

III

수·변전 설비

- 01 수·변전 설비의 구성
- 02 수·변전 설비의 용량 산정
- 03 간선과 분기 회로

발전소에서 생산된 전력이 송전 설비, 변전 설비, 배전 설비와 같은 전력 계통을 통해 공급되면, 사용자는 이를 받아 동력 기기나 전열 기기 또는 조명 등의 부하 설비에 적합하도록 전압을 변환하여 사용한다.

이 단원에서는 수용가가 높은 전압을 받는 수전과 높은 전압을 각 설비에 맞도록 강압하는 과정인 변전에 대하여 알아보자.



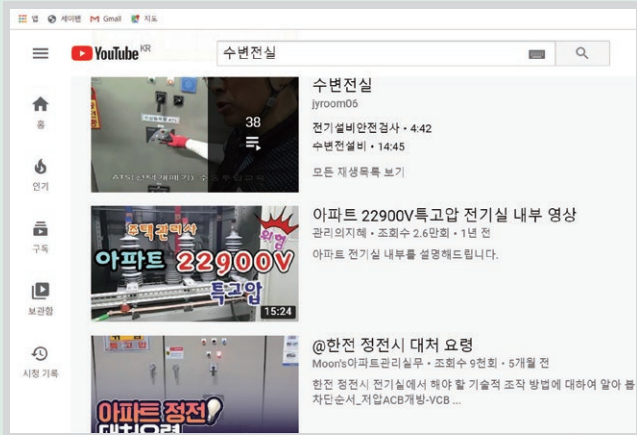


01

수·변전 설비의 구성

동영상으로 알아보기

YouTube에서 「수·변전 설비의 구성」 관련 내용을 검색해 보자.



▶ 검색어 1

수변전실

▶ 검색어 2

학교 전기 공급 어떻게?

▶ 검색어 3

아파트 22,900[V] 특별 고압 전기실 내부 영상

생각열기 전기 안전 관리자



우리 주변에는 전기를 사용하지 않는 곳이 없을 정도로 거의 모든 곳에서 전기를 사용하고 있다. 이러한 곳의 전기 안전 관리는 누가 하고 있을까?

일반적인 전기 설비의 안전 관리 업무 수행은 한국전력공사와 한국전기안전공사가 하고 있다. 하지만 전기를 공급 받는 수용가의 수전 설비 등은 자가용 전기 설비이므로 건물주 책임 하에 관리하여야 한다. 따라서 빌딩이나 아파트 등의 대형 건물에서는 별도로 전기 안전 관리자를 지정하여 수·변전 시설 및 기타 전기 시설들을 주기적으로 안전하게 관리하도록 하고 있다. 우리가 사용하는 건물의 전기 안전 관리자가 점검하는 수·변전 시설에는 어떤 것들이 있는지 알아보자.

? 수·변전 설비는 무엇으로 구성되어 있을까?

NCS 모듈 연계

대분류	중분류	소분류	세분류	능력 단위	요소	분류 번호
19. 전기·전자	01. 전기	06. 전기 설비 설계·감리	03. 전기 설비 운영	02. 수·변전 설비 운영	1. 수전 설비 운영하기	1901060303_16v1.1, 2, 3, 4
					2. 변전 설비 운영하기	1901060304_16v1.1, 2, 3, 4
					3. 배전·간선 설비 운영하기	1901060322_16v1.1, 2, 3, 4

1

수 · 변전 설비란?

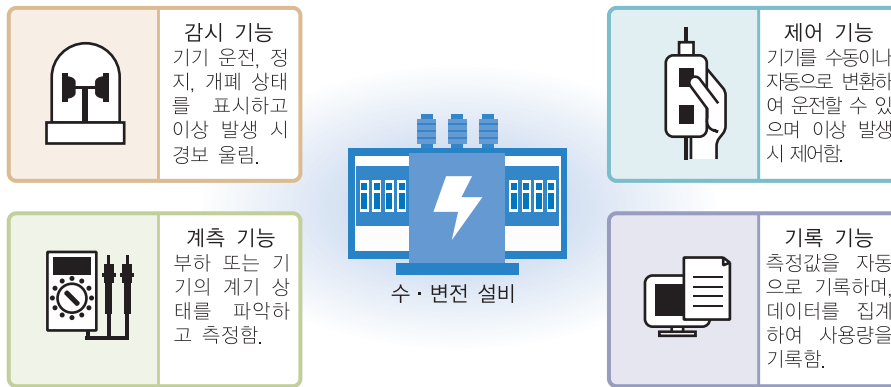
- 성취 기준**
- 수 · 변전 설비의 개요에 대하여 설명할 수 있다.
 - 수 · 변전 설비의 구성 기기에 대하여 설명할 수 있다.

- 주요 용어**
- 수전 설비
 - 변전 설비
 - 수 · 변전 설비의 계통 구성
 - 수 · 변전 설비의 구성 기기

① 수 · 변전 설비의 개요

수용가에서 전력을 활용하려면 전력 회사에서 고압으로 송전한 전력을 수전하여 실제 필요한 전압으로 변전하고 각 부하 시설로 배전하게 되는데, 이러한 수전과 배전을 위한 전기 장치와 기기를 수 · 변전 설비라고 한다. 이때 전력 회사에서 공급한 전력은 구내에서 수전하고 변전한 후 부하 설비로 배전하고 구외로는 송전하지 않는다. 통상 수전 지점에서 변압기 1차 측까지의 기기를 수전 설비라 하고, 변압기에서 전력 부하의 배전반까지를 변전 설비라 한다.

수 · 변전 설비는 기본적으로 그림 Ⅲ-1과 같은 기능을 가지고 있다.



☞ 그림 Ⅲ-1 수 · 변전 설비의 기본 기능

② 수 · 변전 설비의 계통 구성

수 · 변전 설비의 계통 구성은 건물의 용도와 수전 설비 용량에 따라 간이 수전 설비와 정식 수전 설비로 구분할 수 있다. 또는 구성 장소에 따라 옥외용 폐쇄형, 개방형, 옥내용 폐쇄형 등으로도 구분할 수 있다.

간이 수전 설비는 수전 전압이 22.9[kV]이고, 용량이 1,000[kVA] 이하인 경우에 시설하는 설비이다. 구성이 간단하며, 자동 고장 구분 개폐기(ASS)와 전력용 퓨즈(PF)를 사용해 설비를 보호한다. 공사 현장처럼 일정 기간만 사용하는 수용가가 있는 장소에 주로 시설한다.

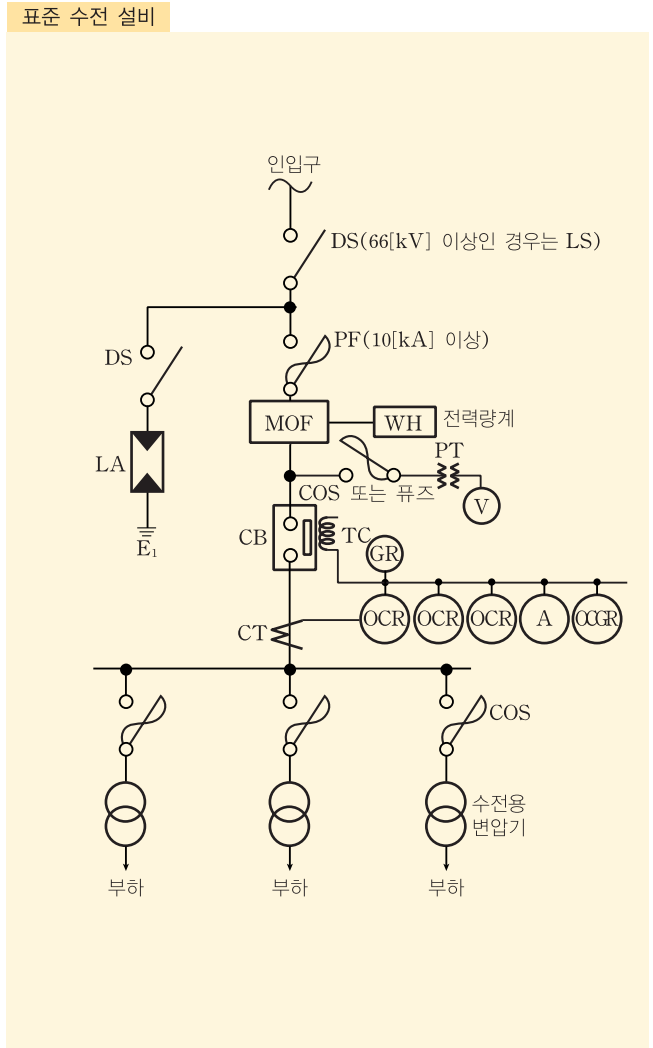
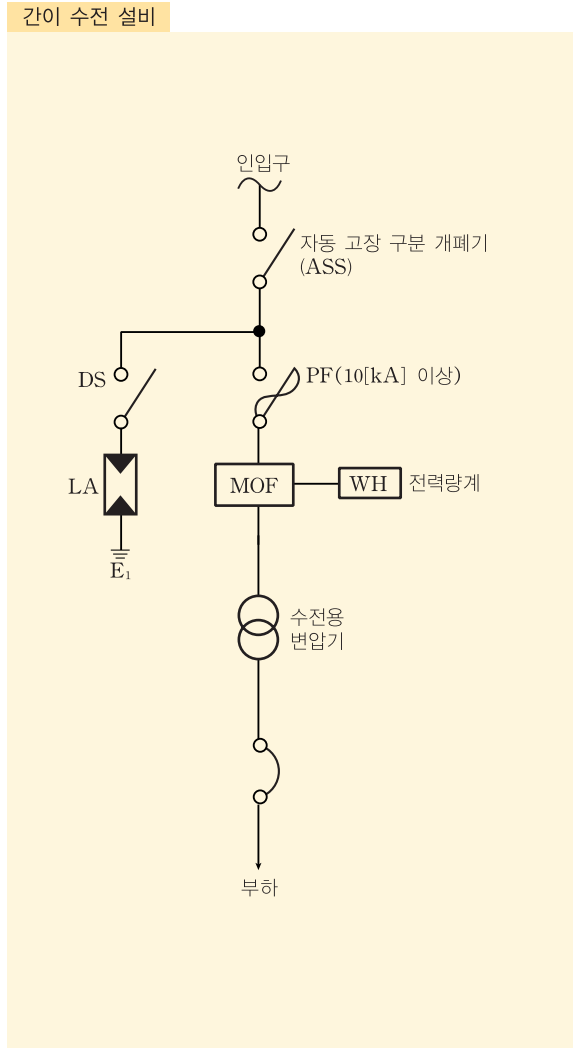
수전 전압

전력 회사가 전력 공급에 사용하는 전압으로, 수전 용량을 근거로 전력 회사의 전기 공급 약관에 의하여 결정된다. 특별 고압, 고압, 저압의 3종류가 있다.

표준 수전 설비는 수전 전압이 22.9[kV]이고, 용량이 1,000[kVA]를 초과하는 경우에 시설하는 설비이다. 간이 수전 설비와는 다르게 차단기(CB)와 보호 계전기를 사용하여 설비를 보호하며, 계속적으로 전기를 사용하는 수용가가 있는 장소에 시설한다.

수·변전 설비를 지중으로 인입하여 시설할 때에는 공동 주택 등에서 고장 시 정전 피해를 최소화하기 위해 예비 지중선을 포함하여 2회선으로 하는 것이 바람직하다. 인입선은 CNCV-W(수밀형) 케이블 또는 TR-CNCV-W(트리 억제형) 케이블을 사용하고, 전력구나 덕트 등 화재 우려가 있는 장소에서는 FR-CNCO-W(난연) 케이블을 사용하는 것이 일반적이다.

●●
전력구
 각 지역 변전소로 전력을 공급하는 단일 통로로, 다회선의 케이블을 수용하기 위한 구조물



⊗ 그림 Ⅲ-2 수·변전 설비의 계통 구성

③ 수·변전 설비의 구성 기기

수·변전 설비에는 안정적으로 전력을 공급하기 위한 설비와 사고 발생 시 기기를 보호하기 위한 보호 설비가 있다.

1 변압기

수·변전 설비용 기기 중 가장 중요한 전압 변환 장치로, 전자 유도 작용을 응용한 에너지 변환 기기를 변압기(TR; transformer)라고 한다.

① 유입 변압기

유입 변압기는 철심과 권선을 탱크에 넣고 변압기유를 채워 절연과 냉각을 하는 변압기이다. 옥내와 옥외를 구분하지 않고 사용되며, 온도 관리가 쉽고 저렴하다는 장점이 있다. 반면에 변압기유에 의한 화재 발생의 우려가 있고, 설치 공간을 많이 차지한다는 단점이 있다.

② 몰드 변압기

몰드 변압기는 권선 부분을 에폭시 수지로 굳혀 절연한 건식 변압기이다. 구조가 간단하여 보수 및 점검이 편리하고 효율성이 좋으며, 전력 손실이 적고 절연 강도가 매우 높다. 반면에 서지를 흡수할 수 있는 보호 장치가 필요하고 가격이 비싸다는 단점이 있다.

③ 아몰퍼스 변압기

아몰퍼스 변압기는 변압기의 철손을 줄이기 위해 기존의 규소 강판을 대신하여 아몰퍼스 합금을 이용한 자성 재료를 사용한 변압기이다. 아몰퍼스 변압기는 히스테리시스 손실이 적고, 고유 저항이 높으며 두께가 얇아 맴돌이 전류 손실도 적다. 반면에 소음이 크고 깨지기 쉬워 대량 생산이 어렵고 가격이 비싸다.

