해외기술

해외
기술

전력계통 보호·제어·정보시스템의 기술전개

1. 머리말

전력계통의 대규모화·복잡화에 따른 고도화·고신뢰도화에 대한 시대적 요구와 반도체기술·정보처리전송기술 등 첨단공급기술의 진보가 융합하여 전력계통의 보호·제어·정보시스템은 비약적인 발전을 이루어 왔다.

현재 클린하며 편리성이 뛰어난 전력에너지에의 의존도는 증가하고 있으며 정보회사회의 발전에 수반하여 종래 이상으로 양질의 전력의 안정공급이 요구되고 있다. 또한 전력회사의 저렴하고 고품질의 설비형성 경향 속에 차세대의 전력계통구축을 위한 기술갱신이 시도되고 있다.

본고에서는 이상과 같은 관점에서 지금까지의 기술의 진전을 뒤돌아보고 앞으로의 전력계통보호시스템과 변전소제어·정보시스템의 바람직한 방향에 대하여 소견을 기술한다.

2. 전력계통보호 및 변전소제어·정보시스템이 걸어온 발자취

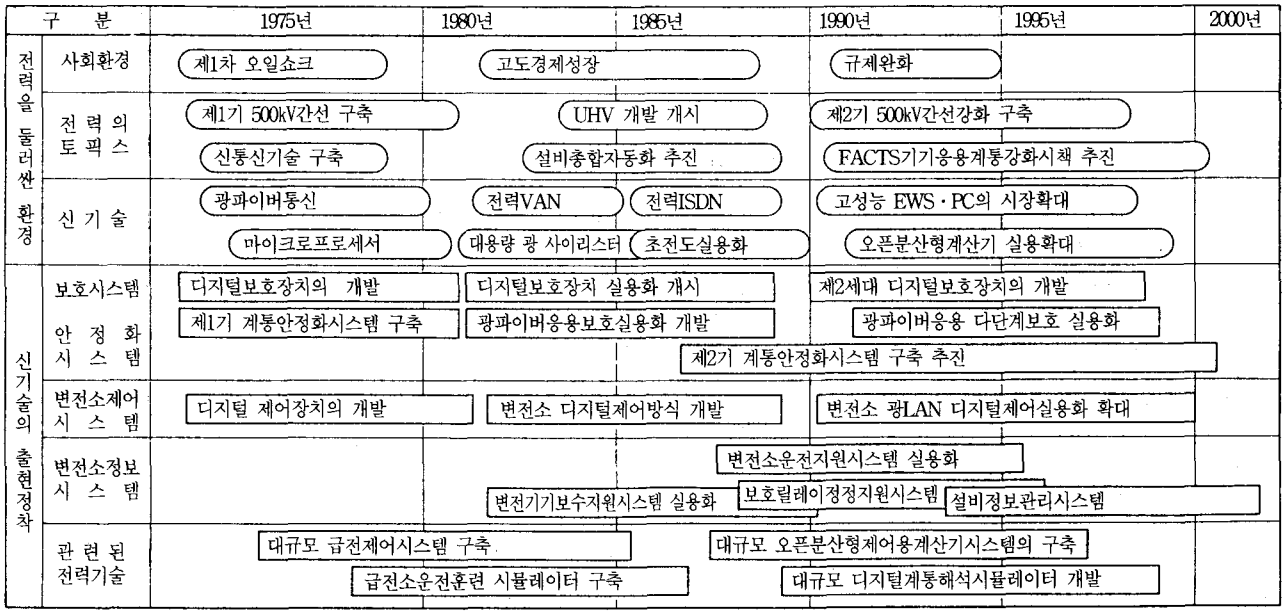
1970년대 중반에 마이크로프로세서와 光파이버통신이 시대의 기술성과로서 등장하였다. 그때까지는 기계식, 트랜지스터식 등 아날로그기술에 의한 보호·제어시스템의 시대였으며, 당시의 계통상의 여러 문제를 극복하면서 신뢰성과 기능의 고도화에 대응하여 왔다. 위의 신기술은 일렉트로닉스 기술의 위대한 산물로서 전력분야에 국한되지 않고 사회전반에 신시대를 고하는 것이었다.

