

전자식 모터제어 시스템 개발

이성환*
현대중공업(주)*

이석주**
KIST 지능제어연구센터**

A Development of Electronic Motor Control Systems

Sung-Hwan Lee*
Hyundai Heavy Industries*

Seok-Ju Yi**
KIST Intelligent System Control Research Center**

Abstract - The previous MCC's have the demerits of high cost and much manhour for rework because they are impossible for the standardization of products and have many manual connections. The customers require the products which can operate in connection with SCADA system by digitalizing the functions of the current MCC's and are systematized with capability of remote control. To solve these disadvantages and requirements, we developed the Electronic Motor Control System according to starting type for applying to fields based on this. This system has the various functions such as protection, measurement, and communication. Using these functions, it can monitor motor status through communication with the upper system and define the circuit for lower connection cost according to starting type and shorter manufacture period by program. The development of this product results in establishment of competitive structure with domestic competition and perfect automatic monitoring through linkage with SCADA system. In addition, it provides the comparable dominancy of receiving on orders in switch gear and adaptability to change of MCC market in Japan and Europe.

준화로 제작공수 절감 및 납기를 단축하여 제품의 원가 절감 및 제품 경쟁력을 배가하였다. 그림 1.은 전자식 모터제어장치의 전면부를 나타낸 그림이다.

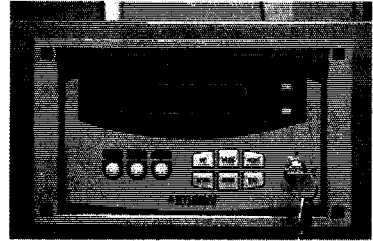


그림 1. 전자식 모터제어장치

1. 서 론

2.1 MCC UNIT(MCC BUCKET)

최근 배전계통이 다양화 되고 있는 추세로 고객들이 현 MCC를 SCADA와 함께 운전할 수 있는 SYSTEM화된 제품을 요구하고 있는 실정이다. 또한 현 MCC는 Project마다 Sequence가 달라 제품 표준화가 불가능하여 수작업 결선이 많아 재료비 대비 공수비가 높다. 고객요구에 의한 Revision이 많고, 제작업 시 많은 공수가 소요되는 문제점 또한 가지고 있다. 이러한 기존 MCC의 문제점을 개선하기 위한 본 제품의 개발 목표는 1) 결선회로를 Program에 의해 정의하고, 2) 보호, 계측, 통신 기능을 내장하고, 3) 상위 시스템과 통신에 의한 접속으로 Motor Status를 감시하고, 4) 기동방식별 결선의 표준화로 제작공수 절감 및 납기단축하고, 5) 디지털화된 MCC System을 국산화 개발하여 원가절감 및 제품경쟁력을 배가하는 데 있다.

기존 MCC BUCKET은 그림 2.와 같이 MCCB, EOGR, MC, TIMER, KEY, LAMP 등 여러 가지 부품이 전기적 SEQUENCE에 의해 결선되어 있어, 제작에 많은 시간이 소요되며, 납품후 고객의 요구에 의해 전기적 SEQUENCE가 수정되면 MCC BUCKET을 수정하기 위해서 많은 작업 공수가 필요하게 된다. 또한 제품의 표준화가 어렵다.

이러한 BUCKET 구조를 개선하기 위해 그림 3.에서와 같이 기존에 복잡하게 구성되었던 여러 가지 부품(MCCB, EOGR, MC, Lamp)을 HIMC-SUPER로 표준화함으로써 그림 4.에서 보는 바와 같이 MCC BUCKET Size의 축소와 전기적 Sequence 수정으로 인한 작업 공수 및 설치비용을 줄일 수 있었다.

2. 전자식 모터제어장치

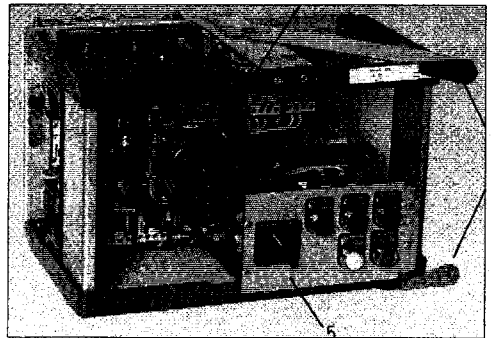


그림 2. 기존 MCC BUCKET

전자식 모터제어장치는 기존 MCC(Motor Control Center)의 문제점을 개선하기 위해 1) 결선 회로를 Program에 의해 정의하고, 2) 보호, 계측, 통신기능을 내장하고, 3) 상위 시스템과 통신에 의한 접속으로 Motor Status를 감시하고, 4) 기동 방식별 결선의 표

