

TCP/Ethernet방식을 이용한 DLC(Direct Load Control)의 구성 및 부하제어기법 (I)

* 김형중*, 김인수*, 박규현**, 차양환**
에너지관리공단* 기인시스템(주)**

A Configuration of DLC(Direct Load Control) Using TCP/Ethernet Module And Load Control Method (I)

* Kim, Hyong Joong* Kim, In Soo* Park, Kyu Hyun** Cha, Yang Hwan**
Korea Energy Management Corporation* Keyin System Co.**

Abstract - In this paper, we present the configuration of Direct Load Control System using TCP/Ethernet Module for the Load Management. Europe and America has operated the DLC system by many communication system, and Taiwan, Japan has controlled the cooling load at peak hours of power system. Up to now, Many Researches for the DLC of communication method, so called, pager, power line carrier, ripple control, etc. has advanced. Now, we present new communication method for the DLC using TCP/Ethernet module which is widespread all over the world.

1. 서 론

최근 IMF 이후 경제여건이 회복되고 생활수준이 향상되어 하절기 냉방부하가 급속한 증가 추세를 보임에 따라 효율적인 부하관리 대책이 필요한 실정이다. 또한 발전소 전원입지 확보의 어려움 및 국제적인 환경 규제가 강화되고 있는 시점으로 체계적인 전력수요관리 대책이 필요하다. 직접부하제어시스템은 미국과 유럽 국가에서 주로 활용되고 있으며 다양한 통신방식에 의한 부하제어가 실시되고 있다. 최근에는 냉방부하의 비중이 높은 일본, 대만과 같이 우리나라와 전력소비 행태가 비슷한 국가에서도 다양한 프로그램에 의한 직접부하제어가 실시되고 있다. 국내의 경우 현재 한국전력에서 시행 중인 원격제어에어컨의 활용은 직접부하제어의 한 예로 시행되고 있고, 다양한 통신방식에 대한 연구가 진행되어 왔다. 따라서 본 논문에서는 일부 수용가에서 운용 중인 Demand Controller와 상위의 센터를 통신으로 접속하여 직접부하제어시스템을 구성하여 전력수급 상황에 따라 부하 상태를 확인하여 부하를 직접 제어하는 통신방식을 제안하고자 한다. 본 논문에서 적용하고자 하는 통신방식은 최근 국내에 폭발적으로 보급되어 사용 중인 인터넷망에 각 수용가별로 TCP/Ethernet방식을 적용하여 신속하고 정확한 통신을 검증하고, 효율적인 수용가의 부하관리와 안정적인 직접부하제어시스템을 운영 방안을 제안하고자 한다.

2. DLC(Direct Load Control)의 개요

2.1 부하관리와 요금제도

부하제어시스템을 구축하여 수용가의 부하를 전력공급자 측에서 제어하는 것을 직접부하제어(Direct Load Control)라 하고, 요금제도 등을 이용하여 수용가들이 자발적으로 가장 저렴한 비용으로 전력을 소비하도록 부하조정을 유도하는 것을 간접부하관리(Indirect Load Management)라 한다. 전기사업자는 소비자의 합리적인 선택이 가능한 요금제도를 발굴하여 수용가의 전기요금제도 선택의 폭을 넓히고, 부하를 간접적으로 피크시간대에서 경부하시간대로 이전하는 범위를 확충하는 것이 바람직한 간접부하관리로 여겨진다. 그러나 간접부하 관리는 정형화되지 않은 비계량요소로 제한되어 있어 전력회사에서의 운용의 폭이 극히 제한되어 있는 바, 전력

회사에서 제어할 수 있는 부하의 양을 검출하여 부하를 직접제어하는 것이 효율적인 부하관리 방안으로 판단된다. 따라서 직접부하제어는 단시간의 효과적인 부하제어를 통해 우수한 부하관리 효과를 기대할 수 있는 제도라 할 수 있다.

