
모터제어센터의 효율적인 운영을 위한 실시간 관리 시스템의 설계 및 구현

이 태 오*

Design and Implementation of Real-Time Management System for Efficient Operation of Motor Control Center

Tae-Oh Lee*

이 논문은 2006년도 중소기업기술혁신개발사업의 위탁연구비를 지원받았음

요 약

본 논문은 모터제어센터의 감시와 제어를 통한 효율적인 운영을 위한 실시간 관리 시스템의 설계 및 구현에 대해서 논한다. 실시간 관리 시스템은 하드웨어(MCC 판넬)와 소프트웨어(관리 프로그램)로 나눌 수 있다. 첫 번째, 하드웨어는 모터가 부착된 부하부분과 제어와 데이터 네트워크를 운용할 수 있는 MCC 구성요소이다. 두 번째, 관리 프로그램은 통신인터페이스, 환경설정, 데이터의 처리 부분으로 구성되어 있다.

제작 구현된 MCC 판넬의 축소형 모델은 m-PRO, iM-PRO 디바이스, 하이퍼터미널을 이용하여 사전 테스트하였다. 그리고 필드 테스트를 위하여 MCC 판넬은 RS-232C/485를 이용하여 테스트하였고, 관리 시스템의 통신 절차는 제어 명령을 이용하여 메시지를 송·수신하여 확인 하였다. 실험 결과, 구현한 실시간 관리 시스템은 MCC 시스템을 효과적으로 운영하는데 이용할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we describes the design and implementation of real-time management system for efficient operation via monitoring and control of MCC(Motor Control Center). The real-time management system can be divided hardware(MCC panel) and software(management program). First, hardware is divided into load attaching motor and MCC components for working together control and data network. Second, software(management system) are consisted of communication interface, environment setting, data processing modules.

The produced and implemented reduction model of MCC panel is pretested using m-PRO, iM-PRO devices, and HyperTerminal. For field test, MCC panel is tested by RS-232C/485, communication procedure in management system is certified by transmitting and receiving message using control command. By the experimental results, the implemented real-time management system can be used to operate MCC system.

키워드

모터제어센터(MCC), 로컬 판넬(local panel), RS-232C/485, LAN

I. 서론

최근 산업사회가 정보사회와 지식사회로 급진전하면서 정보통신기기의 사용 증가와 각종 플랜트 및 전기설비가 대형화, 자동화, 첨단화되어 가고 있다. 이로 인하여 전력수요가 급증하여 전력설비가 대용량화되고 복잡하여 한 순간의 고장이나 사고가 발생하면 막대한 경제적인 손실이 발생한다. 따라서 전력 및 전기설비의 고안정도, 고신뢰성이 한층 요구되고 있으며, 특히 전기설비에 대한 안전관리의 중요성이 날로 부각되고 있는 실정이다. 현재의 안전관리는 전기설비의 현장점검에 의한 일시적인 최소한의 방법으로 상시 점검이 어렵고, 사고 예측에는 한계가 있어 효율성 제고에 문제점이 있다.

이러한 가운데 최근에는 컴퓨터와 정보통신설비를 이용하여 원격지에서 전기설비의 상시 감시와 제어가 가능한 장치가 출현하면서 전기설비의 안전관리에 고기능화, 고신뢰성, 소형화, 표준화에 획기적인 발전이 이루어지고 있다[1]. 결과적으로 대형 건축물, 빌딩, 공장, 상하수도 설비 등의 전기설비가 인텔리전트 기능을 요구하는 시스템으로 발전하면서 수배전반 설비는 물론 모터제어센터(MCC: Motor Control Center)의 각종 보호, 제어, 계측기능 등이 전자화 되어 가고 있는 추세이다.

본 논문에서는 각종 현장 및 시설물에서 이용되는 모터제어센터의 감시와 제어를 통한 효율적인 운영을 위한 실시간 관리 시스템에 관하여 연구하였다. 즉, 현장에서 근무자의 직접적인 모터의 동작(on/off) 상태를 확인하는 불편함을 해소하기 위하여, 사무실에서 모터제어센터의 감시 및 제어를 위한 관리 시스템을 구현하였다. 이를 위하여, 모터제어센터 판넬(panel)과 관리 시스템 간의 데이터 전송을 위해서 RS-232C/485 케이블을 연결하였다. 그리고 관리자를 위한 PC용 관리 시스템과 축소형 MCC 판넬을 제작하여 모터의 감시 및 제어에 대한 시험을 하였다.

