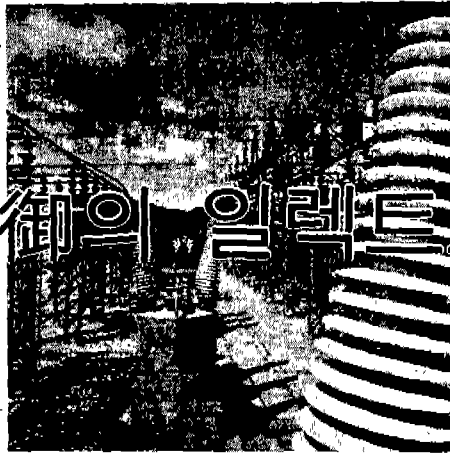


變電所 制御의 일렉트로닉스化



1. 머리말

變電所의 두뇌로, 신경계통을 관장하는 것이 배전반이다. 配電盤은 송수전선, 급배전선 등의 전력계통과 기기에 대한 보호, 감시 및 조작을 행하는 기능을 가지고 있다.

이와 같은 기능을 實行하기 위하여 종래에는 주로 많은 전통적인 기계식 보호계전기나 보조계전기를 사용하여 왔었다. 그러나 최근에는 마이크로 프로세서나 LSI로 대표되는 마이크로 일렉트로닉스(ME : Micro-Electronics) 技術이 급속한 발전을 이루고 있다.

이 마이크로 일렉트로닉스 기술을 응용하여 보호계전기에 디지털形을, 制御에는 프로그래머블 콘트롤러(PC : Programable Controller)를 사용한 배전반이 증가하고 있으며, 이에 의해 제어 기능의 다기능화와 신뢰성 및 보수성의 향상을 도모하고 있다.

이하, 마이크로 일렉트로닉스 기술을 응용한 신형 배전반에 대하여 그 개요를 소개하고자 한다.

2. 構 成

2·1 일렉트로닉스化의 目的

新形配電盤은 다음과 같은 효과를 기도하는 것이다.

(1) 小形化

종래의 배전반에 비하여 기구 스페이스를 축소할 수 있다. 이 때문에 변전소라든가 배전반을 更新하는 경우, 스페이스의 축소를 기할 수 있어서 用地를 効果적으로 사용할 수 있다.

(2) 高信賴化

자기진단기능을 갖게 하여 장치의 고장으로 인한 피해가 발생하기 전에 발견, 보수가 가능하여 신뢰성을 높일 수 있다.

(3) 低廉化

변전소 전체에 대하여 설치공간의 축소, 고신뢰화, 보수의 省力化 등으로 綜合 코스트를 저감시킬 수 있다.