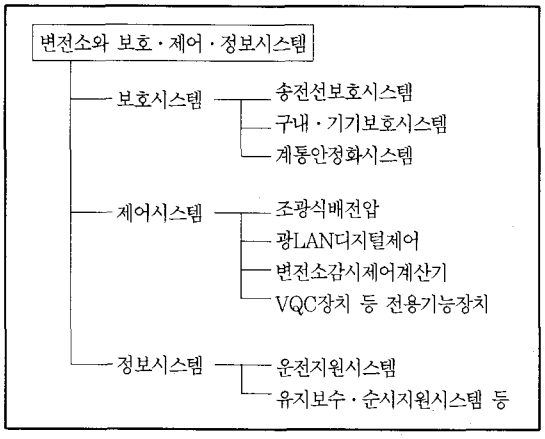
"새로운 기술소재를 어떻게 전력계통에 적용할 것인가"라는 명제에 대하여 실용 신뢰성, 과제해결수단으로 만드는 것, 종래재산의 승계성 등의 검토를 포함하는 구체화개발 기간을 거쳐 1980년부터 디지털보호장치의 실용화가 개시되었다.

한편 대규모로 정보를 처리하는 계산기시스템은 당시의 코어형메모리에서 반도체메모리에로의 전환시기에 접어들고 있었으며 처리능력의 대폭적인 증대가 보고되기에 이르렀다. 전력계통에 적용되는 정보제어용 계산기는, 미니컴으로서 하나의 기술채널을 형성해가면서 발전하고 있으며, 급전소제어시스템, 집중제어소시스템과 함께 대규모변전소의 감시 및 기록용 계산기시스템 등 시대의 첨단정보처리기술의 향상과 상승작용하여, 대규모·고속·고기능시스템을 실현하여 왔다.

이상과 같은 지금까지 약 20년간의 보호·제어·정보시스템의 발전경위를 그 시대의 토픽과 함께 표1에, 본고의 변전소보호·제어·정보시스템의 카테고리를 그림 1에 표시한다.

〈표 1〉 전력계통의 保護·制御·情報시스템 기술의 발자취





〈그림 1〉 변전소보호·제어·정보시스템의 카테고리

2.1 전력계통보호기술의 진전

마이크로프로세서의 등장은 디지털릴레이장치에서는 보호기능의 고도화와 자동감시기능의 향상 등 신뢰성향상에 의한 유지보수의 간소화와 장치의 소형화 등의 측면에서 크게 공헌하였다. 디지털릴레이의 적용으로부터 약 10년을 경과하여 차세대디지털릴레이의 개발이 추진되어 실용되기 시작하고 있다. 차세대 디지털릴레이의 개발·발전의 배경은 최근의 "전원의 원격화" "대용량화", "지중케이블계통의 확대" 등에 따른 전력계통의 특성 변화 및 복잡화에 대응하여 보다 고도의 보호기능·성능의 실현이 필요하게 된 점과 아울러 운용·유지보수성의 향상에 의한 업무의 합리화가 더한층 요구되었기 때문이다. 제1세대의 기술재산을 베이스로 하여 상기 과제를 해결하기 위한 제2세대의 보호장치로서 개발이 추진된 것으로 그 주요개발항목은 다음과 같다.

(1) 정보분해능력의 향상 : 12비트 → 16비트
(2) 시간분해능력의 향상 : 電氣角 30° 마다 → 3.75° 마다
(3) 계산성능의 향상 : 16비트 CPU → 고성능 32비트 멀티 CPU
(4) 맨머신기능의 향상 : LED표시식 → 플래트디스플레이식
(5) 主보호·後備保護의 하드웨어공용화에 의한 스페이스성 개선
(6) CT포화대책 등 고도의 처리기능 등

디지털릴레이의 기본성능을 결정하는 것은 계통전압·전류 등의 아날로그정보를 디지털値로 변환하는 精度와 그 데이터를 처리하는 마이크로프로세서의 연산처리능력이다. 차

