

# 디지털형 MOTOR CONTROL CENTER 개발

변영복 · 조기연 · 김요희  
한국전기연구소

## Development of a Digital Motor Control Center

Young-Bok Byun, Kee-Yeon Joe, Yo-Hee Kim  
Korea Electrotechnology Research Institute

### ABSTRACT

Drive malfunction take many forms and every possible one must be protected against. Until recently a separate analog device was needed for each type of malfunction. In this approach to simplified, more reliable motor-circuit protection and control, a microprocessor's digital controller for motor control center simultaneously examined most of the possible sources of circuit trouble and has more efficient functions (sequence control, display) than the conventional motor control center.

The result of standard surge tests provided a realistic evaluation of the surge withstand capability of equipment.

### 1. 서론

Motor Control Center(MCC)는 600V 이하의 전동기나 저항부하등의 개폐제어 및 보호를 목적으로하는 다단적 폐쇄배전반이다.

최근 산업설비 및 전기설비는 대형화와 함께 자동화, 성력화 됨에 따라 MCC에도 신뢰도면에서 그 중요도가 증대되어 고도의 기능과 안전성이 요구되고 있다. 따라서 당 연구소에서는 간단한 개폐제어 기능과 Thermal Relay에 의한 보호기능만을 가지고 있는 기존의 MCC를 고기능화, 고신뢰도화 시키기 위하여 Microcontroller 를 채용한 MCC용 Digital

Controller를 개발하였다. Digital Controller는 삼상부하전류 및 영상전류를 검출하여 과부하, 순시과전류, 걸상, 부족전류 및 누전등에 대하여 부하를 보호하는 검출,보호기능과 Controller의 오동작을 방지하여 MCC의 운전상태를 집중표시하는 감시, 표시 기능 및 기동 Unit별 Sequence 제어, 순간정전 복구 기능등 MCC에서 요구되는 모든 조작,제어기능을 제공한다.

본 논문에서는 2장에서 MCC의 필요기능에 관하여 간단히 서술하고 3장에서 개발된 디지털형 MCC의 구성 및 특성에 관하여 논하였다. 4장에서 성능 및 신뢰도 시험결과를, 5장에서 결론을 서술하였다.

### 2. MCC의 필요기능

MCC는 저압부하의 개폐제어 및 보호를 목적으로 하는 전원공급설비로서 조작의 안전성, 보수점검의 용이성, 장치확정의 편리성 뿐만 아니라 장치가 작고 단면적을 작게 차지하는 다단적 폐쇄배전반이므로 각종 산업설비 및 건축설비의 전동기, 조명 및 저항부하를 집중제어하는데 많이 사용된다.

MCC의 주 기능은 부하의 전원공급을 위한 개폐 및 기동제어 기능과 Thermal Relay 에 의한 보호기능으로 대별할 수 있다. 그러나 신뢰도 면에서 MCC의 중요도가 증대됨에 따라 보호기능의 강화가 요구되고 있다. 특히 전동기 보호를 위해 과부하 및 순시과전류, 걸상, 부족전류, 누전등에 대한 다양한 보호기능이 요구되나 MCC Unit의 한정된 공간과 강재성으로 인해 여러대의 아나로그 보호계전기불 취부하기

어렵다.

이러한 문제점으로 인하여 Microprocessor에 의해 여러 보호기능을 복합적으로 수행하는 디지털 보호계전 방식의 적용이 요구되고 있다. 이와 함께 운용의 다양성과 용이성을 추구한 조작, 제어기능 및 집중표시기능과 시스템 신뢰성 향상을 위한 감시기능등을 복합적으로 수행하는 다기능 Digital Controller의 필요성이 대두되었다. 반면 Digital Controller는 전기적 환경이 열악한 배전반에 취부되기 때문에 서-지 및 노이즈에 대한 신뢰도 문제가 야기된다.