● 서지(surge)

짧은 시간에 높아진 전압이 곧바로 낮아지지 않고 서서히 낮아질 때 발생하는 과도 현상

● 아몰퍼스 합금(비결정성 합금)

철, 붕소, 규소 등의 혼합물을 용융시켰다가 급속으로 냉각하여 만드는 비결정질 합금

● 히스테리시스 손실

자성 물질에서 자석으로 변하는 성질 때문에 나타나는 손실

● 맴돌이 전류 손실

철심에 전류가 흐를 때 내부에 생기는 맴돌이 전류에 의해 나타나는 손실



(a) 유입 변압기



(b) 몰드 변압기



(c) 아몰퍼스 변압기

● 그림 Ⅲ-3 변압기의 종류

2 차단기

정상 상태에서 부하 전류를 개폐하는 역할을 하지만 단락 및 지락 사고 등 이상 상태가 발생하면 각종 계전기와 조합하여 신속하게 전로를 차단하여 기기 및 전선을 보호하는 장치를 차단기(CB; circuit breaker)라고 한다.

① 진공 차단기(VCB; vacuum circuit breaker)

진공 차단기는 진공에서의 높은 절연 내력을 이용하여 이상 상태 발생 시 아크 생성물을 소호하는 차단기이다. 아크가 적고 접촉부의 소모가 적어서 개폐 수명이 길며 소형·경량이다. 소전류 차단 시 이상 전압이 발생하는 경우가 있어 서지 대책이 필요하다.

② 유입 차단기(OCB; oil circuit breaker)

유입 차단기는 차단기 개방 시 발생하는 아크를 절연유의 냉각 작용을 이용하여 소호하는 차단기이다. 소전류인 경우에는 유류를 뿜어서 소호하고, 대전류인 경우에는 아크에 의해 분해된 가스를 뿜어서 소호한다. 가격이 저렴하고 사용 범위가 3.6~300[kV]로 넓지만 기름을 사용하기 때문에 화재 위험이 있고 설치 면적이 넓다.

③ 공기 차단기(ABB; air blast circuit breaker)

공기 차단기는 차단기 개방 시 발생하는 아크를 10~30[kg/m²]의 압축 공기를 차단기 주접점에 불어 넣어 소호하는 차단기이다. 대전류 차단용으로 개폐 빈도가 많은 곳에 적용하고, 12~362[kV]까지 다양하게 사용 가능하다. 기름을 사용하지 않아 화재 위험이 적으며, 보수 및 점검이 간단하고 경제적이다. 작동 시 폭발음이 발생하기 때문에 소음기가 필요하고, 압축 공기를 만들기 위한 부대 설비가 필요하다.

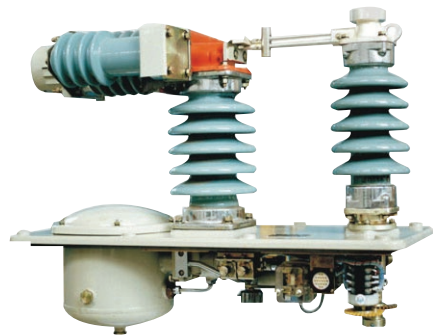
소호(arc cancellation)
아크에 의한 불꽃이 생기지 않도록 제거하는 것



(a) 진공 차단기



(b) 유입 차단기



(c) 공기 차단기

☞ 그림 Ⅲ-4 차단기의 종류

보충 학습 서지 방지 장치

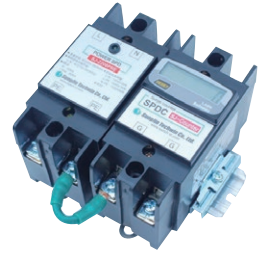
전력 계통에서 어떤 원인에 의해 전류 또는 전압이 순간적으로 급증하였다가 바로 회복되지 않고 서서히 감소하는 전기적 현상을 서지라고 한다. 서지는 크게 낙뢰에 의해 발생하는 뇌 서지와 차단기 같은 개폐기의 개폐에 의한 개폐 서지로 구분된다. 서지는 전기 기기나 통신 기기에 손상을 입히므로 손상을 방지하기 위하여 전력 계통에 서지 방지 장치를 설치한다. 일반적으로 고압이나 특별 고압일 때는 피뢰기나 서지 흡수기가 사용되고, 저압일 때는 서지 보호기가 사용된다.



(a) 피뢰기



(b) 서지 흡수기



(c) 서지 보호기

④ 자기 차단기(MBB; magnetic blast circuit breaker)

차단기 개방 시 발생하는 아크에 직각 방향으로 자계를 가하여 아크를 소호실로 밀어 넣어 차단하는 차단기이다. 전류 차단에 의한 과전압이 발생하지 않아서 직류 차단이 가능하고, 화재 위험도 없으며, 보수가 간단하다는 장점이 있다. 차단기 투입 시 소음이 발생하고, 고전압에서는 소호 능력이 부적합하기 때문에 7.2[kV] 이하에서 주로 사용된다.

⑤ 가스 차단기(GCB; gas circuit breaker)

가스 차단기는 차단기 개방 시 발생하는 아크를 공기 대신에 절연 내력과 소호 능력이 뛰어난 불활성 가스(SF₆)를 압축하여 불어 넣어 소호하는 차단기이다. 차단 성능이 매우 뛰어나고 소음이 적으며, 불활성 가스를 사용하기 때문에 화재 위험이 없다. 초고압 계통(12~800[kV])에 사용하고, 방재 성능이 요구되는 화학 공장, 선박, 지하철 등에 적합하지만 가격이 비싸다는 단점이 있다.



(d) 자기 차단기



(e) 가스 차단기

3 전력용 콘덴서

역률(power factor)

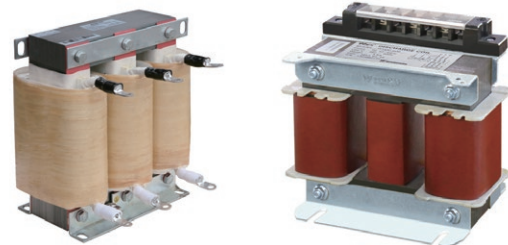
전력 계통에 투입된 전력은 일부만 실제 일에 활용되는데 이를 유효 전력이라 하고, 그렇지 않은 전력을 무효 전력이라고 한다. 이때 전체 전력(피상 전력)에 대한 유효 전력의 비를 역률이라고 한다.

부하 역률을 개선하여 전력 손실을 줄이고, 수전단에서 부하단까지의 전압 강하를 줄이기 위해 설치하는 장치를 전력용 콘덴서(SC; static condenser)라고 한다.

전력용 콘덴서는 직렬 리액터 및 방전 코일과 함께 사용한다. 직렬 리액터는 콘덴서에 의해 발생하는 파형의 왜곡이나 제5 고조파에 의한 문제점을 개선하기 위해 콘덴서와 직렬로 접속하는 장치이고, 방전 코일은 콘덴서를 회로에서 개방하였을 때 충전 전류를 방전하여 사고를 예방하는 장치이다.



그림 Ⅲ-5 전력용 콘덴서



(a) 직렬 리액터

(b) 방전 코일

그림 Ⅲ-6 직렬 리액터와 방전 코일

보충 학습 전력용 콘덴서 설치 방법

① 고압 모선 측에 설치하는 방법

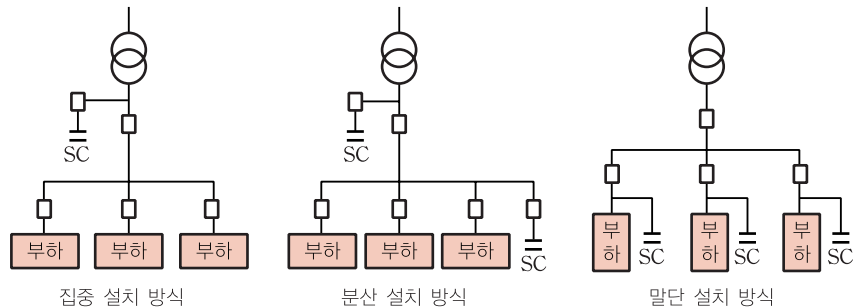
관리가 쉽고 경제적이며, 무효 전력에 신속한 대응이 가능하다. 전기 요금 저감 효과가 있지만, 선로 및 부하 기기의 개선 효과가 적다.

② 고압 모선과 부하에 분산 설치하는 방법

모선 설치보다 역률 개선 효과가 크지만 설비비가 증가한다.

③ 부하 말단에 분산 설치하는 방법

가장 이상적이고 효과적인 역률 개선 방법이지만 경제적인 부담이 증가한다.



4 개폐기와 퓨즈

고압 전로를 보호하는 개폐 장치에는 여러 종류가 있으며, 기능과 특성에 따라 분류할 수 있다. 개폐 장치를 선정할 때에는 각각의 기능과 특성을 충분히 이해한 후에 용도에 맞게 선택해야 한다.

① 부하 개폐기(LBS; load breaker switch)

부하 개폐기는 수·변전 설비의 인입 개폐기로, 정격 전류를 차단하는 것이 아니라 무부하 전류를 개폐하여 선로의 분기, 구분 및 전력 계통 보호를 위해 사용하는 장치이다. 무부하 전류란 한쪽 권선에 정격 주파수의 전압을 가하고, 다른 쪽 권선을 모두 개방했을 때의 선로 전류의 실효치를 말한다. 부하 개폐기는 부하 전류는 개폐할 수 있으나 고장 전류를 차단할 수 없으므로 전력 퓨즈와 직렬로 연결하여 단락 방지용으로 사용한다. 전로에서 3상 중 1상의 퓨즈가 끊어지면 전력 퓨즈에 내장된 트립 장치가 작동하여 자동으로 결상을 방지하는 기능을 가진 것도 있다.

② 고장 구간 자동 개폐기(ASS; auto section switch)

고장 구간 자동 개폐기는 수용가의 인입구(책임 분계점)에 설치되어 과부하 또는 고장 전류 발생 시 고장 구간을 신속하게 자동 분리하여 상위 계통(배전선)에 영향을 미치지 못하도록 하는 장치이다.

배전 선로에 설치된 리클로저나 공급 변전소에 설치된 차단기와 협조하여 1회 순간 정전 후 고장 구간을 자동 분리한다. 300[kVA] 초과 1,000[kVA] 이하의 수전 설비에 의무적으로 설치해야 한다.

트립

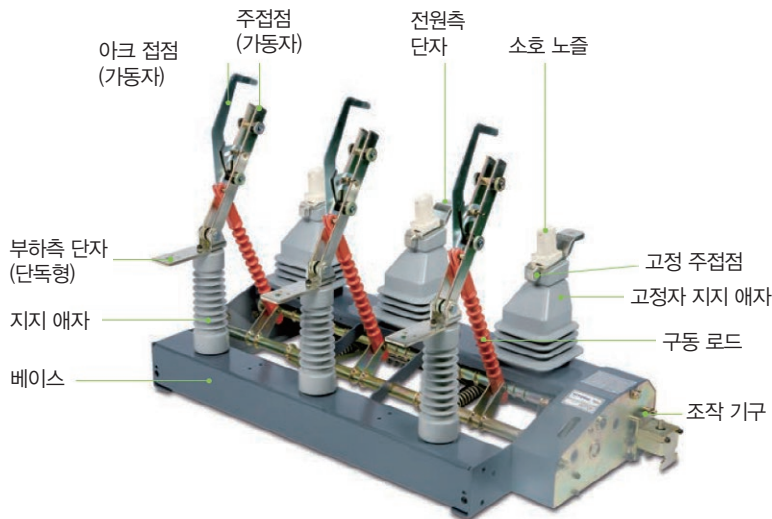
보호 기기나 차단기 등이 작동한 경우를 말한다.

결상

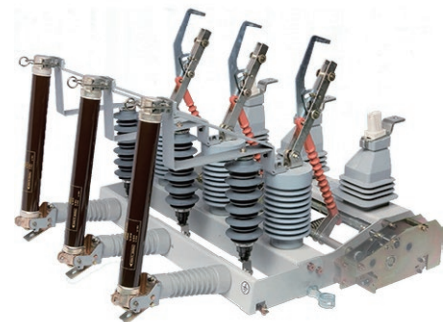
정상 운전 상태에서 퓨즈의 용단, 전원측 차단기의 오작동, 접촉 불량, 단선 등에 의해 3선 중 1선이 전원에서 분리된 것을 말한다.