II. 일반적인 모터제어센터

각종 건축물 및 시설물의 전기실 또는 기계실에서는 모터를 이용할 경우, 모터를 제어하는 배전반의 일종인 모터제어센터 판넬이 설치되고, 중앙통제실에는 데스크

크 판넬(desk panel)이 설치되며, 모터가 설치된 현장마다에는 각각 로컬 판넬(local panel)이 설치되어 있다. 즉, 정수장 같은 곳에는 수문을 열 때 동작하는 모터와 물을 올리는 양기수 모터 등이 구비되고 이와 같은 모터를 제어하는 수배전반의 일종이 바로 모터제어센터 판넬이다.

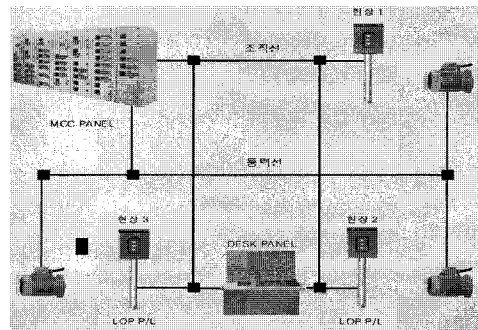


그림 1. 일반적인 모터제어센터의 구성
Fig. 1 Composition of general MCC

그림 1은 일반적인 모터제어센터 판넬의 구성도를 나타내고 있다. 산업현장에 설치된 MCC 판넬은 다수의 현장에 설치된 모터를 제어하는 각각의 유니트가 있고, MCC 판넬과 여러 현장에 설치된 각각의 로컬 판넬과 중앙통제실에 설치된 데스크 판넬이 서로 유선으로 연결되어 있다. 각각의 유니트에서 나오는 점접번호 및 동작(on/off) 신호가 중앙통제실의 데스크 판넬에 유선으로 보내지고, MCC 판넬의 상태 파악과 조작이 가능하다. 이로써 다수의 현장에 설치된 각각의 모터를 제어할 수 있는 시스템으로 구성할 수 있다.

이와 같은 경우, MCC 판넬에 설치된 유니트는 적게는 수 개에서 수 십 개에 이르고, 경우에 따라서는 수 백 개에 이를 정도로 많은 경우가 있으므로, 이 경우 수많은 전선을 데스크 판넬 및 각각의 로컬 판넬로 보내야 하고 이에 따른 작업의 어려움은 물론이고 설치비용 및 유지 보수 비용이 많이 발생하는 문제점이 있다[2-3].

III. 실시간 관리 시스템의 설계 및 구현

3.1 관리 시스템의 설계

그림 2는 본 논문에서 제안한 실시간 관리 시스템을

위한 전체적인 구성도를 나타내고 있다. 그림 2의 우측인 MCC 판넬 부분을 보면, 전기실 또는 기계실에 다수의 현장에 설치된 모터를 각각 제어하는 다수의 MCC가 부착된 MCC 판넬이 설치되고, MCC 판넬의 MCC에 연결되어 제어신호를 송·수신하는 RS-232C/485 케이블이 연결되어 있다. 그림 2의 중앙을 보면, 모터의 실시간 감시 및 제어를 위한 관리 시스템이 설치되고, 관리 시스템과 LAN이 연결되어 있다. LAN 환경을 이용하는 사용자들을 위한 웹 모니터링 기능을 추가하여 구현하였다[4-8].

