

해외기술

해외  
기술

# 第2世代 保護·制御装置의 개발

## 1. 머리말

복잡화·대규모화하는 전력계통에서, 전력의 안정공급을 위해 대단히 중요한 책무를 담당하고 있는 전력계통 보호·제어장치는 고성능과 고신뢰도의 확보가 필요하다.

이를 위하여 미쓰비시電機에서는 32비트 멀티 CPU방식의 고성능·고신뢰도의 보호·제어시스템 "MULTIFLEX-32시리즈"를 업계 최초로 개발, 실용화하였다.

그후 동사는 더욱 고도화하는 니즈에 대응하기 위하여 MULTIFLEX-32시리즈를 더욱 충실히 하여 운용과 유지보수의 용이화·소형화·고성능화 등을 특징으로 하는 제2세대보호·제어장치 "MULTIFLEX-EG 시리즈"를 개발, 실용화하였다.

아래에 제2세대보호·제어장치 MULTIFLEX-EG시리즈의 개발배경, 시스템구축에 대한 개념 및 고도화기술에 대하여 기술한다.

## 2. 개발배경

전력수요증대에 대응하기 위한 대용량 장거리 송전계통 및 지중케이블계통의 증가와 부하공급계통의 多端化 등에

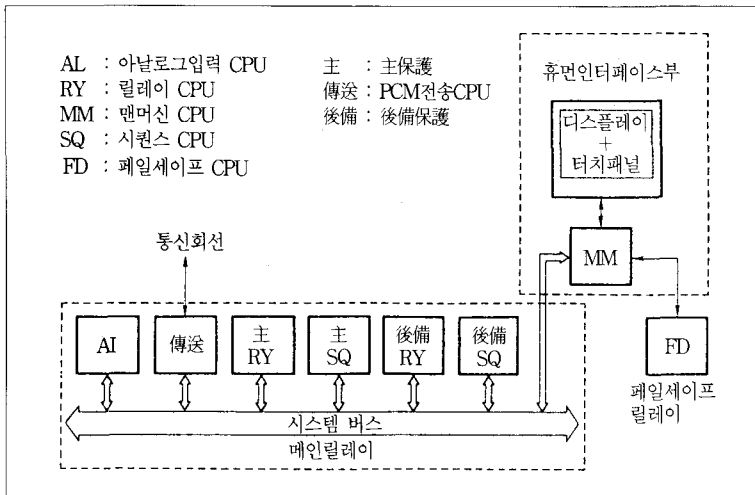
따른 계통물리현상의 복잡화, 전력계통에 있어서의 고도의 그리고 고신뢰도의 보호기능을 실현함을 목적으로 하는 디지털보호·제어장치의 적용확대, 나아가서는 도회지 지하변전소 등에서의 장치설치스페이스의 고정화·극소화 등의 현상을 고려할 때 보호·제어장치에 대한 니즈는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- (1) 계통사고나 장치고장 등의 실상을 정확하게 파악하기 위한 운용과 유지보수의 용이화
- (2) 고도의 보호기능의 실현
- (3) 한정된 장치설치스페이스에 대응하는 장치의 소형화
- (4) 장치의 가동신뢰도를 향상시키기 위한 고신뢰도시스템의 실현

## 3. 시스템구축 기본방침

개발배경에서 열거한 니즈를 실현하기 위하여 다음과 같은 것을 제2세대 보호·제어시스템구축의 기본개발방침으로 삼았다.

- (1) 휴먼인터페이스의 고도화
- (2) 고장부위의 자동표정과 감시의 고도화
- (3) 장치의 고성능화·소형화



〈그림 1〉 보호·제어장치의 구성 예

시한다. 또 整定點數·表示點數가 많을 경우에는 화면의 페이지를 복수설치함으로써 쉽게 대응할 수 있는 구성으로 하였다.

표시내용에 있어서는 일본어 표시, 가이드선 기능의 충실, 表形式 등을 활용한 알기 쉬운 표시로 휴먼프렌들리성을 향상시켰다. 또 장치의 데이터세이브기능을 충실하게 함으로써 다른 시각에 발생한 여러 개의 事象內容(동작, 장치 이상 등)의 표시 및 보다 상세한 릴레이응동해석과 불량부위해석 결과의 표시도 가능케 하였다. 표시·조작의 예로서 그림 3에 정정치의 변경 예를 표시하였다.