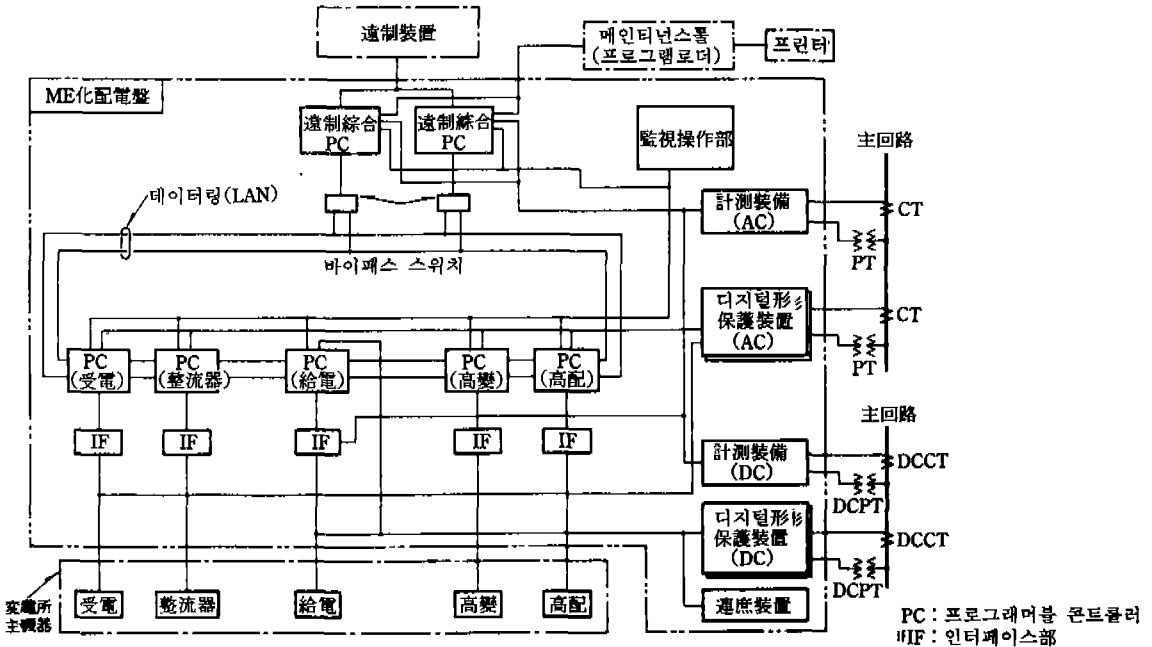
(4) 高融通性·高擴張性

기능의 대부분을 소프트웨어로 구성함으로써 설비의 증설이나 변경, 기능의 확장을 쉽게 할 수 있다.

2·2 시스템 構成

PC의 분할방법에 따라 여러 종류의 시스템 구성을 생각할 수 있으나 다음의 두가지 방식이 많이 채용되고 있다.

원격제어 결합, 受電, 정류기, 고압배전, 급전 등에 각각 PC를 분할 설치하는 방식(분할형)과 변전소 전체를 1대의 PC로 일괄제어하는 방식(일괄형)이다. 보호는 어느 경우에도 주회로 단위마다 유닛형 디



〈그림 1〉 分割形 시스템 構成例

지텔 보호계전기를 설치하고 있다.

2·2·1 分割形 시스템

그림 1에 구성예를 든다.

遠隔制御 결함용 PC는 二重系구성을 하고 있다. 使用系가 고장을 일으키는 경우에는 다른 系로 자동변환한다. 이것은 PC 고장시에 제어소로부터의 감시, 제어가 불가능하게 되는 것을 방지하기 위한 것이다.

기타의 PC는 二重系로서 각 주회로 단위마다 분산 배치하고 있다. 이것은 변전소 주회로기기의 欠長性에 대응하고, 위험을 분산하기 위한 것이다. 예를 들면 整流器 1호용 PC가 고장을 일으키더라도 整流器 2호로 열차의 運行을 확보할 수 있게 하는 것과 같은 것이다.

각 PC간에는 광섬유를 사용한 데이터링(LAN :

Local Area Network)을 구성하여 정보를 전달하고 있다.

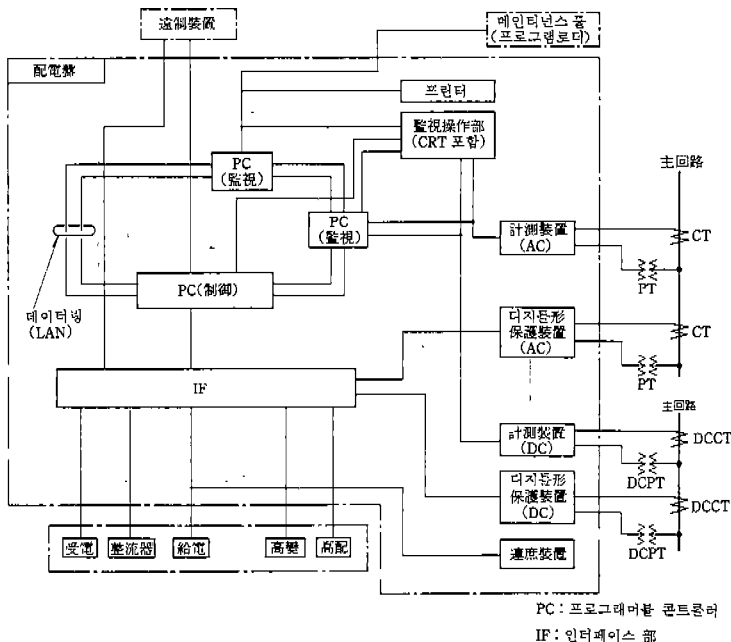
디지털형 보호장치는 유닛형을 주회로 회선마다 분할하여 二重系로 하고 있다. 단순한 보호계전기로서의 기능 이외에 주회로 기기의 고장요소도 도입하여 보호연동처리 기능을 부담시키는 경우도 있다.

2·2·2 일괄형 시스템

全制御 대상을 1대의 PC로 제어하므로 경제적이다. 반면에 PC의 처리능력면에서 보아 대규모 변전소에 적용하는 것은 어렵고 또한 尙장성이 없다. 檢測用 이라든가 CRT를 도입하는 경우에는 전용 PC를 설치하는 경우도 많다.