리클로저(재폐로 차단기)

선로상에 발생된 고장이 전원측으로 확산되지 못하도록 직접 고장 전류를 차단하는 기기



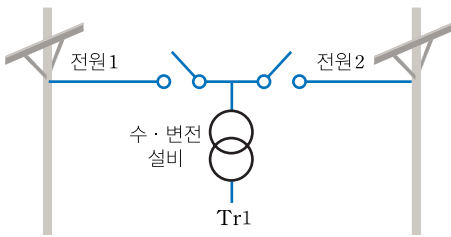
☞ 그림 Ⅲ-7 부하 개폐기



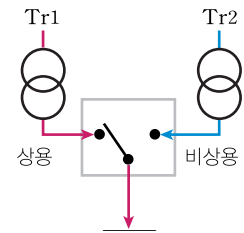
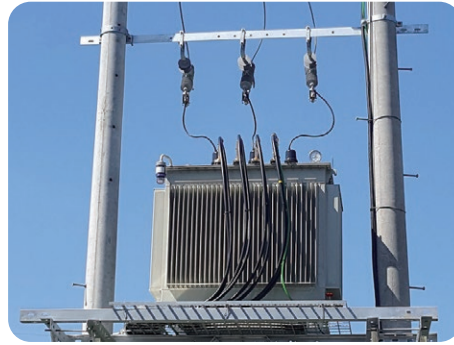
☞ 그림 Ⅲ-8 고장 구간 자동 개폐기

③ 자동 부하 전환 개폐기(ALTS; automatic load transfer switch)

자동 부하 전환 개폐기는 정전 발생 시 피해가 예상되는 수용가에 이중 전원을 확보하여, 주전원에 정전이 발생하면 예비 전원으로 자동 전환되어 전원 공급을 수행하는 장치이다. 특별 고압용으로 수·변전 설비의 앞단에 설치하는 것을 자동 부하 전환 개폐기(ALTS)라고 하고, 변압기 2차 측에 설치되어 변압기끼리 전환하거나 비상 전원과 전환하는 장치를 자동 전환 개폐기(ATS)라고 한다.



☞ 그림 Ⅲ-9 자동 부하 전환 개폐기



☞ 그림 Ⅲ-10 자동 전환 개폐기

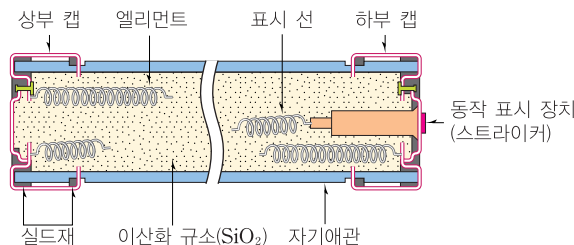
④ 전력 퓨즈(PF; power fuse)

전력 퓨즈는 고압 및 특별 고압의 전로나 기기를 단락 전류로부터 보호할 목적으로 사용하는 장치이다. 차단기 대응으로 생각하기 쉬우나, 차단기와 릴레이, 변성기의 3가지 역할을 수행할 수 있어 매우 경제적이다. 확실하게 동작하기 때문에 오작동이 없다는 장점이 있지만, 1회성 차단만 가능하다는 단점이 있어 사고가 발생하면 반드시 정전이 뒤따르게 된다.

전력 퓨즈는 크게 한류형과 비한류형으로 구분할 수 있다. 한류형(PF)은 아크 전압을 높여 단락 전류를 제한해 차단하는 방식이고, 비한류형(COS)은 아크에 소호 가스를 불어서 극 사이의 절연 내력을 높여 차단하는 방식이다.



☞ 그림 Ⅲ-11 한류형 퓨즈



☞ 그림 Ⅲ-12 비한류형 퓨즈

5 전력 공급용 계기용 변성기(MOF; metering out fit)

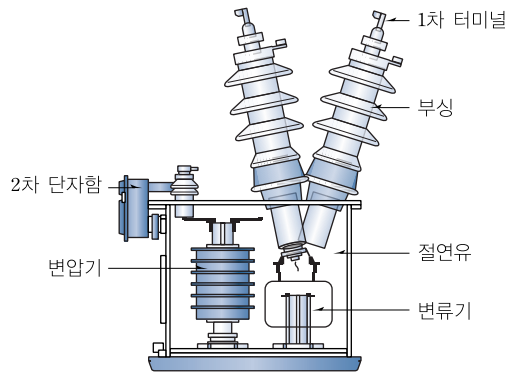
전력 공급용 계기용 변성기는 전력량계를 부착하여 최대 수요 전력량을 측정하기 위한 장치로, 절연유가 들어 있는 용기 내에 계기용 변압기와 변류기를 내장하여 제작하기 때문에 계기용 변압 변류기라고 부르기도 한다.

고전압 대전류를 전력량계로 직접 측정하기는 곤란하므로 한 용기 내에 3상 4선식의 경우 계기용 변압기 3대, 변류기 3대를 조합하여 고전압 대전류를 저전압 소전류로 변성하여 측정한다. 이때 전력량계는 15분 동안 누적된 값을 적용한다.

전력 공급용 계기용 변성기는 전력량계를 이용하여 전기 요금을 산정하기 위한 장치로, 전력 공급 사업자가 직접 관리하기 때문에 봉인이 되어 있어 내부를 함부로 변경할 수 없다.



❖ 그림 Ⅲ-13 계기용 변압 변류기



❖ 그림 Ⅲ-14 유입형 MOF의 구조

개념확인 문제

정답 283쪽

- 1 수·변전 설비의 기능 4가지를 쓰시오.
- 2 권선 부분을 예폭시 수지로 굳혀 절연한 건식 변압기를 무엇이라 하는가?
- 3 압축 공기를 차단기 주접점에 붙어 넣어 차단기 개방 시 발생하는 아크를 소호하는 차단기를 무엇이라 하는가?
- 4 고장 구간을 자동 분리하여 고장이 상위 계통에 영향을 미치지 못하도록 하는 장치는 무엇인가?

2

수·변전 설비는 어떤 방식으로 구성할까?

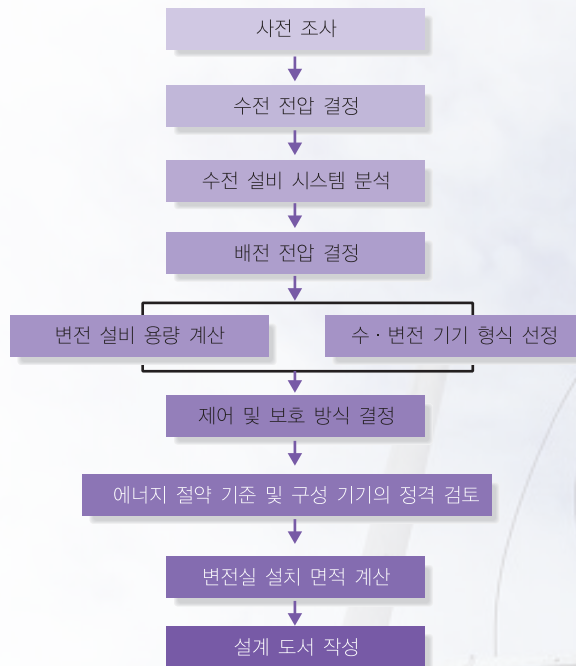
- 성취 기준** · 수·변전 설비의 구성 형태에 대하여 설명할 수 있다.
- 주요 용어** · 수전 방식 · 변전 방식 · 모선 방식 · 회로 결선 방식

① 수·변전 설비의 설계

수·변전 설비의 목적은 전력 계통을 통해 송전된 고압 전력을 부하 설비에 대응하는 소요 전압으로 강압하여 배전함으로써 전기 에너지를 효율적으로 공급하고, 부하 측에서 발생할 수 있는 사고를 예방 및 신속히 차단하여 전체 회로를 보호하는 데 있다. 이를 위해서는 수·변전 설비의 구성 단계부터 안전성과 신뢰성, 경제성을 고려한 설계가 이루어져야 한다. 일반적으로 154[kV] 이하의 전력에 대한 수·변전 설비의 설계는 인입 설비, 변전 설비, 배전반 설비로 구성되며, 그림 Ⅲ-15와 같은 순서로 이루어진다.

수·변전 설비 설계 시 고려 사항

- 건축물의 사용 목적에 적합할 것
- 화재 위험, 정전, 감전 등 사고가 없는 안전한 설비일 것
- 기기 성능이 우수하며, 운전이 간편하고 신뢰도가 높은 설비일 것
- 건설비가 저렴하고, 안전 유지비를 절감할 수 있는 경제적 설비일 것
- 기기 배치가 합리적이고 기기의 반입 및 반출이 편한 설비일 것
- 소형이고 경량으로 정비 및 유지 보수가 간편한 설비일 것
- 에너지 절약 및 부하 증가에 대한 확장 계획을 고려한 설비일 것



◎ 그림 Ⅲ-15 수·변전 설비 설계 순서

② 시설 장소에 따른 수·변전 설비의 구성

공장이나 대형 건물 등 대전력을 소비하는 곳에서는 발전소나 변전소로부터 직접 특별 고압의 전력을 공급 받아 사용한다. 따라서 이를 위하여 옥내나 옥외에 수·변전 설비를 갖추고 필요한 전력을 공급 받는다.

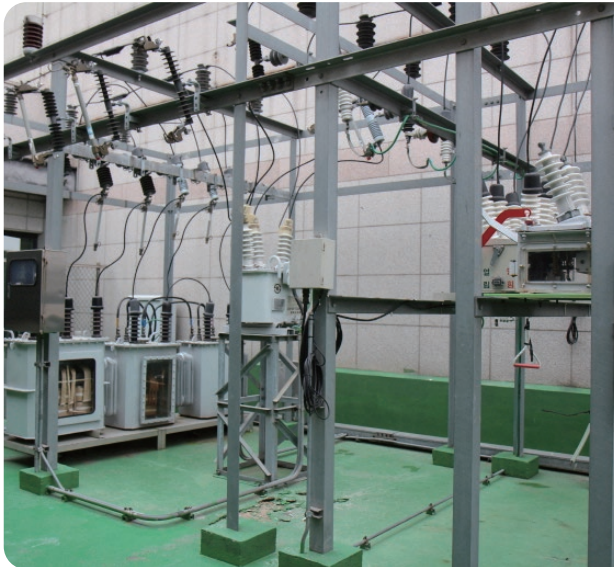
1 옥외 수·변전 설비

건물 밖에 시설한 철골 조립물 내부에 주 변압기, 단로기, 차단기, 고압 배전반 등을 설치하고, 저압 배전반, 소형 기기, 제어 기기를 옥내에 시설하는 방법으로, 열 발산이 우수하고 장치 사이의 간격을 넓게 할 수 있어 절연이 양호하다. 넓은 부지를 필요로 하고, 충전부가 노출되어 있어서 낙뢰에 대한 별도의 안전 장치를 설치해야 한다. 교외의 공장이나 플랜트 등과 같이 여유 부지를 가진 곳에서 주로 채택한다.

2 옥내 수·변전 설비

건물 안에 마련한 큐비클이라는 공간에 주 변압기, 개폐 장치, 배전반 및 제어 기기 일체를 설치하는 방법으로, 대형 공장에서 단위 회로를 표준화할 수 있어 증설이나 보수가 편리하다. 설비에서 발생하는 열을 발산하기 위한 통풍 장치가 필요하고, 1,000[kVA] 이하에 주로 사용한다. 도시 과밀 지역의 빌딩에서 수·변전 설비로 주로 설치한다.

● 큐비클
단로기, 차단기, 변압기 등의 변전용 기기를 강철제 용기에 간결하게 수납하고 패널(덮개)에 계기판을 부착한 것을 말한다.

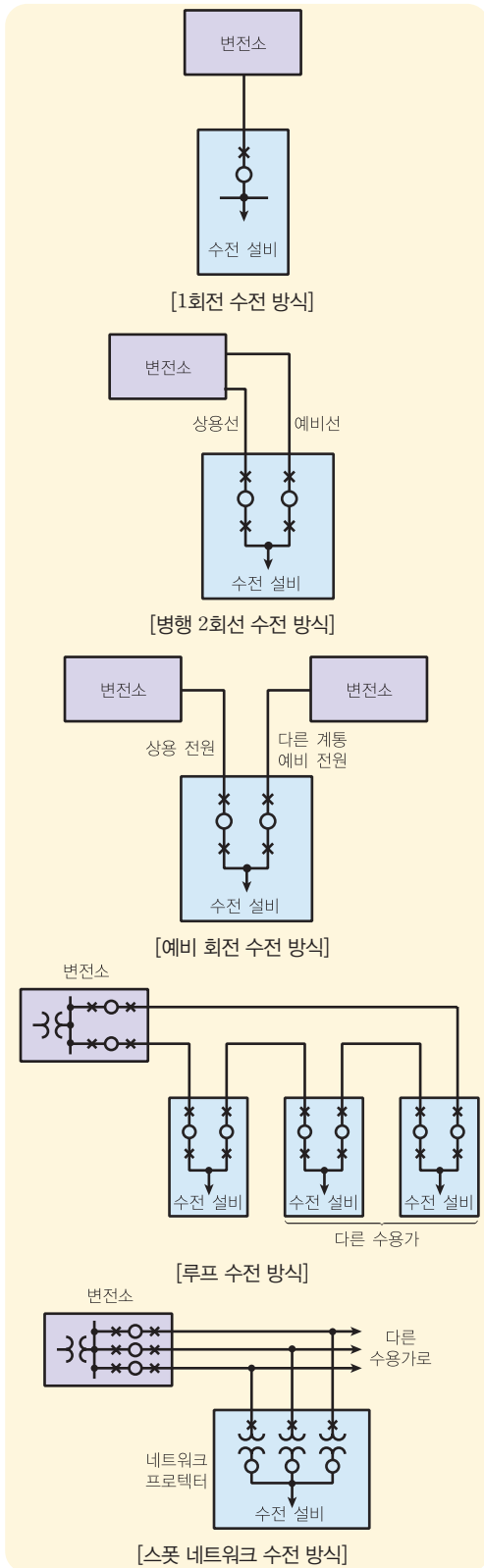


(a) 옥외 수·변전 설비



(b) 옥내 수·변전 설비

☞ 그림 Ⅲ-16 시설 장소에 따른 수·변전 설비



☞ 그림 Ⅲ-17 수전 방식에 따른 수·변전 설비 구성

③ 수전 방식에 따른 수·변전 설비의 구성

건물의 용도와 부하의 중요도에 따라 수·변전 설비를 구성하는 방식으로, 예비 전원의 유무, 전력의 공급 신뢰도 및 경제성 등을 감안하여 선정한다.

