

전력계통 보호릴레이 기술의 동향 및 혁신

최근의 전력시스템에 있어서는 국제화, 규제완화, 전력자유화의 추진에 따른 사회적 요청으로 대형정전사고의 방지 등 전력계통의 신뢰도를 확보하면서 설비형성의 슬림화·고가동화(高稼働化) 등 전력시스템의 토탈코스트의 삭감을 도모하는 것이 기본적인 과제가 되고 있다. 이 때문에 전력시스템 중에서의 신경계통인 보호·제어시스템이 효율적으로 기능을 발휘하는 것이 중요시되고 있다.

이와 같은 상황에서 미쓰비시電機에서는 네트워크시대의 새로운 보호·제어시스템용으로서 전력회사계통용 MELPRO-CHARGE 시리즈와 수용가계통용 MELPRO-DASH 시리즈를 개발, 실용화하였다.

이것들은 다음 그림에 표시하는 것과 같이 네트워크를 통하여 상위의 자동화시스템 및 감시제어시스템과 결합되어 보호·제어기능의 고도화, 계통운용·유지보수 시스템의 합리화를 실현하게 되는 것이다.

또한 MELPRO-CHARGE 시리즈는 고성능CPU의 채용으로 콤팩트화(동사 종래비의 약 1/2), 각종 사양에 대해 전용 생산물에 의한 유연한 대응 등의 특징을 갖고 있다. 또 MELPRO-DASH 시리즈는 FA용 범용 네트워크에 의한 심플화와 보호·계측기능 등의 특징을 갖게 된다.

본고에서는 전력계통 보호릴레이 기술의 동향과 새로운 보호·제어시스템용 MELPRO 시리즈의 개발·실용화 노력에 대한 개요를 소개한다.

1. 머리말

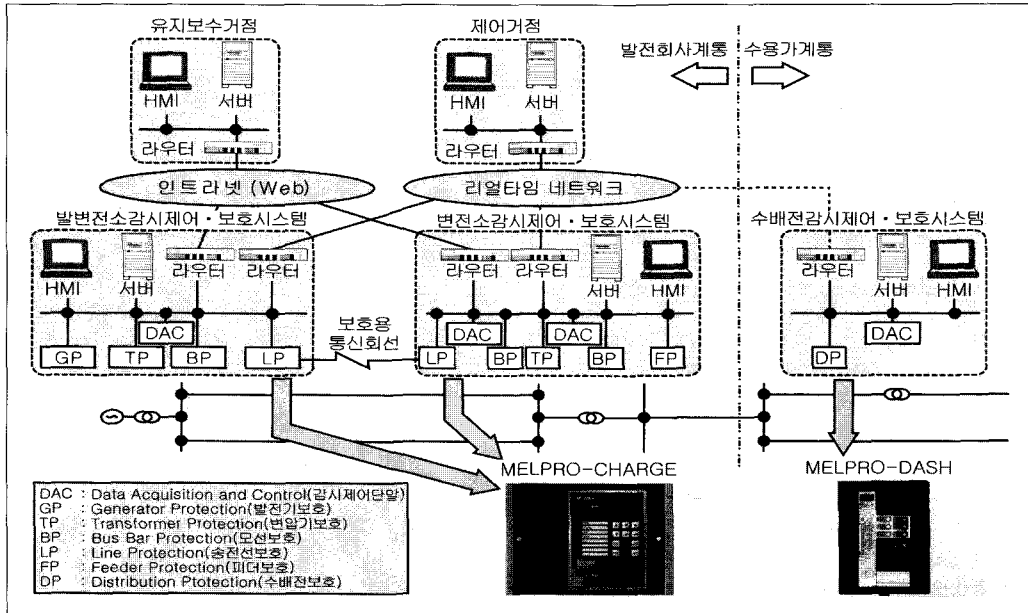
일본의 전력계통은 설비형성에 대한 제약 등으로 전원의 원격화·편재화(偏在化)와 함께 유통설비의 대응량화 등 대전력 장거리수송에의 의존도가 뚜렷하게 나타나고 있다. 이 때문에 계통특성의 변화에 대응하여 전력계통보호 제어시스템도 보호성능의 고도화와 시스템의 고신뢰도화 등의 진화를 도모하여 왔다.