그림 2에 구성예를 든다.

이 경우에 檢測과 CRT용으로 전용 PC를 설치하고 있다. 또 제어용 PC는 一重系로 하고 와이어드 회로로



〈그림 2〉一括形 시스템 構成例

백업한다.

2.3 裝置構成

2.3.1 분할형시스템

(1) 분산배치형

정류기반, 급전반 등 주회로 별로 분할하고 있던 각 배전반에 그대로 PC라든가 보호계전기 등을 분산 장치한다. 설비 증설시에 쉽게 대응할 수 있는 이점이 있다. 그림 3에 대표적인 배전반 구성을 든다.

(2) 집중배치형

감시반, 制御連動盤, 보호연동반 등, 기능별로 분할하여 배치한 것이다. 조작성 향상을 도모한 것으로, 배전반을 일괄 更新할 경우에 적합하다. 그림 4는 대표적인 배전반의 예이다.

2.3.2 일괄형 시스템

2.3.1(2)에서 기술한 “집중배치형”과 같은 盤

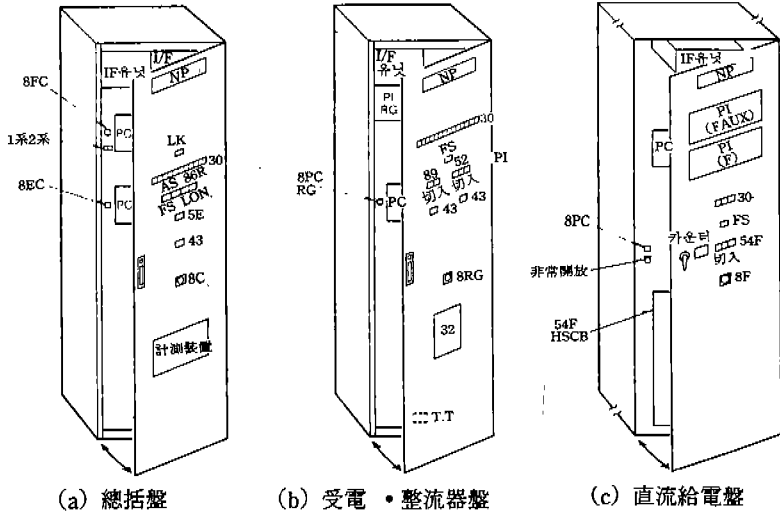
構成으로 되어 있다.

3. 制 御

3.1 監視操作

종래의 맨-머신 인터페이스는 檢回式조작개폐기, 기계식 고장표시기, 아날로그식 계기에 의하여 구성 되어 있었다. 신형배전반에서는 조작개폐기는 LED 照光式 푸시버튼 개폐기를 채용하여 소형화를 도모함과 아울러 조작개폐기의 상태를 PC에 입력하여 PC로 연동처리하고 있다. 전원개폐기, 급전공용변환 개폐기는 종래의 檢回式을 사용하고 있다.

고장표시는 집합형 LED 표시 등을 채용하여 고장발생상황을 쉽게 알 수 있도록 하고 있다. 計測은 종래, 각종 배전반에 분할되어 있던 계기, 기록계기를 집합시킨 계측장치에 의하여 행하고 있다. 장치 본체로 日報·月報 등의 작성이 가능하고 보수작업



〈그림 3〉 配電盤器具 切入實製圖(分散配置形)例

경감에 하나의 역할을 맡고 있다. 사고전류 파형측정 등의 保 全 데이터 수집기능도 겸비하고 있다.

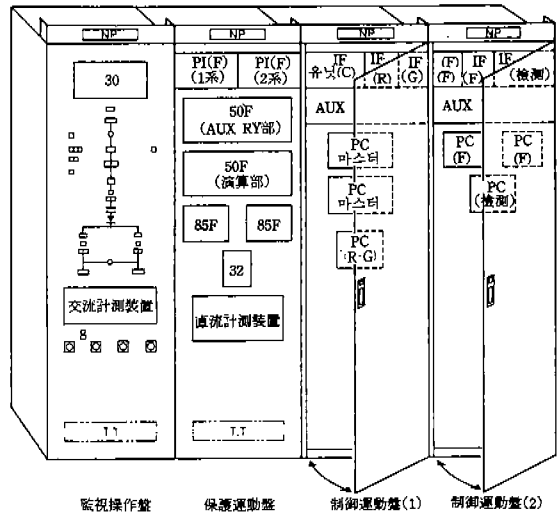
CRT를 사용한 시스템에서는 PC로 처리한 고장, 조작기록, 계측 데이터를 표시하고 있다. 이들 데이터는 盤에 부착한 프린터로 프린트할 수도 있다. 또한 배전반의 이상발생 부위를 표시하는 것도 가능하고 異常의 조기 복구, 保 全성의 향상을 도모할 수가 있다.

