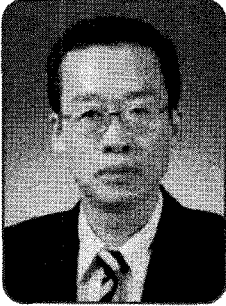


공정통합과 자동화를 통한 경비 절감



한전전력연구원
수화력연구소
공학박사 임익현
Tel : (042)865-5390

본 자료는 발전소 제어설비와 전기설비의 공정을 통합감시제어 시스템을 포함하는 토털 솔루션 개념의 발전플랜트 종합자산관리 시스템의 기술적 배경, 기술 적용시 설비 효율 향상, 이용률 개선, 라이프 사이클 비용 감소 등의 효과를 소개하고자 한다.

기존의 분산 제어시스템(이하 DCS : Distributed Control System)에 IEC-61850 (International Electrotechnical Commission's Substation Automation Standard)과 같은 산업용 Ethernet 표준을 적용한 전기 기계 및 기구를 필드버스통신과 결합하여 제어하고 감시하는 기술이다. 특히 IEC-61850 표준을 기반으로 한 통신 수단을 써서 기존의 하드와이어로 연결하는 케이블링을 대신하게 함으로써 공사비용 저감은 물론 시스템 단순화, 표준화를 실현 할 수 있다.

1. Integrated Process 와 Power Automation 이란 무엇인가?

보일러/터빈/발전기 프로세스 제어, 스위치야드 등의 변전설비, 발전소 전체의 전력소비 관리 및 분배 시스템을 하나의 시스템으로 결합시킨 것이다. 모든 관련 설비를 통신망으로 결합시킨 구조이다. 이렇게 함으로써 구동(송풍기, 펌프) 에너지 효율을 극대화 하고, 이용률 향상, 효과적인 운전성능개선, 관리 비용 절감을 달성하는 차세대 기술이다. 그림1에서는 통상의 공정제어 플랜트를 3개 영역으로 나눈 것으로 아래와 같다.

- Process Control 부분: 제어계측, 안전시스템 제어를 말하며, 이런 것들은 필드버스 통신을 사용하거나 구리동선 케이블을 사용한다.
- Process Electrification(프로세스 전기설비) : 저전압 구동장치, 전동기, 스위치 기어, 차단기 등을 일컫는다. 이런 장치와는 통상 Profibus와 Modbus 통신을 이용해서 제어기와 통신한다. Profinet 도 있는데, 이는 지금 막 프로세서 전기화 영역에 데뷔한 통신방식이다.
- Power Management and Distribution : 변전소 자동화에 대응하는 시스템으로 중간 전압 레벨과 고전압 전력기기가 해당된다. 여기에는 보호계전기류, 인텔리전트 전기장치, 변압기류, 계기용 변성기, 전력량계, 전동기류 등의 구동장치가 이에 속한다.

생산과정에서 상당량의 에너지를 소비하고 있는데 환경규제 강화로 소내 소비전력 소모량은 점점 확대 추세에 있다. 산업분야별 설비운전 특성이 다른데 오일과 가스 산업은 제품 생산 극대화를 추구하면서, 정전 발생시 공장의 필수 설비가 안전하게 정지되도록 한다. 한편 발전소는 정격전압 주파수를 유지하면서 신뢰도 높은 전력 공급을 이루고 소내 보조기기의 에너지 소비 절감에 주안점을 둔다.

2. IEC-61850 표준과 분산제어시스템(DCS)

과거에는 전기설비 통합 전산화는 다음과 같은 몇 가지 이유로 인해서 실행하기 R지 어려움이 있었다. 통신규약표준 부재, 높은 프로젝트 수행비용과 시운전 비용, 라이프 사이클 비용에 기인한 아키텍처 설계가 그 이유다. 그런데 변전자동화 시스템에는 매우 다양한 통신규약이 있었다. 어떤 것은 독점적이고, 다른 것은 개방화된 표준도 있었다. 통신규약에 독보적인 것이 없었다.