### 3. 디지털형 MCC의 구성 및 특성

그림1은 디지털 MCC의 구성도이다. Digital Controller (MPC)는 Current Converter (MCT)와 조합하여 삼상부하선류의 이상을 검출하며 ZCT와 조합하여 누전을 검출한다. 부하정격전류는 1A에서 1000A까지 정정이 가능하다. Input Circuit는 부하 운전상태를 감지하며 사용자는 Setting Circuit의 조작에 의하여 Digital Controller가 다양한 부하에 적용될 수 있게 정정할 수 있다. CPU는 이

러한 주변상태를 감지하여 집중표시장치인 Device Panel로의 신호전송, MCC 제어신호출력등 전체적인 기능을 제어한다. Software의 Main flow chart는 그림2와 같다. 순간정전과 누전 사고는 Interrupt routine에 의해 수행된다.

본 Digital Controller는 직입, 가역, Y-Δ, 직입 복합등의 Unit에 모두 적용될 수 있도록 Sequence 제어기능이 구비되어 있으며 기존 MCC와의 접속이 간단하다. 그 한 예로서 그림3은 Y-Δ 기동 Unit의 접속도이다. Y-Δ 기동 Unit에는 1~60초 사이 설정할 수 있는 Y-Δ 변환을 위한 Time switch 기능을 가지고 있다. 이외의 조작, 제어기능으로는 순간정전 복구기능, 타설비와의 연동을 위한 고장 정보 신호의 외부출력기능, 배전반과 제어반에 손상을 주는 외부요인에 대하여 MCC를 보호하기 위한 외부요인 Trip기능, 고장 후 Reset 기능등이 있다. 부하 및 설비용량의 특성에 맞는 순간정전 복구를 위하여 0~3.5초의 순간정전 인식범위와 0~60초 사이의 재급전 후 재시동 시간을 선정할 수 있다.

