

효율적인 전력감시 제어 시스템 구성 방안

— 송 언 빈 (공학박사, 대림전문대 전기과 교수) —

1. 컴퓨터 제어 시스템 구성 목표

전기설비의 효율적 관리를 위한 컴퓨터 제어 시스템은 관리부분과 제어부분으로 나누어 구성한다. 관리부분에서는 전기설비, 조명설비의 동작상태에 대한 관리기능을 두고, 제어부분에서는 전력수요제어와 조명제어 가능한 제어기능을 두는 것을 기본으로 한다.

전력설비의 효율적 관리를 위한 컴퓨터 제어 시스템의 구성 목표는 다음과 같다.

- (1) 중앙감시실에서 모든 전기설비를 통합 관리하여 관리기능의 자동화로 관리비용 절감.
- (2) 전기설비의 사용시간 적산, 주기적 운전 상태 분석 등을 통한 설비관리로 설비 고장을 미연에 방지하여 전력공급의 신뢰성 보장.
- (3) 전력수요제어, 조명제어기능의 효율적인 프로그램 제어를 통한 최대전력수요를 관리하여 에너지 절약의 극대화.
- (4) 전기설비의 오동작 방지 및 전기설비 사고시의 신속한 경보기능을 두어 인명 및 재산 보호.
- (5) 전력사용량, 일정 시간대별 각종 데이터의 전산화를 통한 전기설비의 효율적 관리.

2. 컴퓨터 제어 시스템 구성의 기본방향

2.1 통합 컴퓨터 시스템 네트워크의 구성

- (1) 전기설비 관리용 컴퓨터 시스템은 공조설비 관리용 컴퓨터 시스템과 상호 정보교환이 가능하며, 중앙감시실에서 일괄 관리되는 시스템으로 한다.
- (2) 중앙감시실에는 그래픽 패널을 시설하여 전기설비를 일괄 관리하며, 동시에 컴퓨터의 그래픽 화면을 통하여 상세한 정보를 확인할 수 있도록 한다.
- (3) 공기조화 제어 시스템과 기능적으로 통합되어 전력수요제어가 가능하도록 하고, 방재 시스템과 연동되어 화재시의 비상기능을 수행할 수 있도록 한다.

2.2 컴퓨터 제어 시스템의 안전성

- (1) 전기설비의 주요 관제점(管制点)들은 멀티 유저 멀티 터미널(multi-user multi-terminal) 기능을 두어, 다른 터미널에서도 관리 가능하도록 하고 제어 시스템은 분산화 및 이중화된 구조로 한다.

- (2) 현장 제어장치들은 분산 DDC(Direct Digital Control)방식을 도입하여, 제어의 신뢰성을 높이며, 어떤 현장 제어장치의 고장이 자동으로 그 계통에서 분리되어 고장이 파급되지 않도록 한다.

2.3 컴퓨터 제어 시스템의 확장성

- (1) 현장 제어장치는 모듈방식으로 해 확장 모듈이 접속 가능토록 하고, 현장 제어장치의 입출력신호는 완전하게 주 컴퓨터 시스템으로 전송할 수 있어야 한다.
- (2) 컴퓨터 제어 시스템의 네트워크는 개방형 국제표준규격의 프로토콜을 채택하고, 전송매체는 광 케이블을 통한 고속 통신이 가능하게 한다.

2.4 컴퓨터 제어 시스템의 유지보수성

- (1) 컴퓨터 제어 시스템 구성에 필요한 요소부분을 최소화하고, 주요 기기들을 모듈화하여 유지보수를 용이하게 하고 보수비용을 최소화시킨다.
- (2) 유지관리자가 직접 현장에서 제어 프로그램을 현장 제어장치에 입력할 수 있고, 현장 제어장치의 기능을 진단할 수 있는 휴대용 프로그램 장치를 두어 제어기능의 유지관리를 간편하게 한다.

3. 컴퓨터 제어 시스템의 기본기능

3.1 컴퓨터 제어 시스템의 관리기능

현장 제어장치에서 수집되는 관리에 필요한 모든 정보는 주 컴퓨터 시스템에서 처리되어 각종 순시값의 정보를 출력시키거나, 일정하게 정의된 시간에 일보나 일보 형태로 자동 출력이 가능하게 한다. 표시기능의 경우 각 설비의 위치와 해당 정보를 터미널 화면에 표시하여 설비의 운전상황을 쉽게 파악할 수 있게 한다.

