

수용가용 직접부하제어장치 설계

박종찬, 김한구, 정병환, 강병희, 최규하
 전국대학교 전기공학과

Design of Direct Load Controller for use of Demand Side

J. C. Park, H. G. Kim, B. H. Jeong, B. H. Kang, G. H. Choe
 Dept. of Electrical Engineering, Konkuk University

ABSTRACT

Recently, power supply-demand instability due to the dramatic increase in power usage such as air-conditioning load at summertime has brought forecasts of decrease in power supply capability. Therefore improving the load factor through systematic load management, in other words, Direct Load Control became necessary. Direct Load Control(DLC) system is kind of a load management program for stabilization of electric power supply-demand. It's purpose is limiting the demand of the demand side selected at peak load or other time periods. The paper presented a Design of Direct Load Controller for control the amount of power demand in demand side. The proposed Controller is cheaper and has ability of storing more power data than pre-existing device.

1. 서론

최근 여름철 냉방부하의 전력사용이 급격히 증가함에 따라 향후 전력공급 능력의 저하가 예상되고 있다. 충분한 전력의 공급을 위하고 전력예비율 부족에 능동적으로 대처함과 동시에 국가 경쟁력을 확보하기 위하여 체계적인 부하관리를 통한 부하율의 제고 다시 말해 직접부하제어가 필요하다.

직접부하제어시스템은 크게 상위구조와 하위구조로 나뉘게 되는데 본 논문은 수용가의 부하제어 및 수요를 관리하는 하위구조인 수용가용 직접부하제어장치 설계에 대한 내용을 담고 있다. 먼저 표 1과 같이 국내 2개 업체의 사양을 비교하여 살펴본 결과를 바탕으로 하여 설계하고자 하는 사양을 결정하였다. 본 논문에서 설계한 직접부하제어장치는 기존의 장치

보다 저전력, 저가형이면서 더 많은 전력데이터 이력을 저장 할 수 있도록 설계하였다.

표 1 국내 2개 업체 사양 비교

Table 1 Specification comparison of the domestic company

구분	제작사	A사	B사
사용전원		AC220V 60Hz	AC85~265V 50/60Hz
수요시한		5,10,15,20,30,60분	15분
소비전력		20VA	15VA
표시장치		LCD, LED	FND, LCD, LED
입력Port		EOI, WP	EOI, WP, DI
출력Port		제어용 a/b 릴레이	제어용 a/c 릴레이
통신Port		RS-232 485, LAN	RS-232 485, LAN

2. 수용가측 직접부하제어 시스템

2.1 시스템 구성

그림 1은 직접부하제어사업에 참여한 수용가에 설치되는 시스템으로, 직접부하제어장치(Energy Management Device), 부하제어단말장치(Local Control Unit), 전자식 전력량계, 모니터링 서비스로 구성되어 있다. 직접부하제어장치는 수급연동형 포트를 사용하여 상위DLC서버와 전력관리센터 데이터 전송 통신을 담당하고 하절기에 수요전력을 제어할 경우가 생기면 상위DLC서버는 수용가의 직접부하제어장치로부터 수집된 수용가의 정보를 이용하여 각 수용가별로 제어명령을 직접부하제어장치에 전달한다. 또한, 부하제어단말장치에 RS-485 통신을 통해 부하제어 명령을 전송하고, 상위 모니터링 서비스를 위한 컴퓨터와 RS-232 통신 및 모든 정보를 표시하는 기능을 갖추고 있다. 직접부하제어장치는 전자식 전력량계의 전력량 펄스와 EOI

를 받아들여 수용가의 15분 수요 전력량을 측정하는데 제어효과 산출 및 수용가 인센티브를 위한 전력감시계측요소가 포함되어 있다.

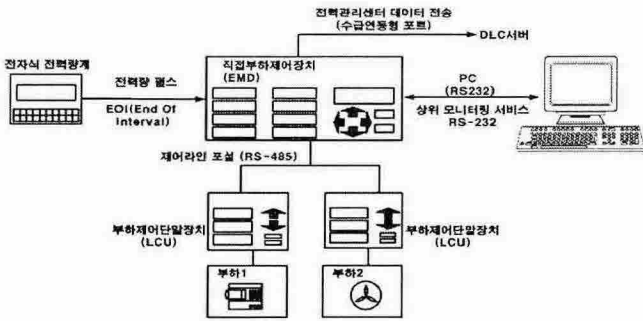


그림 1 수용가용 직접부하제어 시스템
Fig. 1 Direct Load Control System of Demand Side

2.2 시스템 운영

전력예비율의 부족으로 상위 DLC서버에서 수용가측의 부하를 제어 해야 하는 상황이 발생할 경우 상위 DLC서버에서 제어 전 알림명령을 수용가의 직접부하제어시스템으로 보내면 직접부하제어장치 및 Local Monitoring S/W에서 알림명령 내용을 화면에 표시하게 된다. 수용가 전력관리자는 제어 전 알림 메시지에서 제어정보를 숙지한 후, 수용가의 제어여부를 판단하여 확인 명령을 직접부하제어장치의 전면패널이나 Local Monitoring S/W에서 선택한다. 확인 또는 취소 메시지는 상위 DLC서버로 전송하게 되고 상위 DLC는 제어를 준비한다.