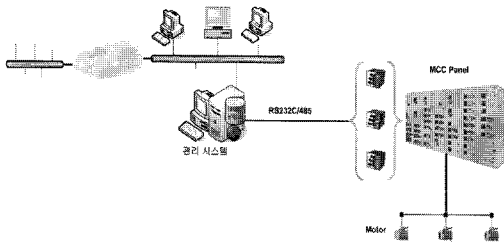


그림 2. 관리 시스템의 구성
Fig. 2 Composition of Management System

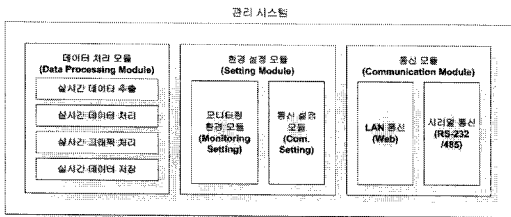


그림 3. 관리 시스템의 블록 다이어그램
Fig. 3 Block Diagram of Management System

그림 3은 그림 2의 관리 시스템의 구성도에 대한 개념적인 블록 다이어그램을 나타내고 있다. 그림 3과 같이 관리 시스템은 통신모듈, 환경설정모듈, 데이터 처리모듈로 구성된다. 통신모듈은 MCC 판넬과 RS-232C/485를 케이블을 이용한 개방 프로토콜인 모드버스(modbus) 통신과 인터넷 사용자를 위한 LAN 통신이 이루어지는 모듈이다. 환경설정모듈은 통신포트, 속도, 패리티비트 등의 통신 속성과 감시 및 제어를 위한 모니터링 속성을 설정하는 모듈이다. 데이터 처리모듈은 MCC 판넬의 MCC로부터 전송된 데이터를 수신하여, 모니터링 환경 속성에 맞게 분석, 표현, 그래픽, 데이터베이스 저장 등을 담당하는 모듈이다.

3.2 관리 시스템의 설계의 동작

그림 4는 그림 3의 개념적인 블록 다이어그램을 바탕으로 한 PC용 관리 시스템의 데이터 처리 및 동작 과정을 나타낸 흐름도이다. PC용 관리 시스템과 MCC 판넬을 RS-232C/485 컨버터와 케이블을 물리적으로 연결한다. 모드버스 통신이 가능하도록 시리얼 통신 환경을 설정하고, MCC 판넬을 감시 및 운영하기 위하여 모니터링 환경을 설정한다. MCC 판넬에 있는 각각의 MCC에 대하여 제어 및 운영을 위한 명령과 응답을 실시간으로 수신하여 데이터를 처리하고 데이터베이스에 저장한다.

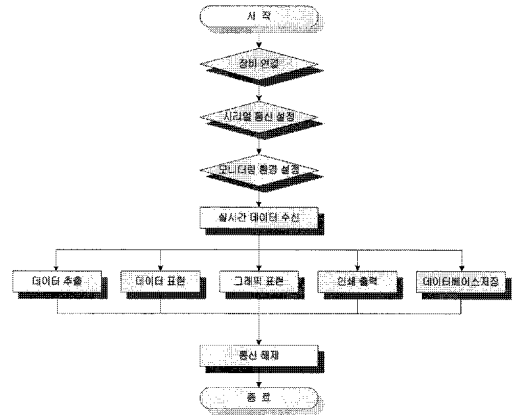


그림 4. 관리 시스템의 데이터 처리
Fig. 4 Data Flow Chart of Management System

3.3 관리 시스템의 구현 및 실험

3.3.1 관리 시스템의 데이터베이스 구현

본 절에서는 관리 시스템의 구현을 위하여 사용한 MCC의 한 종류인 m-PRO와 iM-PRO 계측기의 모드버스 통신을 위한 어드레스 맵과 이를 정의하기 위한 데이터베이스에 관한 내용이다. 즉 m-PRO와 iM-PRO에 대한 각각의 제어 코드, 데이터 형태, 레지스터 주소를 나타낸 데 SQL 데이터베이스로 구현한 테이블 결과이다.

그림 5는 관리 시스템에서 사용되는 통신 환경 설정 값과 MCC 판넬의 m-PRO와 iM-PRO에 대한 제어 및 운영을 위한 전체적인 SQL 데이터베이스 서버의 구현 결과이다.