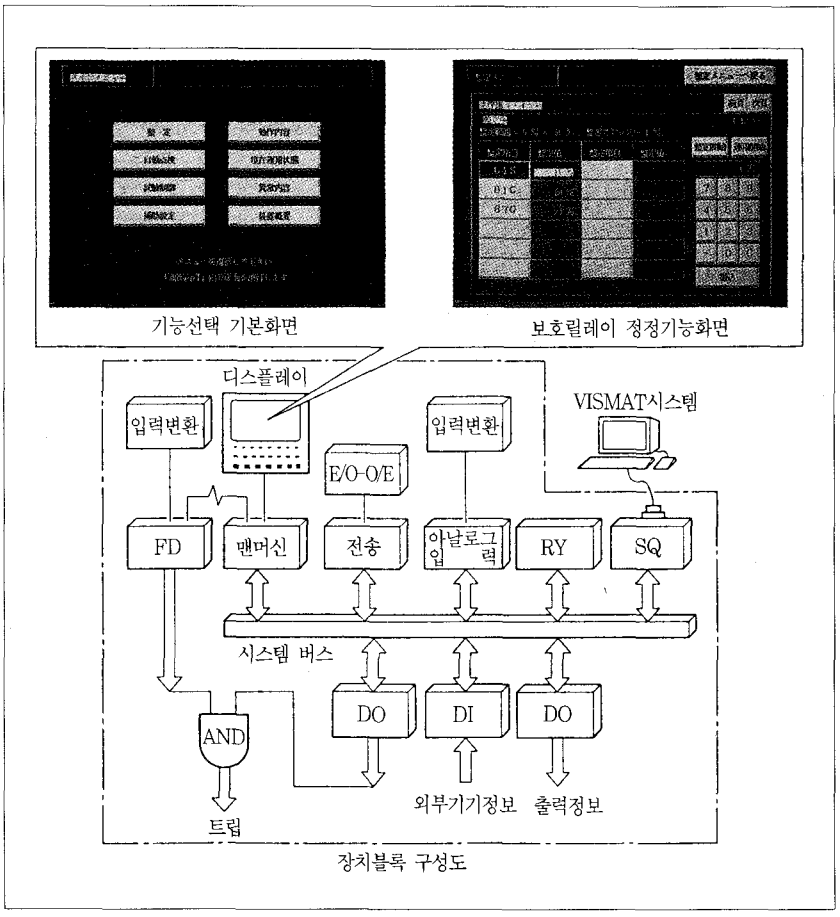
해외기술

세대 디지털릴레이에서는 정보分解能·시간分解能이 높은 아날로그/디지털변환과 디지털필터처리의 적용으로 종래의 10배 정도의 精度을 갖는 高精度의 아날로그입력부를 실현하고 있다. 또 제2세대디지털릴레이에 사용하는 고성능멀티 CPU는 종래의 10배 이상의 연산처리성능이 있으며 주보호·후비보호의 하드웨어 공용화, CT포화대책 등 고도의 연산처리를 가능케 하고 있다.

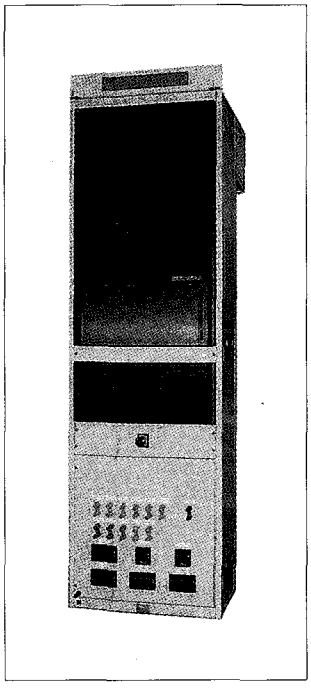
한편 운용·유지보수에서 보호장치를 다룰 경우, 整定패널과 表示패널을 사용하여 대응하고 있다. 종래의 整定表示패널은 LED표시기와 푸시버튼스위치로 구성되어 있었으나 표시항목 數에 제약이 있는 점, 종합정보화에 적합치 않은 점, 맨머신과 보호기능 본체가 密結合으로 유지 보수·운용성이 나쁜 점 등이 과제였었다. 정보기기로서 안정된 공급이 가능해진 플래트디스플레이를 사용하여 整定· 表示패널을 구성, 여러과제의 해결을 도모하였다.

