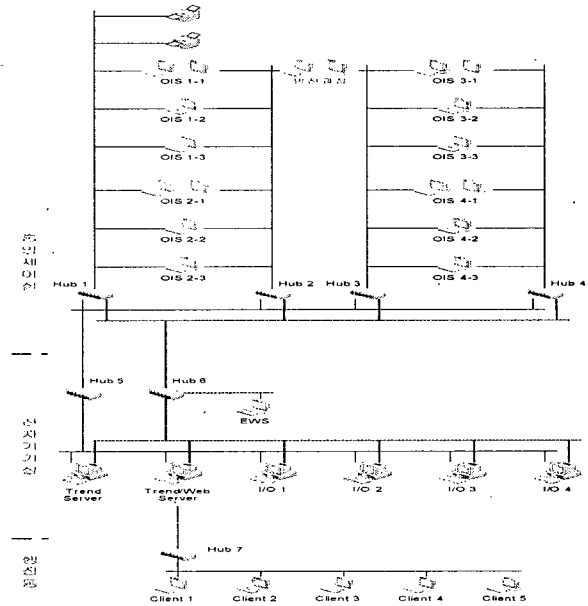
발전소의 제어시스템은 발전소의 각종 기기를 콘트롤하는 중요한 신경망으로서 잠시라도 정지하면 안되는 중요한 시스템이다. 따라서 운전기술원이 조작하는 시스템은 신뢰도가 높은 Unix를 사용한 인터페이스 시스템이 설치되었으나, 최근 윈도의 안정성이 높아지면서 Window-xP를 탑재한 인터페이스 시스템을 채용하기 시작하였다. 본 논문에서는 구형 MCS(Man Machine Command System)을 윈도를 탑재한 OIS(Operator Interface Station) 시스템으로 교체한 사례로서, 설계 및 시운전 중에 발생한 네트워크 Error 내용과, 해결한 내용을 기술하였다. 국내 발전소 운전제어 시스템 중에서 50%이상을 점유하고 있는 ABB사의 디지털 제어 설비중 Bailey Infi-90 MCS를 교체할 목적으로 OIS 개발하였다. 발전소 운전제어 및 기록관리용 시스템은 DCS(Digital Control System) 컴퓨터는 전량 외국으로부터 수입에 의존하여 막대한 외화를 지불하고 있으며, 구형을 사용하고 있는 발전소에서는 생산중단과 고장수리 불가 및 고가의 외국산 설비 대체비용이 높아, 한글운영체제 서버 및 PC를 기반으로 하는 범용의 하드웨어 및 소프트웨어로 동작하는 운전제어시스템(OIS) 개발이 절실히 필요하였다. 또한 기존의 운전제어 시스템이 Unix 환경에 동작하고 있어 운전원 및 정비원이 업그레이드하기가 불편하므로 최신 Window PC 환경의 하드웨어와 범용 프로그램에 의한 시스템을 개발하여 운전의 편리성, 유지, 정비, 보수, 개선의 편리성을 기하였다.

### 2 장. 기존 시스템의 이중화 네트워크 구성도



기존시스템은 이중화된 환상 링 형식의 네트워크로 구성되어 있으며, Bailey DCS 고유방식과 10Mbps의 저속도로 운영되지만 독특한 Exception 알고리즘에 의해 네트워크 부하는 매우 안정되어 있다. 서인천발전소에서 사용중인 운전제어 시스템은 1980년대 중반에 개발된 제품으로 모뎀식 컴퓨터와 340MB 하드디스크를 사용하고 있으며, 호기당 2대의 주 컴퓨터와 1대의 터미 클라이언트로 구성되어 있었다.

### 3 장. 신규 OIS 시스템의 네트워크 구성도



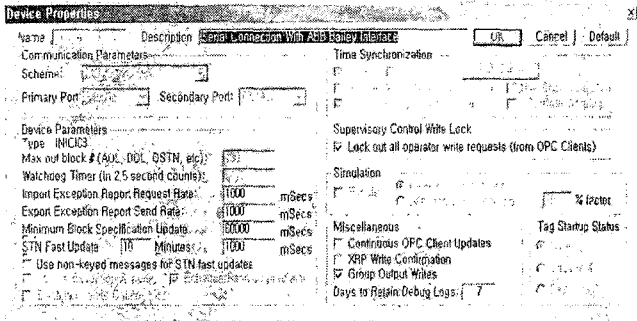
### 4 장. 기존 네트워크와 신규 OIS 인터페이스

기존 시스템과의 하드웨어적인 연결 방법은 신규 OIS 시스템 구성도에 보는 바와 같이 기존시스템의 네트워크에 인터페이스 모듈(INICI-03)을 설치하고 SCSI 출력을 서버 컴퓨터에 연결하였고, 소프트웨어는 Rovi-sys OPC-90을 사용하여 기존 네트워크의 데이터를 취득하여 서버 컴퓨터에 저장하고 운전조작 명령을 하도록 구성하였다.