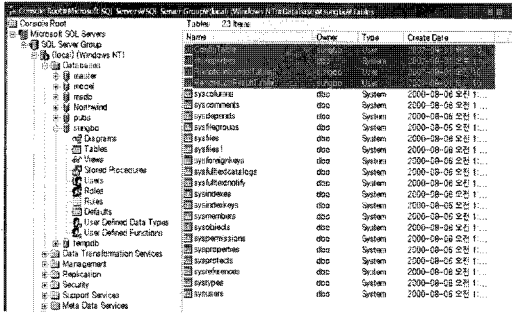


그림 5. SQL 데이터베이스 서버의 구현
Fig. 5 Implementation of SQL Database Server

그림 6은 통신 환경 설정과 선택된 장비의 종류 및 고유 번호를 나타내는 데이터베이스의 테이블이다.

ID	ISystem	ISValue
56	COMSPORT	4
57	COMSPEED	9600
58	MPro1	30
59	MPro2	31
60	MPro3	32
61	MPro4	40
62	iMPro1	20
63	iMPro2	21

그림 6. 통신 환경 및 장비 ID의 테이블
Fig. 6 Table of Communication Environment and Equipment ID

그림 7은 iM-PRO, m-PRO의 모드버스 통신 프로토콜 처리를 위한 테이블을 나타내고 있다.

ID	IFFileNo	IFFileURL
1	4	모터상행=문자
2	4	Motor On Trips=
3	4	상하정지=0x000a
4	4	모터정지=9%
5	4	TripPickUpAlarm
6	4	CSN=0x0002
7	4	UP=0x000c
8	4	LC=0x000c
9	4	Cr=0x000c
10	4	ot=0x0005
11	4	PF=0x0001
12	4	PL=0x0032
13	4	tr=0x0000
14	4	SH=0x012c
15	4	LC=0x000c
16	4	Sc=0x000a
17	4	PF=0x0000
18	4	gF=0x0000
19	4	gC=0x0000
20	4	ot=0x0000
21	4	gd=0x000a
22	4	LC=0x0000
23	4	bd=0x0003
24	4	Sc=0x0004
25	4	vt=0x000c
26	4	Cr=0x0000
27	4	rd=0x000c
28	4	Ad=0x001e
29	4	Av=0x0000
30	5	문정지=문자=0x4
31	5	문정지=문자=0x0
32	5	문정지=문자=0
33	5	모터상행=문자
34	5	Motor On Trips=
35	5	상하정지=0x000a
36	5	모터정지=9%
37	5	TripPickUpAlarm

그림 7. iM-PRO, m-PRO의 데이터 테이블
Fig. 7 Data Table of iM-PRO and m-PRO

3.3.2 MCC Panel의 축소형 모델 제작

본 논문에서 제안한 그림 2의 구성도에서의 관리 시스템과 MCC와의 관계는 마스터(Master) -슬레이브(Slave) 기법을 이용하여 상호간의 통신을 하는 모드버스 프로토콜 통신방식이다. 이것은 하나의 장비(마스터)가 전송을 시작하고 다른 장비(슬레이브)는 이런 요구에 대하여 응답 데이터를 마스터에게 전달함으로써 임무가 수행된다. 통신은 RS-232C 호환 직렬 인터페이스를 사용하며, 모드에는 ASCII 모드와 원격단말장치(RTU: Remote Terminal Unit) 모드가 있다.

위와 같은 통신 결선 방법을 이용하여 본 논문의 실험을 위하여 MCC 판넬의 축소형 모델을 제작하였다. 축소형 모델의 제작 과정에서는 MCC 판넬의 구성요소인 m-PRO와 iM-PRO를 각각 한 개씩 사용하여 축소형 모델을 제작하여 실험 및 테스트 하였다. 그 결과로서 그림 8은 축소형 모델의 앞면, 그림 9는 축소형 모델의 뒷면을 나타내고 있다.