3·2 制御運動

3·2·1 構 成

종래의 電磁 릴레이 결합에 의한 시퀀스 제어 대신, 시퀀스 기능 및 수량연산기능을 갖고, 소프트웨어에 의한 프로그램 처리를 하는 범용 소형 PC(MEL-SEC-A) 및 레벨 변환, 절연, 신호변환을 하는 인터페이스부에 의하여 구성되어 있다.

인터페이스부는 핫키플러, 소형 릴레이를 프린트 基盤에 정착, 유니트화하여 표준화하고 있다. PC를 채용함으로써 설비의 증설, 변경에 대하여 쉽게 대응하고 또한 高信賴度化를 도모하고 있다.



〈그림 4〉 配電盤器具 實製圖(集中配置形)例

표1에 PC의 시방을 예시한다.

3·2·2 機 能

PC 및 인터페이스부에서 實現되고 있는 기능을 아래에 예로 든다.

(1) 제어기능

(a) 마스터국에서 수신하여 광 데이터링을 경유, 당해 로컬국에 송신하여 制御를 실행하는 처리로는 다음과 같은 것이 있다.

- (i) 원격제어장치로부터의 제어지령
- (ii) 감시조작부로부터의 비상정지지령

*(b) 당해 로컬국 단독으로 하는 처리

- (i) 직접조작에 의한 기기제어
- (ii) 停電・復電運動
- (iii) 고압예비대기제어

(2) 표시 기능

(a) 로컬국에서 입력한 정보를 광 데이터링을 경유하여 마스터국에 송신하고 마스터 국에서 표시합성하는 처리로는 다음과 같은 것이 있다.

- (i) 원격제어장치에의 기기상태, 고장표시
- (ii) 경보처리
- (iii) CRT 화면에의 표시

(b) 당해 로컬국에서 행하는 표시합성처리

- (i) 감시조작부의 기기상태표시
- (ii) 고장표시

(3) 保護運動機能

보호는 기본적으로 보호 릴레이에 의하여 행하고 있으나 일부 PC가 보호연동기능을 담당하고 있다.

(a) 고장 발생시의 단로기 개방 등의 이차연동개방(차단기는 보호 릴레이로 직접 개방)

(b) 기기 鎖錠 고장발생시의 당해 차단기, 단로기에의 투입鎖錠

(c) 인접변전소에 대한 연락차단 발신조건인 합성

(d) 급전용 고속도차단기 재폐로시에 고장선택장치(50F)의 불필요 동작을 방지하기 위한 검출감도 변경지령의 송출

(e) 급전회로 및 고압배전회로의 再開路 처리

(4) 상시감시기능

범용의 자기진단기능 이외에 장치의 이상발생, 기기의 誤制御방지 등을 위하여 상시감시기능을 부가시키고 있다. 그 一例를 아래에 든다.

〈표 1〉 PC시방의 예

품 명	시 방
마스터局 (PC)	제어방식 : 스트어드프로그램 반복연산 프로그램언어 : 시퀀스 제어전용언어 처리 속도(시퀀스 명령) : 2.5μs 이하/스텝 시퀀스프로그램 용량 : 1.6k 스텝 이상 입출력 점수 : 512점 이상 CPU : 16비트 마이크로프로세서
로컬局 (PC)	제어방식 : 스트어드 프로그램 반복연산 프로그램 언어 : 시퀀스 제어전용언어 처리속도(시어퀀스 명령) : 5.6ms 이하/스텝 시퀀프로그램 용량 : 최대 4k 스텝 입출력 점수 : 최대 480점 CPU : 16비트 마이크로프로세서
光 바이패스 스위치	二重化된 마스터국을 LAN에 접속함을 변환하는 스위치 통신속도 : 1.25Mbps 전송로형식 : 二重 루프방식
光 데이터링(LAN)	통신속도 : 1.25Mbps 전송용량 : 비트 정보 1,024점 워드 정보 512점 전송로형식 : 二重 루프 또는 부스방식 최대전송케이블 길이 : 국간 1km(총 연장 10km) 접속 스테이션 수 : 최대 65국 사용 케이블 : 光 케이블

(a) 원격제어장치로부터의 제어지령 입력은 그 펄스 폭을 측정하여 一定報時限 이상의 입력이면 D/I 불량으로 보고를 변환한다. 일정시한 이하의 입력에 대하여는 노이즈로 간주하여 입력을 무효로 하고 있다.