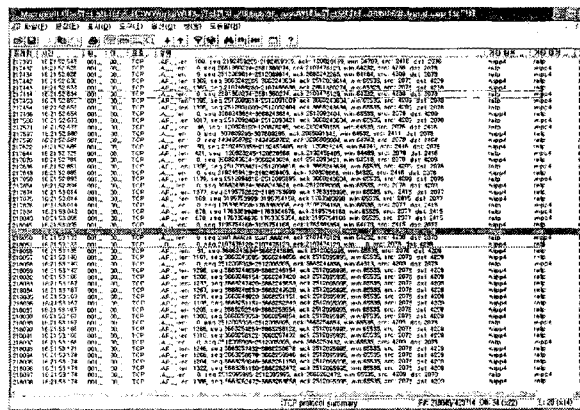
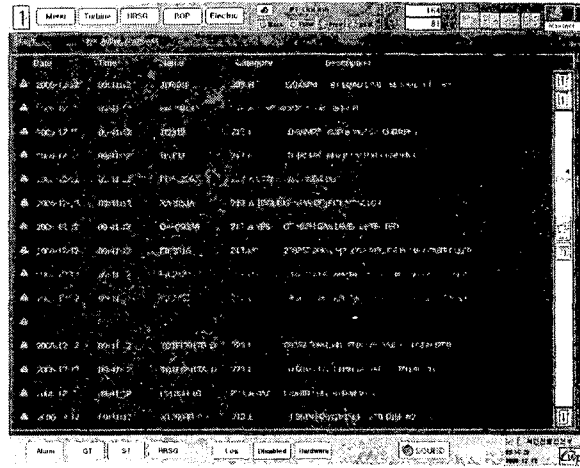
OPC 서버는 2,500여개의 Function Block으로 구성되며, 운용자의 편의를 위해 그룹으로 관리한다.

신규 OIS 시스템의 Time은 Bailey System으로 부터 Time을 가져오도록 설정하여 시각을 동기 시켰다. 또한 개발 기간중에는 Write는 lock으로 제한하고 시스템 안정과 개발이 어느정도 완성되었을 때 Write lock을 해제하여 기동·정지 시험 및 각종 운전조작 시험을 수행하였다.



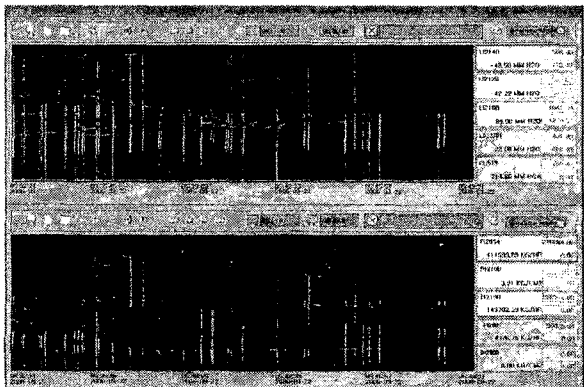
INICI-03 모듈 출력인 SCSI Cable을 통한 I/O 서버의 연결 후 I/O 서버 커널의 General 상태는 아래와 같으며 Response Time는 0.021초이며, CPU usage는 32%이고 네트워크 부하율은 2% 정도로 신규 OIS 시스템 운영이 안정적인을 알 수 있다.

IO Server Unit Status는 IO Server가 실제로 통신하는 OPC Server의 Device와의 상태를 확인할 수 있으며, 현재 1호기 입출력 서버의 Analog 디바이스가 정상적으로 1호기에 Primary로 연결되어 Running 되고 있음을 확인할 수 있다.