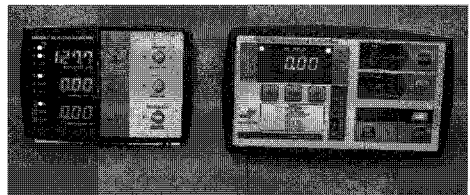


그림 8. MCC panel의 축소형 모델(앞면)
Fig. 8 Reduction Model of MCC Panel(front)

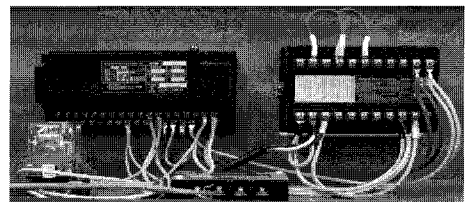


그림 9. MCC panel의 축소형 모델(뒷면)
Fig. 9 Reduction Model of MCC Panel(back)

3.3.3 관리 시스템의 구현 결과 및 실험

그림 10은 관리 시스템의 로그인 후, MCC 판넬과 관리 시스템의 정상적인 연결이 되었을 때, 실행 초기화면을 나타내며 정상적으로 운영되고 있는 m-PRO와 iM-PRO의 리스트를 확인한다.

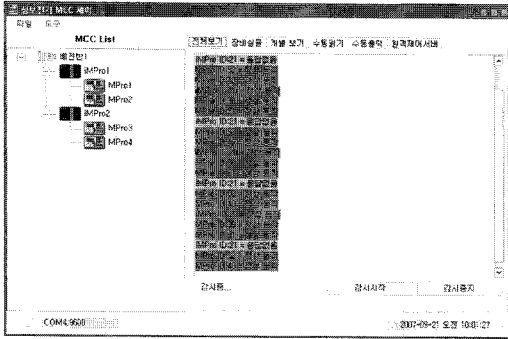


그림 10. 관리 시스템의 초기 화면
Fig. 10 Initial Screen of Management System

그림 11은 정상적인 통신이 이루어지고 있는 상태에서, 선택한 iM-PRO에 대한 그래픽 출력을 나타내고 있다.

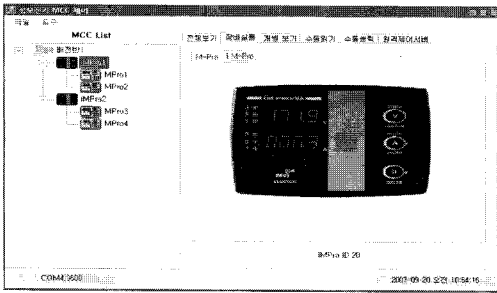


그림 11. iM-PRO 장비의 그래픽 결과
Fig. 11 Graphic Result of iM-PRO

그림 12는 m-PRO에 대한 그래픽 출력을 나타내고 있다. 그림 13은 선택된 개별 장비에 대한 정보를 나타내고 있는 화면이며, 그림 14는 선택된 개별 장비에 대한 정보를 수정 및 변경하거나, 새로이 등록하는 화면을 나타내고 있다.

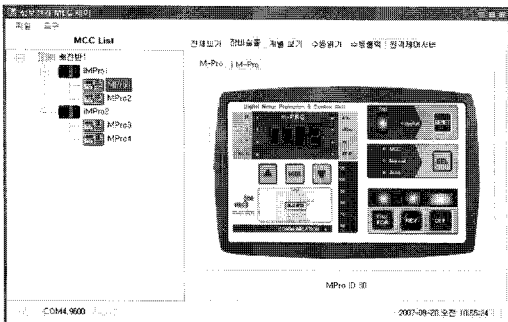


그림 12. m-PRO 장비의 그래픽 결과
Fig. 12 Graphic Result of m-PRO

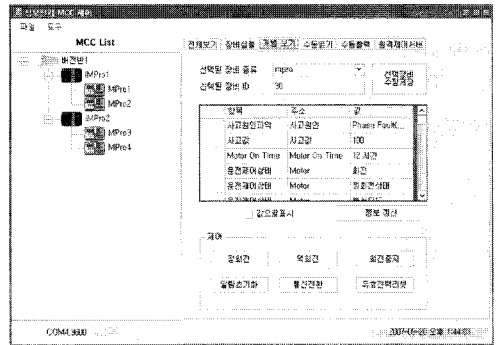


그림 13. m-PRO에 대한 데이터 결과
Fig. 13 Data Result for m-PRO

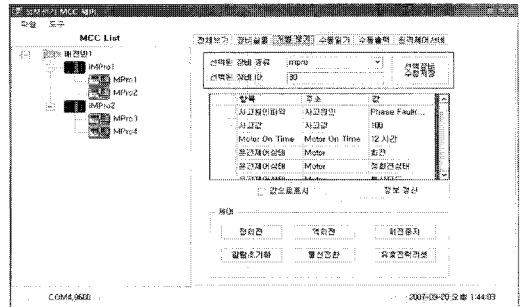


그림 14. m-PRO 정보에 대한 수정 및 등록
Fig. 14 Modification and Registration for m-PRO Information