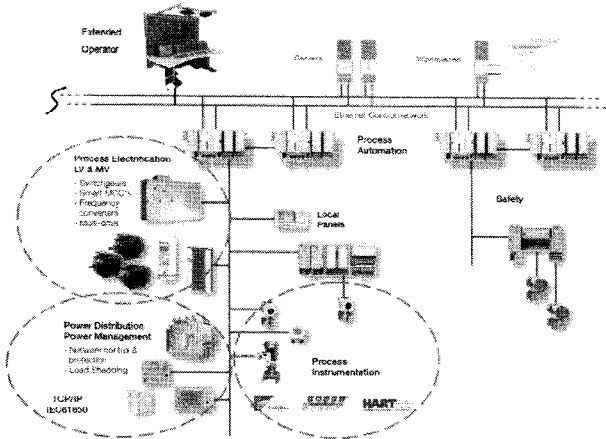


그림 1. 통상의 공정제어 플랜트를 통합화한 공정통합과 자동화 시스템

그 결과 여러 공급자가 각기 다른 통신규약을 사용함으로써 엔지니어링 비용이 매우 높았다. 시스템의 라이프 사이클 비용이 뒤죽박죽이고 통신 결합 비용 또한 높았다. 사실 전기 설비 통합 전산화는 새로운 것은 아니며 과거에는 전선을 제어기와 전기설비 간에 연결해서 구성했다. 과거의 통합 방법은 통합화 비용이 높고 프로젝트 위험도 또한 높았으며 라이프 사이클 비용도 크다. 그림 2에서는 전선을 사용하여 DCS와 결합한 시스템을 나타내고 있다. 이때는 중요한 전기설비의 건전성을 관리하는 자산관리 프로그램이 없었다. 또한 플랜트와 공급자들이 가지고 있는 부품들의 구성장벽들로 인해서 통합 전산화에 장애가 되었다. 따라서 선도적인 프로세스 제어 공급자들은 시운전을 하는데 노력을 최적화 하고, 프로젝트 위험을 최소화 하면서 건설 비용 전체를 낮추는데 필요한 필드버스 기술과 산업용 이더넷과 같은 개방형 산업 표준을 채택하기 시작했다. 전기 설비 통합화 감시제어 시스템 구성은 IEC-61850과 같은 통신 표준을 기반으로 하고 있다. 일례로 ABB사의 문제 해결 방안은 그림 1과 같이 변전설비와 프로세스제어 자동화 시스템을 통합한 것이다. 이 시스템에서는 모든 전기장치들 각각이 개방 통신 규약을 사용하면서 주제어 시스템과 통신을 한다. 그림3은 전기 통합화 제어 시스템이 2개의 분야를 연결한다. 계측제어설비 그룹과 전기설비 그룹이 공통 시스템을 통해서 연결한다. 이 시스템은 전체 플랜트 유지에 유일한 통로로 제공한다. 실재 통합 플랫폼은 각종 전기 제어 시스템, 데이터 저장장치, 자산관리 정보시스템을 빈틈없이 결합해야한다. 플랫폼은 제어설비, 전기설비, 안전설비 간에 상호연계 엔지니어링이 공통으로 되어

야 한다. 프로세스와 전기제어시스템 모두 동일 프레임 워크에 있으므로 인해서 시스템 구성을 실현하는 것이 매우 간단하다.

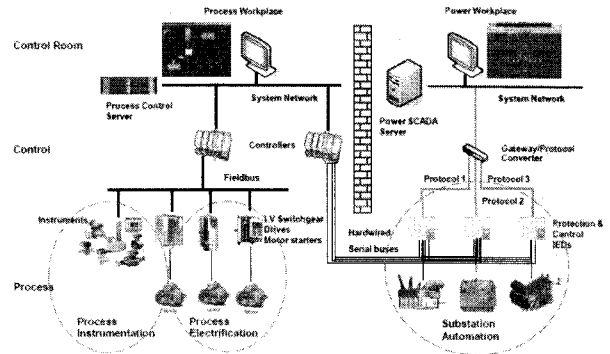


그림 2. 과거 일반적인 전기설비 통합 아키텍처

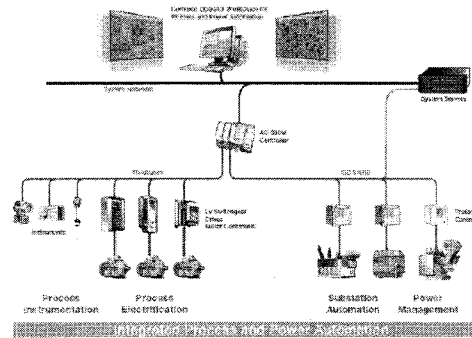


그림 3. ABB's System 800xA을 사용해서 구성한 전기설비를 포함한 통합감시제어시스템

3. IEC-61850이란?

전력계통의 배전과 변전설비 자동화용의 국제 통신 표준으로 IEC 와 ANSI 둘 다에 쓰인다. IEC-61850은 중간레벨 전압과 고전압 전기설비용으로, 개방형이면서 유연성을 특징으로 한다. 빠르고, 신뢰성이 높으며 안전한 통신을 한다. 표준화된 모델과 통신 언어를 사용하고 있고, 전기장치들 간에 상호연계운전 또한 제공한다.

오늘날 발전설비 운영자들은 다양한 제품 공급자가 제공하는 장비들을 선택할 수 있는 폭이 넓어 졌으며, 사용자 설비들과 새로운 장치 연결 없이도 통신을 잘할 수 있는 방법들도 알게 되었다. IEC-61850은 표준 데이터 모델링 이면서, 통신규약(프로토콜)의 이름이다. 다양한 기능들이 논리적인 노드와 함께 모델링 되어 있다. 논리적 노드에는 특정 기능용 자료가 포함되어 있다. IEC-61850에는 실재장치 내에 다단의 노드를 추가 가능한 어플리케이션을 허용한다. 그림 4는 보호계 전기를 대상으로 나타낸 구조의 IEC-61850 예이다.