더욱이 요사이에는 대형정전사고의 방지 등의 전력계통 신뢰도를 확보하면서 설비형성의 슬림화·고가동화 등

토탈코스트의 삭감을 도모하는 것이 전력시스템의 기본적인 과제가 되고 있으며, 전력시스템의 신경계통으로서 보호·제어시스템이 효율적으로 기능을 다하는 것이 중요시되고 있다.

이와 같은 상황에서 미쓰비시電機에서는 네트워크시대의 새로운 보호·제어시스템으로서 전력회사계통용 MELPRO-CHARGE시리즈와 수용가계통용 MELPRO-DASH시리즈를 개발, 실용화하였다.

(주) "MELPRO"는 미쓰비시電機가 상표등록신청중임.



〈네트워크시대의 전력계통보호 제어시스템〉

보호제어시스템을 발변전소 구내의 네트워크 및 전력회사 등의 인트라넷이나 리얼타임 네트워크에 접속함으로써 전력설비의 리모트 운전은 물론 리모트 보수지원이나 계획지원 등의 새로운 기능과 서비스를 제공할 수 있으며 설비의 고가동화, 슬림화, 업무합리화를 강력히 서포트한다.

본고에서는 전력계통 보호릴레이기술의 동향과 새로운 보호·제어시스템용 MELPRO시리즈의 개발과 실용화 노력에 대한 개요를 소개한다.

2. 전력계통 보호릴레이 기술의 진보

전력계통 보호릴레이 기술의 진보에 대한 개요를 기술한다.

사고제거 릴레이는 트랜지스터형에서 디지털형으로, 각 시대의 전력계통의 니즈에 응하면서 진화되어 왔다. 특히 1980년대의 디지털릴레이의 실현으로 PCM(Pulse-Code Modulation) 전류차동방식에 의한 다단자(多端子)보호 등 보호성능의 고도화를 도모하며 다단자계통·대전력 장거리송전 등의 설비형성 실현에 공헌하여 왔다.

또한 최근의 제2세대 디지털릴레이에서는 고정도(高精度) A/I(Analog Input)에 의한 주(主)보호/후비(後備)보호 일체화, 고기능 HMI·원격운용 유지보수기능 등으로 장치의 코스트 삭감, 운용유지보수기능 향상 등을 도모하고 있는 실정이다.

사고과급 방지릴레이에 대해서는 계통탈조(脫調), 주파수 이상상승/저하 방지, 전압 이상상승/저하 방지, 과부하 방지 등 계통의 니즈에 따라 각종 시스템이 개발되어 실용화되어 왔다. 최근에는 계통탈조·사고과급 방지 릴레이시스템의 하나로서 사후연산형(리얼타임연산형)으로 과도영역에서 중간영역(N과 탈조)까지 고도처리하는 탈조미연방지 릴레이시스템도 실용화되어 있다.

또한 수용가계통용 릴레이에 대해서도 최근에는 디지털기술을 활용한 복합기능화로 콤팩트화·고신뢰도화를

실현하고 있다.

상기한 바와 같이 전력회사계통용 및 수송가계통용 릴레이 공히 계통으로부터의 고기능화·고성능화·고신뢰도화 등의 니즈에 응하여 진화되어 왔다. 그러나 전력시스템의 토탈코스트 삭감을 도모함에 있어서 보호·제어시스템이 수행하는 역할은 더욱더 중요하게 되어, 그 니즈에 응하기 위한 혁신을 도모해가지 않으면 안될 실정이다.