2.2 DLC의 개념

직접부하제어란 전력회사의 계통의 침투부하를 효율적으로 억제하기 위하여 전력회사와 수용가가 약정을 체결하고 피크부하 발생시 전력회사는 약정에 의한 시간 및 회수 만큼 수용가의 전력사용 설비를 제어하는 것을 말하며, 이에 전력회사는 계약에 의한 요금보상 등의 혜택을 수용가에게 제공하는 이른바 상호 의존적이고 보완적인 부하관리제도라 할 수 있다. 따라서 전력회사는 효율적인 부하관리를 통해 발전소 건설 부담을 완화할 수 있는 등 국가적인 차원에서의 경쟁력을 기대할 수 있다.

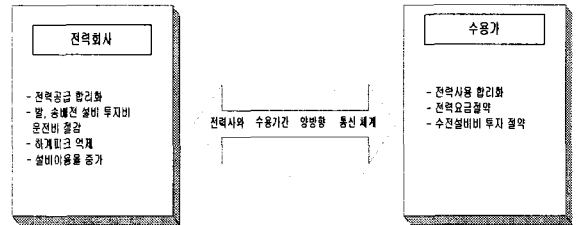


그림 1 . DLC의 개념도

3. DLC의 H/W 구성

본 절에서는 상위의 직접부하제어관리시스템과 하위의 수급연동형 최대전력관리장치와의 통신에 대한 물리적인 구성에 대해 언급하고자 한다.

3.1 Demand Controller에 의한 전력관리

수용가의 부하상태의 확인 및 부하제어를 실시하기 위해 최대전력관리장치(Demand Controller)를 수용가에 설치하고 부하제어시스템을 구축하였다.

3.1.1 Demand Controller의 동작 원리

부하가 수요시한인 15분 이내에 사전에 설정된 목표전력을 초과할 것으로 예상되면 경보를 발생시키고 동시에 불필요한 부하부터 순차적으로 부하를 차단시킨다.

① 펄스발생기에서 입력되고 있는 펄스의 수를 계산하여 현재전력 P_t (디맨드 수요시한 시작 후 사용된 전력량)를 구한다.

② 현재전력 P_t 와 기준전력 P_r (현재까지의 이상적인 사용전력량)을 비교하여 $P_t \geq P_r$ 인 경우 1단계 경보를 발생시킨다.

③ 현재전력 P_t 와 기준전력 P_r , 그리고 남은 수요시한 등을 이용하여 예측전력 Q 를 구한다.

④ 예측전력 Q 와 목표전력 R , 그리고 남아있는 수요시한을 이용하여 조정전력 U 를 구한다.

⑤ 조정전력 U 와 현재전력 P_t , 기준전력 P_r 의 관계에 의해 미리 정해진 방식에 따라 부하를 제어한다.

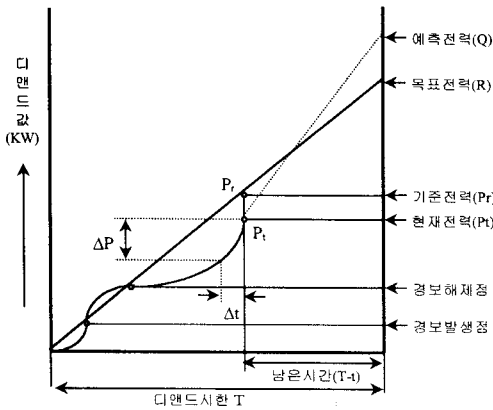


그림 2. Demand Controller의 동작 원리

3.1.2 Demand Controller의 운영 방안

Demand Controller는 수용가에서 자체적인 부하관리 기기로 사용하며, 센터(상위)에서 부하제어의 지령이 도달했을 때 이를 구현해주는 기기로 운영한다.

① Demand Meter와 동일한 수요시간을 설정하고, 이에 준하여 적산전력을 산출하고 설정한 제어주기에 의해 부하제어용 릴레이에 동작시켜 수요시한내 사용전력이 목표전력을 넘지 못하도록 한다.