(4) 고신뢰성의 확보

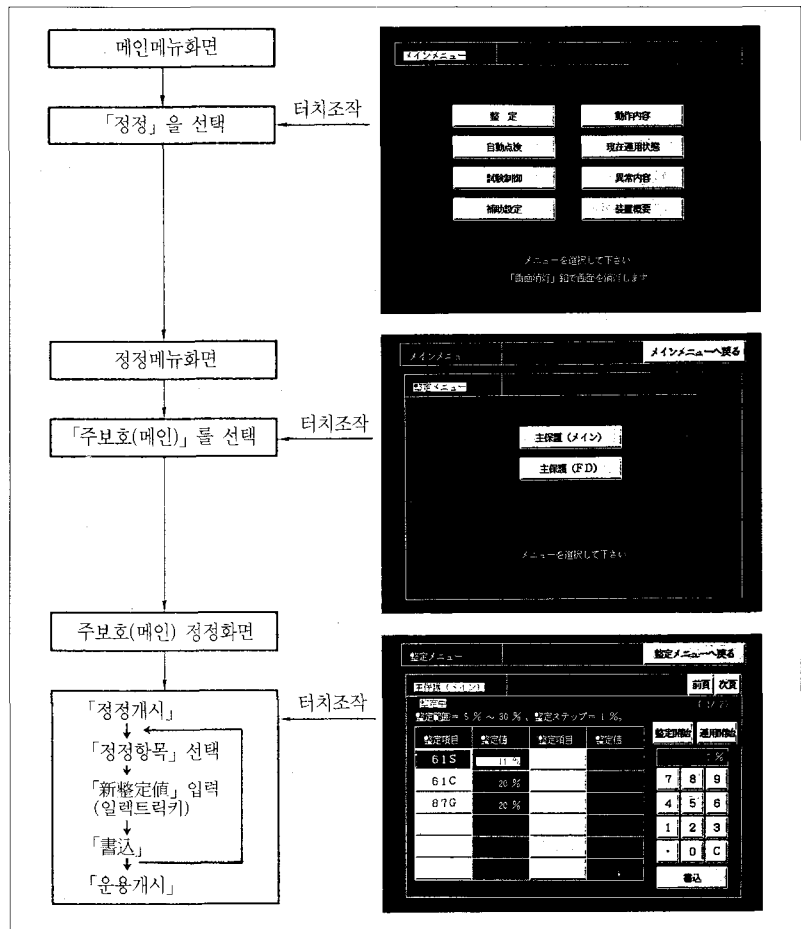
(5) 유연한 시스템아키텍처의 계승

아래에 각각의 구체적구성, 대응기술방식, 특징에 대하여 기술한다.