유지관리자의 사용이 편리하도록 터미널 화면에는 기능선택 모드를 제공하도록 한다. 전력수요제어시에는 보호기능을 두고, 중요한 전기설비의 제어, 설정된 제어변수의 변경, 암호의 변경은 특별한 방법에 의해서만 가능하도록 한다. 전기설비의 관리대상은 각종 차단기 및 개폐기, 자가발전장치, 무정전 전원장치, 직류 전원장치, 변압기, 주요 부하설비(조명 및 전동기 부하), 주 간선으로 설정하고, 적산전력량, 전력수요량, 전류, 전압, 주파수, 역률을 감시할 수 있도록 한다. 승강기의 관리는 별도의 시스템을 구성하도록 한다. 관리할 관제점을 산출할 때에는 약 25% 정도 여유를 두도록 한다.

3.2 컴퓨터 제어 시스템의 제어기능

조명제어를 위하여 제어대상 각층에 조명제어용 분산형 현장 제어장치를 둔다. 조명회로는 개별, 층별, 구역별로 그룹을 제어할 수 있고, 분단위 정도의 시간계획에 의한 점등, 소등의 일간, 주간, 월간 프로그램 제어가 가능하도록 한다.

전력수요를 감시하면서 미리 설정한 수요값과 비교하여 그 크기가 지정한 크기를 초과할 때에는 경보를 발하고, 정해진 순서에 따라 부하를 자동적으로 차단할 수 있는 전력수요 제어기능을 둔다. 정전후 순차적인 차단기의 투입 및 차단기능은 추후 선택 시방으로 고려하도록 한다.

3.3 제어 및 관리기능의 우선순위

제어 및 관리기능의 우선순위는 추후 선택 시방으로 고려하되, 기본적으로 다음과 같이 계획한다.

(1) 1순위

- 안전면에서 동작상태 및 이상상태 경보
- 특고압 수전설비, 고압 변전설비, 자가발전장치, 무정전 전원장치, 화재시 차단기의 동작

(2) 2순위

- 에너지 관리에 관한 제어기능
- 전력수요제어를 위한 개폐기 동작, 전력 수요량의 예측, 전력수요 제어상태

(3) 3순위

- 일반 관리에 필요한 각종 계측값

4. 컴퓨터 제어 시스템의 기본 구성

4.1 시스템의 기본 구성안

- (1) 주제어용 컴퓨터 시스템, 현장 처리장치, 모니터, 프린터, 그래픽 패널로 구성한다. 주제어용 컴퓨터 시스템은 데이터 관리 및 분산제어기능을 가진 주제어장치 등을 포함한 것으로 한다.
- (2) 주제어용 컴퓨터 시스템은 사무 자동화용 컴퓨터 시스템과 근거리 통신망을 구성하여 각종 관련 정보를 공유할 수 있도록 한다. 컴퓨터 네트워크의 전송매체는 광 케이블로 한다.
- (3) 근거리 통신망의 규격은 국제표준규격의 개방형으로 하여 계통내의 데이터 교환에 지장이 없도록 하여야 한다.
- (4) 현장 처리장치간의 통신은 기본적으로 19,200BPS 이상의 속도를 가진 2선방식 이상의 품질의 것을 채택한다.

4.2 주제어용 컴퓨터 시스템

- (1) 복수의 사용자 및 복수의 작업처리가 가능한 윈도우 기능
- (2) 메뉴선택 기능
- (3) 그래픽 기능
- (4) 경보표시 및 우선순위 지정 기능
- (5) 동작 추이도 및 관련 데이터 저장 기능
- (6) 다양한 리포트 기능
- (7) 자기진단 기능

- (8) CAD 직독 기능
- (9) 고해상도의 컬러 그래픽 지원
- (10) 분산처리 기능
- (11) 현장 제어장치들의 관리 기능
- (12) 2.5MB 이상의 근거리 통신망 구성 기능

4.3 현장 처리장치

- (1) 분산 처리기능을 갖춘 독립장치
- (2) 과부하 보호회로 내장
- (3) 2선의 통신선으로 통신속도 19,200BPS 이상
- (4) 자기진단 기능
- (5) 입력점의 소프트웨어에 의한 재구성 기능

4.4 모니터

- (1) 상태변화, 정보 데이터 표시, 제어계통의 상태의 영상 출력
- (2) 키보드는 개인용 컴퓨터의 키보드 배열로 각종 기능을 수행할 수 있는 단순한 구조
- (3) 그래픽 표시는 관련된 설비의 기호 및 현재의 계측값이 자동적으로 표시되며, 그래픽상의 데이터를 논리적으로 조합할 수 있는 기능

4.5 프린터

- (1) 각종 정보, 자료 등을 인쇄 출력
- (2) 운전 및 경보상태 기록
- (3) 일보, 월보, 적산값의 자동기록
- (4) 각종 데이터 및 프로그램의 자료화
- (5) 임의 자료 및 상태변화의 출력
- (6) 아날로그 변화추이 기록