이상 전력계통의 사고제거릴레이시스템에 대하여 기술하였는데 한편에서는 전력계통의 중대사고시의 최종백업으로서 계통안정화시스템(사고파급방지 릴레이 시스템)이 설치되어 대규모 정전방지를 기하고 있다.

전력계통시스템은 1980년대 중반경까지는 아날로그기술, 미니컴, 8비트 마이크로프로세서 등을 사용한 시스템이었으며, 처리능력의 제약으로 규모가 비교적 작아 事前演算타입에 한정되어 있었다. 1980년대 중반 이후 16비트 또는 32비트 마이크로프로세서를 사용한 고속 디지털릴레이의 본격적인 적용과 고속대용량 전송계의 정비로, 온라인 리얼타임 연산형 또는 全系를 대상으로 하는 것과 같은 광역안정화시스템이 차례로 실용화되어 전력계통의 安定度를 유지하면서 유연한 계통운용을 가능케 하는데 공헌하고 있다. 그림 2에 최신의 전력계통보호시스템의 개요를, 그림 3에 그 장치의 외관을 표시한다.



〈그림 2〉 전력계통보호시스템의 개요



〈그림 3〉 전력계통보호장치 외관

2.2 변전소 제어시스템기술의 진전

보호장치의 디지털화와 병행하여 변전소제어장치의 디지털화가 추진되었다.

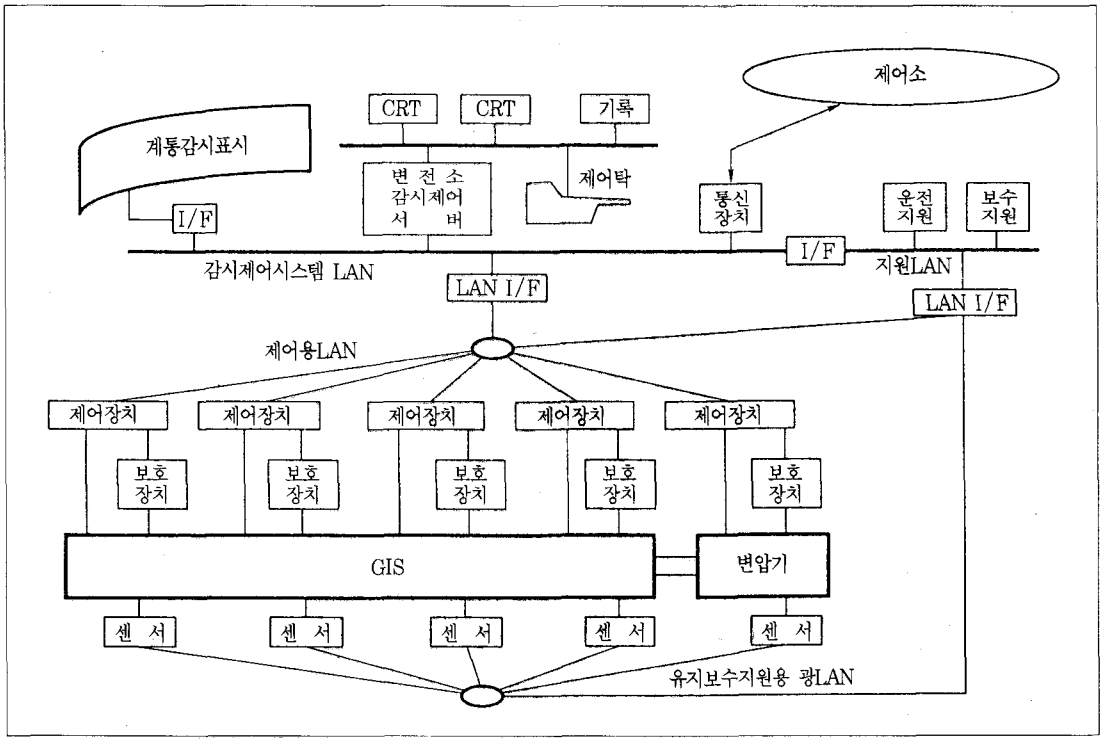
제어장치는 종래 조작버튼과 계통감시반상의 계측표시기와 기기상태표시를 릴레이시퀀스로 구성하는 것이 일반적이었다. 종래의 설비에서는 운전원에 의한 투입시의 동기확인과 조작조건의 확인업무, 계통사고시의 대응조작과 일상의 전압조정조작 등의 자동화에 대하여 개선을 요하는 사항이 있었다. 제어장치의 디지털화에 의하여 이들의 定型업무의 자동화와 계통감시기능의 충실화를 추진할 수가 있었다.