② 부가적인 기능으로 계측 및 기록의 자동화로 인한 전력관리 업무의 합리화, 설정데이터의 수정 및 확인기능, 수요전력 데이터의 저장, 보고양식의 자료화 등의 기능을 가지고 있다.

③ 상위 지령에 의한 부하제어가 가능한 부하를 미리 우선적으로 선정하여 필요시 직접부하제어가 항상 가능하도록 한다.

3.2 TCP/Ethernet을 이용한 통신방식

근년에 Ethernet에 의한 LAN보급이 활발하여 사내에 있는 컴퓨터끼리 접속해 상호간에 데이터를 교환하거나 또는 모두가 데이터를 공유하고 있는 곳이 증가하고 있다. 신속하고 정확한 통신방식인 LAN의 급속한 보급에 따라 적용분야가 넓은 산업분야에 운영하는 것이 요구되고 있다. 이에 대한 배경을 계측기나 산업기기 또는 장치들 예를 들어 살펴보면 대체적으로 아래와 같이 3가지를 상정할 수 있다.

- ① 계측기나 장치를 원격조정하고 싶다.
- ② 다수의 계측기나 장치를 일괄 관리하거나 제어하여 계측 데이터 등을 수집하고 싶다.
- ③ 기존의 LAN자산을 그대로 활용하여 상기의 2개 항목을 실현하고 싶다.

3.2.1 TCP/Ethernet통신방식 선정 배경

상위의 직접부하제어관리시스템에서 각기 수용가의 부하를 제어하기 위해서는 신속하고 정확한 통신방식이 필요하여 최근 널리 보급되어 있는 TCP/Ethernet통신방식을 선정하였다. 기존의 산업용 통신방식은 각각의 장단점을 가지고 있고 또한 경제성을 고려할 때 많은 문제가 있었다. 그러므로 LAN을 사용하는 통신방식을 제안하게 되었고 실제 실증시험을 통해 LAN을 통해 통신하는 것이 신뢰성 및 경제성에서 우수하다는 것을 증명할 수 있었다.

TCP/Ethernet방식을 이용하려면 수용가의 이더넷 포트를 이용해야 하는데 실제로 대부분의 수용가에는 이미 기존에 LAN이 설치되어 있어 기존의 LAN자산을 이용한다면 별도의 통신요금도 필요 없어 부하관리에 대한 경쟁력있는 통신인프라로 판단된다. 하지만 수용가와 협조가 필요하고 또한 LAN이 설치되지 않은 수용가에 대해서 별도의 설치공사와 통신사용료를 지불해야 된다는 단점이 있다.

3.2.2 TCP/Ethernet의 구성

TCP/Ethernet모듈은 Ethernet을 통해서 들어온 데

이터를 시리얼 포트를 통해 전송하고 시리얼 포트를 통해 들어온 데이터를 Ethernet으로 전송한다. 그러므로 TCP/Ethernet모듈은 최대전력관리장치의 직렬포트를 통해서 Ethernet을 기반으로하는 TCP/IP 통신기능을 제공한다.

TCP/Ethernet모듈에는 telnet, http, NetBIOS모듈이 내장되어 있기 때문에 최대전력관리장치에 장착되어 있는 직렬포트와 연결되어 telnet이나 웹브라우저 및 인터넷 관련 어플리케이션으로 장비 제어 또는 모니터링 할 수 있는 손쉬운 방법을 제공한다.

그림 3은 TCP/Ethernet모듈의 블록다이어그램을 나타내고 있다.

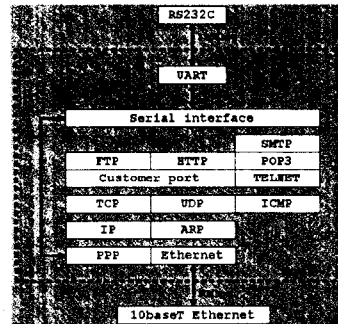


그림 3. TCP/Ethernet 인터페이스 모듈의 구성

그림 4는 시리얼포트용 기본적 알고리즘을 나타내고 있다.