4.6 그래픽 패널

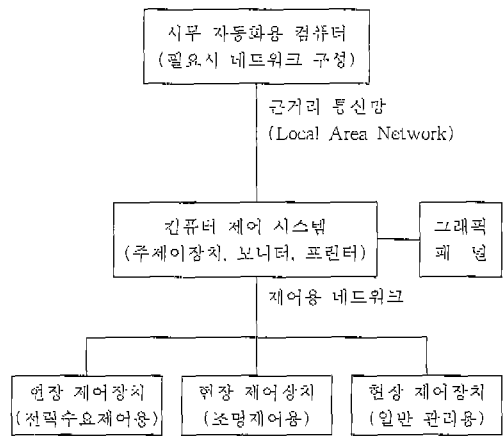
- (1) 배전계통을 한 눈에 알아볼 수 있도록

한다. 주제어용 컴퓨터 시스템의 고장에 관계없이 정상 동작되어야 한다.

- (2) 배전계통의 인입부, 특고압, 고압, 저압 차단 및 동작상태 표시
- (3) 전기설비의 운전, 정지, 경보상태 등을 색상, 기호 및 표시램프의 동작으로 판단
- (4) 표시 등은 조립, 교환이 용이한 구조
- (5) 그래픽 패널의 표시는 설비의 운전상태는 적색, 설비의 정지상태는 녹색, 경보상태는 노란색을 원칙으로 한다.
- (6) 그래픽 패널의 감시내용

분 류	감시대상 부분	운전상태	이상상태	계측값
특 고 압 배 전 선 비	선로 절체 스위치	○		
	부하 개폐기	○		
	진공 차단기	○		
	OCR		○	
	OCGR		○	
	전 류			○
	진 압			○
	유효전력			○
	무효전력			○
	역률			○
	전 력 량			○
주 파 수			○	
고 압 배 전 선 비	선로 절체 스위치	○		
	진공 차단기	○		
	고압 변압기		○	
	OCR		○	
	OCGR		○	
저압배 전선비	기중 차단기	○	○	
	선로 절체 스위치	○		
자 가 막 전 장 치	발전기	○	○	
	진공차단기	○		
	OCR		○	
	OCGR		○	
	전 류			○
	진 압			○
	유효 전력			○
	무효 전력			○
	역률			○
전 력 량			○	
주 파 수			○	
무정전 전원장치	출력 상태	○	○	
직류전원장치	출력 상태	○	○	

5. 컴퓨터 제어 시스템 계통 구성도



- 주. 1) 현장 제어장치의 설치대수는 전기설비 규모에 따라 선택한다.
- 2) 제어용 네트워크는 국제표준계방형으로 한다.
- 3) 그래픽 패널과 컴퓨터 제어 시스템간에는 계측에 관한 정보만 공유한다.
- 4) 사무자동화용 컴퓨터와 컴퓨터 제어 시스템간에는 관리에 필요한 정보만 공유되도록 설계시 선택 사양으로 한다.
- 5) 현장 제어장치는 현장상황에 따라 계측 또는 제어용으로 선택할 수 있다.

6. 제어 및 계측기능 설정

6.1 제어 및 계측기능(표 1)

6.2 제어 및 계측 내용

(1) 전력수요 제어

현재의 전력수요를 감시하여 관리할 목표 전력수요를 초과하지 않도록 사전에 설정한 우선순위에 따라 부하들을 차단하여 전력수요를 관리한다. 전력수요가 관리할 전력수요를 초과할 것으로 예상되면 유지관리자에게 경보를 발하면서 자동적으로 부하들을 순차적으로 차단한다.

(2) 조명 제어

조명 제어용 현장 제어장치, 조도 센서, 제실

<표 1> 제어 및 계측기능

분 류	계측기능	제어기능	기록기능
배전 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 운전 상태 감시 • 이상 상태 감시 • 계측값 감시 • 전력수요 감시 	<ul style="list-style-type: none"> • 차단기 개폐 제어 • 성복전 제어 • 전력수요 제어 • 조명 제어 • 부하 프로그램 제어 • 방재 능력 제어 	<ul style="list-style-type: none"> • 운전상태 기록 • 고장, 이상 기록 • 상하한 경보 기록 • 일보, 월보 작성 • 운전시간 적산기록 • 상태변화 추이기록 • 전력수요 기록
자가발전장치	<ul style="list-style-type: none"> • 운전 상태 감시 • 발전기 부하 감시 • 이상 감시 • 계측값 감시 		<ul style="list-style-type: none"> • 운전 상태 기록 • 고장 기록 • 계측값 상하한 경보 기록
무정전 전원장치	<ul style="list-style-type: none"> • 상태 감시 • 이상 감시 • 계측값 감시 		<ul style="list-style-type: none"> • 운전 상태 기록 • 고장 기록 • 계측값 상하한 경보 기록
직류 전원장치	<ul style="list-style-type: none"> • 상태 감시 • 이상 감시 • 계측값 감시 		<ul style="list-style-type: none"> • 운전 상태 기록 • 고장 기록 • 계측값 상하한 경보 기록
간선 설비	<ul style="list-style-type: none"> • 상태 감시 • 이상 감시 		<ul style="list-style-type: none"> • 경보 상태 기록

감지기 등을 두고, 방재 및 보안 시스템과도 상호 기능적으로 결합되도록 고려한다. 시간대 별 창측 조도 제어, 재실 감시에 의한 자동 조명 점멸 제어기능을 둔다.