1 1회선 수전 방식

변전소에서 1회선으로 수전하는 방식으로, 다른 방식에 비해서 전력 공급의 신뢰도가 낮고 정전 시간이 길지만, 초기 투자비가 저렴하여 가장 많이 사용되고 있다.

2 병행 2회선 수전 방식

변전소에서부터 2회선으로 수전하므로 1회선이 사고로 차단된 경우 나머지 회선으로 전력을 공급 받을 수 있다. π형 수전 방식이라고도 한다. 1회선 방식에 비해 정전 시간이 짧고, 전력 공급 신뢰도는 높으나 초기 투자비가 증가한다.

3 예비 회선 수전 방식

각기 다른 변전소에서 별도 배전선으로 전력을 공급 받는 방식이다. 평소 변전소 A로부터 전력을 공급 받지만 고장 발생 시에는 변전소 B에서 공급 받는다. 전력 공급 신뢰도가 병행 2회선 수전 방식보다 높지만 초기 투자비가 높다.

4 루프 수전 방식

변전소와 수용가 사이의 모선을 폐회로(루프)로 구성하는 방식이다. 전력 공급 신뢰도가 높지만 수용가별로 2개의 차단기를 설치해야 하므로 초기 투자비가 높다.

5 스팟 네트워크 수전 방식

부하 밀도가 높은 지역에 사용하는 네트워크 방식으로, 회선 중 하나에서 고장이 발생해도 나머지 두 회선으로 전력을 공급할 수 있어 가장 안정적인 방법이다. 신뢰도가 매우 높고 정전이 없지만 초기 투자비가 매우 높다.

④ 모선 방식에 따른 수·변전 설비의 구성

모선(bus)이란 전력 계통에서 연계 역할을 하는 주요 간선을 말한다. 전력 계통에서 모선은 장애 발생 빈도가 상대적으로 적지만, 일단 사고가 나면 계통 전체의 신뢰도와 안정도를 저해하게 된다. 따라서 변전소의 운전 신뢰성을 높이기 위해 여러 가지 모선 방식이 쓰인다.

1 단일 모선 방식

가장 단순한 방식으로, 공간을 적게 차지하며 경제적이다. 모선의 사고 및 점검 시 정전이 길어지므로 폐쇄형 절연 모선을 사용하여 사고 확률을 감소시킨다.

2 전환 가능 단일 모선 방식

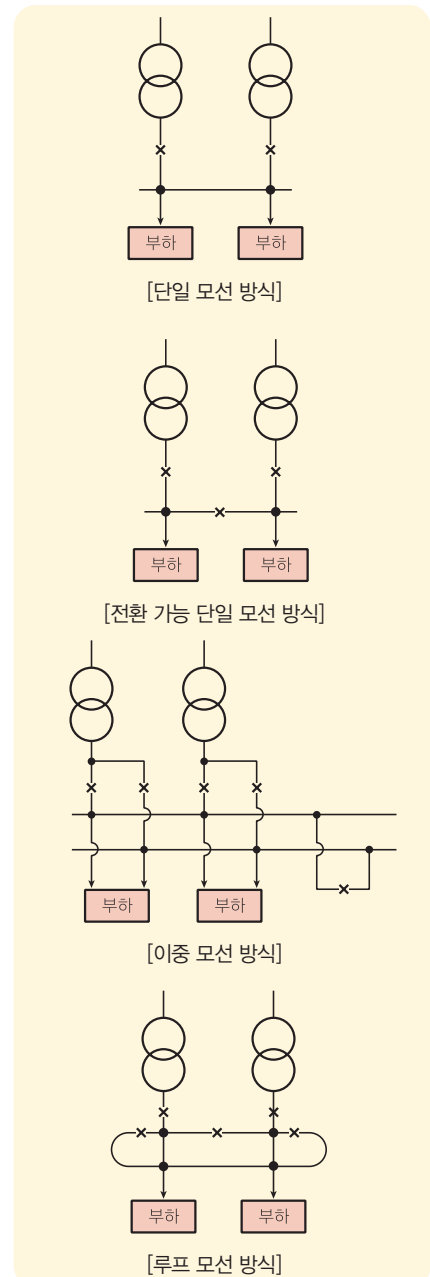
설비가 비교적 단순하며, 급전에 융통성을 갖는다. 한쪽 은행의 모선에서 사고가 발생하면 모선 연락 차단기를 개방하고 정상적인 은행에서 부하 공급이 가능하다. 중소 규모에 적합하다.

3 이중 모선 방식

모선 사고 또는 점검 시 정전 없이 전력 공급이 가능하고, 운용에 예비성이 있으며 공급 신뢰도가 높은 방식이다. 구성이 복잡하고 설치 면적이 증가하며 시설비가 높아 중요한 설비나 대규모 시설에 적용한다.

4 루프 모선 방식

부하의 절환 및 차단기의 점검이 편리하고, 전압 강하와 전력 손실이 적어 공급 신뢰도가 높으며 배전 용량이 큰 방식이다. 구조 및 보호 방식이 복잡하고, 각 선간 임피던스가 불평형일 경우 계전기의 오동작이나 손상의 우려가 있다.



☞ 그림 Ⅲ-18 모선 방식에 따른 수·변전 설비 구성

개념확인 문제

- 1 수·변전 설비 구성 방식 중 각기 다른 변전소에서 별도 배전선으로 전력을 공급받는 방식은 무엇인가?
- 2 전력 계통에서 연계 역할을 하는 주요 간선의 명칭은 무엇인가?

정답 283쪽

02

수·변전 설비의 용량 산정

동영상으로 알아보기

YouTube에서 「수·변전 설비의 용량 산정」 관련 내용을 검색해 보자.



- ▶ 검색어 1
계약 전력과 기본 요금
- ▶ 검색어 2
설비 용량 산정
- ▶ 검색어 3
여름만 되면 전기가 끊기는 아파트 단지들

생각열기 한여름 밤의 아파트 정전 사고



2019년 기준 아파트 정전 사고의 약 70%가 여름철에 발생하고 있다. 이유는 바로 폭염으로 인한 에어컨 사용량 증가이다. 분명 예비 전력에는 문제가 없는데, 아파트에서 정전이 발생하게 된 이유는 무엇일까?

정전 발생의 주요 원인은 전력 사용량의 급격한 증가에서 시작된다. 오래된 아파트는 설비가 노후화되어 있으며 변압기의 용량이 부족하여 정전이 발생한다. 따라서 이러한 사고를 막기 위하여 주기적인 점검과 노후 장비 교체, 그리고 적절한 용량의 변압기 설치 등이 필요하다. 이 단원에서는 적절한 변압기 용량은 어떻게 산출하는지 알아보자.

? 수·변전 설비의 용량을 너무 크게 하면 어떤 문제가 있을까?

NCS 모듈 연계

대분류	중분류	소분류	세분류	능력 단위	요소	분류 번호
19. 전기·전자	01. 전기	06. 전기 설비 설계·감리	03. 전기 설비 운영	02. 수·변전 설비 운영	1. 수전 설비 계통 확인하기	1901060303_16v1.1
					2. 변전 설비 계통도 확인하기	1901060304_16v1.1
					3. 배전반 점검하기	1901060322_16v1.1

1

수 · 변전 설비의 용량은 어떻게 산출할까?

- 성취 기준**
 - 전기 방식 선정에 대하여 설명할 수 있다.
 - 수 · 변전 설비 용량을 산출하는 방법에 대하여 설명할 수 있다.
- 주요 용어**
 - 계약 전력 · 수용률 · 부등률 · 부하율 · 변압기 용량

① 전기 방식의 선정

전기 사업자와 전기 사용자 간의 약정에 따라 전기 사용자가 사용할 수 있는 최대 전력을 계약 전력이라고 한다. 계약 전력은 전력의 안정적인 공급과 수 · 변전 설비의 효율적인 관리를 위한 전기 방식 선정의 중요한 요인으로, 자가용 수 · 변전 설비를 가진 전기 사용자에게 적용되며, 일반적으로 변압기의 설비 용량을 기준으로 산정된다.

1 계약 전력 100[kW] 미만인 경우

교류 단상 220[V] 또는 3상 380[V]의 전압 중 한 종류를 선택하여 공급 받는다. 또는 수용가의 요구에 따라 고압 및 특별 고압으로 공급 받을 수 있다.

2 계약 전력 100[kW] 이상인 경우

교류 3상 3.3~345[kV]의 전압 중 한 종류를 선택하여 공급 받는다. 일반적으로 40,000[kW]까지는 22.9[kV]로 공급하고, 40,000[kW] 이상부터는 154[kV]로 공급 받는다. 수용가가 희망하는 경우에는 345[kV]로 공급 받을 수도 있다.

보충 학습 계약 전력 산정 이유

계약 전력이란 사용자가 전기 공급자에게 전기를 얼마만큼 쓰겠다고 사전에 약속한 것이다. 전기 공급자는 사용자의 약속을 기반으로 일정한 전기 품질(전압, 주파수)을 유지하기 위한 기반 시설을 조성하고 전기를 공급하게 된다. 따라서 적절한 계약 전력을 산정하고 유지하면 사용자 입장에서는 기본 요금을 아낄 수 있으며, 전기 공급자 입장에서는 시설 설치 및 유지 비용을 아낄 수 있다. 일반적으로 계약 전력 산정 기준은 '사용 설비에 의한 계약 전력'과 '변압기 설비에 의한 계약 전력' 두 가지 중에서 고객이 선택한 것을 기준으로 결정하는데, 보통은 이 중 작은 값을 선택한다.

정기검침일	19	고객 전용 ☎ 은 행 055-167253	
계량기번호	12345678	지정계좌	은 행 323-90116
계량기배수	1		
계약 전력	3	※ 지경계좌로 납부하실 경우에는 청구금액과 동일하게 입 회 타행(농협, 국민계좌)로 변경이 가능하며, 지경계좌 납부시	
가구 수	1		
역률	100		
T V 대수	1		
2007년 07월 24일 현재 미납내역			
미납월	금액		
2007년 07월	38,590		
		사용량 사항	
당월지침	8,355	공급자등록변 공급받는자등록변	
전월지침	7,925	공급가	
사용량	430kWh	세 각 성 일	
		사용량 비교	
당월	430kWh	분할구시는 고객담당자에게 문의하십시오. 계약당시 회계연도 및 계약당시 회계연도를 참조하십시오.	
전월	281kWh		

② 수·변전 설비의 용량 산정 시 검토 사항

전기 사업자에 의해 전력 공급이 이루어지면, 수용가는 사전에 건물의 용도, 규모, 위치, 사용 목적 등을 고려하여 적절한 수·변전 설비를 선정하고 설치하여 전력을 활용하게 된다. 수·변전 설비의 선정 시에는 장래 전망, 계통의 운용, 단락 전류, 전압 변동 등의 요소를 검토해야 한다.

1 장래의 전망

경제성을 고려하여 10년 정도 장기적으로 부하의 증설을 고려하여 산정해야 한다.

2 계통의 운용

일상 점검 및 비상 상태를 대비한 부하의 전력 공급을 고려하여 계통 운영의 안전성을 확보해야 한다.

3 단락 전류

전기 회로가 절연 파괴, 금속성 이물질 접촉 등의 사고로 정상 시에 비해 매우 작은 임피던스가 되어 갑자기 큰 전류가 흐르는 현상을 단락이라 하고, 그때의 전류를 단락 전류라 한다. 단락 전류의 크기는 차단기의 용량 결정에 절대적 영향을 준다.

4 전압 변동

상시 전압 변동과 순시 전압 변동(과도적 전압 변동)을 고려하여 안전성을 확보해야 한다.

상시 전압 변동

분산형 전원 설비의 정상 운전, 출력 변동, 병렬 분리 등에 의해 발생하는 지속 시간이 2초를 초과하는 전압 변동

순시 전압 변동

분산형 전원 설비의 기동 및 탈락 시에 발생하는 지속 시간이 2초 이하인 전압 변동

보충 학습 수·변전 설비와 에너지 절약과의 관계

수·변전 설비에서 에너지를 절약하면 부하의 부담이 줄어 효율이 높아진다. 따라서 전체적인 손실이 감소하여 결과적으로 전기 요금을 낮출 수 있다. 수·변전 설비의 에너지를 절약하기 위한 방법은 다음과 같다.

- ① 고효율 변압기 선택
- ② 적절한 종류 및 용도의 변압기 채택
- ③ 역률 90% 이상을 유지하기 위하여 우수한 역률 기기 선정 및 전력용 콘덴서 설치
- ④ 효율적인 변압기 운전 관리를 통해 손실 최소화
- ⑤ 효과적인 전압 강하 방식 결정
- ⑥ 최대 수요 전력 제어 시스템 채택

③ 부하 용량 산정

수용가의 전기 기기는 매우 다양하지만, 이들 기기가 모두 상시 사용되는 것은 아니다. 기기마다 사용 시각이 다르고, 환경에 따라 사용 패턴도 변한다. 그러므로 수·변전 설비의 용량을 산정할 때에는 이들 부하의 최대 사용량 및 평균 사용량 등을 고려하여야 하며, 추가로 장래의 부하 증설 계획 및 여유 용량 등도 고려하여 산정해야 한다.