그림 5에서는 IEC-61850 대비 Modbus 데이터셋 명명 예이다.(참고로 Dataset이란, 데이터 파일과 같은 의미)

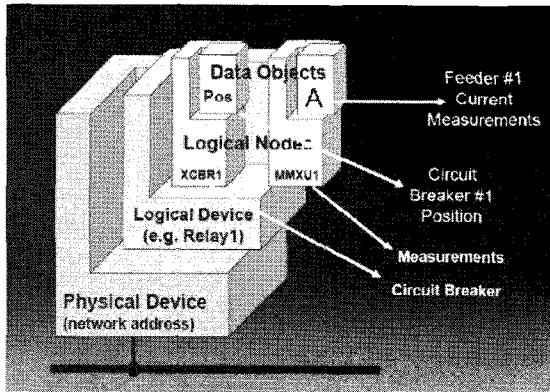


그림 4. IEC 61850 보호계전기 구조 예

Modbus 데이터 셋은 정교하게 매핑 되어야 하며 각 레지스터가 구체화 되어야 한다. Modbus는 명명 표준화를 갖고 있지 않아서 자료 사전이 각 Modbus 시스템 설계용으로 새롭게 만들어져야만 한다. 2개 이상의 공급자가 한 프로젝트에 참여 했을 때 여러 개의 명명 체계약정이 있을 것이고, 자료매핑은 시운전 시간과 광범위한 시험을 초래하게 된다. 특정 전기설비용 메모리 맵이 때로는 90페이지 이상으로 길고, 각 장치와 그리고 각 공급자가 서로 다르다. 어플리케이션 엔지니어는 레지스터 상에 쓰인 설명용 메모리맵 수십 페이지를 스크롤 해야만 한다. 미래의 변경, 수정 또한 어렵고 비용이 많이 든다. 레지스터 주소는 디바이스와 디바이스에 따라서 달라진다. 반면에 IEC-61850 데이터 셋 명명(이름 지음)은 표준화 되어 있고 각 레지스터 주소와 독립적이다. 그림 5에서는 IEC-61850 표준화 명명 체계를 해부학적 구조로 보여주고 있다.

전압레벨에 따라서 각 장치들의 명명 체계를 설명해 주고 있다. IEC-61850은 변전설비들의 통신 설계를 간략하게 한다. 보호와 제어기능을 일일이 열거하지 않는 대신에 각 배전 장치들의 정보를 어떻게 나타낼 것인가를 일일이 열거한다. IEC-61580은 주소를 부여하지 않은 영역이 다중화 구조로 되어있다. 오늘날 낮은 전압 시장에서는 Profibus와 Profinet이 거의 지배하고 있다. 인텔리전트 전기장치(IED : Intelligent Electric Device)를 공급하는 대다수 공급자는 그들 자신의 정보처리 상호 운용 정보를 제공하고 있다. IEC-61850 스테이션 버스를 만들기 위해 사용된 물리적 매체는 구리동선 대신에 광케이블이고 특별히 상

세 기술 설명서에 기술 되어 있지 않는다. 일반적으로 구리동선은 큐비클 내에서 사용되고, 광케이블은 큐비클 간의 통신에 사용된다. 여기에는 특별한 규칙이 있지는 않기 때문에 경우에 따라서 설치 방식이 고려되어야 한다.

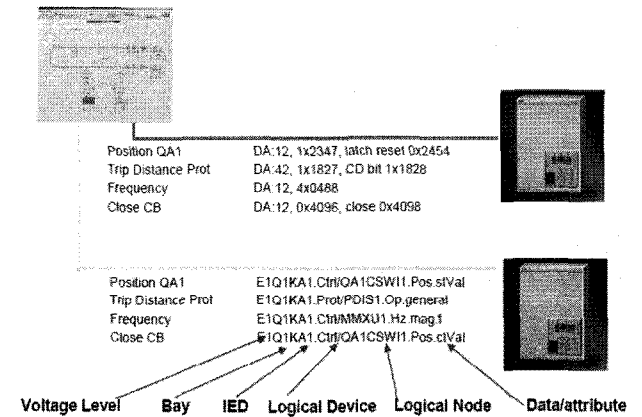


그림 5. Modbus dataset 명명 체계 대비 IEC-61850

4. IEC-61850 표준과 전기설비 통합의 기본

본 규약의 자료 종합은 수평적 그리고 수직적으로 수행된다. 그림 6에서처럼 차단기 상태, 각종 외란기록, 그리고 경보나 이벤트 같은 Non time-critical Data는 IEC-61850 OPC서버를 통해서 수직적으로 종합한다. 수직통신은 MMS(Manufacture Messaging Specification)에서 이루어진다. RCB(Report Control Block)는 OPC서버를 통해서 각각의 IED에서 클라이언트에게 보내진 정보형식으로 정의된다. RCB는 트리거 된 이벤트들이고 IED내에 버퍼링 되어 있다. IED에 의해서 만들어진 이벤트 들은 OPC서버로 보내지기 전에 시간정보가 포함되어 있고, 플랜트 전체의 SOE(Sequence of Event) 결정을 할 수 있는 중요한 단계이다. GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event) 메시지와 같은 전기장치 간에 시간이 빠른 중대정보가 사용되는데, GOOSE는 IED간에 공정 자료를 전송할 수 있다. 그림 6에서 컨트롤러는 2가지 역할을 한다. 하나는 프로세스 제어기와 같은 역할, 즉 온도, 압력을 제어하는 PID루프와 같은 역할이다. 두 번째로 배전 설비 IEC-61850 전산망에 있는 IED와 같은 일을 수행하는 임무이다.