(b) 원격제어장치에의 表示出力, 기기에의 제어출력은 출력의 피드백을 체크하여 소프트 이미지와 피드백 입력이 일치함으로써 각 출력을 유효로 하는 처리를 하고 있다. 불량시에는 系 변환, 제어 로크를 하고 있다.

(c) 데이터링을 통하여 PC간에서 체크용 데이터의

갱신유무를 감시하며, 데이터링을 감시하고 있다.

(5) 데이터 수집기능

기기(차단기, 단로기별) 투입, 개방용동시간 측정, 차단기의 조작 또는 사고차단 판별(동작회수 측정)을 하고 있다. 데이터 표시는 메이티너스틀 "A6GPP"를 접속하여 행하고 있다.

전압, 전류, 사고전류파형 등의 計測은, 별도 설치한 계측장치에 의해서 하고 있다. 이들 데이터를 원격 제어장치에 전송하기 위하여 계측장치와 PC간을 파탈렐 부호로 결합하여 데이터를 수집하고 있다.

4. 保 護

4.1 디지털형의 채용

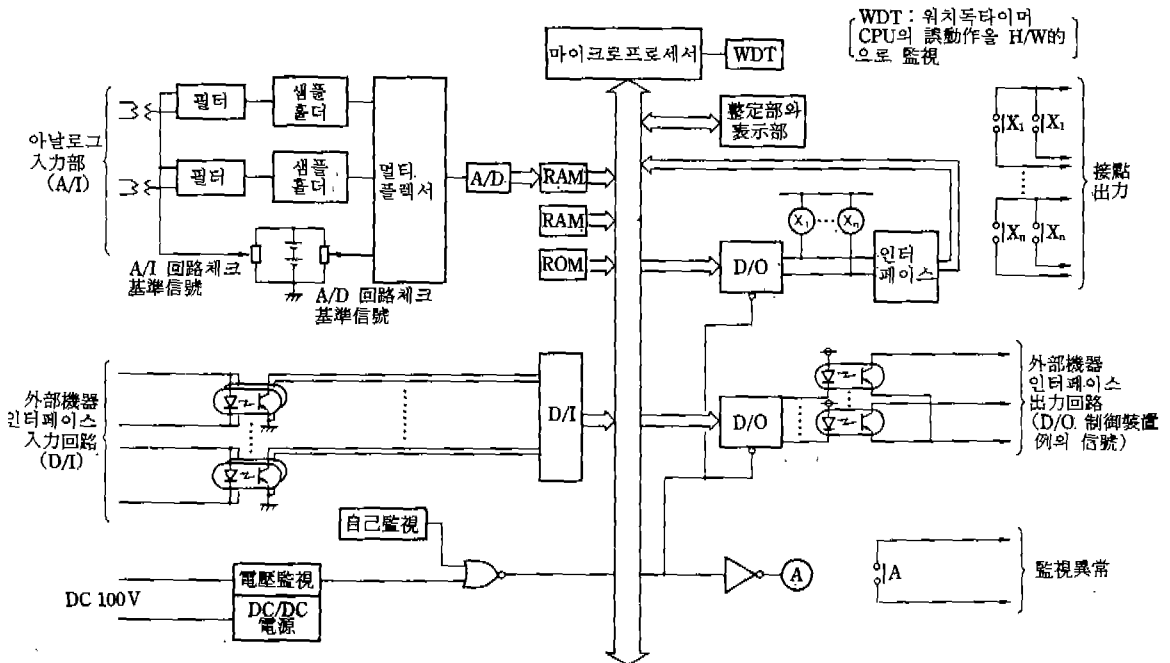
전철변전소의 보호 릴레이는 주로 기계식보호 릴레이를 사용하고 있었으나 전력계통의 거대화, 복잡

화에 따라 그 중요성이 재인식되어 고신뢰도화, 고성능화 등에 대한 검토가 추진되어 왔다. 그리하여 성능면에서 우수한 半導體의 장점을 살리고 또한 상시감사 등에서 신뢰성을 가진 트랜지스터형 보호 릴레이가 채용되어 보호 시스템에 큰 신뢰성을 주게 되었다. 그래도 역시 계통확대와 더불어 종합화, 시스템화라고 하는 새로운 수요에 대응하기가 곤란해짐에 따라 디지털형의 채용이 추진되어 왔다.