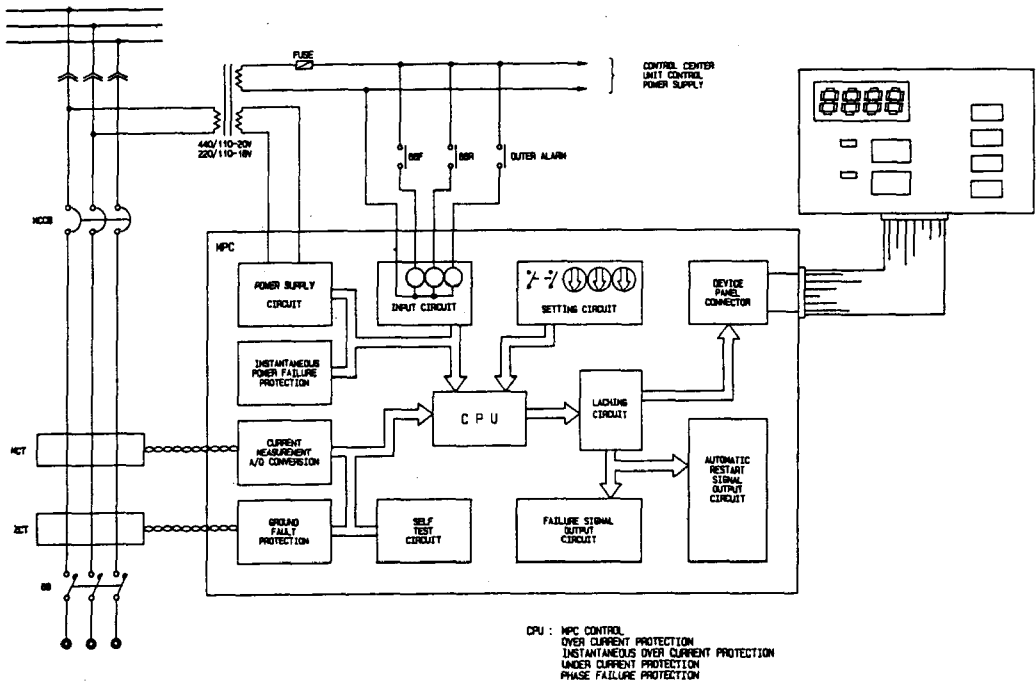


그림 1. 디지털형 MCC의 구성도

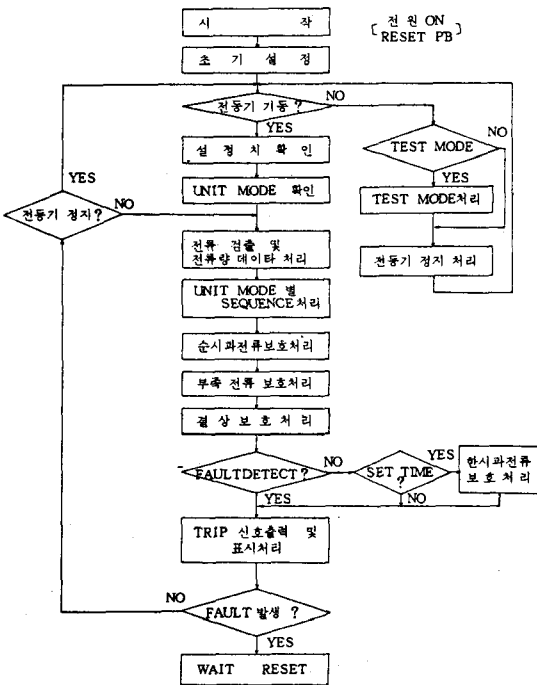


그림 2. Main Flow Chart

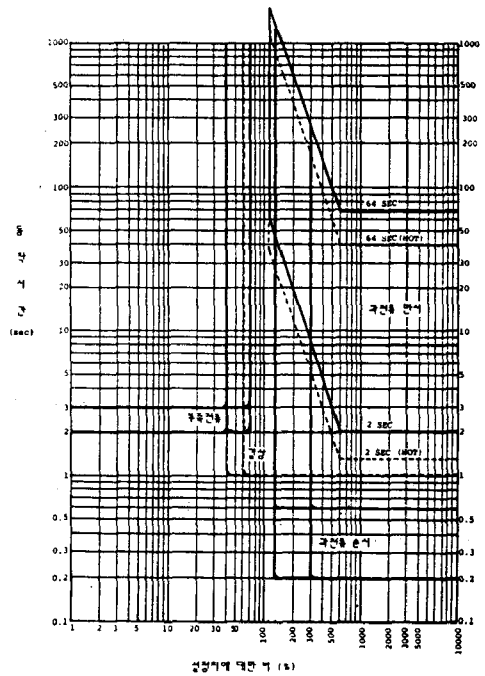


그림 4. 보호특성

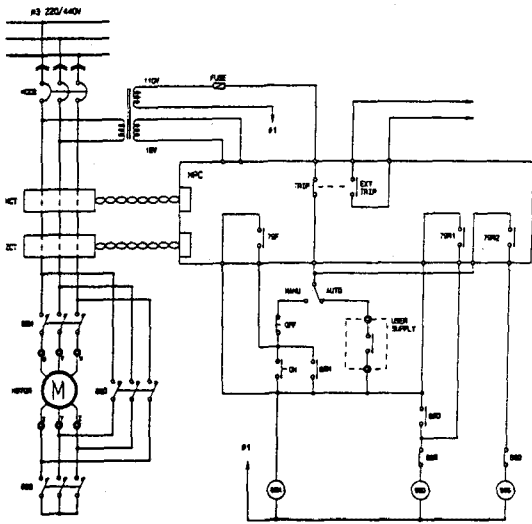


그림 3. Y-Δ Unit의 접속도

Digital Controller는 누전보호와 함께 그림 4와 같은 특성을 가지는 순시 및 한시 과전류, 결상, 부족전류에 대한 보호를 복합적으로 수행한다. 누전의 정격감도전류는 30, 100, 200, 300mA 중에서 절체식으로 선택할 수 있으며 정격동작 전류 및 최대 부동작 전류는 각각 정격 감도전류의 50~100%와 50%이다. 동작시간은 100ms 이하이다. 전동기 가

동의 실패, 과부하등으로 부터 전동기를 보호하기 위한 한시과전류 보호는 '1.2t=일정' 특성에 따라서 16가지 선택이 가능하여 일반특성과 Hot 특성을 선택할 수 있다. 특히 빈번한 ON-OFF를 하는 경우에도 축열량 (1.2t)의 가감에 의하여 전동기 보호가 가능하다. 순시과전류의 정정은 125, 200, 300% (정격 부하전류에 대한 부하전류의 비) 에서 선택할 수 있으며 전동기 가동시의 동작을 막기 위하여 2~64초 사이에서 Interlock 시간을 설정할 수 있다.