컨트롤러가 IED로 변형되고 설비내의 다른 IED와 수평적으로 통신한다. 설비 통신망에서 컨트롤러가 전압과 전류를 측정하고 순간적인 전력설비에 이상이 있

으면 GOOSE 와 함께 신속 부하분배와 같은 동작을 수행한다.

GOOSE 메시지는 끼리끼리 주고받는 방송 메시지가 다. 반면에 MMS는 시스템 레벨에서 Server-to-client 통신이다. GOOSE 메시지는 자료의 전달을 보장하기 위해 특정한 시간 간격을 가지고 지속적인 방송을 한다. 방송 주파수는 최대 시간주기가 전산망의 밴드 위스를 잘 운영하는 데에 이를 때까지 간격을 느리게 가져간다.

GOOSE 메시지는 메시지 데이터 셋의 값이 변화 할 때까지 최대 시간 주기에서 연속적으로 방송된다. 이 지점에서 메시지는 매우 빠른 주파수로 방송이 되다가 데이터 셋 내의 값이 변화 하지 않을 때까지로 최대 시간 주기가 줄어들면 점차적으로 주파수를 줄인다. 이더넷 사용은 매우 높은 신뢰도를 갖는 네트워크 장비를 요구한다. 그러나 보통 사용가능 장치들은 배전설비의 매우 열악한 환경 속에서는 잘 연결되지 못할 것이다. 변전소는 EMI 및 환경조건들의 요구조건을 포함하고 있다. 이런 조건들을 잘 맞추고 있는 선도적인 공급자가 있다. 오늘날 전기적으로 매우 열악한 환경 속에 있는 변전소에도 신뢰성 있게 운전 가능한 네트워크 장비들이 시장에 나와 있다. 보안문제 역시 매우 중요한 관심사이고 공급자들 또한 보안문제 해결을 높은 우선순위에 두고 있다.

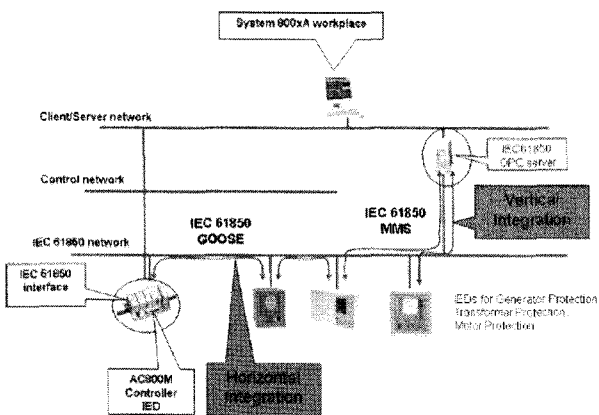


그림 6. IEC-61850을 통한 ABB 800xA DCS에서의 수직, 수평통합

GOOSE메시지는 ISO/OSI 7층 모델 중에서 2번째 층에서 발송된다. 결과적으로 GOOSE 메시지는 라우터나 방화벽을 통과하지 못한다. 방화벽 외각에 있는 해커들은 악성 GOOSE 메시지를 보낼 수 없을 것이다. 주요 IT 공급자는 계속해서 보안강화작업을 설계 중이

고 이러한 표준을 따르는 전산망 설비를 제작중이다.

5. IEC-61850 표준의 이점

5.1 IEC-61850 이더넷과 기존 전선방식 중에서 어느 신호가 더 빠른가?

답은 이더넷이다. 전선방식은 인터포징 계전기를 사용하는데 계전기 동작지연시간 때문에 이더넷에 비해 느리다. IEC-61850이 시장에 출시된 상품 중에는 가장 빠른 통신 수단이다. IED간에 중요한 신호 송수신 중에 전송지체가 우려될 수 있지만, 많은 네트워크 스위치에는 GOOSE 텔레그램에 우선권을 부여하는 능력이 있어서 일반 신호에 우선해서 중요한 신호를 송수신 가능하다.

5.2 IEC-61850 이더넷과 기존 전선 방식에서 어느 것이 신뢰도가 높은가?

IED간의 연결성이 GOOSE는 각 텔레그램과 함께 건전성 표시 바이트를 보낸다. 건전성이 불량이나 고장 이면 통신망에 있는 프로그램 운전자에게 통지할 수 있다. 각각의 GOOSE 메시지는 데이터 셋 값이 변경될 때까지 반복적으로 송출한다. 각각의 GOOSE 메시지는 카운터를 또한 갖는다. 카운터 값과 GOOSE 메시지 수신자가 반복횟수를 비교한 다음에 초과하면 적절한 조치를 취한다. 반복메시지를 특정 정해진 시간주기 내에 받지 못하면, 그때는 수신자는 동작을 취한다. 어느 경우든 연결성 실패가 검출이 될 것이다. 기존 전선으로 구성된 IED인 경우에는 신호선 손상을 아마도 검출하지 못할 것이다.