1 수용률

수용률은 수용가의 부하 설비가 동시에 사용되는 정도를 나타낸 비율이다. 예를 들어 집에 있는 에어컨, 커피포트, 헤어드라이어 등이 동시에 사용되는 경우는 매우 드물기 때문에 전부 사용할 때를 기준으로 부하 용량을 산정한다면 설비 용량의 낭비를 가져오게 된다. 이처럼 설비 용량의 낭비를 방지하고 안정적인 전력 공급을 위해 수용률을 활용하게 된다.

$$\text{수용률} = \frac{\text{최대 수요 전력[kW]}}{\text{총 부하 설비 용량[kW]}} \times 100[\%]$$

수용률은 부하의 종류, 건물의 용도, 업종에 따라 달라진다. 주요 건물의 수용률은 표 Ⅲ-1과 같다.

☞ 표 Ⅲ-1 부하의 종류에 따른 주요 건물의 수용률

부하 구분	건물 종류	백화점, 점포 등		사무실	
		수용률 값	중앙값	수용률 값	중앙값
전등/전열 부하		74.1 ~ 100	85	43.2 ~ 78.4	61
일반 동력 부하		38.0 ~ 63.3	51	41.0 ~ 53.8	47
냉방 동력 부하		44.7 ~ 57.5	51	56.3 ~ 89.2	73

[출처: 내선 규정, 2019.]

● 최대 수요 전력

동시에 사용되는 부하의 정격 소비 전력 합계가 최대치일 때의 값이다.

● 총 부하 설비 용량

설치된 모든 부하의 정격 소비 전력을 합한 것이다.

예제

- 1 전등 설비 300[W], 전열 설비 900[W], 전동기 설비 1,200[W], 기타 설비 200[W]인 수용가가 있다. 이 수용가의 최대 수요 전력이 2,080[W]이면 이 수용가의 수용률은 얼마인가?
- 2 수용률 90%의 총 부하 설비의 용량이 400[kW]이면, 최대 수요 전력은 몇 [kW]인가?

풀이 1. $\text{수용률} = \frac{\text{최대 수요 전력}}{\text{총 부하 설비 용량}} \times 100[\%]$
 $= \frac{2,080}{300+900+1,200+200} \times 100[\%] = 80[\%]$

2. $\text{수용률} = \frac{\text{최대 수요 전력}}{\text{총 부하 설비 용량}} \times 100[\%]$ 에서
 최대 수요 전력 = 총 부하 설비 용량 × 수용률이므로
 $400[\text{kW}] \times 0.9 = 360[\text{kW}]$ 이다.

2 부등률

부등률은 여러 개의 수용가가 있을 때, 수용가 간 수요 전력의 관계를 나타낸 것으로 동시에 전력을 소비하는 정도를 나타낸다. 수용률과 마찬가지로 수용가마다 동시에 최대 부하가 사용되는 시점이 다르기 때문에 설비 용량을 최대치로 산정할 필요가 없다. 각 수용가에서 최대치로 사용될 때의 부하 용량과 동시에 사용되는 부하 용량의 비율을 나타낸 것이 부등률이다.

부등률의 산정

각 부하의 최대 수요 전력 합계
각 수용가에서 발생하는 최대
수요 전력을 합한 것으로 수
용가마다 발생하는 시점이 다
를 수 있다.

합성 최대 수요 전력

모든 수용가를 대상으로 동시
에 사용되는 부하의 정격 소
비 전력 합계가 최대치일 때
의 값이다.

1단 강압 방식

배전 선로에서 공급된 특별
고압을 직접 저압으로 강압하
는 방식이다.

(예: 22.9[kV] → 380[V]
/220[V])

2단 강압 방식

배전 선로에서 공급된 특별
고압을 고압, 저압 순으로 강
압하는 방식이다.

(예: 22.9[kV] → 6.6[kV] →
380[V]/220[V])

$$\text{부등률} = \frac{\text{각 부하군의 최대 수요 전력 합계[kW]}}{\text{합성 최대 수요 전력[kW]}} \geq 1.0$$

수용률만 적용하여 수·변전 설비 용량을 산정하면 변압기의 용량이 과대해져 효
율이 떨어지게 되므로 부등률을 함께 적용하여 적절한 변압기 용량을 산정한다. 부
등률은 2단 강압 방식의 주변압기에만 적용하며, 1단 강압 방식에는 수용률만 적용
하는 것이 보편적이다. 일반적인 부등률은 표 Ⅲ-2와 같다.

☞ 표 Ⅲ-2 부등률

공급점	구분	부등률
배전 간선 (고압)	전등 수용가	1.35
	동력 수용가	1.15
	전등 변압기	1.18
	동력 변압기	1.36

예제

- 수용률 50[%]의 130[kW] 부하 설비와 수
용률 80[%]의 250[kW] 부하 설비가 각각
존재할 때 합성 최대 전력이 230[kW]이
면 부등률은 어떻게 되는가?
- 변전소에 접속한 부하 설비 및 수용률이
오른쪽 표와 같고, 각 배전선 사이의 부등
률은 1.17일 때 변전소에 걸리는 최대 전
력은 얼마인가?

배전선	부하 설비[kW]	수용률[%]
a	1,000	60
b	1,200	60
c	900	70
d	1,500	50

풀이 1. 부등률 = $\frac{\text{각 부하군의 최대 수요 전력의 합계}}{\text{합성 최대 수요 전력}}$ 이므로

$$= \frac{0.5 \times 130 + 0.8 \times 250}{180} = 11.50 \text{이다.}$$

2. 부등률 = $\frac{\text{각 부하군의 최대 수요 전력의 합계}}{\text{합성 최대 수요 전력}}$ 에서
 수전 설비 최대 전력 = $\frac{\text{설비 용량} \times \text{수용률}}{\text{부등률}}$ 이므로

$$\frac{1,000 \times 0.6 + 1,200 \times 0.6 + 900 \times 0.7 + 1,500 \times 0.5}{1.17} = 2,307 \text{[kW]이다.}$$

3 부하율

부하율은 일정 기간 중에 발생하는 평균 수요 전력과 최대 수요 전력의 관계를 나타낸 것으로 부하율이 높을수록 설비 용량이 효율적으로 사용되고 있음을 의미한다.

$$\text{부하율} = \frac{\text{평균 수요 전력}}{\text{최대 수요 전력}} \times 100 [\%]$$

전기 설비의 전력 사용량은 시간에 따라 항상 변동한다. 부하율은 일, 월, 연 부하율로 구분하는데 기간이 길수록 그 값은 낮아진다.

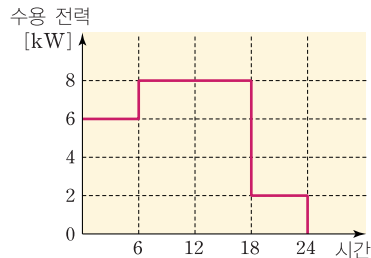
4 수용률, 부등률, 부하율의 관계

일반적으로 수용률, 부등률, 부하율이 높다고 하면 모든 부하가 고르게 사용되어 불필요한 설비 용량의 낭비가 없다는 것을 의미한다. 특히 부등률이 클수록 설비의 이용도는 높아지고, 최대 전력을 소비하는 시간대가 달라 공급 설비를 유효하게 사용한다고 할 수 있다. 수용률, 부등률, 부하율의 관계를 정리하면 다음과 같다.

$$\text{부하율} = \frac{\text{평균 수요 전력}}{\text{총 부하 설비 용량}} \times \frac{\text{부등률}}{\text{수용률}}$$

예제

- 어느 방직 공장의 총 설비 부하 용량이 1,000[kVA]이다. 이때 수용률 60[%], 부등률 1.2 라고 하면 변압기의 용량은 최소 얼마 이상의 값으로 선정하여야 하는가? (단, 설비 부하의 여유율은 1이라고 한다.)
- 정격 20[kVA]인 주상 변압기가 있다. 이것의 2차 측 열부하의 변화가 오른쪽 그림과 같을 때 1일 부하율은 몇[%]인가?
- 설비 A의 용량이 150[kW], 수용률 0.5이고, 설비 B의 용량이 250[kW], 수용률 0.8일 때, 합성 최대 전력이 235[kW] 이면 부등률은 얼마인가?



풀이 1. 부하율 = $\frac{\text{평균 수요 전력}}{\text{최대 수요 전력}} \times 100[\%]$
 $= \frac{50}{10 \times 24} \times 100[\%] \approx 20.83[\%]$

2. 부하율 = $\frac{\text{평균 수요 전력}}{\text{최대 수요 전력}} \times 100[\%]$ 에서
 $\frac{6 \times 6 + 8 \times 6 + 8 \times 6 + 2 \times 6}{24} \times 100 = 75[\%]$ 이다.

3. 부등률 = $\frac{\sum(\text{설비 용량} \times \text{수용률})}{\text{합성 최대 수요 전력}} = \frac{150 \times 0.5 + 250 \times 0.8}{235} = 1.17$

④ 수·변전 설비의 용량 산정

1 변압기의 용량 산정

최대 수용 전력과 수전 전압, 배전 전압 등이 결정되면 최대 수용 전력에 의하여 수·변전 설비의 주 변압기 용량을 결정하게 된다. 이때 주 변압기는 장래의 부하 증설에 대한 20[%] 정도의 여유분을 감안하여 용량을 결정하고 표준 변압기를 선정한다.

$$\text{전동용 변압기 용량[kVA]} = \frac{\text{전동 출력 합계[kW]}}{\text{역률}}$$

$$\text{동력용 변압기 용량[kVA]} = \frac{\text{전동기 출력 합계[kW]}}{\text{효율} \times \text{역률}}$$

$$\text{주 변압기 용량[kVA]} = \text{총 부하 설비 용량} \times \frac{\text{수용률}}{\text{부등률}} \times \text{여유율}$$

2 변압기의 선정과 정격 용량

수·변전 설비를 구성할 때 주 변압기 용량이 산정되면, 이를 바탕으로 적절한 정격 용량의 변압기를 선정하여 사용하게 된다. 우리나라에서 생산되는 변압기는 다음의 표 Ⅲ-3에 표시된 정격 용량에 따라 제작되고 있다. 예를 들어 부하의 용량 합계가 450[kVA]로 산정되었다면 이보다 큰 값인 500[kVA]의 주 변압기를 선정하여 시설해야 한다.

☞ 표 Ⅲ-3 변압기 정격 용량 기준[kVA]

5	7.5	10	15	20	30	50	75	100	150
200	300	500	750	1,000	1,500	2,000	3,000	4,000	—

예제

1 어느 방직 공장의 총 설비 부하 용량이 1,000[kVA]이다. 이때 수용률이 60[%], 부등률이 1.2라고 하면 변압기의 용량은 최소 얼마 이상의 값으로 산정하여야 하는가? (단, 설비 부하의 여유율은 1이다.)

2 변압기의 정격 용량은 얼마를 선택하여야 하는가?

풀이 1. 주 변압기 용량 = 총부하 설비 용량 \times $\frac{\text{수용률}}{\text{부등률}}$ \times 여유율

$$= 1,000 \times \frac{0.6}{1.2} \times 1 = 500[\text{kVA}]$$

2. 변압기 용량은 500[kVA]를 선택해야 한다.

3 부하 설비의 용량 추정

수·변전 설비의 용량을 산정하기 위해서 수용률, 부등률, 부하율을 정확하게 파악할 수 있으면 좋겠지만 일반적으로 부하를 시공하기 전에는 정확한 용량을 구하는 것이 불가능하다. 따라서 건축물의 설계 단계에서는 건축물의 용도와 면적에 따라 부하 밀도를 적용하여 수·변전 설비의 용량을 산정하는 것이 일반적이다.

기본 계획 및 설계를 하는 경우 건물의 용도별 등급 또는 시설 규모에 따라 과거의 실적을 참고하여 건물 단위 면적당 부하 밀도를 추정하여 다음과 같이 부하 설비 용량을 산정할 수 있다.

$$\text{부하 설비 용량[VA]} = \text{단위 면적당 부하 밀도[VA/m}^2\text{]} \times \text{면적[m}^2\text{]}$$

☞ 표 III-4 사무용 빌딩의 규모에 따른 부하 설비 용량 추정

건물 면적[m ²]	조명 부하[VA]	냉방 부하[VA]	기타 동력 부하[VA]	합계[VA]
750	25~30	40~45	25~30	90~105
1,500	25~30	35~40	25~30	85~100
3,000	25~30	30~35	25~30	80~95
6,000	25~30	25~30	25~30	75~90

☞ 표 III-5 건물의 용도별 부하 설비 용량 추정

용도별	조명 부하[VA]	일반 동력 부하[VA]	기타 동력 부하[VA]	합계[VA]
대형 사무실	37	59	37	133
주택	28(51)	14	28	70(93)
학교	27	15	18	60
종합 병원	47	64	48	159
체육관	32	34	23	89
연구소	60	18	53	221
대형 창고	18	45	33	96
대형 전산 센터	33	92	60	185

부하 밀도

건물의 용도에 따라 부하의 종류와 양이 달라지는데 이를 부하 밀도라고 한다. 일반적으로 대형 창고나 공장은 동력 부하의 밀도가 높고, 대형 사무실이나 백화점은 전등 부하의 밀도가 높다.