Digital Controller는 Device Panel을 통하여 부하전류 및 부하정격전류 설정치를 나타내며 부하의 운전상태, 고장요인 및 순간정전 재복구 중, 시스템의 정상운전 상태등을 LED로 집중표시한다. 또한 Watch Dog 기능과 Test 기능에 의하여 Hardware 및 Software의 비정상적인 수행에 의한 오동작을 방지하는 감시기능이 있다.

### 4. 성능 및 신뢰도 시험

#### 4-1. 보호기능의 동작 특성

개발된 시작품에 보호기능의 동작특성에 대한 성능시험을 한 결과 그림4의 설정치에 대해서 ±5%

이내의 오차를 가지는 양호한 결과를 얻었다.

4-2. 서-지 및 노이즈에 대한 신뢰도 시험

시작품에 대한 서-지 및 노이즈 시험을 위하여 IEEE Std-472 (ANSI C 37.90a-1975:IEEE Guide for Surge Withstand Capability Test), IEEE Std-587-1980(IEEE Guide for Surge Voltage in Low-Voltage AC Power Circuits) 규격에 의한 성능시험을 행하여 오동작 및 파손의 경우가 없는 양호한 결과를 얻었다. 서-지 및 노이즈에 대한 Hardware 대책으로는 절연트랜스의 사용, Filtering Circuit의 부가, Oscillator 구성상의 고려, PCB 설계상의 고려등 많은 방법이 있으나 그림5에서와 같이 완벽하게 차단하기는 어렵다. 이와 같이 유입된 서-지 및 노이즈에 대하여 시스템이 안정된 동작을 하기 위한 Software 적인 대책으로서 Software filtering, Watch dog function, error data 판별등 프로그램 작성시 세심한 배려를 하였다.

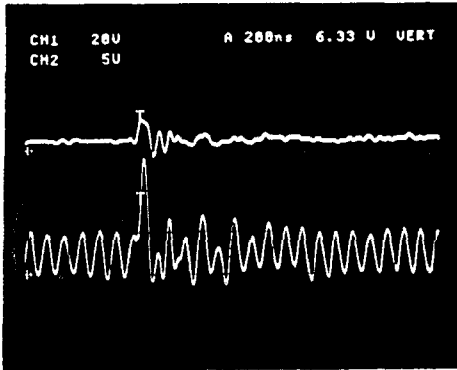


그림 5. Controller의 +5V DC 전원과 Clock의 서-지에 의한 영향  
(IEEE Std-472 Transverse Mode, 인가 서-지의 최대전압 3.0KV)

5. 결 론

개발한 디지털형 MCC는 부하의 보호, 제어, 감시에 필요한 모든 기능을 제공하여 운용의 다양성과 용이성, 안정성 및 신뢰성을 확보하므로써 선동기의 소손이나 부적절한 동작에 의한 손실을 최소화 시킬 수 있다.

배전반 및 전력계동에 취부되는 전자기기의 취약

점인 서-지 및 노이즈에 대한 대책을 위해서는 Hardware 뿐만 아니라 Software 적인 배려를 하여야 한다.

디지털형 MCC는 고기능화에 따른 적용효과가 큰 반면 기존 MCC에 Digital Controller가 추가적으로 장착됨으로써 경제성 문제가 대두되기 때문에 그 선택여부는 부하설비의 중요도에 따라 달라진다. 디지털형 MCC를 더욱 고기능화시키고 경제성 문제를 해결하기 위해서는 Group Control 및 집중감시제어에 필수적인 통신기능의 부가 및 집중 감시제어 시스템의 개발이 뒤따라야 할 것이다. 또한 표준화, 상업화, 수요확산을 위해서는 관련규격의 제정이 시급하다.

참 고 문 헌

- 1) Protective Relays Application Guide, GEC Measurements, 1982.
- 2) Embedded Controller Handbook, Intel, 1988.
- 3) Malien, R. L., " Microprocessors Provide Custom Motor Protection", Power (USA), Vol. 128, No7, pp.121~4, 1984.
- 4) Iiyoshi, S., "TCC-849 Motor Control Center", Takaoka REV., Vol.33, No.1, pp 67~9, 1986