6. 저 전압 전기설비 통합시스템

IEC-61850이 LV장치에 번지 지정을 받지 못했다 하더라도 DCS에 LV장치를 통합하는 것은 MV/HV 전기설비 통합만큼이나 중요하다. DCS에 인텔리전트 LV스위치기어를 통합하는 것은 보수작업 수행 시간을 짧게 할 수 있다는 것이다. 자산관리 감시시스템을 통해서 고장과 발생개소를 빠르게 검출함으로써 기술자가 고장 수리를 위해 플랜트 현장으로 가기 전에 문제에 대한 사전 지식을 가질 것이고, 조치 방법도 알고 있을 수 있다. DCS에 LV 보수 시스템을 통합함으로써 플랜트 성능 개선과 가동시간 연장, 그리고 관련된

모든 일들을 처리 가능하다. 통합이 안된 시스템은 효율과 생산성이 떨어지는 비협조적 조치와 결정을 초래할 수 있다.

MINS 자산관리 감시장치는 예측 및 예방정비를 위한 조건정보를 제공하고 있다. 그 장치에서는 무엇이 문제이고 어디서 발생했으며 문제의 심각성이 어느 정도이고 누가 (예: 운전원, 정비원, 엔지니어) 조치를 취해야만 하는 것을 구분해 준다. 또한 문제를 야기한 원인이 무엇이고, 무엇이 가장 중요하며, 그 문제를 풀기 위해서는 어떠한 특정조치가 필요한지를 알려준다.

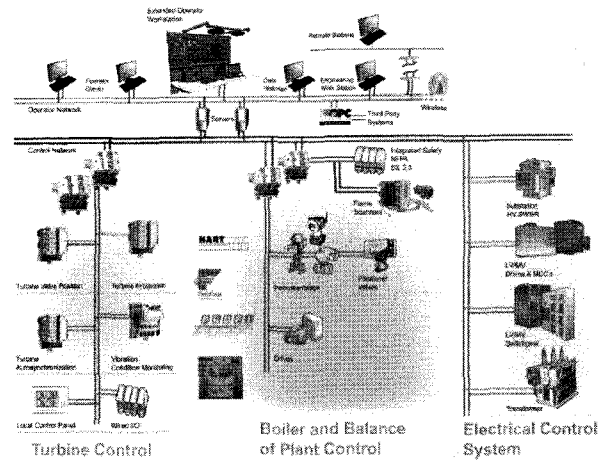


그림 7. 발전소 통합 공정 자동화 시스템

7. 통합의 장점

7.1 발전 설비에 있어서의 통합의 장점

7.1.1 개요

그림 7은 발전 플랜트 전체를 완전히 통합한 시스템이다.

그림 1의 일반적 구성과 유사하다. 통합 발전 플랜트 시스템은 크게 3개 영역으로 구분할 수 있다.

- ① 터빈 제어 시스템(TCS)
- ② 보일러 및 보조기기 제어시스템(DCS)
- ③ 전기설비 제어 시스템(ECS)

오늘날 고급사양의 DCS 제어기는 Field Bus 접속이 가능하다. TCS에서는 터빈 밸브 스위치, 계통 병입 장치, 각종 터빈감시장치(진동, 편심 등 포함) 등과 Fieldbus 통신과 연계되어서 통합화를 이룬다. 간단한 설계에서는 개별적인 통신 하드웨어를 분리할 필요가 있다. 일단 TCS 자료가 컨트롤러 내에 있으면 진단 및 공정 정보는 DCS나 ECS와 같은 곳에서 플랜트 정보가 필요하면 이용 가능하다. 운전원, 엔지니어, 설계기 획자, 매니저를 포함해서 모든 관련자들이 시스템을 배우는데 최소한의 시간이면 된다. 이 방식은 예비품이 최소화된다. 따라서 통합화 시스템은 자산관리 종합으로 최대의 장점과 관련자 안전성 확보 증진, 최적 플랜트 운전, 라이프 싸이클 비용 절감 등을 도모 할 수 있다. NERC 및 CIP의 보안 및 표준화 기준을 만족하고 발전플랜트용의 공통 추적기록이 가능하다. 보안문제해결에 있어서 시스템이 표준화되어 있고 단일종류의 기기 사용으로 치료하는데 많은 장점이 있다.

7.1.2 VFD를 사용한 에너지 절감

플랜트의 소내 부하가 증대되고 있는 추세다. 이유는 환경규제 강화로 배출물 처리에 필요한 시스템 구동전력이 증가하기 때문인데 발전플랜트의 경우 소내 소비율이 7~15% 정도까지 이른다. 일부 변화는 조금씩 있지만 아직도 많은 펌프와 송풍기의 유량제어는 Throttling 식 밸브와 댐퍼를 사용하고 있다. 이 방식을 통합감시제어와 통신으로 연계된 가변속[Variable Frequency Drive(VFD)] 구동장치를 사용하면 에너지 절감을 크게 달성할 수 있는데, 그림 8은 이를 잘 나타내 주고 있다. 그림 8에 따르면 최대유량의 50%를 내는데 68%전력이 소비하는 것이 기존의 방식인데, 이를 가변속 방식으로 했을 때는 22%의 전력이 소모된다. 따라서 67% 소비전력 절감을 가져올 수 있다. 이는 VFD 설비와 DCS간에 IEC-61850통신으로 간단히 해결 할 수 있다.