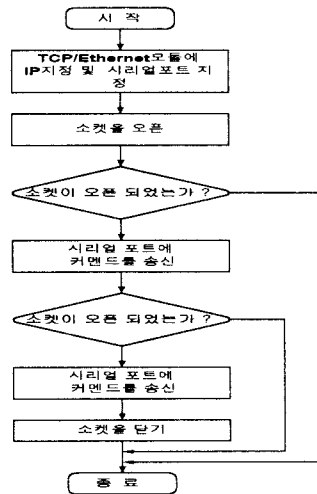


그림 4. TCP/Ethernet 시리얼포트를 위한 알고리즘

3.2.3 TCP/Ethernet모듈과 최대전력관리장치와의 연결

수급연동형 최대전력관리장치의 수용가측 구성은 그림 5와 같다.

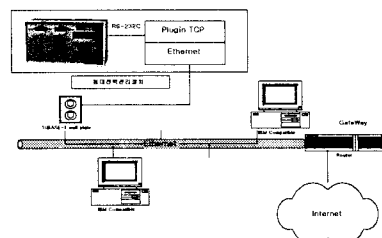


그림 5. 수용가측의 최대전력관리장치의 구성

3.2.4 TCP/Ethernet통신방식의 향후 활용방안

근년에 LAN의 보급이 눈부시게 확장되어 모든 장치나 기기에 Ethernet의 적용가능성이 커지게 되었으나 지금까지는 Ethernet을 적용할 수 있는 다양한 시스템의 개발이 없는 실정이다. 본 논문에서는 수급연동형 최대전력관리시스템에 LAN 인터페이스 대응을 시작으로 산업용기기에 많은 도입을 기대할 수 있다.

3.3 전체적인 시스템 구성

센터와 각 수용가간의 직접부하제어의 개략도는 다음과 같다.

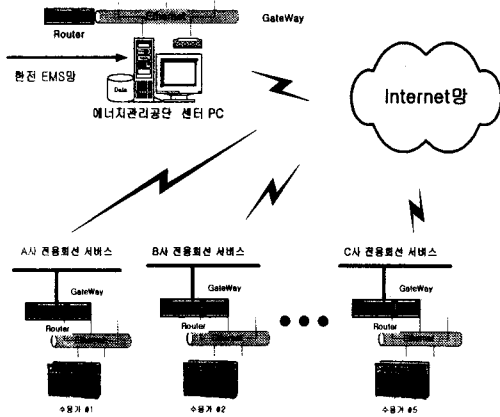


그림 6. 직접부하제어시스템의 구성

4. DLC의 S/W의 구성 및 운영

수급연동형 최대전력관리장치 시스템의 소프트웨어는 수요관리 요금제도와 직접부하 관리 방식을 동시에 만족시킬 수 있도록 구성하였다. 이는 상위 운영체제에서 원하는 시간대, 원하는 지역의 최대전력 수요를 목표전력 이내로 관리할 수 있는 강력한 방식을 제공할 뿐만 아니라 직접부하제어를 할 수 있도록 구성되어 있다.

한전의 전력예비율을 감시하고 있다가 설정치가 벗어나면 미리 정해진 부하제어 시나리오에 의해 최대전력관리 장치에 전송하여 부하를 제어할 수 있도록 구성되어 있다. 또한 TCP/Ethernet통신의 강력한 통신방식에 의해 N:N으로 수용가의 전력상황을 실시간으로 동시에 전력관리센터에 보고됨으로써 제어되는 상황 및 그 효과를 즉시 파악할 수 있도록 구성하였다. 또한 모든 데이터는 그래픽화면으로 표시되도록 하였으며 데이터의 효과적인 분석을 위해 데이터베이스화하도록 하였다. 또 각종 보고서를 출력하는 기능도 포함되어 있다. 그림 7.은 직접부하제어를 운용하기 위한 운영프로그램의 메인 기본화면을 보여주고 있다.