그림 15는 수정, 변경 및 새로이 등록된 장비에 대한 갱신된 데이터 정보를 나타내고 있는 화면이다. 그림 16은 그림 15의 화면에서 사용자 입장에 편리하게 볼 수 있도록 록주소 값, 10진 값, 16진 값을 표시하고 있는 화면이다.

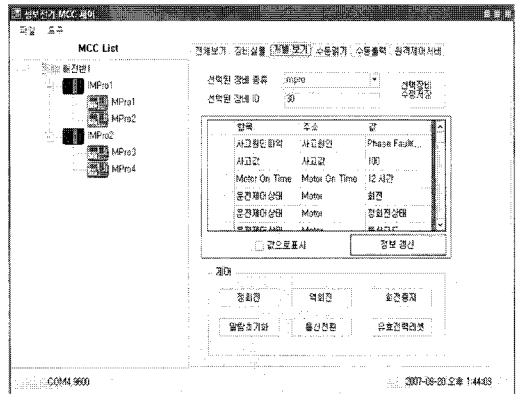


그림 15. 갱신된 데이터 화면
Fig. 15 Renovation Data Screen

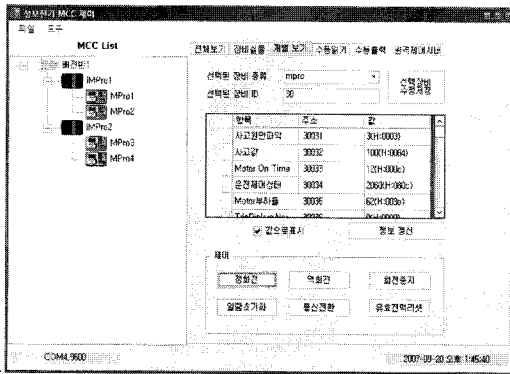


그림 16. 데이터의 세부 내용(주소,10진,16진 값)
Fig. 16 Detail Content of Data

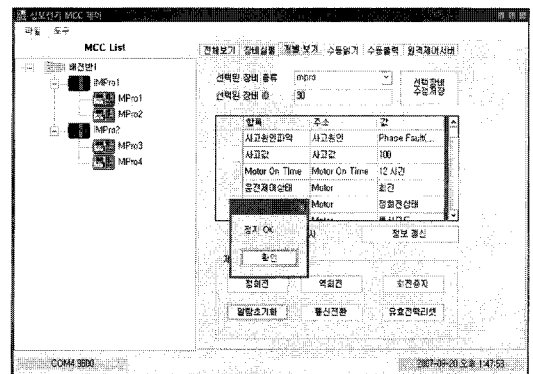


그림 19. 모터에 대한 정지 제어
Fig. 19 Stop Control for Motor

그림 17은 선택된 모터에 대한 정방향 제어의 결과를 나타내고 있는 화면이다. 그림 18은 선택된 모터에 대한 역방향 제어의 결과를 나타내고 있는 화면이다. 그림 19는 선택된 모터에 대한 정지 제어의 결과를 나타내고 있는 화면이다.

IV. 결론

본 논문은 모터제어센터의 감시 및 제어를 통한 효율적인 운영을 위한 실시간 관리 시스템의 설계 및 구현에 관한 연구이다.

이를 위하여 전체적인 관리 시스템의 레이아웃 및 기능 설정하고 MCC 판넬과 관리 시스템 간의 통신 인터페이스를 구현하였으며 데이터 수집과 처리를 위한 SQL 데이터베이스 설계 및 구현하였다.