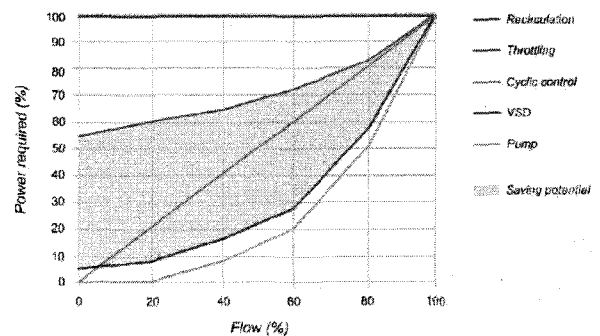


그림 8. 백분율 유량 대비 구동전력

7.1.3 전력 소비량 실시간 감시를 통한 에너지 절감

발전소 개별 전기기기의 전력 소모량에 대한 정보는 쉽게 접근하기 어렵다. 전력 소비량 대비 출력 유량 등

을 비교해서 기기의 성능을 실시간으로 표시함으로써 에너지 절감 프로그램을 효과적으로 수행가능하고 성능 불량 시 노출이 정확하게 되어 유지보수 정비 측면에서도 유리하다. 또한 소내 전력 계통의 절환, 분배, Trip 상황등과 같은 이벤트에도 갖가지 정보를 저장함으로써 기기에 내재되어 있는 잠재적 문제점을 미리 발견 해내는 장점도 있다.

7.1.4 기동시간 단축을 통한 에너지 절감

플랜트 기동 시에도 많은 양의 기동에너지가 소비된다. 보다 빠르고 효율적으로 기동을 한다면 많은 에너지를 절감 가능하다. 예를 들어 터빈 실제 속도를 기계적인 올려서 터빈 과속도 Trip 계통 시험을 하던 것을 통합화된 DCS내에서 실행한다면 기동시간을 단축할 수 있다. 터빈을 정격 속도의 110%까지 돌려서 실제 Trip장치를 동작시키기 위해서는 로터의 열응력 해소가 선행되어야 한다. 그런데 DCS에서 이를 수행하면 열응력 해소 운전 시간을 절약 할 수 있다. 또한 가능 시험을 on-line 또는 off-line 어느 때나 수행 할 수도 있다. 또한 통합시스템은 증기터빈 로터 열응력 예측 프로그램과 같은 응용장치를 가동시켜서 에너지 절감을 증대시킨다. 통합시스템 내부에 응력계산을 하는데 필요한 관련 정보가 모두 있으므로, 이를 통신을 통해서 열응력 계산 연산장치에 보내서 연산결과에 따라서 최적으로 로터를 가열시켜 기동 에너지 절감을 도모한다.

7.1.5 통합시스템을 이용한 스마트 운전요원 훈련

복잡한 발전플랜트를 운전하는데 중대한 결정이 필요할 때에 운전원들은 때로는 자신이 갖고 있는 정보 범위내에서 행동하기 쉽다. 그들은 전 범위 플랜트가 도시

화된 장치를 가지고서 정상시에 그들이 접하는 영역 이외의 영역까지 플랜트 정보를 접하게 된다. 그들의 능력이 전통방식 보다 확대 될 수 있다는 것이다. 기존의 제어에만 국한된 DCS로의 운전에서 변전소자동화 시스템이 공정제어 영역에서 나타내는 효과를 이해하게 된다. 폭넓은 정보를 접하게 하는 디스플레이 장치 때문에 운전원이 보다 정확하고 현명한 판단이 가능하게 된다. 전기설비분야까지 통합시킨 아키텍처에서 플랜트를 최적으로 그리고 안전하게 운전하면서 제반비용을 절감하게 된다.

다음의 시나리오를 가상해보자. 혼합기의 교반 모터를 적정속도로 운전하는 운전원에게 기동, 정지, 모터 속도 변경과 같은 행위를 DCS 설비가 디스플레이 해주고 있다고 하자. 그 상황에서 갑자기 혼합기가 정지 되었다. 보호계전기, 차단기, 현장 전동기 점검 등을 실시하고 이상이 없다면, 모터를 재 기동하는 시도를 해보고 실패를 한 이후에 운전원은 정비원에게 도움을 요청하는 전화를 거는 것 이외에 취할 조치가 별로 없다. 그러나 통합시스템에서는 운전원이 취할 수 있는 능력을 배가시킨다. 단순히 믹서 공정의 제어 디스플레이를 접하는 것 이외에도 운전원이 직접 변전 설비의 단선도를 불러와서 차단기의 상태를 점검할 수 있다. 통상 화면을 통해서 단선도(그림 9a)를 쉽게 접근할 수 없다. 다음으로 운전원은 믹서 전동기의 Faceplate(그림 9b)를 클릭해서 당시의 운전 상태를 상세하게 점검 가능하다. 모터의 전압과 전류 그리고 차단기의 on/off 동작을 보고 전동기가 권선 1상에 문제가 있음을 발견하게 된다. 여기서 그림 9c는 기동명령에서부터 차단기 동작, 3상 전압/ 전류 등 각종 정보가 상세하게 제공되는 것을 보여주고 있다.