3. 전력시스템을 둘러싼 환경의 변화와 보호·제어시스템에 의한 대응

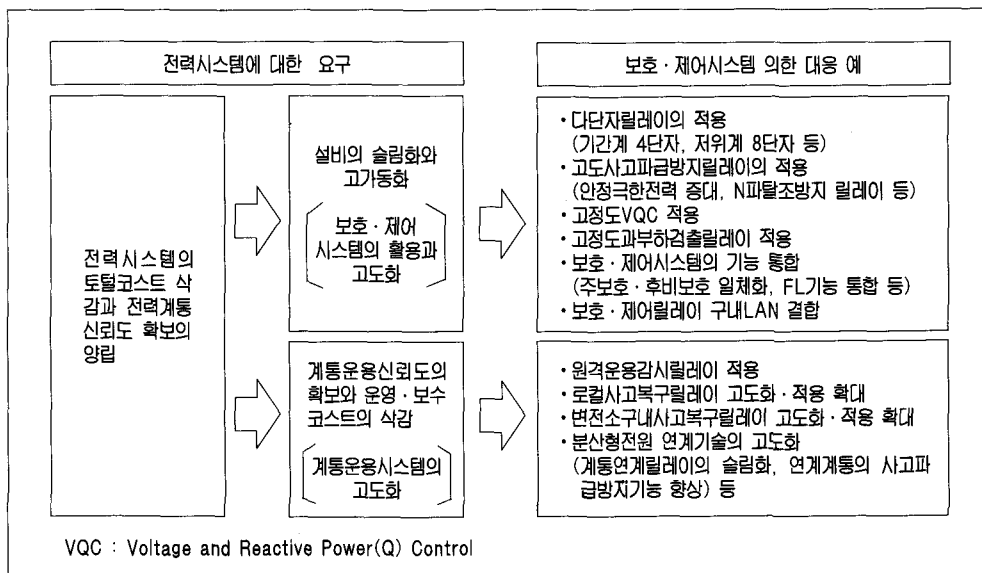
최근의 전력시스템에서는 국제화, 규제완화, 전력자유화 추진의 사회적 요청으로 설비형성의 슬림화·고가동화 등 전력시스템의 코스트삭감이 강하게 요청되고 있다. 그러나 전력시스템의 과밀운용은 전력계통을 계통사고·교란에 대하여 취약하게 하여 넓은 범위의 대정전사고로 직결되지 않을 수 없다는 것이 최근의 여러 외국의 상황

을 보아도 분명하게 나타나고 있다. 따라서 전력시스템의 코스트삭감과 전력계통신뢰도 확보의 두 가지 모두 다 확립될 수 있도록 도모하는 것이 중요하다. 그림 1에 그 대응 예를 표시한다.

전력시스템의 코스트 삭감과 전력계통신뢰도 확보의 양립을 도모하기 위한 기본적 방책은 다음의 두 가지로 분류할 수 있다.

- 보호·제어시스템의 활용과 고도화로 설비형성의 슬림화·고가동화를 기하는 것
- 복잡·고밀도화하는 전력계통에 대하여 운용시스템의 고도화를 추진함으로써 운용신뢰도 확보와 운용·유지보수 코스트의 삭감을 기하는 것

설비형성의 슬림화·고가동화의 대응 예 가운데 다단자릴레이의 적용, 사고파급방지릴레이의 적용·고도화, 고정도 VQC 적용, 고정도 과부하검출릴레이 적용 등은 설비형성·운용의 합리화에 직접 공헌하게 된다. 또 기능통합, 구내LAN(Local Area Network) 결합 등은 보



〈그림 1〉 전력시스템을 둘러싼 환경의 변화와 보호·제어시스템에 의한 대응

호·제어시스템 자신의 슬림화에 효과가 있다.

계통운용시스템의 고도화 가운데 원격 운용감시시스템이 적용되기 시작하고 있으나 로컬사고 복구시스템과 변전소구내사고 복구시스템은 IT(Information Technology) 및 센서기술의 활용 등으로 더욱 진보할 것으로 생각된다. 또 분산전원의 증대로 이들 계통에의 연계기술은 앞으로 더욱더 중요해지리라 생각된다.

4. 보호·제어시스템관련 요소기술의 진보

보호·제어시스템을 지탱하는 주변기술에 대하여는 그림 2에 표시하는 것과 같이 하드웨어기술, 소프트웨어기술, 전송기술 및 계통해석기술의 4개의 요소기술로 나누어 아래에 그 변천과 최신동향에 대해서 기술한다.