### 5 장. 이중화 네트워크 구현 시 문제점 분석

3장의 신규 OIS 제어시스템의 구성방법은 각 서버 및 클라이언트를 이중화하여 시스템의 안정적인 운영을 위한 구성 방법으로 시운전 초기에는 안정된 네트워크 환경을 보여 주었으나 자세히 살펴보면 네트워크의 과다한 이중화가 데이터 통신루트가 환상 루프형으로 되게 되어 있어 상호 간섭에 의해 오히려 시스템 안정도를 저하시키는 요인이 되어 운전데이터 트렌드 표시가 불완전하게 동작하게 되었다. 또한 네트워크의 불완전으로 데이터의 손실과 알람의 발생은 발전소 운영을 하기가 불편할 정도이었다. 이로 인하여 운전기술원이 정상적으로 발전 운영을 정상적으로 하기 어려워 네트워크 카드의 세팅, 허브의 세팅등 비상상태 하에서 운영을 하고 있었다. 특히 과다한 알람 발생은 원인을 파악하기가 어려워 관독이 불가능 하였고 트렌드 그래프는 데이터의 신뢰를 잃어 더 이상의 발전기 운전이 불가능한 상태이었다.



화면캡쳐 내용을 분석하면 다음과 같다.

217444 프레임 Trend Server에서 IOserver4로 Ack 응답 (이 때의 Sequence Number = 2881380274, Ack Number = 2107476129)

218049 프레임 IOserver4에서 연결 리셋 요청을 함 (원인 Sequence Number가 2107476129가 되어야 하는데 2107486638로 변경됨)

이 때의 시간은 대략 500ms가 경과하였으며, 이것은 어디에서 데이터가 손실된 것을 의미하고, 이후 1.5초 후에 재접속된다. 이러한 현상은 네트워크 카드, 허브 등의 어떤 네트워크 장비 중에서 DMA hit error가 발생한 것으로 판단하며 이는 어떤 네트워크 장비에서 데이터를 충분히 처리하지 못하고 buffer overflow가 발생한 것이다. 또한 이 문제로 인하여 Event 시간이 계산된 값보다 1~2초 늦게 찍히거나 트렌드가 끊기는 문제를 야기되고 있었다. 문제의 내용을 정리하면

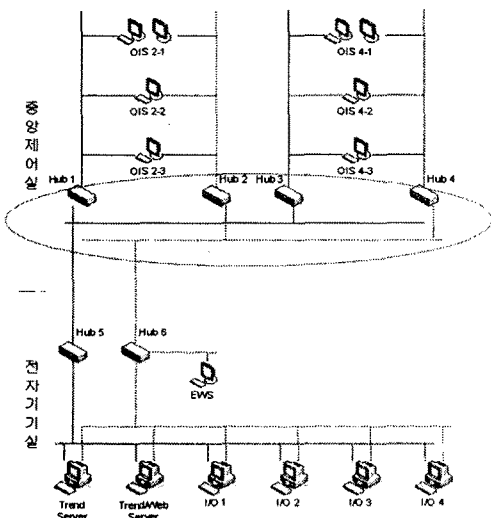
- 통신 두절은 현재 Ethernet Network 중에서도 IOserver와 Trend Server사이에서만 발생하고 있다. (네트워크 부하는 10% 이하로 정상상태이다.)
- 문제가 확인된 위치는 TCP layer에서 발생을 했지만 1계층인 네트워크 장비 측으로 판단한다.

5.2 데이터 에러를 해결하기 위한 네트워크 구성 변경  
네트워크를 구성하기 위해서는 서버컴퓨터와 클라이언트를

구성하는 스위치 허브로서 3COM사 제품, 네트워크 카드는 16배속 EXPRESS 사의 제품으로 수많은 튜닝과 노력을 하였으나 발전기가 모두 정지시의 낮은 네트워크 부하 상태와 또는 기동후 2~3일후에는 이러한 현상이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 발전기 기동시 및 정지시 즉 네트워크 부하가 많을 때는 데이터가 "0"로 떨어지는 현상과 데이터의 끈김현상 등 비정상적인 트렌드이었다. 특히 네트워크 통신 데이터 분석에서 Sequence Number가 감소하는 현상으로 측정되어 네트워크 스위치 허브 장비에서 데이터를 다 처리하지 못하는 것으로 판단하여 시스코사의 2950 스위치 허브로 교체하였으나 동일현상은 해결되지 아니하였다.