그러나 중요계통의 사고정전시 등 조기복구를 필요로 하는 조작제어는 최적의 즉시판단에 숙련자의 노하우가 필요하여, 자동화의 범위에 대하여는 운용의 신뢰성과 투자효과의 양면을 신중히 평가하면서 실용화가 추진되었다. 디지털 제어장치를 적용함에 있어서 중요한 것은, 변전소내에는 극히 많은 수의 장치가 있으므로 변전소의 운전상태를 감시·표시하기 위해서 이들 제장치와 디지털제어장치를 어떻게 하면 가장 효율적으로 결합할 수 있겠는가 하는 것이다. 이미 기술이 구축된 광파이버통신 基本部와 광파이버의 多分岐디바이스인 광스타커플러를 조합하여 효율적인 裝置郡으로 디지털 정보결합을 실현하고 있으며 제2기 500kV간선 건설시기와 때를 같이 하여 중요변전소부터 순차적으로 실용도입되어 현재에 이르고 있다. 그림 4에 현재의 변전소제어·정보시스템의 개요를 표시한다.

2.3 변전소정보시스템 기술의 진전

현재 전력계통보호 및 변전소제어시스템 주변에도 계산기 응용설비가 도입되어 기능의 고도화추구를 위해, 또한 운전원·계획자에의 정보지원을 위해 활용되기 시작하였고 금후 전력계통시스템과 사람과의 조화를 추진하는 툴로서 활용되리라고 생각한다.

최근들어 퍼스컴(PC), 엔지니어링워크스테이션(EWS)의 고성능화·저가격화가 진전되어 종래 대규모계산기만이 실현가능하다고 생각되어 왔던 정보처리가 비교적 용이하게



〈그림 4〉 변전소제어·정보시스템의 개요

해외기술

형성될 수 있는 상황이 되었다.

계획·기술부문을 위한 정보지원시스템과 계통의 운용현장을 위한 정보지원시스템은 탑재 노하우가 다르지만 기술시즈의 활용견지에서 앞으로 운용의 종합정보화지향이 적극 추진되어, 개별적으로(주로 변전소의 실운용측면에서 도입) 설치되어온 계산기와 상기 계획·기술부문의 계산기間의 정보유용이 진전될 것으로 생각된다.

특히 변전분야에서는 "운전지원시스템" "유지 보수지원시스템"이 중요 개소에 한정 설치되어 있어, 긴급시의 卽應支援과 설비의 유지보수정보제공 등 사람의 출동빈도를 줄이거나 정보수집작업과 방대한 도면을 신속하게 정리·제공함과 동시에 가능한 범위의 판단을 기계화하도록 추진하고 있다.

3. 기술의 전개와 앞으로의 방향

이상과 같이 약 20년간의 기술진보가 전력계통 보호·제어·정보시스템에 새로운 방법론을 다수 공급하면서 전력공급품질의 유지향상을 기해왔다고 할 수 있다. 이들의 개발성과를 확대적용하여 운용품질의 향상과 효율화를 추진함과 동시에 성과를 평가하고 현시점에서의 과제를 참작, 체세대 시스템의 바람직한 형태를 모색해 나갈 필요가 있다.

3.1 전력계통보호시스템의 앞으로의 전망

차세대 디지털릴레이를 구축함으로써 현재 직면한 기술과제에 대응하는 처치를 도모할 수 있으며 또한 운용면에서의 양질화를 확보할 수 있다고 생각한다. 그러나 현재의 전력계통은 해마다 重潮流化·遠隔電源化·電力間連繫강화·直流連繫강화·케이블계통의 증가 등에 따른 사고시 계통應動의 다양화·복잡화 등 계통보호면에서의 새로운 과제 출현이 시급한 검토사항으로 되고 있으며, 또 기술혁신에 따른 현 설비방식의 효율화·슬림화·다기능화를 지향한 보호시스템의 바람직한 형태가 요구되고 있다.