3. 직접부하제어장치 설계

3.1 전기적 사양

직접부하제어장치의 전기적사양은 기본적으로 한국전력과 에너지관리공단의 기술규격을 토대로 이에 부합하는 하드웨어 장치로 설계하여야 한다. 본 논문에서 설계한 직접부하제어장치의 전기적 사양은 다음 표2와 같다

표 2 직접부하제어장치 전기적 사양
Table 2 Electrical specification of Direct Load Controller

항 목	사 양
동작전원	AC 220V, 60H
전압 입력	110Vac rms(L-N) 이 이상은 외부 PT사용
전류 입력	CT를 사용 정격 전류입력 5A로 변환
디지털 출력	부하제어용 2채널 Relay Contact
디지털 입력	계량기전력펄스와 EOI펄스 접속용 2채널

3.2 제안한 직접부하제어장치 기능 및 구성

직접부하제어장치는 수용가의 배전반에 설치되어 수용가의 부하관리 및 부하제어단말장치와 상위 DLC 서버와의 통신을 하게 된다. 정상시는 15분 수요관리를 하게 되고 DLC 서버로부터 제어 명령이 내려오면 부하를 제어하게 된다. 개발한 직접부하제어장치의 전기적 사양은 기본적으로 국내 규격에 맞게 설계하였으며, 3상 3선식과 3상 4선식 모두 결선 가능하도록 설계 하였다. PT와 CT를 사용하여 직접부하제어장치의 정격 전압입력 배율로 맞춰주었고 이와 동일라인에 디지털 전력량계를 설치하여 15분 수요전력량의 측정을 위하여 직접부하제어장치에 디지털 전력량계의 출력인 펄스데이터를 받도록 설계하였다. 직접부하제어장치는 수용가 배전반의 3상 전압, 3상 전류, N상 전류, 및 유효 전력, 무효 전력, 피상 전력, 역률, 주파수 등을 측정하고 FND와 그래픽 LCD를 통하여 데이터들을 표시할 수 있게 설계 하였다. 측정된 데이터는 수요전력의 경우 1개월 이상 저장이 가능하도록 하였으며, 실시간 측정된 전력 데이터는 시간별 측정값은 1개월 이상, 일별 평균 측정값에 대한 12개월 이상, 월별 평균 측정값에 대한 5년 이상 저장할 수 있도록 설계하였다. 또한, RS-485통신을 통한 부하제어단말장치의 설정과 부하제어단말장치 부하의 제어 명령을 전송하고 제어 결과를 받을 수 있도록 통신 기능을 설계 하였다. 그림 2는 직접부하제어장치의 3상 결선 및 제어 블록도이며, 그림 3은 제안한 직접부하제어장치의 전체 구성도이며 각 부에 대한 설명을 기술 하였다.

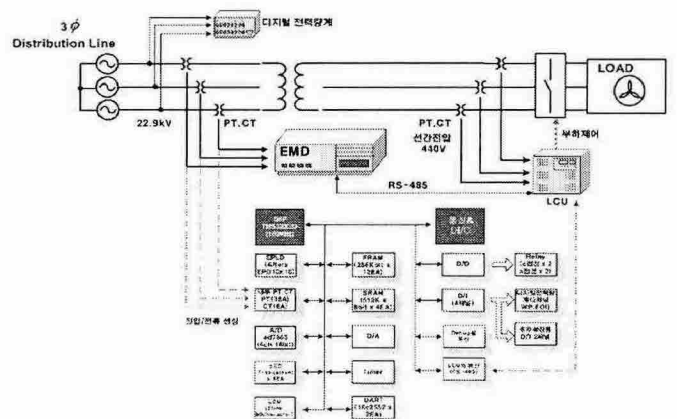


그림 2 3상 결선 및 제어블럭도
Fig. 2 Connecting with 3φ distribution Line and control architecture Block