(3) 방재 동력 제어

화재 발생시 해당지역에 관련된 동력, 조명, 일반 및 비상회로들을 선택 차단하여 화재로 인한 사고가 배전계통에 파급되지 않도록 한다.

(4) 부하 프로그램 제어

유지관리자가 효율적으로 전기설비를 관리하기 위하여 일정한 메뉴 프로그램으로 필요한 부하설비들을 제어할 수 있다.

(5) 계측값 상하한 제어

배전계통의 전기량 계측값(전압, 전류, 전력량, 주파수, 역률 등)을 감시할 때, 계측값이 미리 설정한 범위를 벗어나면 중앙감시반에 경보를 발하여 배전계통의 사고를 방지한다.

(6) 정전 복전 제어

정전에서 복전될 때 순간적인 기동전류에

의한 순간 과부하 현상을 방지하기 위하여 부하를 순차적으로 자동 투입되게 한다.

7. 제어특성 분석

7.1 전력수요 제어 기법

전력부하를 효율적으로 관리하기 위하여 전력사용 상황을 연속적으로 모니터링하면서 부하의 제어, 경보신호 등을 발하여 최대 전력수요를 제어할 수 있다. 전력수요를 제어하려면, 사전에 항상 차단할 수 있는 부하, 일시적으로 차단할 수 있는 부하, 시간대에 따라 차단할 수 있는 부하, 차단할 수 없는 부하로 나누어 분석하여야 한다. 전력수요는 일정 수요시한내의 평균전력으로 정하고 있으며, 일정 수요시한내의 사용 전력량을 W(kWh)라 하면 전력수요 P(kW)는 다음과 같이 표현된다.

$$P = \frac{W(\text{kWh})}{H(\text{시간})} = \frac{W}{H} (\text{kW}) \quad (1)$$

우리나라에서는 수요시한을 15분을 기준으로 정하고 있다. 따라서, 식 (1)은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$P = \frac{W(\text{kWh})}{15/60(\text{시간})} = 4 \cdot W(\text{kW}) \quad (2)$$

평균전력의 1개월간의 값중에서 최대값을 최대 전력수요라고 부르고 있다. 따라서 전력회사측에서는 1개월에 한번씩 최대 전력수요 값을 파악하여 관리하고 있는데 한번 발생된 최대 전력수요는 1년동안 계속 그 값을 기준으로 전기요금을 산정하도록 하고 있다. 이 때 어느 시점에서 최대 전력수요가 낮아지게 되더라도, 한번 발생된 최대 전력수요를 기준으로 1년간 전기요금 산출근거로 적용되고, 이후 낮아진 전력수요 값으로 다시 1년동안 전기요금에 적용하도록 되어 있기 때문에 최대 전력수요를 뺄 수 있는 한 낮추어야만 한다.

전력수요 제어를 실시하기 위해서는 우선 현재의 전력수요를 파악하여야 한다. 현재의 전력값을 파악하기 위해서는 기존 전력량계에 새로운 전력량계를 설치해야 한다. 기존 전력수요를 계량하는 기계식 전력량계는 전기사업자인 한국전력의 소유로 되어 있기 때문에 기존 전력량계를 임의로 개수할 수 없다. 따라서, 현재의 사용전력량을 파악하기 위해서는 추가로 전력량계를 설치하고 이 전력량의 값을 펄스 신호로 변화시켜야 할 필요가 있다.

전력수요 제어 시스템에서 사용하는 용어들은 다음과 같이 정하고 있다.

(1) 사용전력

15분의 수요시한 시작부터 현재까지 실제 사용된 적산전력의 누계 값으로 표시한다. 일반적으로 처음의 수요시한 시작 6분후부터 이 사용전력을 이용하여 예측전력을 프로그램에 의하여 연산하고, 목표전력과 비교하여 예측전력이 목표전력을 초과할 경우에는 부하 제어를 시작하게 된다. 15분의 수요시한마다 제어 프로그램에 의하여 자동으로 영(Zero)으로 리셋 되도록 되어 있다.