디지털형 보호 릴레이는 성능, 신뢰성, 보수면 뿐만 아니라 종합적으로 본 경제성에서도 그 우수성이 트랜지스터형을 능가하며, 전철변전소에서도 主流가 되어 가고 있다. 종래, 전철변전소의 디지털 형 보호 릴레이의 하드웨어 구성은 보호요소를 집중화한 장치형이 채용되어 왔다.

근래, 전철분야에서는

(1) 변전소 스케틀이 어느 정도 표준화되고 있다.



<그림 5> 디지털形 保險裝置의 基本構成

(2) 공장성의 확대

(3) 위협분산

등과 같은 주회로 단위(受電回線, 정류기 뱅크, 고압배전용 변압기 뱅크 등)의 보호요소를 수용한 유닛형이 채용되게 되었다. 이른바 “집중보호방식”으로부터 “분산보호방식”으로의 履行이다.

4·2 유닛형 디지털 保護裝置(MULTICAP-R)

전철변전소용으로 개발한 유닛형 디지털 보호장치 MULTICAP-R(Multiple Control and Protection Systems-Railway)는 1대의 하드웨어로 一重化 시스템이고, 2대를 사용함으로써 二重化 시스템을 구성할 수가 있다. 그림 5는 하드웨어의 기본구성을 나타낸다.

이 장치는 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

(1) 각 주회로 보호에 적합한 릴레이 요소를 한 유닛에 수용하고 있어 설비의 콤팩트화를 기할 수 있다. 유닛의 종류를 표 2에 표시한다.

(2) 과전류 한시요소는 反限時, 강반한시, 定限時의 세 종류의 특성을 선택할 수 있고 부하에 맞는 계통의 보호협조가 쉽게 된다.

(3) 歪波대책이 있어 전철변전소 특유의 歪波에 대해서도 안정된 동작특성을 얻을 수 있다.

(4) LCD에 의한 整定値 표시, 이상 검출 항목, 동작요소명, 보호 릴레이 동작시의 각종 전기정보를 표시하는 서비스 표시 기능을 갖고 있다.

5. 今後의 展望

마이크로 일렉트로닉스 기술을 配電盤에 적용하는 영역이 확대됨에 따라 제어기능의 충실, 신뢰성, 보수성의 향상을 도모하게 되었다. 금후 변전소 내의 기능뿐만 아니라 전력관리 등 상위 시스템과의 기능분담을 고려한 최적 시스템 구축이 필요하게 될 것으로 생각된다.

이를 기초 시스템으로 하여 변전소의 인텔리전트

〈표 2〉 유닛형 디지털 보호장치의 종류

종류(용도)	보호계전기 요소
수 전 용	51R/50R (二相)
	51GR (零相)
정류기용	51/50LH (二相)
	51C/50C (二相)
	27 (단상)
수전·정류기용	51/50LH (二相)
	51C/50OC (二相)
	51G (領相)
	27 (단상)
고압배전 변압기용	51DP/50DP (二相)
	51DS/50DS (二相)
	27H (단상) 64L (零相)
고압배전선용 (삼상회선용)	51L LH (二相)
	27L (二相)
	67G (零像)
고압배전선용 (단상회선용)	51S LH (단상)
	27L (단상)
	64 DS/64 LS (零相)

화라든가 인공지능응용에 의한 지령업무, 보수업무의 한층 더 높은 합리화, 근대화 등을 指向한 시스템이 될 것이라고 생각한다.

6. 맺음말

이상, 신형배전반에 대하여 그 개요를 소개하였다. 일렉트로닉스 기술의 진보에 따라 변전소 제어가 종래에 없었던 새로운 가치(기능, 성능)를 부가하게 되었고 이미지를 새롭게 하고 있다고 할 수 있다. 금후에도 技術向上을 도모하여 수요자들의 요구에 대응하면서 보다 高品位의 제어 시스템을 시장에 제공할 계획이다.

本稿는 日本 三菱電機(株)의 諒解下에 번역한 것으로서, 著作權은 上記社에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.