개념확인 문제

정답 283쪽

- 1 전기 사용자가 사용할 수 있는 최대 전력을 이라고 한다.
- 2 수·변전 설비의 용량 산정 시 검토 사항으로는 장래의 전망, ①, ②, ③이 있다.
- 3 수용가의 부하 설비가 동시에 사용되는 정도를 나타내는 비율을 무엇이라 하는가?
- 4 최대 부하가 동시에 발생하지 않는 정도를 나타내는 비율을 무엇이라 하는가?

수·변전 설비의 정격을 선정하는 기준은 무엇일까?

성취 기준 · 수·변전 설비의 구성 기기 선정과 정격 선정에 대하여 설명할 수 있다.

주요 용어 · 고정 손실 · 지락 · 공칭 전압 · 이격 거리

① 수·변전 설비 기기 선정

수·변전 설비를 구성하는 기기 선정을 위해서는 먼저 전체 계통에 대한 이해가 필요하다. 즉 각종 설비 부하의 특성, 경제성, 법적 근거 등 다양한 부분을 고려하여 선정해야 할 뿐만 아니라, 방재 측면까지 확실히 고려해야 한다.

1 일반적인 기기의 선정

화재 발생 위험이 높은 전력용 변압기는 난연성이 우수해야 하므로 가스 절연 변압기, 몰드 변압기 등을 선정한다. 고압·특고압 차단기는 진공 차단기(VCB), 가스 차단기(GCB)를 채택해야 하며, 변성기류는 몰드형을 주로 선정한다. 전력 수급용 계기용 변성기(MOF)는 난연성 제품을 사용하기 위하여 예폭시 몰드, 가스 절연, 실리콘 절연 등의 제품을 선택한다.

2 변압기의 선정

변압기는 사용 장소, 경제성, 전기적 특성을 고려하여 선정하되, 건축물 내부에 설치할 때에는 고정 손실이 발생하지 않도록 부하율 50[%] 이하 조건의 고효율 인 중 변압기를 선택해야 한다. 건축물 내에 설치할 때에는 변압기마다 전력량계 및 최대 수요 전력 측정이 가능한 기기를 설치하여 부하 감시 및 예측이 가능하도록 해야 한다.

3 보호 계전기의 선정

보호 계전기는 전력 계통의 지락, 단락과 같은 사고가 발생했을 때 사람 및 기기의 손상을 최소한으로 억제하여 2차 사고를 방지하고 전력 계통의 안정을 유지하기 위해 설치한다. 보호 계전기의 형태는 전자형, 정지형, 디지털형으로 발전하여 왔으며, 최근에는 동작 시간의 고속화, 관성 동작 시간의 최소화, 경제성 등의 면에서 디지털형을 사용하고 있다.

●● 변압기의 고정 손실

부하에 상관없이 발생하는 손실로, 철손(히스테리시스손, 맴돌이 전류손)이 있다.

●● 지락(누전)

전류가 흐르는 상태에서 절연 부분이 열화 또는 손상되어 충전부가 타 물체와 접촉되어 대지로 전기가 흐르는 것. 일반적으로 저전압 저용량에서는 누전이라 하고, 고전압, 고용량에서는 지락이라 한다.

03

간선과 분기 회로

동영상으로 알아보기



YouTube 에서 「간선과 분기 회로」 관련 내용을 검색해 보자.

▶ 검색어 1

전선과 차단기의 용량 계산

▶ 검색어 2

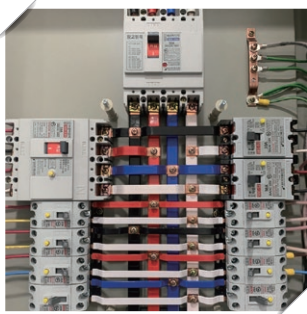
분전반의 구조와 명칭

▶ 검색어 3

분전반 조립 / 차단기 교체

생각열기

적절한 용량을 지닌 차단기의 필요성



아름드리나무에는 나뭇가지가 사방으로 뻗어 있고, 나뭇가지에는 수많은 나뭇잎과 열매가 달려 있다. 하지만 나뭇가지 하나가 부러지면 그 나뭇가지에 달린 나뭇잎과 열매는 모두 시들어 버린다.

대형 건축물에 설치된 전기 회로도 이와 비슷하다. 중간의 전선로가 끊기거나 이상이 생기면, 이로 인해 전선로에 연결된 수많은 전기 기기(부하)를 사용할 수 없게 되거나 고장이 나게 된다. 이와 같은 파급 효과를 막기 위하여 어떤 예방 설비를 해야 할지 생각해 보자.

? 차단기의 용량이 너무 작거나 크면 어떤 문제가 있을까?

NCS 모듈 연계

대분류	중분류	소분류	세분류	능력 단위	요소	분류 번호
19. 전기 · 전자	01. 전기	06. 전기 설비 설계 감리	03. 전기 설비 운영	02. 수 · 변전 설비 운영	1. 수전 설비 운영	1901060303_16v1.1
					2. 변전 설비 운영	1901060304_16v1.1
					3. 배전 · 간선 설비 운영	1901060322_16v1.1

1

간선이란 무엇일까?

- 성취 기준**
- 간선을 정의하고 분류할 수 있다.
 - 간선 계통을 결정하고, 부하 용량을 산정할 수 있다.
 - 간선에 설치할 과전류 차단기의 용량과 간선의 전선 굵기 및 기구 용량을 산정하여 간선 회로를 구성할 수 있다.

- 주요 용어**
- 간선 방식 • 배선 방식 • 전등 간선 • 동력 간선

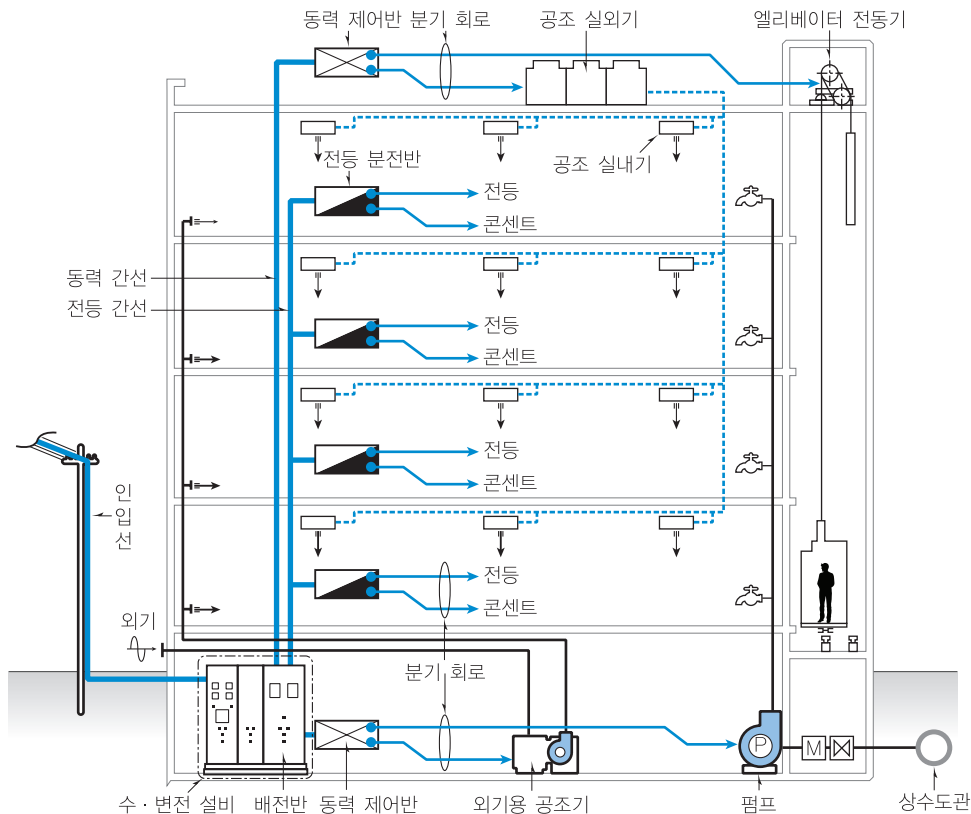
1 간선의 구성과 분류

수·배전 설비를 거쳐 수용가로 전달된 전력은 건축물 내부에 설치된 다양한 전기 기구(부하)로 보내져 소비된다. 이처럼 변압기의 배전반으로부터 개별 전기 기구들까지 전선로를 끌어서 연결하는 작업이나 과정을 배선이라고 한다. 배선 과정은 일반적으로 간선과 분기 회로라는 2단계를 거친다.

1 간선의 구성

인입점이나 수·변전 설비 등의 전원에서 전등 분전반, 동력 제어반까지의 전선로로, 변전실의 배전반으로부터 분전반 또는 제어반까지 연결된 대전류의 배선을 간선 또는 전력 간선이라 한다.

인입점
인입선과 전기 사용 장소의 인입구 배선과 접속하는 점



☞ 그림 Ⅲ-20 간선의 구성 예

간선의 분류

① 부하 용도에 따른 분류

전력의 사용 장소 및 사용 목적에 따라 전등 간선, 동력 간선, 특수용 간선 등으로 분류할 수 있다. 부하 설비의 종류, 규모, 분포 상황 및 변전 설비와의 관계를 검토하여 선정한다.

② 배전 방식에 따른 분류

배전 방식에 따라 저압 간선, 고압 간선, 특고압 간선 등으로 분류할 수 있으며, 전기적 성질에 따라 직류(DC) 배전 및 교류(AC) 배전으로 나뉜다.

2 간선의 분류

전력을 배전하는 간선은 설치 장소의 여건 및 경제성, 안정성 등을 고려하여 다양한 배전 방식으로 분류할 수 있다.

① 나뭇가지 방식

1개의 간선이 각각의 분전반을 거치며 연결되는 방식으로, 경제적으로 비용이 적게 들지만 신뢰도가 낮고, 배전반에서 멀어질수록 전압 강하가 발생해 분전반별로 동일 전압을 유지하기가 어려우므로 소규모 건물에 적합하다.

② 평행 방식

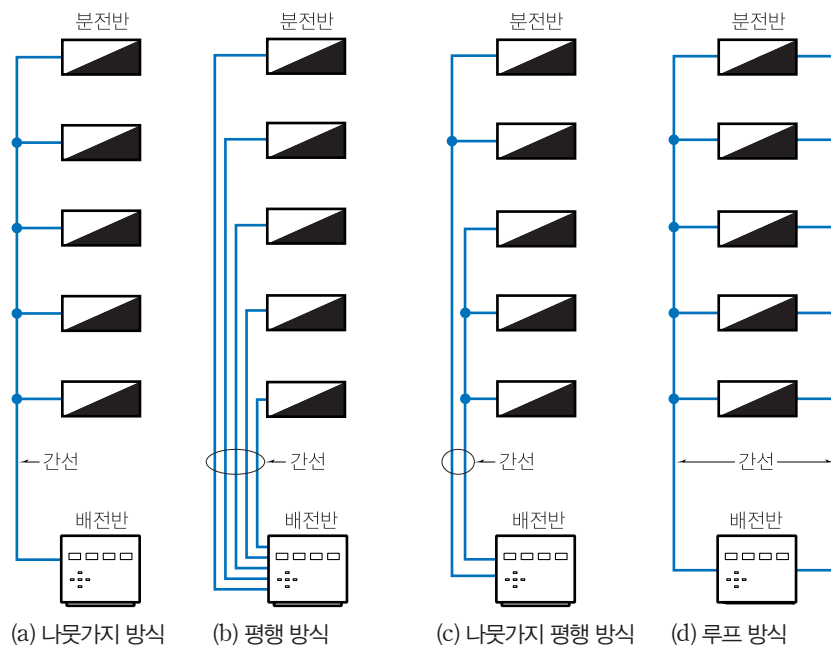
분산되어 있는 부하에 단독으로 간선을 연결하는 방식으로, 전압 강하가 없어 동일 전압을 유지하기가 쉽고, 사고에 대한 파급 범위가 좁지만, 배선이 많아지면 복잡해지고 설비비가 증가하므로 대규모 건물에 적합하다.

③ 나뭇가지 평행 방식

나뭇가지 방식과 평행 방식의 혼합형으로, 부하의 중심점 부근에 배전반을 설치하고 각 부하에 간선을 연결하는 방식이다. 일반적으로 가장 많이 사용한다.

④ 루프 방식

높은 신뢰도를 필요로 하는 중요 부하에 적용할 수 있는 방식으로, 설치 비용이 가장 고가이다.



☞ 그림 Ⅲ-21 간선 방식의 종류

② 간선 계통의 결정

수·변전 설비로부터 각 부하 설비에 연결된 분전반까지 전력을 공급하기 위한 케이블 및 분전반, 과전류 차단기 등으로 구성된 설비를 간선 계통이라고 한다. 간선 계통은 건물의 규모, 용도, 시설 장소, 경제성 등에 유의하여 가장 적합한 것으로 결정해야 한다. 최근에는 건축물이 고층화되고 **인텔리전트 빌딩**이 많아지면서 전력 공급이 더욱 중요해지고 있어, 이를 고려하여 유연한 전력 공급이 이루어지도록 설비되어야 한다.