(2) 목표전력

사용하고자 하는 목표값을 의미하게 된다. 이 목표전력은 사용자가 각 시간대별로 임의

로 전력수요 제어 장치에 입력할 수 있도록 하고 있다. 전력수요 제어 장치의 제어 프로그램에 의하여 수요시한까지 목표값이 표시되며 15분이 되면 자동으로 리셋된다.

(3) 수요전력

현재 진행중인 수요시한 이전의 15분 수요시한의 전력값중 최대값(최대 수요전력)이 표시된다. 수요시한이 끝나면 프로그램에 의하여 사용전력의 15분간 누적값이 수요전력으로 자동으로 옮겨져 표시되도록 하고 있다.

(4) 예측전력

현재전력을 기준으로 수요시한이 끝나는 시점의 전력을 미리 예상한 값을 의미한다.

(5) 초과전력

예측전력이 목표전력을 초과했을 경우 초과된 만큼의 전력을 표시하게 된다. 즉, 예측전력-목표전력=초과전력이 된다.

(6) 여유전력

목표전력에 비하여 여유가 있을 때 전력의 크기를 의미하고 있다.

즉, 목표전력-예측전력=여유전력이 된다.

(7) 수요시한

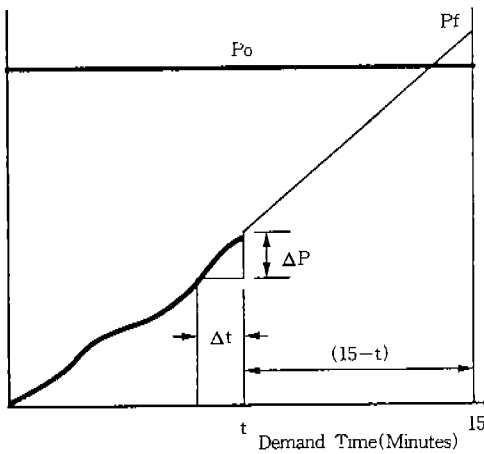
우리나라에서는 수요전력 계량기에서 15분을 주기로 수요전력값을 파악하도록 정하고 있다.

(8) 계기정수

사용전력량값을 펄스수로 표시한 것인데, 2400 펄스/kWh, 1600 펄스/kWh 등 전력량계에 표시되어 있다.

현재의 사용전력을 토대로 전력수요 제어 알고리즘에 의하여 예측전력을 산정하는 과정을 알아보자.

그림 1에서 현재전력을 P라 하고 목표전력을 P₀라 하면 예측전력 P_F는 다음과 같이 표현된다.



〈그림 1〉 전력수요의 연산 과정

$$P_f = P + \frac{\Delta P}{\Delta t} (15 - t) \quad (3)$$

식 (3)에서 Δt 는 1분, 2분, 3분 등으로 임의로 선택할 수 있는데, 일반적으로 1분을 기준으로 하여 예측전력 값을 얻을 수 있도록 하였다.

따라서 현재 전력 P는 식 (2)와 계기정수와 전력 사용량을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P = 4 \cdot \frac{1}{\text{계기정수}} \times \text{펄스의 누적수} \quad (4)$$

펄스의 누적수는 수요시한 시작부터 현재전력을 파악하기 위한 시간까지 산출한 값으로 정하고 있다. 전력 수요시한 내에서 제어기능을 수행하는 시간동안에 조정할 수 있는 전력인 조정전력을 V라 하면 다음과 같이 표현된다.

$$V = (P_f - P_0) \cdot \frac{15}{15 - t} \quad (5)$$

일반적으로 그림 1에서 t가 6분이 되는 시간까지 누적펄스값에 의하여 현재 사용전력을 산출하고 이 값으로 예측전력을 구한 다음, 이를 목표값과 비교하여 목표값 초과가 예상되는 경우 경보를 발생하고, 부하제어를 실시하게 된다. 식 (5)에서 $V \leq 0$ 의 경우 V는 투입가능전력이 되고, $V > 0$ 의 경우 V는 차단해야 할 전력이 된다. 예측전력 \geq 목표전력인 경우 첫

번째 경보가 출력되게 된다. 다음에 조정전력이 차단전력 설정치를 초과하는 경우 두번째 경보가 출력되게 된다.

일반적인 전력수요 제어에서는 예측전력이 목표전력 보다 커지게 되면 경보를 발생하면서 제어에 들어가도록 하고 있다. 전력수요 제어는 전력의 효율적 유효이용을 목적으로 하여, 목표전력의 범위내에서 적절하게 부하설비들을 사용할 수 있도록 하여야 한다. 전력수요가 초과할 것으로 예측되는 경우에는 사전에 부여된 프로그램에 의하여 자동적으로 부하설비들을 제어할 수 있는 특징이 있다.