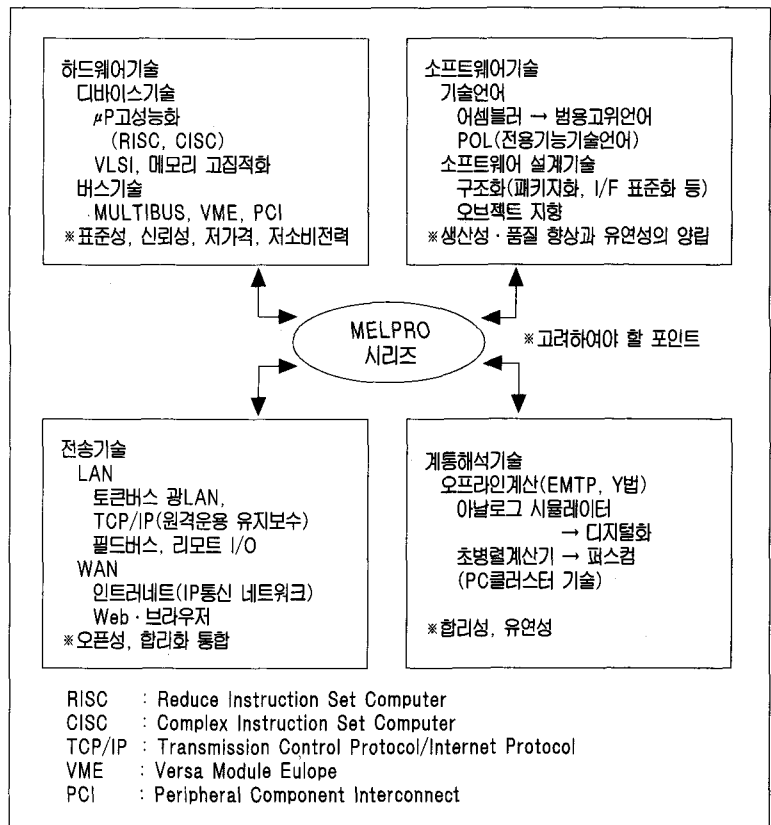
가. 하드웨어기술의 진보

하드웨어기술로서는 μP (마이크로 프로세서)로 대표되는 디바이스기술과 그 응용설계제작기술에 대하여 기술한다.

디바이스기술은 계산기, 특히 PC(최근에는 휴대정보단말)와 함께 폭발적인 진보를 이루어 왔다고 할 수 있다. 디지털릴레이를 개발하여 20년여 경과하였고 개발 당초에는 16비트(4비트×4)의 μP 였던 것이 시대와 함께 32비트 CISC와 32비트 RISC로 되고 메모리의 집적도 향상과 더불어 성능이 현격히 진보하였다. 이들의 대폭적인 하드웨어 성능 향상은 릴레이알고리즘의 고도화뿐만 아니라

자동감시의 고도화, HI(Human Interface)의 고도화 등 보호·제어시스템의 기능 향상에 크게 기여하고 있다. 또한 최근의 μP 는 CISC형과 RISC형의 상호의 장점을 흡수하여 차이가 없어져 가는 한편, PC 등 범용 용도를 위한 성능증시형과 휴대정보단말이나 FA용 컨트롤러 등의 짜넣기 용도의 저소비전력/저가격 증시형으로 2분화되고 있다. 보호릴레이시스템으로서는 신뢰성면에서 팬레스는 필수적이며, 현재에는 저소비전력형의 짜넣기용을 위한 μP 가 적합하다고 생각한다.

이들 하드웨어의 고집적화·고속처리 기술은 보호·제어시스템의 콤팩트화·고성능화를 발전시켜 나갈 것이다. 디바이스기술을 활용하는 하드웨어응용 설계제작기



〈그림 2〉 보호·제어시스템을 지탱하는 주변기술

솔로서는 버스기술이 있다. 버스란 하드웨어 아키텍처를 결정할 때의 가장 중요한 팩터이며, 키포인트는 표준성과 신뢰성이다. 보호·제어시스템에서는 일반적으로 멀티버스 I/II, VME버스가 주류였으나, 최근에 PCI버스 등의 초고속범용버스도 채용되기 시작하였다.