1 간선의 배전 방식

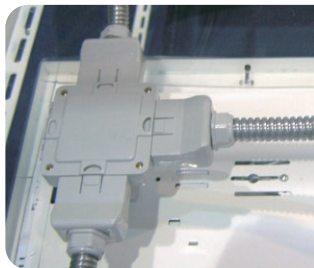
간선의 배전은 부하 설비의 종류, 규모, 분포 상황을 고려하여 고압/저압 및 직류/교류 방식을 택하고, 교류 전압 배전은 단상 2선식/단상 3선식, 3상 3선식/3상 4선식 등의 방식 중 적절한 것으로 결정한다.

2 간선의 배선 방식

전체 부하가 파악되고 배전 방식이 결정되면 부하를 어느 정도 묶어서 배선할 것인지를 정한다. 간선을 분산시켜 분전반에 배전하는 경우 변압기로부터 최대한 거리를 짧게 하고, 각 간선의 용량을 균등하게 하여 배선 비용이 적게 들도록 한다. 단순히 전압 강하만 고려한다면 개별 방식이 유리하지만, 공장에서의 종합 부하 수용률을 고려하면 나뭇가지 방식이 유리할 수 있다. 일반적으로 병용 방식이 경제적이다.

3 간선의 부설 방식

간선의 부설 방식은 부하 설비의 종류와 위치, 부하 용량, 안전, 경제성 등을 고려하여 결정한다. 배관 배선, 케이블 트레이 배선, 버스 덕트 배선 방식 등의 방식이 있다.



(a) 배관 배선 방식



(b) 케이블 트레이 배선 방식



(c) 버스 덕트 배선 방식

☞ **그림 Ⅲ-22** 간선의 시공 방식

인텔리전트 빌딩

고도의 정보 통신 기능이나 사무실을 쾌적하게 하는 자동 제어 시스템을 갖춘 첨단 정보 빌딩으로, 지능형 빌딩 또는 브레인 빌딩으로 불린다.

간선 계통 결정 시 고려 사항

① 부하의 파악

전기 기기나 부하를 종류, 용도, 설치 장소, 개수 및 용량, 정격 전압, 주파수, 운전 상황, 중요도, 수용률 등에 대하여 파악하고, 이를 바탕으로 비상 전원의 필요성 여부를 검토하도록 한다.

② 간선 용량 선정

간선 용량은 전선의 허용 전류, 전압 강하, 기계적 강도, 열 발산 조건, 연결점의 허용 온도, 장래 부하 증설 여유율, 부하 수용률, 고조파 등을 고려하여 산정한다.

☞ 표 Ⅲ-9 간선 시공 방식의 비교(배선 및 부설)

구분	배관 배선 방식	케이블 트레이 배선 방식	버스 덕트 배선 방식
허용 전류 및 경제성			
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 부하의 간선에 유리하다. • 금속관 사용 시 화재 위험이 없다. • 기계적 보호성이 우수하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 간선 가닥 수가 많은 경우에 유리하다. • 허용 전류가 크며 방열 특성이 좋고, 부하 증가 시 대응이 쉽다. • 내진성이 우수하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 열 발생이 많은 장소에서 전선의 이용이 어려운 경우에 이용한다. • 대용량을 좁은 곳에 밀집하여 배전하는 것이 가능하다. • 예정된 부하 증설이 즉시 가능하다.
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 수직 배관 시 장력 지지가 어렵다. • 간선 용량이 제한적이다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 노출로 인한 손상 우려가 있다. • 허용 전류가 큰 만큼 케이블이 굵어 곡률 반경이 크다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 접속 부품이 많다. • 사고 발생 시 파급 범위가 넓다. • 내진성이 취약하다.

4 간선의 보호 방식

간선을 과부하, 지락 및 단락 상태로부터 보호하기 위해 과전류 차단기를 설치한다. 이때 설치할 차단기의 용량은 간선의 회로 설계 전류, 연속 허용 전류, 한계값 등을 반영하여 적절하게 선정한다. 과전류 보호 방식에는 선택 차단 방식, 캐스케이드 차단 방식, 전용량 차단 방식 등이 있고, 지락 보호 방식에는 보호 접지 방식, 누전 검출 방식, 누전 경보 방식, 절연 변압기 방식 등이 있다.

3 간선 부하의 용량 산정

부하의 용량 산정은 간선 계통을 안전하고 경제적으로 설계하기 위하여 매우 중요하다. 일반적으로 조명 기구 및 전기 기구의 부하 용량 산정은 표준 부하 밀도법을 이용한다. 표준 부하 밀도법이란 건축물의 종류에 따른 표준 부하 밀도와 별도 계산이 필요한 부분의 표준 부하 밀도를 사전에 계산된 표(표 Ⅲ-10과 표 Ⅲ-11)에서 구하고, 여기에 건물 각 부의 면적을 곱하여 부하를 산정하는 방법이다. 부하 용량을 산정하는 공식은 다음과 같다.

$$\text{부하 용량[VA]} = pA + qB + C$$

p : 건축물 바닥 면적(단, q 부분은 제외)[m^2]

q : 별도 계산할 건축물 바닥 면적[m^2]

A : 건축물별 표준 부하[VA/m^2]

B : 건축물 중 별도 계산할 표준 부하[VA/m^2]

C : 가산하여야 할 [VA] 수

☞ 표 III-10 표준 부하의 산정 기준

건축물의 종류	표준 부하 [VA/m ²]
공장, 공회당, 사원, 교회, 극장, 연회장 등	10
기숙사, 여관, 호텔, 병원, 학교, 음식점, 목욕탕 등	20
주택, 아파트, 사무실, 은행, 상점, 이발소, 미장원 등	30

* 건물이 음식점과 주택 부분의 2종류에 해당될 때에는 각각 그에 따른 표준 부하를 사용할 것

** 학교와 같이 건물의 일부분이 사용되는 경우에는 그 부분만을 적용할 것

☞ 표 III-11 건물(주택, 아파트 제외) 중 별도로 산정할 표준 부하

건축물의 부분	표준 부하 [VA/m ²]
복도, 계단, 세면장, 창고, 다락	5
강당, 관람석	10

기타 가산하여야 할 부하 용량은 다음과 같다.

- 주택, 아파트(1세대마다)는 500~1,000[VA]를 가산할 것
- 상점의 진열장은 진열장 폭 1[m]에 대하여 300[VA]를 가산할 것
- 옥외의 광고등, 전광판 등은 설치된 용량[VA]을 가산할 것
- 극장, 댄스홀 등의 무대 조명 등의 특수 전등 부하는 설치된 용량[VA]을 가산할 것

4 간선의 회로 구성

간선 계통이 결정되고 부하 용량이 산정되면, 이를 바탕으로 구체적인 간선 회로를 구성한다. 효율적인 간선 회로 구성을 위해서는 간선별 과전류 차단기 용량과 기구의 용량을 선정하고, 장래의 부하 증설 여유를 감안하여 적절한 굵기의 간선을 선정하여 간선 회로를 구성한다.

1 간선의 굵기 선정

간선으로 사용하는 전선의 굵기는 간선에 연결되는 부하 용량에 수용률, 부하 불평형률에 의한 선전류 증가, 고주파 전류에 의한 선전류 증가, 장래 부하 증가 등을 고려할 때 간선의 최대 사용 전류 이상의 허용 전류를 가지도록 결정한다.

① 전동기 부하용 간선의 허용 전류

전동기 부하만 접속되는 간선의 허용 전류는 각 전동기의 정격 전류를 더한 값에 따라 여유 계수를 곱하여 계산한다.

부하 불평형률

다선식 배전 선로에서 각 선 사이에 부하 설비 용량의 최대와 최소의 차와 총 부하 용량의 평균치에 대한 비율이다.

여유 계수

전동기 부하의 경우 정상 운전 할 때보다 처음 운전을 시작할 때 더 많은 전류를 필요로 하기 때문에 여유를 두는 정도를 나타낸다.

$$I_0 \geq \Sigma I_M \times K$$

I_0 : 간선의 허용 전류
 ΣI_M : 정격 전류의 합
 K : 여유 계수
 $\Sigma I_M > 50[A]$ 이면 $K=1.1$,
 $\Sigma I_M \leq 50[A]$ 이면, $K=1.25$ 를 적용

② 전동기 부하용과 전열 부하용 간선의 허용 전류

전동기 부하와 전열 부하(전등 포함)가 함께 접속되는 간선의 허용 전류는 전동기 부하의 합계와 전열 부하의 합계의 대소에 따라 각각 다른 공식이 적용된다.

- 전동기 부하의 합이 전열 부하의 합보다 작은 경우($\Sigma I_M < \Sigma I_H$)

$$I_0 \geq \Sigma I_M + \Sigma I_H$$

ΣI_M : 정격 전류의 합
 ΣI_H : 전열 부하의 합

- 전동기 부하의 합이 전열 부하의 합보다 큰 경우($\Sigma I_M \geq \Sigma I_H$)

$$I_0 \geq \Sigma I_M \times K + \Sigma I_H$$

K : 여유 계수
 $\Sigma I_M > 50[A]$ 이면 $K=1.1$,
 $\Sigma I_M \leq 50[A]$ 이면 $K=1.25$ 를 적용

부하 산정에 의해 인입선 접속점에서 인입구까지 배선을 포함한 간선에 흐르는 전류값이 명확한 경우에는 간선의 굵기와 간선을 보호하는 과전류 차단기를 간선 배선 설계표에 의하여 산정한다.

2 과전류 차단기의 용량 선정

과전류 차단기의 용량은 간선에 접속되는 부하의 종류에 따라 다음 두 가지 방법으로 구한다.

- ① 일반 부하만 접속하는 경우: 차단기의 정격 차단 전류(I_F)는 간선의 허용 전류(I_0)보다 커야 한다.
- ② 동력 부하와 일반 부하가 함께 접속되는 경우: 전체 전동기의 정격 전류(I_M)의 3배와 전체 일반 부하(I_H)를 더한 값과 간선 허용 전류(I_0)의 2.5배를 곱한 값 중에서 작은 값을 기준으로 산정한다.

$$I_F = 3\Sigma I_M + \Sigma I_H \text{와 } I_F = I_0 \times 2.5 \text{ 중 작은 값}$$

정격 전류

전기 기기에 정격 전압을 공급하여 100[%] 부하 운전될 때의 전류

허용 전류

전선의 굵기에 따라 전선에 흐를 수 있는 최대 전류

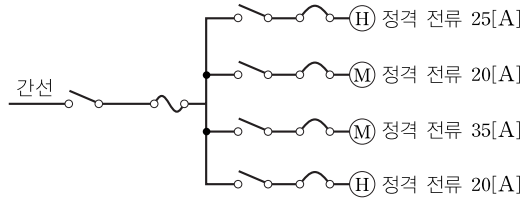
실제 간선 회로의 구성에서는 과전류 차단기의 용량 선정은 앞의 수식으로 산정한 값을 기준으로 하되 다음의 표 Ⅲ-12에 제시된 값의 차단기 중 하나를 선정하게 된다. 이때 주의할 점은 차단기의 정격 전류는 산정된 값보다 한 단계 낮은 용량을 선택해야 한다는 것이다. 예를 들어 산정된 값이 $I_F=210[A]$ 라면 한 단계 낮은 200[A]의 과전류 차단기를 선택하여 회로를 구성한다.

☞ 표 Ⅲ-12 우리나라 과전류 차단기의 정격 전류

과전류 차단기의 용량 [A]	6	8	10	13	16	20	25	32	40	50
	63	80	100	125	150	160	175	200	225	250
	300	400	500	600	630	700	800	1,000	1,200	1,600

예제

- 그림과 같이 간선에 전열기 (H)와 전동기 (M)이 접속되어 있을 때, 과전류 차단기의 정격 전류의 최댓값은 얼마인가?
- 간선 허용 전류의 최솟값이 105.5[A]라면, 과전류 차단기의 용량은 얼마 이하의 값으로 산정하여야 하는가?



풀이 1. 과전류 차단기의 정격 전류 최댓값

$$I_F = 3 \sum I_M + \sum I_H = 3(35 + 20) + (25 + 20) = 210[A]$$

2. 간선 허용 전류에 따른 과전류 차단기의 정격 전류 최댓값

$$I_F = I_0 \times 2.5 = 263.75[A]$$

따라서 둘 중 작은 값인 210[A] 이하의 과전류 차단기인 200[A]를 선택한다.

개념확인 문제

정답 283쪽

- 인입점이나 수·변전 설비 등의 전원 측에서 전동 분전반, 동력 제어반까지의 전로를 무엇이라 하는가?
- 전동기 부하용 간선에서 정격 전류의 합이 50[A] 이하일 경우와, 50[A] 초과일 경우 여유 계수는 각각 얼마인가?