이러한 전력수요제어를 별도의 전력수요제어장치로 수행하도록 구성하는 경우는 전력의 사용상태를 표시하는 감시부분, 경보기록 및 부하제어를 프로그램적으로 처리하는 제어부분으로 크게 나눌 수 있다.

전력수요 제어장치에서 감시부분에서는 현재의 전력량을 읽어서 현재의 수요전력, 예측전력, 조정전력 등을 표시하게 된다. 이 때에 기존 전력량계의 펄스를 이용할 수 있으면 좋겠으나 현재 자가용 전기설비의 시설 여건상 신규로 전력량계를 시설하지 않으면 안된다. 제어부분에서는 프로그램에 의하여 예측전력을 계산하고 이 값이 목표전력을 초과하게 되면 제어에 필요한 신호들을 출력하여야 한다. 제어부분은 외부 제어대상 설비로 제어신호를 보내야 하는데 이 경우 일반적으로 릴레이 부분을 거쳐서 부하회로를 개·폐하도록 구성하게 된다.

전력수요 제어장치의 기능항목은 일반적으로 다음과 같다.

- 표시 내용: 현재전력, 예측전력, 목표전력, 적산 전력량 등이 표시된다.
- 부하제어 기능: 부하제어 회로수는 최대 8회로 정도, 제어부하의 종류별 우선 순위방식으로 제어된다.
- 경보 정지시간: 전력수요시한 초기부터 5분, 10분 등 가변할 수도 있다. 경보 정지 기능을 두지 않을 수도 있다.
- 전력수요값 초과 예측경보: 관리목표 초

과경보, 차단경보, 고부하 경보, 한계경보로 기능을 확대할 수도 있다.

- 기록기능: 프린터 연결 기능을 추가할 수 있다.
- 통신기능: 개인용 컴퓨터와 연결기능, 전력 감시 제어 시스템과 연결 기능을 추가할 수 있다.

7.2 전력수요 제어요소

일반적으로 전력수요 현황을 분석한 결과 조명, 냉동기, 공기조화용 동력 부분에서 주로 전기에너지가 사용되고 있다. 기존 수요가의 경우에 조명부하는 하루의 부하변화가 거의 일정한 상태로, 전력수요 제어 기능을 부가하기에는 경제성이 없는 것으로 평가 되었다. 최대 전력수요는 여름철 냉방기간중에 오전 10시에서 오후 4시 사이에 발생하고 있다. 따라서, 최대 전력수요 제어를 실시하려면 이 기간중에 공기조화용 동력중에는 공조기용 팬이나 순환펌프 등을 주요 제어대상으로 설정하는 것이 효과적임을 알 수 있었다.

건물의 쾌적상태에 손상을 주지 않으면서 최대 전력수요를 낮추기 위해서는 공조기용 팬의 전동기 제어가 가장 적합한 것으로 평가되고 있다. 그런데 공조기용 팬을 냉방기간 중에 완전히 정지하게 되면 실내 공기환경의 쾌적성을 저해하게 된다. 따라서 전력수요 제어 장치와 더불어 인버터를 부가시키는 것이 필요한 것으로 분석되었다. 이 경우 소형 동력설비나 조명회로는 전자개폐기에 의하여 직접 개·폐 제어를 실시할 수 있다. 일반적으로 공조기가 10(kW)급 이상의 경우에는 인버터를 경유하여 제어되도록 함이 바람직하고 패키지형 에어컨이나 팬 코일 유닛은 전자개폐기를 경유하여 제어함이 바람직하다. 전자개폐기는 직접 부하를 개·폐하여야 하므로 주차장의 소형 팬과 소형 전동기 부하들을 제어대상으로 함이 바람직하다. 신축 건물의 경우 조명부분을 제어대상으로 설정하는 경우에는 전자개폐기에 의하여 제어될 수 있도록 조명회로

를 세분화함이 바람직하다. 순환 펌프의 경우에도 인버터를 부가하는 것이 효과적이며, 시수펌프나 정수펌프와 같이 여름철 냉난방 시기에 가동할 필요가 없는 부하는 최대 전력수요 발생시간대 이외의 부분으로 우선순위를 두어 전자개폐기에 의하여 제어하도록 함이 바람직하다. 인버터는 전력수요 제어장치에 의하여 기동되면서, 제어신호에 따라 회전수 제어가 가능하도록 부속장치를 추가하여야 한다. 전력수요 제어장치에 의하여 최대 전력수요 발생시에 효과적으로 제어할 수 있는 부하들은 다음과 같다.