나. 소프트웨어기술의 진보

소프트웨어기술로서는 기술(記述)언어와 설계기술(구조화수법, 오브젝트 지향 등)을 들 수 있다.

소프트웨어 기술(記述)언어에 대하여는 보호릴레이의 경우, 고속으로서 또한 콤팩트한 처리가 필요하여, 종래 어셈블리언어가 사용되어 왔으나 시퀀스로직부나 HI부는 그래피컬한 보호릴레이전용의 기능기술언어(POL)를 사용하여 왔다. 최근에는 전술한 고성능 μ P의 등장과 컴파일러 성능 향상 등으로 C언어 등의 범용고위언어를 채용할 수 있게 되었다. 이들 소프트웨어기술(記述)언어의 진보로 상술한 전용기능기술언어와 범용고위언어를 적절히 조합함으로써 소프트웨어 전체의 생산성과 품질의 대폭적인 향상을 바라볼 수 있게 되었다.

소프트웨어 설계기술에서는 소프트웨어의 생산성과 품질을 높이기 위한 설계방법인 구조화, 오브젝트지향 등을 들 수 있다. 구조화(構造化)란 소프트웨어를 기능단위로 패키지와 계층화하고 각 소프트웨어간의 인터페이스를 표준화하고 명확하게 함으로써 특정의 소프트웨어모듈의 변경이 타에 영향을 미치지 않도록 하는 것이다. 오브젝트 지향은 구조화를 더욱 발전시킨 것으로 캡슐화, 계승(繼承), 계층화라는 생각에 의해 소프트웨어의 재이용률과 품질을 더욱 높이는 특징을 갖고 있다.

보호릴레이시스템의 진전으로 소프트웨어에서 실현되는 기능의 비중은 더욱더 높아지고 있으며, 소프트웨어의 생산성과 품질을 향상시키면서 전력계통에 따른 적당한 유연성을 갖게 하기 위해서는 이들 소프트웨어 설계기술

을 활용한 보호릴레이시스템의 엔지니어링환경의 구축이 필요하다.

다. 전송기술의 진보

전송관련기술로서는 LAN과 WAN으로 대별된다.

LAN은 종래부터 샘플링 자동동기기능을 갖는 토큰버스 광LAN과 보호·제어시스템의 원격운용·유지보수를 목적으로 한 TCP/IP네트워크 등이 개발, 도입되어 왔다. 또한 변전소의 종합자동화와 토털코스트다운을 겨냥하여 국제적인 전송프로토콜의 표준화활동이 활발히 진행되고 있으며, 변전소내의 필드버스 구축과 I/O 등의 리모트화(현장설치), GPS에 의한 광역동기(同期) 등이 검토되고 있다.

WAN으로는, 종래부터 PCM-CA릴레이로 대표되는 계통보호와 감시제어전용의 광역통신회선이 사용되고 있었다. 최근에는 인트라넷을 대표로 하는 오픈된 네트워크로서 ATM이나 SDH 상에 IP를 탑재한 IP 통신네트워크가 검토되고 있다. 또 인트라넷의 응용사례로서 Web브라우저의 오픈된 또한 염가의 기술을 응용한 원격HMI와 FL(Fault Locator) 장치가 개발되어 도입되기 시작하고 있다.

전송기술을 보호·제어시스템에 응용하는 키포인트는 고신뢰도, 고속성은 말할 것도 없이 오픈성, 합리화통합이다. 전송기술과 전술한 하드웨어와 소프트웨어의 진보와 아울러 보호·제어시스템이 네트워크와 다각적으로 결합됨으로써 단순한 보호릴레이로서가 아니라 계통정보에 직결하는 인텔리전트한 디바이스로서 계측·감시·제어·유지보수의 분야에 대한 새로운 통합시스템을 지향해 가는 것이 중요하다.