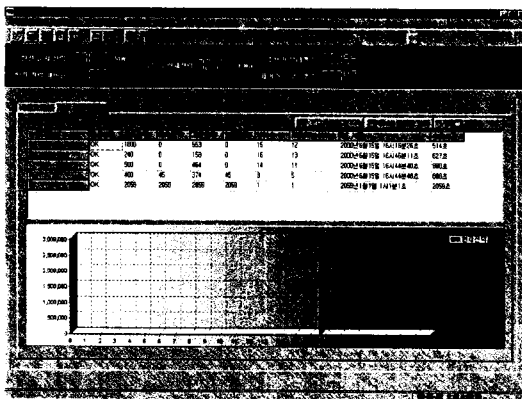


그림 7. 직접부하제어 운영프로그램 메인 화면

4.1 직접부하제어시스템의 부하제어 흐름도

외부의 전력신호에 의해 설정값 이내에 들어오면 미리 정해진 부하제어 시나리오에 의해 각 수용가의 부하를 제어한다. 부하제어 시나리오는 5개의 Case별로 전력예비율, 목표전력, 수용가 수동부하제어를 운영자가 각 단계별로 설정하여 사용할 수 있도록 구성하였다.

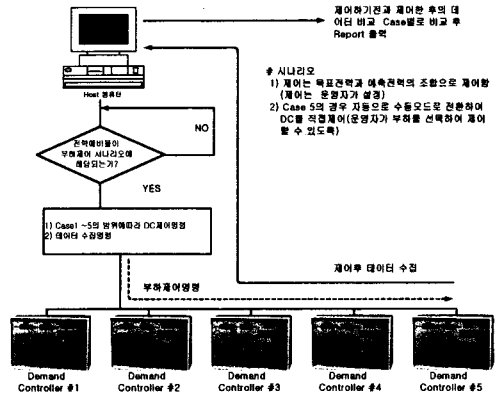


그림 8. 직접부하제어의 부하제어 흐름도

4.2 직접부하제어시스템의 운영

단방향에 의한 부하제어는 제어효과를 직접 실시간으로 확인하는 것은 곤란하여 추후에 확인하는 절차를 거쳐야 하므로 양방향 통신이 가능한 인터페이스를 구축하여 수용가의 현재전력과 부하제어 상태를 실시간으로 확인하여 부하제어를 가능케 하는 시스템의 도입이 필요하여 TCP/Ethernet모듈을 삽입한 최대전력관리장치를 도입하였다. 수급연동형 최대전력관리장치는 단순한 부하제어 기능외에도 전력데이터 관리 및 DB화가 가능하여 전력관리센터에서 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결 론

현재 직접부하제어시스템의 신속하고 효율적인 관리를 기하기 위해 TCP/Ethernet통신방식을 이용하여 실증 테스트를 진행하고 있다. 이 방식으로 현재까지 수용가 모니터링 및 부하제어 On/Off를 확인하였다. 향후 냉방 부하에 대한 직접제어 효과를 제시하여 실시간 통신의 우수성을 검증하고 다양한 부하제어 기법을 제시하고자 한다.

(참 고 문 헌)

- (1) 한국전력공사 계통운영처, "최대부하 직접제어방식 실용화를 위한 연구(최종보고서)", 1990.
- (2) 한국전력공사 전력연구원, "첨두부하의제를 위한 원격부하제어 시스템 개발 및 적용에 관한 연구", 1996.
- (3) 한국전력공사, "전력계통의 부하관리방안(1)~(5)", 전기기사협회지, 125호~129호, 1993.
- (4) 한국전력공사, "최대전력관리장치 보급방안연구", 1997.
- (5) 한국전력공사, "수급연동형 최대전력 관리시스템 개발", 1997.