(1) 공조기용 급기 및 배기 팬용 전동기

- 기존 건물이나 신축 건물에서 채택
- 부하용량을 고려하여 인버터 신설 필요

(2) 순환펌프용 전동기

- 기존 건물이나 신축 건물에서 채택
- 부하용량을 고려하여 인버터 신설 필요

(3) 팬 코일 유닛 및 동력설비용 소형 전동기

- 기존 건물이나 신축 건물에서 채택
- 전자개폐기에 의한 부하 개·폐

(4) 조명 부하

- 신축 건물에서 채택
- 조명회로 세분화 필요. 전자개폐기에 의한 부하 개·폐

전력수요 제어를 위해서는 우선 수요전력을 파악하기 위한 전력량계를 시설하고, 제어 대상 설비에는 부하 개·폐를 위한 전자개폐기를 시설하여야 한다. 여름철의 냉방기간에 최대 전력수요가 발생하는 시간대에 쾌적한 공기조화 환경을 유지하면서 전력수요를 낮추어야 한다. 이렇게 하기 위해서는 대형 공조기용 전동기들에는 인버터를 부설할 필요가 있다. 최대 전력수요 발생시간대에는 인버터에 의하여 공기조화 환경에 영향이 없도록 회전수를 낮추어 운전함으로써 전력수요를 억제할 수

있다. 제어 대상 설비들은 주로 조명, 공조기용 동력, 주차장 환기용 동력 등이 되나, 기존 건물의 경우 조명부분의 제어는 경제성이 없는 것으로 분석되었다.

수요전력을 파악하기 위해서는 기존의 수전회로 1차측에 전력량계 부설위치에 펄스용 전력량계를 신설하거나 센서를 이용하여 일반용 전력량계에서 펄스를 변환시켜 이 값을 이용하여 전력수요 제어 장치에서 수요전력을 산정하도록 하고 있다. 펄스를 직접 출력할 수 있는 전력량계와 일반용 전력량계에서 별도의 센서를 두어 펄스를 발생시켜 이용하는 방안이 있다. 이 펄스는 전력수요 제어 장치에 입력되면, 전력수요 제어장치에 내장된 프로그램에 의하여 전력수요 제어에 필요한 계측값들이 연산되게 된다.

7.3 전력수요 제어장치의 시설

전력수요 제어장치를 시설하기 위해서 신설하여야 할 요소부 설비들은 다음과 같다.

- 전력수요 제어장치
- 전력량계
- 전자개폐기 또는 인버터
- 부하 제어용 배선

전력수요 제어장치는 종합적으로 설비를 관리할 수 있도록 제어용 컴퓨터가 설치된 곳에 시설하는 것이 바람직하다. 현재 전력량을 계측하기 위해서는 펄스용 전력량계가 없는 경우에는 새로운 전력량계를 수전회로의 1차측의 기존 전력량계 시설위치에 부설한다. 릴레이반은 전력수요 제어 장치에서 제어 대상 설비에 부설되는 전자개폐기에 직접 제어신호를 출력하기 위한 것이다. 릴레이반은 현장 제어 대상 설비 가까이 시설하거나 전력수요 제어 장치가 위치한 곳에 별도의 릴레이함을 두어 시설할 수도 있다. 전자개폐기는 제어 대상 회로의 개·폐를 위하여 제어 대상 설비에 최대한 인접하여 시설함이 좋다. 이렇게 하면 설비 유지 관리시에 제어 대상 설비와 함께 관리될 수 있는 효과를 얻을 수 있기 때문이다.

전력수요 제어장치의 각 요소부들의 시설시 고려하여야 할 요점은 다음과 같다.

(1) 전력수요 제어장치

- 전력수요 제어장치용 전원은 무정전 전원 공급 장치에서 출력된 것을 이용함이 좋다. 그러나, 무정전 전원 공급 장치가 없을 시에는 비상부하용 변압기 등에서 인출된 가급적 안정한 전원으로 하여야 한다.
- 전력수요 제어장치는 기계실 또는 전기실에 시설하여야 하나 불가피한 경우 현장에 시설하는 경우에는 주변에 고압 전동기와 같은 대용량 부하가 없는 곳에 시설하여야 한다.
- 대용량 인버터에 의한 고조파나 노이즈의 영향이 없도록 하고, 통풍이 잘되고 먼지, 진동의 영향이 없도록 하여야 한다.
- 관리자 이외에는 임의로 조작할 수 없도록 하여야 한다.

(2) 전력량계

- 펄스신호를 출력할 수 있는 전력량계를 이용하는 경우에는 수전회로의 기존 전력량계 시설위치에서 계량기 연결선을 이용할 수 있다.
- 펄스신호를 얻기 위하여 센서를 시설하는 경우에는 센서용 전원, 센서부착후 펄스 출력상태가 양호하도록 견고하게 시설하여야 한다.
- 전력량계에서 출력한 펄스신호는 전력수요 제어장치까지 정확히 전송되어야 하므로 각종 전자유도장애, 노이즈에 대하여 안전하도록 차폐용배선을 선택하거나 별도의 전선관을 시설함이 좋다.