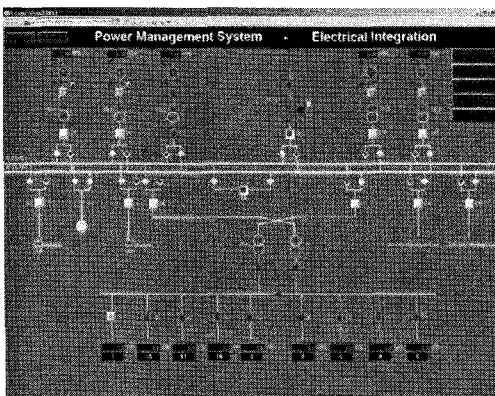


그림 9a. 변전소 단선도

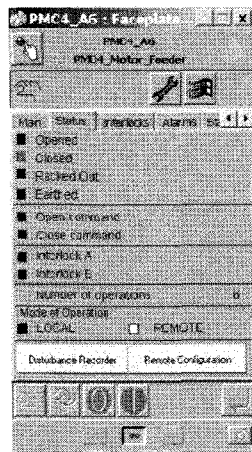


그림 9b. 모터 IED faceplate

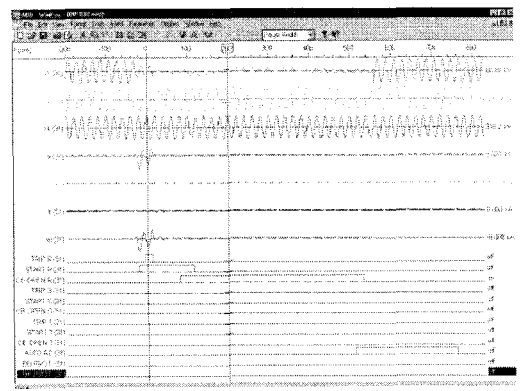


그림 9c. Disturbance recording

8. 고장 분류

통합 시스템은 플랜트의 고장 발생 장소를 정확하게 알려준다. 고장 심각성 분류라던가, 적정 조치 방안, 또한 이런 정보를 제공해야 할 책임소재부서 까지도 알려준다. 아래의 몇 가지 예는 고장 분류에 관한 것이다.

8.1 Arc Flash 검출

주요 전기설비에서의 아크발생은 중대 사태로 분류된다. 사안에 맞는 적정 조치가 신속 행해지도록 시스템은 대응한다. 즉 발전설비 전체 시스템 정지, 또는 예비기 기동과 같은 것을 취하게 된다.

8.2 전동기 과전류 검출

LV 스위치 기어에서 과전류가 검출되면 이것은 다소 덜 중대한 사안으로 분류된다. DCS는 정비부서에 자동으로 경보 메시지를 전달하고, 정비부서에 수리를 의뢰한다. 관련 운전원에게도 통지된다. 일반 DCS에서는 운전원은 이미 전동기가 정지된 사실은 알고 있지만 그것이 왜 정지되었는지 상세한 이유는 아마도 모를 것이다.

8.3 Thermal Overload(TOL) 사전 감지

LV 스위치 기어는 TOL 발생과 동시에 곧 인지를 하게 된다. 심각성 정도는 보통인 편이다. 다음으로 DCS는 정비부서와 운전원에게 TOL로 인한 모터 정지를 알려준다. 정비부서는 생산차질로 까지 확대되기 전에 제반 문제들을 해소하게 될 것이다.

8.4 운전시간, 횟수 최과

전동기 기동횟수, 차단기 투입/개방, 과전류 차단 횟수 등을 누적 계량한 다음에 정해진 횟수를 초과하면 메시지를 발행한다. 이는 예방정비를 알리는 경보 메시지이다. 기기의 예방 정비를 요하는 시간이 임박함을 알리는 것이다. 심각성 분류는 하위 레벨이다. DCS는 작업 명령 지시서를 자동으로 정비부서에 통지한다.

8.5 SOE

IEC-61850은 Simple Network Time Protocol을 사용한다. 이는 네트워크상의 모든 IED와 동기 되어 있다. 시간표시 이벤트의 분해 시간은 1msec이다. 동기화된 신호 체계로 인해서 다른 일반적 시스템에서와 같은 동기화 작업이 필요 없다. 혼합기용 전동기 고장 예에서처럼 운전원과 엔지니어가 손쉽게

고장을 진단하고 문제 해결 조치를 취할 수 있다. 이중화 시스템이 아닌 단일 플랜트 제어시스템은 설치공간이 넓을 필요가 없다. 서버, 스위치, 다른 IT장치 숫자가 최소화 되어 있기도 하다. 이더넷을 사용함으로써 상호간 결선작업이 감소되고 시스템 설계, 건설, 유지보수가 간편해 진다.

9. 지출비용 절감 효과

통합된 공정, 전력 자동화 시스템은 시간과 비용 절감에 기여하는 것이 크다. 이는 추가로 원격 패널, IT설비, 제어용 패널과 같은 구매 비용이 드는 설비의 필요성을 없애준다. 소수의 설비는 단순하고 좁은 공간만 필요할 것이다. 또한 케이블 수는 줄이고 추후 변화와 확장을 대비해 유연성을 증대시킨다.