라. 계통해석기술의 진보

보호·제어시스템의 설계와 시험을 위해 계통해석은 불

가결한 기술이다. 종래부터 설계단계에서는 EMTP나 Y 법 등의 프로그램을 범용 대형계산기 등을 사용하여 오프 라인으로 실행하고, 시험단계에서는 상기 계산데이터를 DA변환기를 사용하여 재생하거나 전용의 ATL(모의 송전선)로서 아날로그 시뮬레이터를 사용하여 계통사고를 모의하는 것이 일반적이었다. 한편, 초병렬계산기를 사용한 리얼타임인 디지털시뮬레이터 등도 개발되고 있다.

또한 최근의 퍼스컴의 고성능화는 눈부신 바 있어, 보호·제어시스템용의 비교적 중소규모의 계통모의에서는 퍼스컴을 활용하여 리얼타임인 디지털시뮬레이터가 구축 가능하여, 보호·제어시스템의 검증과 시험자동화에 기대할 수 있는 상황으로 되어가고 있다.

이것들은 보호·제어시스템을 합리적이고 또한 유연하게 생산(설계·검증)하는 환경을 구축하는데 있어 앞으로 중요한 요소기술이라고 생각한다.

5. 보호릴레이기술의 혁신

이들 니즈면에서의 상황과 기타 활용을 바탕으로 동사에서는 콤팩트하고 파워풀한 네트워크시대의 새로운 보호·제어시스템용으로서 전력회사계통용 MELPRO-CHARGE 시리즈와 수용가계통용 MELPRO-DASH 시리즈를 개발하여 실용화하였다. 이것들은 전술한 그림 1에 표시하는 것과 같이 네트워크를 통하여 상위의 자동화시스템 및 감시제어시스템과 통합되어 보호·제어기능의 고도화, 계통운용·유지보수시스템의 합리화를 실현하는 것이다. 이들 MELPRO시리즈의 특징의 개요를 표 1에 표시한다.

MELPRO-CHARGE 시리즈는 고성능 CPU의 채용에 의한 콤팩트화(동사 종래대비 약 1/2)를 실현, 제품형태는 유닛타입으로 구성되어 있다. 또 계통특성에서 요구되는 각종 사양에 대하여 발딩업방식에 의해 하드웨

〈표 1〉 MELPRO 시리즈 특징의 개요

항 목	MELPRO-CHARGE	MELPRO-DASH
대상계통	전력회사에서의 발전, 송·변전, 배전계통	수요가에서의 수배전계통
적 용	보호, 로컬제어, 감시제어단말	보호·제어기능을 통합
네트워크 대응	범용LAN (인서네트, TCP/IP 등)	FA용 범용LAN (CC-Link 등)
공급형태	유닛타입 패널조합으로 공급	유닛타입 단품공급
유 연 성	발딩업방식으로 하드웨어, 소프트웨어 공히 유연하게 구성	표준메뉴에서 선정
생산방식	수주생산방식 (생산물 MELPRO-SAVE 단납기화 실현)	표준품양산에 의한 즉납

어, 소프트웨어 공히 유연하게 대응 가능하게 합과 동시에 전용생산물 MELPRO-SAVE에 의해 수주생산방식 이면서 단납기화(短納期化)를 실현하고 있다.

또 MELPRO-DASH 시리즈는 FA용 범용네트워크 등에 의한 심플화, 보호·계측기능의 통합화, 표준품양산에 의한 즉납(即納) 등의 특징을 갖게 되었다.

6. 맺음말

동사에서는 전력계통신뢰도를 확보하면서 설비형성의 슬림화·고가동화 등의 전력시스템 전체의 코스트삭감을 도모한다는 최근의 전력시스템의 기본적 과제에 대한 하나의 솔루션으로서 네트워크시대의 새로운 보호·제어시스템용 MELPRO시리즈를 개발하여 실용화하였다. 앞으로 각종 어플리케이션 메뉴의 충실을 기하면서 유저 여러분의 지도를 받아 소기의 목적을 달성하기 위하여 더욱 진화시켜 가고자 한다. ■

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