(3) 전자개폐기

부하 제어를 위하여 기존의 배전회로에는 추가로 전자개폐기를 시설하여야 한다. 이 경우 설치장소, 사용조건을 고려하여 육내설치의

경우는 폐쇄형이 좋으며, 먼지가 많은 장소는 피하고, 제어반내에는 기름이 침입되지 않도록 하여야 한다. 적용부하에 따라 전압, 주파수, 용량에 따라 선정하여야 한다. 전동기 부하의 경우 전동기의 출력, 전압, 주파수, 전부하 전류에 따라 전자개폐기의 용량을 선정한다. 전동기 부하를 위한 과전류 계전기는 전부하 전류를 기준으로 선정한다. 개폐기를 사용하는 경우 전동기의 과부하는 보호되어야 하며 단락이 발생하였을 때 단락회로를 차단할 능력이 없으므로 회로 보호용 배선용 차단기의 사용이 필요하다. 실제 사용조건에 있어서의 1시간당 개폐빈도, 투입전류, 차단전류, 역상제동, 회로구성 측면도 면밀히 검토하여야 한다.

연속 운전에 사용하는 전자개폐기는 각각의 통전 용량에 적합한 것을 택하여야 하고 시동시에만 사용하는 것은 단시간 사용하는 경우에는 통전전류, 통전시간 및 과전류 내량을 고려하면 된다. 전자개폐기의 열동 과전류 계전기는 일반적인 전동기, 특히 농형 유도전동기의 보호장치로서 사용되고 있다. 이것은 전동기를 과전류에 의한 소손으로부터 보호하는 것으로 과전류 및 구속상태의 전동기를 회로에서 차단시켜 준다.

(4) 부하 제어용 배선

부하 제어용 배선 연결은 제어 대상 부하에 1대1로 대응하여 제어신호선을 포설하고, 제어 신호에 의하여 각각의 부하설비가 제어되게 된다. 전력수요 제어 장치에서 제어 대상 설비까지 제어용 배선 거리는 최대한 단축시켜야 한다. 부하 제어용 배선 연결시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 배선경로는 점검 및 수리에 편리한 장소를 선택하고 전력선용 배선관과 교차하거나 접근하여 유도장애가 일어나지 않도록 하여야 한다.
- 배선 연결부에는 점검 박스를 두고 배선용 덕트들은 고온, 다습한 장소 및 가스류와 같은 폭발성 물질이 있는 곳은 피하여야 한다.

- 릴레이 전원 공급용으로 상용교류를 필요로 하는 경우 사용되는 전선관은 KS C 8401에 의한 후강전선관을 사용하며 전선의 피복을 포함한 단면적이 전선관 단면적의 40%를 초과하지 않도록 하여야 한다.

- 배관의 구부림은 90도 이하로 완만하게 하며 굴곡관 내측 반경이 관내경의 6배 이상이어야 하며 연속 3개소 이상 구부림은 피하여야 한다.

- 모든 배관은 록코너트, 부싱 등 적절한 배관 부속을 사용하여 연결하여야 하며 배관의 지지는 U볼트 및 파이프 크램프를 이용하여 충분히 견고하게 지지하여야 한다.

- 릴레이 반이나 점검 박스 등의 주위에는 보수유지 및 관리에 필요한 공간을 두고, 견고하게 고정시키며 용도표시를 하여 사후관리에 용이하도록 하여야 한다.

- 부하 제어용 릴레이 접점을 제어 전원에 직렬로 연결되도록 배선한다.

- 부하 제어용 배선은 일반적으로 IV전선 1.25mm 이상을 사용함이 좋다.

전력수요 제어기능을 확대시켜 기존 설비의 관리와 제어에 응용하기 위하여 제어 기능을 부설하는 경우에는 다음과 같은 점을 면밀하게 검토하여야 할 것이다.

조명부분의 경우에는 기존 건물의 배전회로 수정에는 한계가 있기 때문에 신축 건물 계획시와 개수시에 적극적으로 검토 적용함이 바람직한 것으로 평가되었다. 조명제어의 경우는 창측 조명제어, 조광제어, 조명 패턴제어가 가능하도록 조명회로 배선을 세분화하여야 한다. 전력수요 제어 장치에서 제어 대상 조명회로까지 제어용 배선을 전기설비 계획시에 고려하는 것이 효과적이다. 전력수요 제어에서 주요한 제어 대상은 동력설비가 되기 때문에 동력설비인 공조기용 전동기, 펌프용 전동기들을 주요 제어대상으로 검토하기 위하여 신축 건물 계획시에는 에너지 절약적 측면에서 전동력 설비계획도 함께 검토할 필요가 있다.