3com 또는 Cisco 사의 장비는 많이 사용하는 장비이고, 고성능 고가의 장비를 사용하여 충분히 데이터 처리를 할 수 있다고 생각하였으나 발전소 이벤트의 대량 발생으로 통신 데이터를 빠른 시간내에 전부 처리를 하지 못하는 것으로 판단하여 산업용 스위칭 허브인 미국 N-Tron 사의 TX520 장비로 교체하였다. 교체후에는 데이터 전환 처리속도가 빠르고 손실이 없어져 트렌드가 정상적으로 그리고 있었으며 대량으로 발생하던 알람도 모두 사라졌다.

또한 서버와 클라이언트를 연결하던 네트워크 구성을 재검토한 결과 네트워크 구성 형태가 환상의 루프형태로 되어 데이터의 흐름이 루핑현상이 발생하는 것으로 판단하여 아래와 같이 구성방법을 변경하였다.



## 6 장. 이중화 네트워크 교체 효과

### 6.1. 기술적 측면

국내 발전소 50% 이상 점유하고 있는 ABB사의 Bailey 제어시스템의 OIS 개발연구는 처음으로 시도된 것으로 발전소 운전제어시스템의 외국제품 사용을 지양하고 일반화된 범용 컴퓨터 사용으로 발전소 자동제어분야 외국기술 의존도를 줄이고 국내기술을 축적하여 자체 유지보수 기술 및 범용성 있는 환경 및 편리성을 확보할 수 있다. 또한 윈도 xP 사용에 의한 운전조작의 친근함으로 운전 및 정비의 효율성 극대화를 이룰 수 있다.

### 6.2. 산업 경제적인 측면

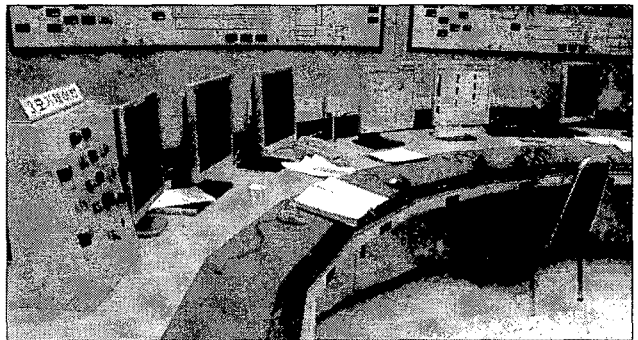
타 발전소의 운전제어시스템에 확대 적용이 가능하여 운전 제어시스템 1대를 대체할 때마다 약 1억원의 비용이 절감되

며 수년 내에 수십억원의 외화 절감 효과가 가능함은 물론 기술의 축적으로 인한 경쟁력 향상 등의 효과를 얻을 수 있다. 더불어 외국산 설비를 국산화함으로써 신규 시스템의 교체비용 및 유지·정비비용과 교육비용 등을 절감할 수 있다.

### 6.3. 정책적인 측면

본 연구를 통하여 발전분야의 외국 DCS에 대한 기술종속을 탈피하여 범용화, 일반화된 컴퓨터를 사용하면 다른 분야와 더불어 외국의 간섭이나 도움이 없이 독자적인 기술개발이 가능하며 이를 위하여 장기적인 산업정책을 통한 지속적인 지원의 성과를 이룰 수 있다.

## 7 장. 신규 OIS 시스템 설치



## 8 장. 네트워크 개선후 트렌드 화면



## 9 장. 결론

ABB사의 Infi-90 에 대한 범용 PC를 사용한 OIS 시스템은 복합화력 뿐만 아니라 Bailey Infi-90 DCS를 사용하는 기력발전소 MCS의 고장 및 노후시에 외국 제어설비의 도입을 중단하고 국산화 하는 과정에서 개념상의 이중화 네트워크 구성이 실제 적용결과 루핑현상으로 데이터 통신에러를 초래하여 초기 시운전시 상당한 어려움을 겪었고 이를 해결하기 위한 노력으로 스위칭 허브의 선정과 네트워크 구성을 면밀히 검토하여 루핑현상을 제거함으로써 OIS 개발에 완벽을 기하였다. OIS 국내개발은 예비품의 공급, 호환성, 편리성 등으로 국내 실정에 맞게 개선하고, 주변설비와의 연계가 가능하며 운전현황을 분석하는 OIS 시스템을 구축하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] 고기능 OIS 개발 최종보고서
- 박두용 : 전력연구원 자동화기술그룹 선임연구원
- E-mail : papiyon@kepcoco.kr