즉 관리 시스템은 관리자의 편리성을 제공하기 위한 GUI(Graphic User Interface) 인터페이스의 레이아웃을 제공한다. MCC 판넬과 관리 시스템 간의 통신은 RS-232C/485 인터페이스를 제공하며, 개방형 프로토콜인 모드버스(modbus) 통신을 지원한다. 본 논문에서 구현한 관리 시스템을 테스트하기 위하여 MCC 판넬의 축소형 모델을 제작하였다. 축소형 모델은 MCC 판넬의 구성요소인 m-PRO와 iM-PRO를 각각 한 개씩 사용하여 축소형 모델을 제작하여 실험 및 테스트 하였다. 실험 결과, 현장에서 근무자가 직접적인 모터의 동작을 확인하는 과정을 사무실에서 모터제어센터의 감시 및 제어가 가능함을 보였다.

향후, 전기부품 소자에 대한 선진 국가들과의 산업기술수준 차이를 축소하기 위한 노력과 전압, 전류, 주파수, 역률, 저력 등 전력사용 실시간 측정기술에 대한 연구와 더불어 전력 소모량 측정으로 과부하 실시간 감시 기술 연구가 필요하다. 또한 인공지능 기술을 이용한 최대수요전력, 전압 제어 기술 및 수배전반 정보관리 시스템의 연구가 필요하다.

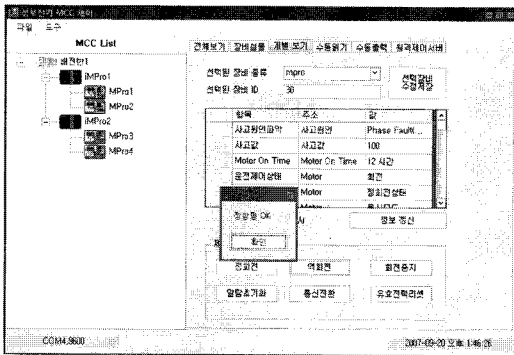


그림 17. 모터에 대한 정방향 제어
Fig. 17 Orthodromic Control for Motor

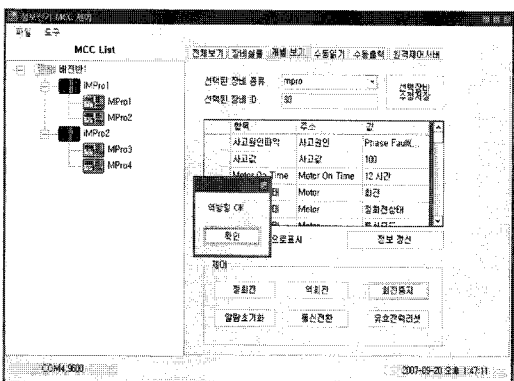


그림 18. 모터에 대한 역방향 제어
Fig. 18 Antidromic Control for Motor

참고문헌

- [1] 길경석, “자가용 수변전설비 원격관리 시스템”, 한국 전력기술인협회지, 제205호, P47 ~ 52, 1999.
- [2] 성보전기공업(주), “무선모터제어장치”, 특허청, 10-2004-0072664, 2004. 9.
- [3] 정성훈, 정우영, 이태오, “무선 LAN 환경에서의 모터 감시 시스템에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회, 2006춘계종합학술대회논문집, p135 ~ 138. 2006. 5
- [4] Modbus Application Protocol Specification v1.1a, <http://www.modbus.org>
- [5] SANUP ELECTRIC CO. LTD., “SDM series Process Controller MODBUS Protocol”
- [6] 일렉슨, “m-PRO, iM-PRO 사용법”, 2006
- [7] 성보전기공업(주), “무선통신(Wireless LAN) 환경에서의 모터제어센터 감시 및 관리 시스템의 개발”, 중소기업청 기술혁신개발사업 최종보고서, 2007. 9
- [8] 동명대학교 산학협력단, “모터제어센터 운영을 위한 관리 시스템의 구현”, 중소기업청 기술혁신개발사업 위탁연구개발 최종보고서, 2007. 9

저자소개



이 태 오(Tae-Oh Lee)

2000 - 현재 동명정보대학교
정보통신대학 컴퓨터공학과

※ 관심분야: 네트워크, 전기, 자동제어, GPS