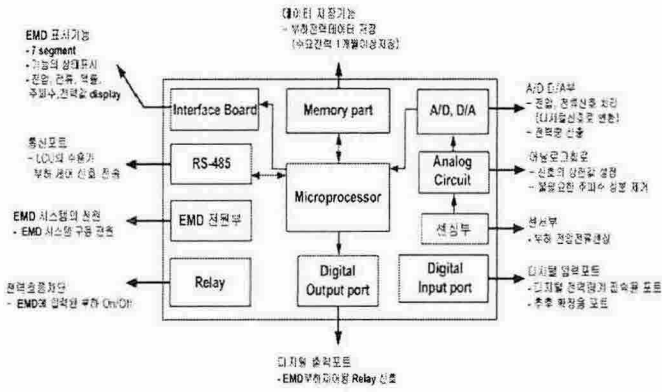


그림 3 설계한 직접부하제어장치 내부 구성
Fig. 3 Designed Direct Load Controller inner component

3.2.1 마이크로프로세서

PT, CT로부터 전압, 전류를 받아 전체적인 전력량을 계산하고 그 전력량 Data Login System을 저장하여 순시적으로 가변하는 전압과 전류를 디스플레이 해주며, 또한 부하제어를 하기 위한 Digital Signal Processor로서 부하제어단말장치 System과 RS-485 통신을 통해 interface를 수행하게 된다. 프로세서는 TI사의 TMS320V33-150을 사용하였다.

3.2.2 Interface 부

직접부하제어장치의 전체기능 및 상태에 대해 나타내어주는 기능을 담당하도록 하였다. 수용가에서 MOF반의 3상 전압, 3상 전류, N상 전류, 역률을 측정 한 상태를 표시해 주며, 이 측정요소들에 대해서 전면판넬에 4개 이상 동시 표시가 가능하다. 또한 그래픽 LCD를 통해 15분 수요전력의 그래프를 실시간으로 확인 가능하게 하였다.

3.2.3 센싱부, 아날로그회로, A/D, D/A 부

EMD와 각 부하간에 걸쳐 나오는 디지털 전력량계의 전압전류신호를 처리하기 위해 디지털 신호를 필요로 하므로 고속·고분해성능의 변환기로 신호를 디지털 데이터로 변환할 필요가 있다. 센싱부에서는 실제 부하로 인가되는 전압, 전류를 센싱한후 A/D로 그 데이터를 변환한다. 정밀한 변환을 위해 Analog Device사의 14비트의 A/D변환칩을 사용한다. 그리고 A/D로 변환된 값을 확인하기 위한 디지털 신호를 전류나 전압 같은 아날로그 신호로 변환하는 것을 D/A를 설계함으로써 시스템의 정밀도를 높일수 있다.

3.2.4 Digital Input/Output부

디지털 입력부에서는 디지털 전력량계의 전력펄스와 EOI펄스 접속용 2채널로 하며 추후 확장용으로 DC 125V 입력 기준 hot contact 2채널 또는

DC 24V Dry contact 2채널을 지원하고, 디지털 출력부에서는 부하제어용 디지털 출력을 2채널로 해서 Relay Contact을 통한 부하제어를 가능하게 한다.

3.2.5 메모리부

메모리는 높은 저장 밀도, 빠른 속도, 비휘발성, 낮은 생산 가격, 낮은 전력 소모 등 다양한 조건을 만족해야하는 것으로 선택되어야 한다. 수용가 부하의 각상 전압, 전류, 유효전력, 무효전력, 피상전력, 적산전력, 역률, 주파수등의 이력을 시간별 측정값에 대한 2개월 이상 일보, 일별 평균 측정값에 대한 25개월 이상 월보, 월별 평균 측정값에 대한 10년 이상 년보의 저장할 수 있도록 설계하였다.

4. 결론

최근 여름철 냉방부하를 비롯한 전력사용의 급격한 증가에 따른 전력수급의 불안정과 향후 전력공급능력의 저하가 예상되어왔다. 이에 따라 본 논문에서는 전력수급 안정화 프로그램 중 하나인 직접부하제어시스템의 하드웨어 설계에 관한 전반적인 내용에 관하여 다루었다. 또한 DSP를 메인 프로세서로 하는 직접부하제어시스템의 하위구조인 직접부하제어장치(EMD)의 개발을 통해 상위 모니터링을 이용한 체계적이고 안정적인 부하관리를 통한 에너지의 효율적 운영을 기대할 수 있을 것이다.

이 논문은 산업자원부에서 시행한 전력산업 인프
라구축지원 사업으로 수행된 논문입니다

참고 문헌

- [1] Robert Roman, Robert Wilson, "Commerical Demand Side Management Using A Programmable Logic Controller" IEEE Transactions on Power System Vol. 10 No. 1. Februry 1995, pp. 376-379
- [2] Teive, R.C.G. Vilvert, S.H., "Demand side management for residential consumers by using direct control on the loads", Power System Management and Control, 2002. Fifth International Conference on (Conf. Publ. No. 488), April 2002.
- [3] 김형중, 김인수, 박규현, 차양환, "TCP/Ethernet 방식을 이용한 DLC(Direct Load Control)의 구성 및 부하제어기법" 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 570-572, July, 2000
- [4] 이진호, 정주환, 서장철, 최중용 "전력시장 안정화를 위한 민간부하 활용 방안에 대한 연구", 대한전기학회 전력기술위원회 추계학술대회 논문집, pp. 1-3 November, 2002