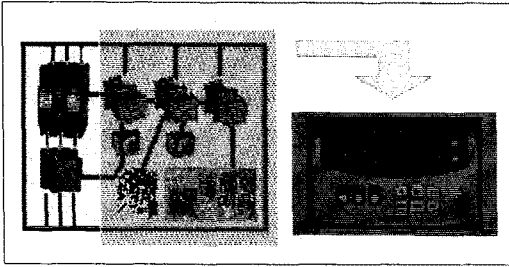


그림 3. 개선된 MCC BUCKET의 개념도

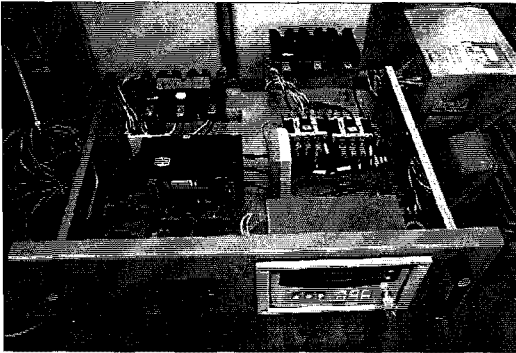


그림 4. 개선된 MCC BUCKET

2.2 기능

전자식 모터제어장치는 부하인 모터의 구동방식에 따라 직입기동, 정역기동, Y-△기동, HIGH-LOW SPEED 기동으로 나뉘며 모든 TYPE을 PSE-100으로 작성된 도면을 다운로드하면 된다. 계전 기능은 열동형계전기(THR), 저전류계전기(UCR), 역상과전류 계전기(NSR), 과부하보호용 과전류계전기(51LR), 단속계전기(NCHR), OCR, OCRG가 있고, 각상의 전류를 표시하는 계측 기능 및 여러 상태를 표시하는 디스플레이 기능이 있다.

(1) 직입 기동

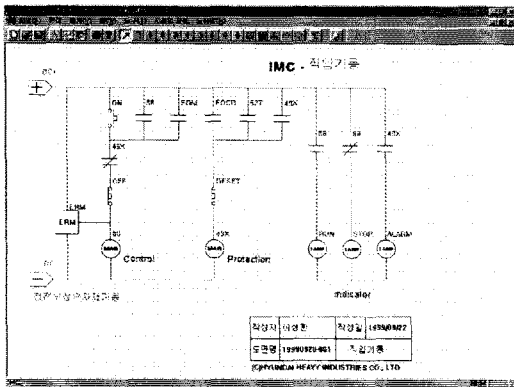


그림 5. 직입기동 전기도

그림 5.와 같이 직입 기동은 모터를 기동시키고 정지시키는 역할을 담당한다. ON(RUN) 스위치를 누르면 모터가 기동하고, 전자식 모터제어 장치의 위의 도면대로 구동한다.

모터의 전류를 감시하며 사고시 계전기능이 동작하여 전류를 차단하여 모터를 보호한다. 또한 순간 정전시

SETTING된 ERM의 값에 의해 재기동시 ON(RUN) 스위치를 누르지 않아도 정해진 시간 경과 후에 자동 기동한다.

ON - OFF 스위치는 전자식 모터제어장치에서 기동할 수 있으며, 디지털 입력으로 받아 원격리에서도 기동 및 정지시킬 수 있다.

2.3 모터 보호 알고리즘

모터를 보호하기 위한 계전 알고리즘으로 Thermal Overload Relay(49), Locked Rotor & Too Long Start Relay(51LR), Negative Sequence Relay(46), Under Current relay(37), Overcurrent Ground Relay(50N, 51N), Instantaneous Overcurrent Relay(50), Notching Relay(66)등을 내장하고 있다. 각 계전기의 전류-시간 특성곡선을 그림 6.에 나타내었다. Thermal Overload Relay(49)의 동작특성은 모터가 정상운전상태일 때 적용되며 식 1.에 의해 동작한다.

$$t = \tau \cdot \ln \left[\frac{I^2 - I_p^2}{I^2 - (k \cdot I_B)^2} \right] \quad (1)$$

여기서, t : 동작시간 τ : 모터 열시정수
 I_B : 모터 정격전류 I : 모터의 부하전류
 I_p : 고장전의 부하전류 k : 보증계수

Locked Rotor & Too Long Start(51LR) 계전기는 모터의 대표적인 과부하 상태인 회전자 구속상태를 보호하는 회전자구속 보호요소와 기동시의 과전류(기동전류)를 검출하여 모터를 보호하는 시동전류 보호요소로 구성되었다. 회전자 구속보호는 열적동작 특성을 가지므로 충분한 시간 간격 후에 작동하게 된다. 전류와 시간은 기계적인 부하의 변화와 단락회로로 인한 오동작을 피하기 위해 충분히 크게 설정되어야 한다. 시동전류 보호요소의 동작 특성은 초반한시 특성을 따르며 초반한시 동작시간은 식 2.에 의해 동작한다.