### 4. 휴먼인터페이스의 고도화

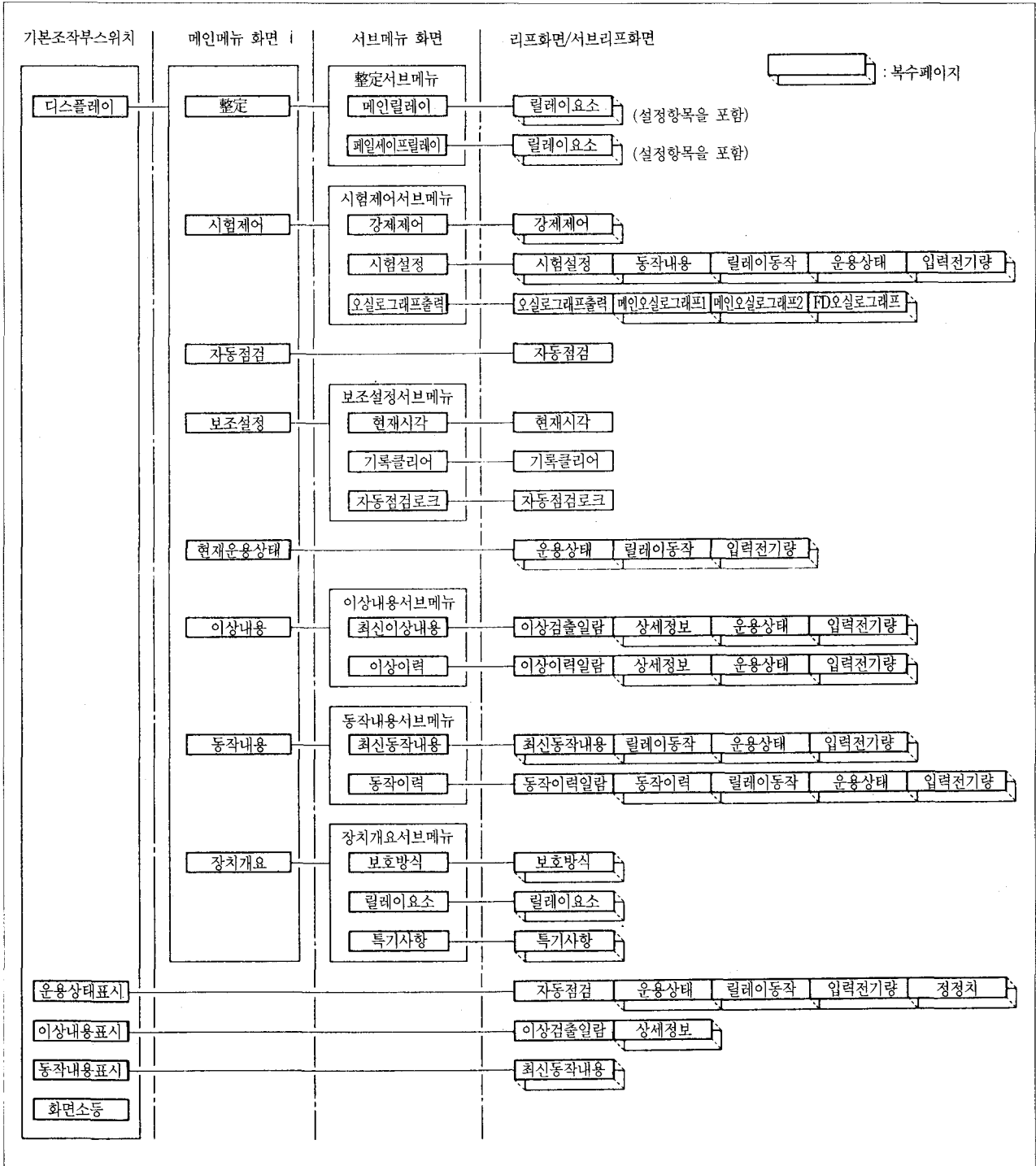
휴먼인터페이스부에는 운용·유지보수업무의 용이화, 장치의 막대한 정보의 기록·편집·표시, 장치의 운용방법의 설정 등 많은 맨머신기능에 대하여 표준적인 하드웨어로 대응할 것을 고려하여 풍부한 표시능력과 우수한 조작성을 갖는 플랫디스플레이, 터치패널을 적용하였다. 또한 휴먼인터페이스부는 하드웨어구성의 간소화를 고려하여 메인릴레이와 페일세이프 릴레이 양쪽의 표시·조작을 가능케 하는 구성으로 하였다. 그림 1에 그 구성의 일예를 나타낸다.

표시·조작화면의 구성으로는 메인메뉴화면에서 작업내용 등에 대응한 메뉴를 선택하여 표시·조작할 수 있는 구조로 하였다. 그림 2에 표시·조작화면구성의 일예를 표



〈그림 3〉 휴먼인터페이스부의 표시·조작 예(整定値 變更)

해외기술



〈그림 2〉 휴먼인터페이스부의 표시·조작화면 구성 예

휴먼인터페이스로서는 다음의 (1)~(3)에 표시하는 방식을 어느것이나 적용할 수 있는 구성으로 하였다.

- (1) 盤조립설치형의 디스플레이와 터치패널조작을 이용하는 방식
- (2) 필요한 때 퍼스컴을 장치에 접속하여 퍼스컴화면과 마우스 등으로 조작하는 방식
- (3) 장치와 원격의 퍼스컴 등을 전송로 등으로 접속하여 조작하는 방식

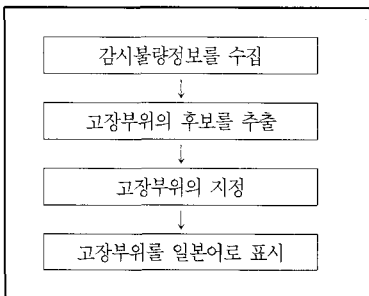
이로서 현장에서의 운용 유지 보수의 용이화는 물론 앞으로 적용이 확대될 것으로 예상되는 원격운용·유지보수에도 유연하게 대응할 수 있도록 하였다.