이들의 보호시스템은

- 계통특성의 변화를 예견한 보호시스템의 고도화
- 계통요구신뢰도레벨에 매치한 종합경제성의 추구
- 정보시스템 인터페이스(I/F)에로의 지향
- 기기와의 결합의 슬림화

가 진전될 것으로 생각할 수 있다.

3.2 변전소제어시스템의 앞으로의 전망

변전소제어시스템의 광LAN디지털시스템화가 정착되어가고 있으며 직접운전에서 원방제어로 전환할 필요성이 생기더라도 종래에 비하여 극히 스므스하게 이행할 수 있는 상황이 되어 가고 있다.

장래의 제어시스템을 고려하면 廣域사고복구에 관한 기반이 정비되어 가고 있으며, 현지에 개별적으로 설치된 사고점 표정창치와 광역제어소와의 종합연동으로 정전시간의 最短化를 지향하게 될 것으로 생각된다.

한편 제어시스템의 제어반의 속성을 유지한 채로 보다 정보기기화가 진전됨으로써 종래방식의 제어반에 비하여 부가가치가 높아짐에 따라 설비코스트가 올라가고 있는 상황이다. 앞으로 "기기와의 결합의 슬림화", "하드웨어와 소프트웨어의 표준메뉴화"를 더욱 발전시킴으로써 디지털제어방식의 코스트퍼포먼스를 높이고 "광역제어개소와의 고도운용의 실현"이 진전될 것으로 기대된다.

3.3 보호·제어와 기기와의 결합의 슬림화

보호·제어시스템과 관련된 공통의 과제인 "기기와의 결합의 슬림화"는 변전분야에 남겨진 이제부터의 명제의 하나이다.

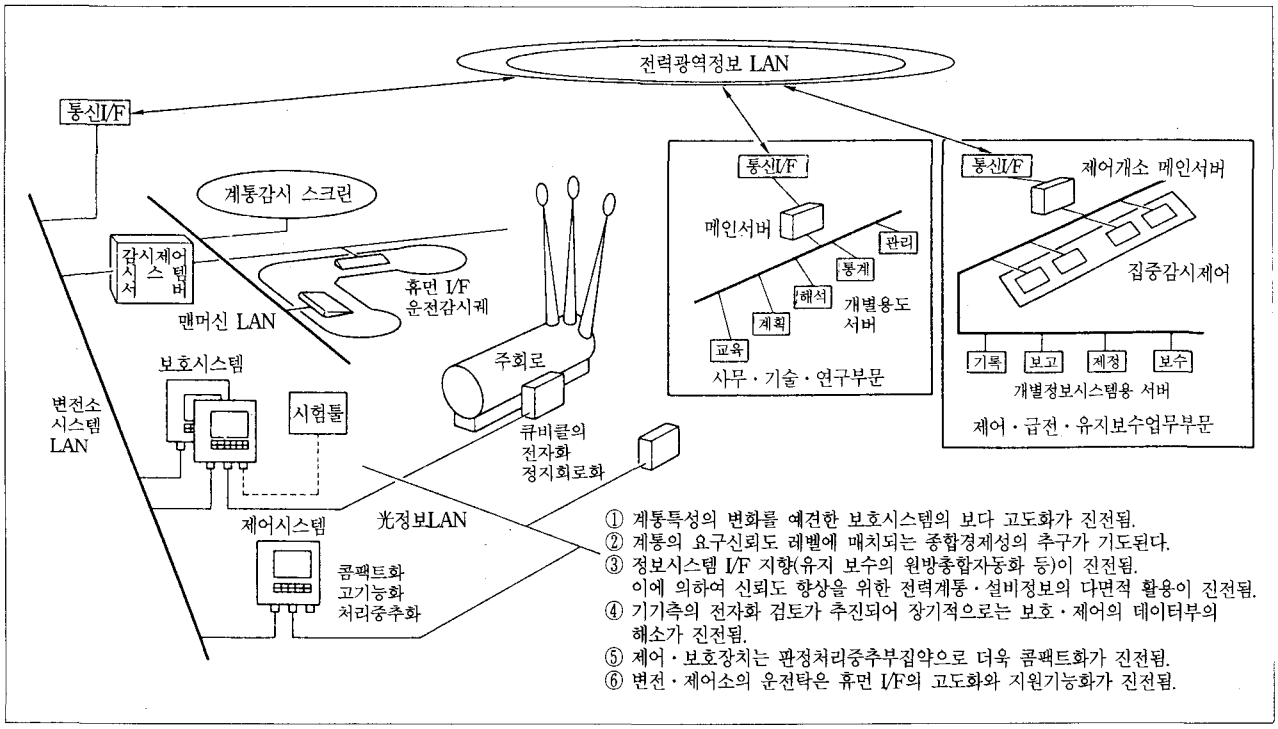
기기의 기술구축은 재료면·환경면·구조면에서 보호·제어시스템에 비하여 기술변화에의 관성이 커질 수밖에 없다. 그러나 최근들어 광PT·광CT와 기기예측보전시스템 등 GIS와 변압기에 관련된 기술에서 기기측의 정보화·전자화에 관한 실용화가 진전되고 있다. "모든 것을 光으로"한 보호·제어시스템과 기기가 결합될 때 플랜트공사, 보호제어시스템 자체와 배전반실, 케이블처리실의 모습이 크게 변하고 극히 커다란 개선이 이루어지리라는 것을 쉽게 상상할 수 있겠다.