10개의 스위치기어가 있는 변전 시스템을 생각해보자. 이 변전 시스템은 DCS와 Power Manage System(PMS)이 연결되어야 한다. 일반적으로 약 70%의 통신 신호가 변전소의 릴레이로 연결된다. 표를 보면 IED간 케이블만 고려되고 다른 설비간의 결선은 제외 되었다. 여기서 DCS에서 변전시스템 간 85선로, PMS와 변전시스템 간 383선로, Bay간 104선로로 총 572선로가 사용되었다. IEC-61850을 적용함으로써 이 케이블들은 제거가 가능하다. 각 케이블들은 총 2개 단말이 있으므로 총 1144개의 단말이다. 단말 당 작업 비용이 평균 115\$라고 가정하면 단말 비용 131,560\$가 절감된다. 다른 잠재적인 비용절감은 단순한 디자인에 기인한 적은수의 하드웨어와 수명주기이다. IEC-61850 이더넷 기반의 대부분의 시그널은 추후 변화와 확장으로 인한 재결선 없이 보호와 제어 전략을 재설정 할 수 있는 유연성을 제공한다. 단순한 디자인은 구현, 시운전, 유지보수에 적은 시간을 필요로 하게 된다.

표. I/O 선로 수

	To/from IEDs	To/from other devices	Total
Inter-bay substation system signals	104	116	220
DCS	85	47	132
Power mgmt system & other external systems	383	252	635
TOTAL	572	415	987

10. 결론

통합된 공정, 전력 자동화 구조는 플랜트 가동시간을 증대시키고 에너지 효율을 증가시키며 발전플랜트, 오일&가스 산업, 석유화학플랜트, 제지분야를 포함한 전기 사용자를 위한 수명주기 비용을 절감시킨다. 에너지 효율은 전력소모, 통합 드라이브, 빨라진 플랜트 기동, 개선된 가시성을 통해 가능하다. 정유사와 같은 다른 전력 소비자들은 전력설비 통합으로 절감된 실증적용 비용지출을 경험케 될 것이다. 사용자에게 효과적인 통합 시스템은 운전원, 엔지니어, 관리자간의 장벽을 제거한

다. 중앙 집중화된 플랜트 관리시스템은 문제해결시간을 단축시켜 준다. 플랜트 이상 징후도 전체 플랜트 범위의 SOE 리스트로 인해 더 빠른 시간 내 해결된다. 작은 시스템 공간은 예비품 저장공간, 사용자 교육시간을 줄여 줄 것이고 연결성은 증대시키고 선로수가 줄어드는 간단한 시스템을 가능케 한다. IEC-61850과 같은 산업용 이더넷은 통합공정, 전력 자동화 아키텍처에 광범위하게 채택되고 있다.

주 저자 : Jeffrey Vasel (ABB, Inc근무)

녹색성장 기초 속에 되짚어 본 열병합발전 보급정책 (부재 : 소형열병합발전 보급활성화를 위한 제언)



(주)삼천리
에너지기술팀
팀장 김상현
TEL : 031-428-0340

서론

2010년 우리나라는 폭설, 폭염, 집중호우 등 유례없는 기상이변을 겪었다. 4월에 폭설이 내리는가 하면, 8월에는 폭우로 몸살을 앓았다. 이와 같은 기상이변은 우리나라 뿐만 아니라 지구촌 전반에 걸쳐 발생한 현상으로서 온실가스 증가에 따른 지구온난화가 주된 원인으로 지목되고 있다. 관련하여 세계 각국은 기상이변과 지구온난화의 주범인 온실가스를 감축하고자 활발한 활동을 전개하는 가운데, 우리나라는 2020년까지 배출전망치(BAU, Business as usual) 대비 30%의 온실가스 감축안을 최종 확정하였다. 30% 감축안은

IPCC(기후변화에 관한 정부간 협의체)가 개발도상국에 권고한 감축범위인 BAU대비 15~30% 감축의 최고수준으로서 녹색성장 정책을 보다 강력하게 추진하고 범세계적인 기후변화 대응노력에 적극적으로 동참하려는 현 정부의 강력한 의지를 반영한 것으로 보인다.

우리는 흔히 온실가스 감축을 위한 방안으로 신재생에너지의 확대보급을 생각하기 십상이다. 물론 신재생에너지는 온실가스를 획기적으로 감축할 수 있는 수단으로서, 점진적으로 보급을 확대하여야 함은 마땅하나, 현재로서는 정부의 지원 없이는 설치자체가 어려운 정도로 막대한 투자비가 소요되는 것에 비하여 기대할 수 있는 효과는 아주미미한 점을 감안한다면 신재생에너지가 현실적인 대안으로 대두되기에는 상당한 시간이 소요될 것으로 보인다. 이와 같은 현실을 감안한다면, 온통 신재생에너지의 보급에만 혈안이 된 현 상황을 진정시키고 다른 온실가스 감축수단의 모색에 집중할 필요가 있다. 그 대표적인 수단으로 기존 에너지의 이용효율 개선이 있으며, 필자는 본고에서 에너지이용효율개선의 효과적 아이템으로 최근 세계적으로 재조명되고 있는 열병합발전을 다루고자 한다.