### 5. 고장부위의 자동표정과 감시의 고도화

만일의 장치고장에 대한 유저의 초기대응 등을 용이하게 하기 위하여 고장부위를, 예를 들면 CPU카드단위로 자동표정하며 이것을 디스플레이화면에 일본어로 알기 쉽도록 표시하는 방식을 적용하였다.

이를 위하여 불량검출기구의 고도화를 기하고 고장부위표정에는 지식공학을 활용한 시스템감시기구를 설치하여 고도의 진단을 할 수 있는 구성으로 하였다.

이 방식에서의 고장부위표정의 기본순서는 그림 4 와 같으며 어느 것이나 전문기술자가 실시하고 있던 내용을 자동적으로 하는 것이다. 그림 5는 고장부위표정 후의



<그림 4> 고장부위자동지정 기본순서 예

맨머신화면의 일예이다. 또한 순발적인 일과성의 장치불량에 대하여는 불필요한 불량검출을 방지하기 위한 리스타트기능, 불량검출능력의 향상을 위한 빈도감시 등을 적용하였다.

### 6. 장치의 고성능화·소형화

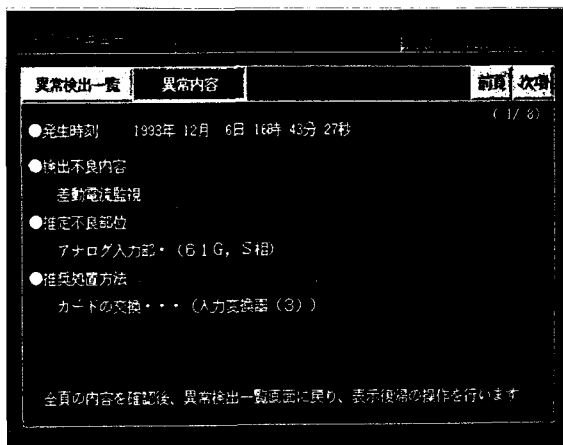
전력계통의 복잡화 등에 대응한 보호성능 향상을 위해서는 보다 고도의 알고리즘의 연산이 필요하다. 또 都市部 변전소 등에서의 설치스페이스의 극소화, 또는 적은 盤面數로 二系列化(예를 들면 主系一體化에 의한 二系列化)의 실현 등의 요구에 대응하기 위해서는 장치의 보다 소형화가 필요하다. 이들 니즈에 대하여 연산처리능력의 향상, 아날로그입력부의 고도화에 의하여 대응할 수 있는 구조로 하였다.

#### 6.1 연산처리능력의 향상

보호·제어장치의 연산부에는 고성능 마이크로프로세서를 적용하고 또한 처리성능을 최대한으로 향상시키기 위하여 고도의 아키텍처 및 LSI기술 등을 적용하여 고성능화를 기함으로써, 종래에는 복수의 CPU카드로 실현하고 있던 기능을 한 장의 CPU카드에 집약하는 등, 고도의 연산알고리즘의 실현과 장치의 소형화를 동시에 실현하였다.

#### 6.2 아날로그입력부의 고도화

아날로그입력부에 있어서는 16비트 A/D변환기의 적용, 또는 4,800Hz (또는 5,760Hz) 고속샘플링기술을 구사하여 디지털필터처리에 의한 精度的 향상, 다이내믹레인지의 확대에 의한 보호성능의 향상, 또는 복수채로이소소의 아날로그입력회로의 공용화 등을 도모할 수 있는 방식으로 하였다.