21세기의 初頭에 차세대 릴레이와 기기와의 결합의 슬림화가 실현되는 상황을 예상케 하는 것이다.

3.4 변전소정보시스템의 앞으로의 전망

변전소의 감시제어에 광LAN디지털제어 시스템과 함께 계산기시스템의 도입이 추진되고 있다. 이미 계산기시스템이 분산형서버로 구성되게 된 현재, 차세대시스템에서는 멀티벤더형 시스템에 의한 구축이 예정된다.

해외기술



〈그림 5〉 장래 변전소의 기술이미지

현재는 감시·제어시스템, 정보시스템, 유지보수대상기기, 교육설비 등 각각의 제작자가 다른 것이 통례인지라 상호 정보의 교환·활용이 불충분하여 설비의 종합 利點이 충분히 발휘되지 못하고 있는 실정이다.

정보활용을 지향한 멀티벤더시스템을 구성하면, 예를 들어 구내사고시에 대상기기의 정보를 감시제어장치에서 쉽게 참조하여 情報整合을 신속하게 처리할 수 있어 보고서 작성시에 관련시켜 기재가 가능하게 된다.

또 기기의 교육에 있어서는 사무소의 교육설비에 현지의 정보를 읽어 들임으로써 현재의 감시항목, 기기구조의 정보, 유지보수이력 등을 교재로 활용할 수가 있으며 방대한 교육정보뱅크를 형성하지 않고서도 정보획득이 가능하게 된다.

이상 예제를 들었는데 개개의 정보를 제공하는 장치 본래의 기능이 處理負荷의 영향을 받지 않도록 하는 조치와 신뢰도의 분산을 기할 수 있는 것 등은 구축의 전제조건이 된다.

그림 5에 장래의 변전소의 보호·제어·정보시스템의 기술전망을 이미지도로 나타내었다.

앞으로 전력계통의 각종설비에서는 하나의 정보를 보다 다용도로 이용하게 됨으로써 계획·운용·유지보수 등의 각 업무의 효율화가 더욱더 기도될 것으로 생각된다.

4. 맺음말

변전소의 보호·제어·정보시스템에 관한 논문 발간과 관련하여 장래의 현실적인 기술을 상정함으로써 현재의 개선점을 추출할 수 있기를 기대하면서 본고를 마련하였다. 과거 20년의 비약적인 당해기술분야의 진전을 되돌아 보면서 다음의 한시대에는 현시점에서 상정하는 것 이상의 변혁이 이루어질 것을 희망하는 것이다. 또 제작자의 입장에서는 최근에 비약적으로 성장한 정보화설비를 효율적으로 살려 고품질의 경제적인 차세대 시스템을 구축할 수 있도록 계속 노력하고자 한다.

이 원고는 일본 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.