$$t = M \frac{K}{\left(\frac{G}{G_s} \right)^a - 1} \quad (2)$$

여기서, t : 동작시간 계산치 M : 시간설정변수
 K : 계전기 특성상수 a : 특성곡선 지수
 G : 입력치 G_s : 정정치

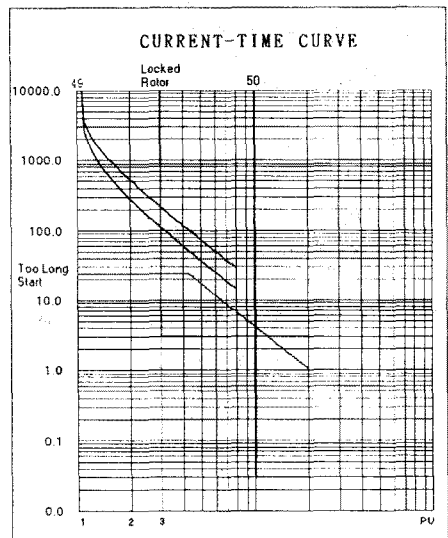


그림 6. 계전기 전류-시간 특성곡선

2.4 전자식 모터제어 시스템

그림 7.은 전자식 모터제어 시스템의 구성도를 나타낸다. 전자식 모터제어 시스템은 C에서 작성한 Sequence Logic을 RS232/485 Converter를 통해 동시에 32개의 전자식 모터제어 장치에 Down-Load /Up-Load 할 수 있고, HDLC 통신을 통해 전자식 모터제어 장치 Data를 통신제어 장치에서 수집하여 상위 시스템과 연결된다. NPS(Network Printer Server)를 통해 Printer와도 연결된다.

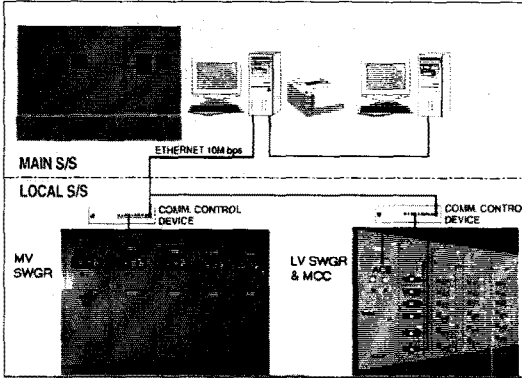


그림 7. 전자식 모터제어 시스템 구성도

3. Programmable Sequence Editor

Programmable Sequence Editor(PSE-100)는 PC(Note-Book)에서 Target인 전자식 모터제어 장치에게 정해진 Protocol에 의해 Data를 전송한다. PSE-100은 전기도면을 작성하여 Compile 한후, HMC-SUPER로 DownLoad하면 전자식 모터제어 장치는 이 전기 도면의 Sequence대로 작동한다. 또한, PSE-100은 전자식 모터제어 장치를 32대까지 Multi-Drop으로 묶어, 이미 작성되어진 전기 도면을 DownLoad할 수 있으며, 전자식 모터제어 장치로부터 Data를 읽어 어떠한 전기 도면 인지 확인할 수 있는 기능을 가지고 있다.

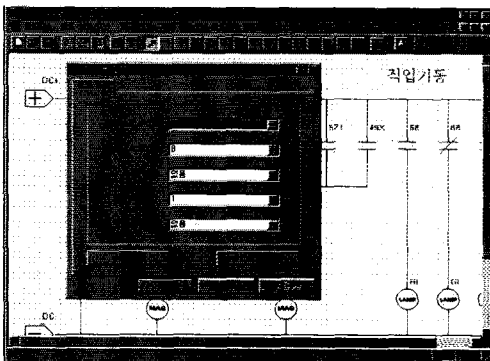


그림 8. Programmable Sequence Editor 화면

4. 결 론

전자식 모터제어 장치 개발에 따른 각 부분별 결과는 다음과 같다.

- 1) 기동 방식에 따른 모델의 다양화를 통해 제품의 상품화 및 양산화가 가능하도록 하였다.
- 2) 과전류, 결상, 지락, 순시전류, 부족전류 등으로부

- 3) 원격운전, 순시정전 후 자동기동, Trip, 경보신호출력 기능을 디지털 방식을 통해 구현하였다.
- 4) Motor 운전상태(운전, 정지, Trip), 전류 계측치 (Motor 실전류 표시와 Motor 정격에 대한 %치 표시), Trip 발생시 Event 표시 기능을 구현하였다.
- 5) SCADA 시스템과 연계할 수 있도록 통신 접속 기술을 구현하였다.
- 6) 저가 CPU를 이용한 I/O 확장기술을 구현하였다.
- 7) 결선 회로를 Program에 의해 정의할 수 있는 Programmable Sequence Editor를 자체 기술로 개발하였다.
- 8) Programmable Sequence Editor와 전자식 모터제어 장치간 Down Load 및 Up Load할 수 있도록 인터페이스 통신 기능을 구축하였다.
- 9) 신형 MCC BUCKET의 구조에 맞는 CASE를 설계하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] Sam F. Farag, M.K. Jhaveri, "Intelligent Micro-processor-Based Devices Provide Advanced Motor Protection, Flexible Control, and Communication in Paper Mills", IEEE Trans. Industry Applications, Vol. 33, No 3, May/June, 1997.
- [2] Sam F. Farag, Robert G. Bartheld, and William E. May, "Electrically Enhanced Low Voltage Motor Protection and Control", IEEE Trans. Industry Applications, Vol. 30, No. 3, May/June, 1994.