<그림 5> 고장부위의 표시화면 예

해외기술

### 7. 고신뢰성의 확보

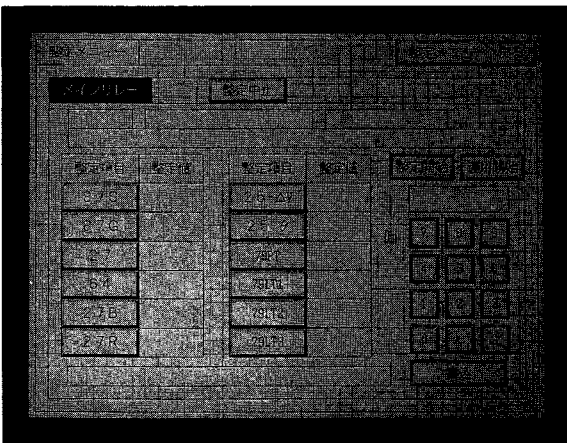
하드웨어의 신뢰성향상을 도모함을 물론 소프트웨어면에서도 신뢰성의 향상이 필요하다. 고급언어의 적용은 물론 휴먼 에러 등의 박멸을 목적으로 종래의 시스템에서 개발 적용하여 온 소프트웨어의 비주얼화(화이트박스)기술인 VISMAT (Visual Software Make and Test System)를 맨머신화면 소프트웨어 등에 적용할 것을 도모하고, 나아가서는 소프트웨어의 신뢰성에서 극히 유효한 오브젝트지향기술을 적용하였다.

#### 7.1 비주얼화기술

맨머신화면사양은 일반적으로 다양하며 이들 다양한 화면 소프트웨어를 극히 고신뢰도로 작성할 필요가 있다. 이를 위하여 종래의 프로그래밍이나 디버그 등의 방식을 일체 배제하고 필요한 맨머신화면사양을 퍼스컴화면상에 描畵할 뿐만 아니라 필요한 소프트웨어가 자동적으로 완성되는 획기적인 소프트웨어 생산시스템을 개발하여 적용하였다. 그림 6에 맨머신소프트웨어 작성화면의 예를 표시한다.

#### 7.2 오브젝트 지향기술

보호·제어장치의 기능구조는 비교적 정형화되어 있는 점에 착안하여 이미 시험이 완료된 소프트웨어부품을 조합하여 필요에 따라 부품패러미터를 변경하는 것만으로 프로그



<그림 6> 맨머신소프트웨어 작성화면 예

래밍이나 디버그 등의 종래의 소프트웨어 생산과정을 배제하고 소망하는 기능을 실현하도록 하였다.

### 8. 유연한 시스템아키텍처의 계승

보호·제어장치는 低位系에서부터 基幹系의 대규모시스템까지 각각의 시스템의 요구에 유연하게 대응할 수 있도록 하는 것이 필요하며, 이에 대응하기 위하여 종래부터 自律分散形의 멀티CPU 시스템을 적용하고 있다. 이상 표시한 보호·제어장치를 고도화하는 여러 가지 기능을 上位互換한다는 생각에서 이 自律分散멀티 CPU시스템에서 구축할 수 있는 방식으로 하였다. 이에 의하여 여러 가지 인터페이스기능도 유연하게 구축가능하며, 예를 들면 원격의 퍼스컴 등에서 반조립형의 맨머신과 같은 운용과 유지보수조작을 가능케 하는 인터페이스 등을 쉽게 확충할 수 있는 구성으로 하였다.

또 멀티타스크방식의 계승, 다종다양한 소프트웨어(예를 들면 릴레이연산, 상시감시 등)의 타스크단위에서의 표준화, 그리고 타스크간의 독립성확보에 의하여 소프트웨어의 신뢰성이 향상되는 구성으로 하였다.

### 9. 맺음말

전력계통 보호·제어장치의 책무는 고도정보화사회의 급속한 진전에 따라 전력에너지의 안정공급과 품질확보라고 하는 사회적 니즈가 더욱더 중요해지고 있다.

이들의 요구에 응하기 위한 것으로서 운용·유지보수성, 성능, 신뢰성 등 여러 면에서 고도화된 제2세대보호·제어장치를 개발, 실용화하였다. 금후 대규모의 그리고 고도의 송전계통을 비롯하여, 성능 및 경제성도 요구되는 도시부 변전설비 등에서 휴먼프렌들리한 이 시스템의 유용성은 대단히 높은 것이라고 말할 수 있다.

끝으로 이 시스템 개발을 위하여 여러 가지 지도와 협력하여주신 관계자 여러분에게 감사사를 드립니다.

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.