2

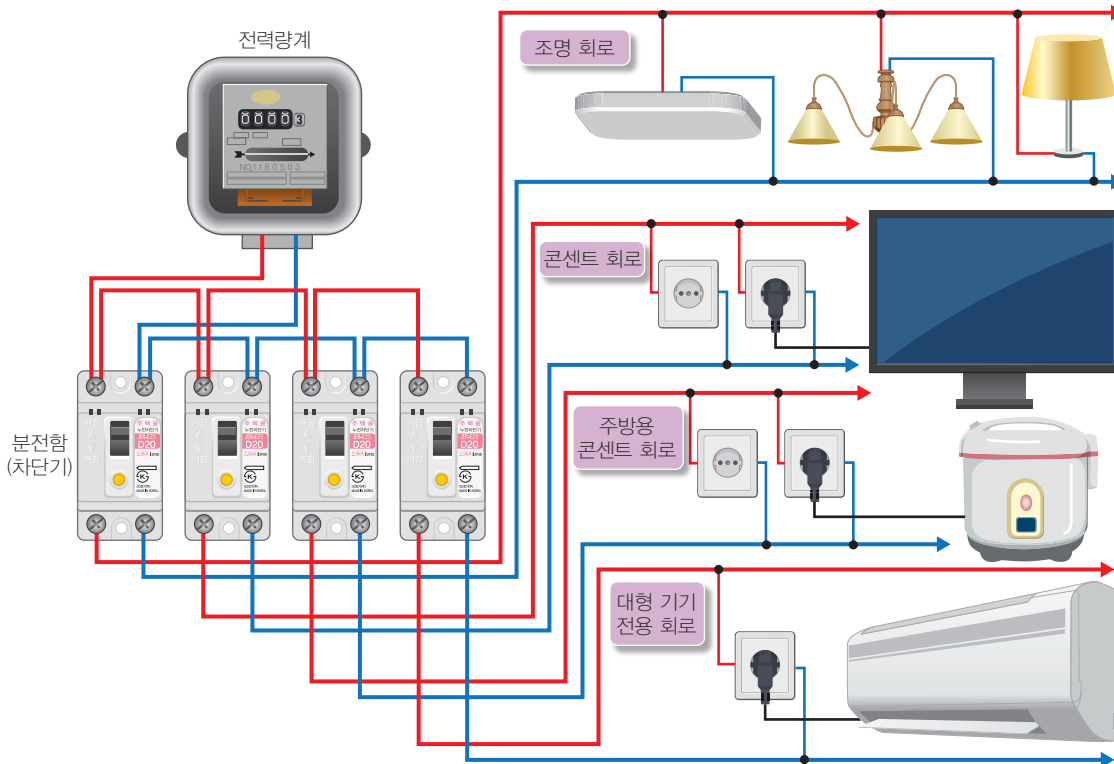
분기 회로란 무엇일까?

- 성취 기준**
- 분기 회로를 정의하고 전선의 굵기를 제시할 수 있다.
 - 분기 회로의 종류에 따라 수구를 설치할 수 있다.
 - 부하 산정 기준에 따라 분기 회로 수를 결정할 수 있다.
 - 분기 회로에 필요한 개폐기 및 과전류 차단기를 시설할 수 있다.
- 주요 용어**
- 분기 회로
 - 부하 산정 기준
 - 과전류 차단기
 - EPS

① 분기 회로의 개요

수용가의 부하를 사용 목적에 따라 안전하게 분전반에서 분할한 배선 또는 간선에서 분기하여 과전류 차단기를 거쳐 부하에 이르는 배선을 분기 회로라고 한다. 등기구, 콘센트 등의 수구를 통해 전기 사용 기구가 직접 접속되는 전로로, 전등과 전열기 등을 접속하는 일반 부하 회로와 전동기, 전기 용접기, 전기 용광로 같은 기동 전류가 큰 기구를 접속하는 회로로 나뉜다.

수구
전기를 사용하기 위해 돌출된 기구를 말한다.



☞ 그림 Ⅲ-23 분기 회로(일반 부하)

일반적으로 분기 회로의 설계 시에는 부하 용량이 작은 경우 모든 부하를 하나의 회로에 접속할 수 있지만, 부하가 커지면 반드시 별도의 분기 회로를 시설하여 전기 기기를 안전하게 사용하고, 고장 발생 시 그 범위를 최소화하여 신속한 복귀와 경제적 손실을 줄이도록 해야 한다. 따라서 분기 회로의 설계는 접속되는 부하 용량에 대해 전선의 허용 전류 및 전압 강하가 적절히 고려되고, 과전류 등 사고 전류에 대하여 안전하게 회로를 차단할 수 있도록 해야 한다.

② 분기 회로의 종류와 전선의 굵기

분기 회로는 전기 설비 기술 기준에 의거해 회로를 보호하는 분기 과전류 차단기의 정격 전류에 따른 종류를 표 Ⅲ-13과 같이 구분하며, 그 종류에 따라 사용할 수 있는 전선의 굵기가 규정되어 있다. 일반적으로 과전류 차단기의 용량은 회로에서 보호하려는 부분 중 허용 전류가 가장 작은 전선의 용량 이하로 사용하는 것이 바람직하다.

그러나 실제 분기 회로에서 전선의 굵기는 규정된 것 이상이 사용되는데, 이는 분기 회로에 접속되는 수구까지 전선의 길이 및 수구의 수에 따라 전압 강하 및 허용 전류 규정 등을 고려하여 결정되기 때문이다.

예를 들어 조명 기구용의 15[A] 분기 회로나 콘센트 회로용(15[A] 또는 20[A]) 전선은 전압 강하를 고려하지 않았을 때 규정된 굵기가 2.5[mm²]이다. 그런데 분기 회로에서는 전압 강하를 2[%] 이내로 해야 하므로 회로 길이가 길어지면 전압 강하를 고려하여 더 굵은 전선을 선정해야 한다.

☞ 표 Ⅲ-13 분기 회로의 전선 굵기

분기 회로의 종류	최대 사용 전류[A]	전선의 최소 굵기(동선) [mm ²]	
		분기 회로 일반	분기점에서 3[m] 이하인 하나의 수구(콘센트 제외)
15[A] 분기 회로	15	2.5	2.5
20[A] 분기 회로 (배선용 차단기)	20	2.5	2.5
20[A] 분기 회로(퓨즈)	20	4.0	2.5
30[A] 분기 회로	30	6.0	2.5
40[A] 분기 회로	40	10.0	4.0
50[A] 분기 회로	50	16.0	4.0
50[A] 초과 분기 회로	해당 과전류 차단기의 정격 전류 이상의 허용 전류를 가지는 것		

③ 분기 회로의 수 산정

1 부하 산정 기준에 따른 분기 회로 수 산정

사용 전압 220[V]의 15[A] 또는 20[A]인 분기 회로의 경우 전등 및 소형 전기 기계 기구용으로 설치할 수 있는 분기 회로의 수는 부하 산정 기준에 따라 산정한 총 부하 용량을 3,300[VA]로 나눈 값을 원칙으로 한다. 단, 에어컨 같은 대형 전기 기계 기구는 별도의 전용 분기 회로를 설치해야 한다.

다음 공식에 따라 분기 회로 수를 구할 수 있다. 단 계산된 분기 회로의 수가 소수 점이면 소수점 이하를 올림하여 정수로 계산한다.

$$\begin{aligned} \text{분기 회로 수} &= \frac{\text{부하 용량[VA]}}{\text{전압[V]} \times \text{분기 회로의 전류[A]}} \\ &= \frac{\text{표준 부하 밀도[VA/m}^2\text{]} \times \text{바닥 면적[m}^2\text{]}}{\text{전압[V]} \times \text{분기 회로의 전류[A]}} \end{aligned}$$

예제

연면적이 300[m²]이고 공급 전압이 단상 220[V]인 주택에서 전등 및 전열 부하의 밀도가 30[VA/m²]이고, 예비 부하로 1,500[VA]가 필요하다면 분전반의 분기 회로는 몇 개를 설치할 수 있는가?

풀이 부하의 합계 = 바닥 면적 × 부하 밀도 + 가산 부하

$$= 300 \times 30 + 1,500$$

$$= 10,500[\text{VA}]$$

$$\text{분기 회로 수} = \frac{10,500}{220 \times 15} = 3.18$$

분기 회로는 3.18을 올림하여 4회로로 구성한다.

2 일반 주택에서 분기 회로 수 산정

일반 주택에 설치되는 분기 회로는 일반 회로와 전용 회로로 구분하여 설치하게 된다.

일반 회로의 기준은 내선 규정에서 제시한 ‘주택 면적에 따른 분기 회로 수’에 따라 표 Ⅲ-14와 같다. 가전 기기 등 부하 설비 용량이 큰 경우에는 조명 회로와 콘센트 회로를 분리하여 시설하기도 한다.

한편 전용 회로에 대한 기준은 규정 전류가 10[A]를 넘는 부착형 대형 전기 기계 기구의 경우 별도로 전용 분기 회로를 설치하도록 되어 있다. 따라서 전기 오븐, 펌프 급탕기, 전기 온수기 등에 대해서는 개별적으로 전용 회로를 검토하여 시설하게 된다.

☞ 표 Ⅲ-14 일반 주택 분기 회로 수

주택 면적 [m ²]	조명 회로	콘센트 회로		합계
		부엌	부엌 이외	
50 이하	1	2	2	5
70 이하	2	2	3	7
100 이하	2	2	4	8
130 이하	3	2	5	10

3 분기 회로에서 수구의 설치

분기 회로에 접속할 수 있는 최대 수구의 수는 분기 회로의 종류에 따라 표 Ⅲ-15와 같이 설치할 수 있다.

☞ 표 Ⅲ-15 분기 회로의 최대 수구 수

분기 회로의 종류	수구의 종류	최대 수구 수	
15[A] 분기 회로, 20[A] 배선용 차단기 분기 회로	전등 수구 전용	제한하지 않음.	
	콘센트 전용	주택, 아파트	제한하지 않음. 단, 정격 소비 전력이 공칭 전압 200[V]는 3[kW] 이상인 냉방 기기, 취사용 기기 등 대형 전기 기계·기구를 사용하는 경우 콘센트는 1개로 제한
		기타	200[V] 회로는 15개 이하로 제한 미장원, 세탁소의 업무용 기계·기구를 사용하는 콘센트는 1개를 원칙으로 하고, 동일 실내에 설치하는 경우에 한하여 2개로 제한
	전등 수구와 콘센트 병용	전등 수구는 제한하지 않음. 콘센트는 콘센트 전용 란에 따름.	
20[A], 30[A], 40[A], 50[A] 분기 회로	대형 전등 수구 전용	제한하지 않음.	
	콘센트 전용	2개 이하	

일반 주택의 경우에는 표 Ⅲ-16과 같이 콘센트의 표준 설치 수는 방의 크기마다 다르다. 단, 대형 전기 기계 기구의 전용 콘센트 및 환풍기 등을 벽에 붙이는 전용 콘센트는 별개로 시설한다.

☞ 표 Ⅲ-16 주택의 콘센트 설치 수

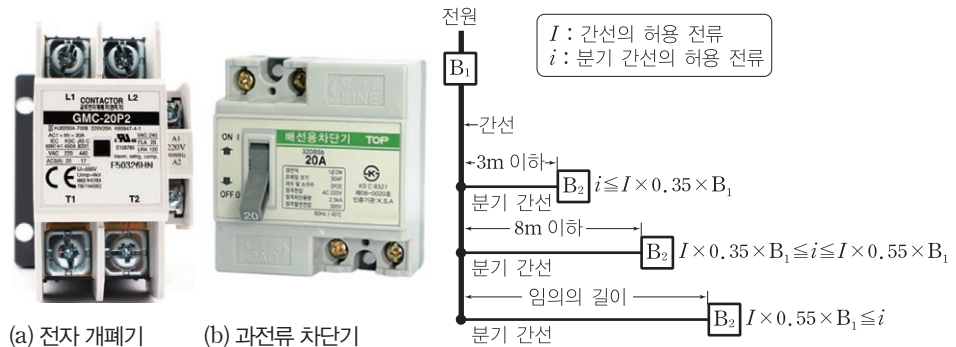
방의 크기	구분	표준 설치 수	바람직한 설치 수
		5[m ²] 미만	1
5[m ²] 이상 10[m ²] 미만		2	3
10[m ²] 이상 15[m ²] 미만		3	4
15[m ²] 이상 20[m ²] 미만		3	5
	부엌	2	4

④ 분기 회로의 시설

분기 회로에서도 전기를 안전하게 사용하고 사고를 예방하기 위해 전기 설비 기술 기준 및 내선 규정에 따라 과전류 차단기와 개폐기를 설치하도록 되어 있다.

1 개폐기 및 과전류 차단기 설치

분기 회로에는 저압 옥내 간선과의 분기점에서 전선의 길이가 3[m] 이하의 장소에 분기 회로 개폐기 및 과전류 차단기를 설치해야 한다. 다만 분기선의 허용 전류가 간선 보호용 과전류 차단기 정격 전류의 35[%] 이상이면 3[m]를 초과하여 8[m]까지 설치가 가능하고, 허용 전류가 55[%] 이상이면 8[m]를 초과하여 자유롭게 설치할 수 있다.



(a) 전자 개폐기

(b) 과전류 차단기

❖ 그림 Ⅲ-24 전자 개폐기와 과전류 차단기

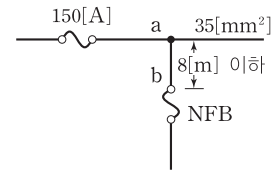
❖ 그림 Ⅲ-25 과전류 차단기 설치

예제

35[mm²]의 저압 옥내 간선에 이것보다 가는 전선을 그림에서 a~b와 같이 접속하는 경우 NFB를 생략하고자 할 때 가는 간선의 최소 굵기는 몇 [mm²] 인가?

풀이 분기 회로의 최소 전류 = 150 × 0.35 = 52.5[A]

∴ 표에서 10[mm²] 선정



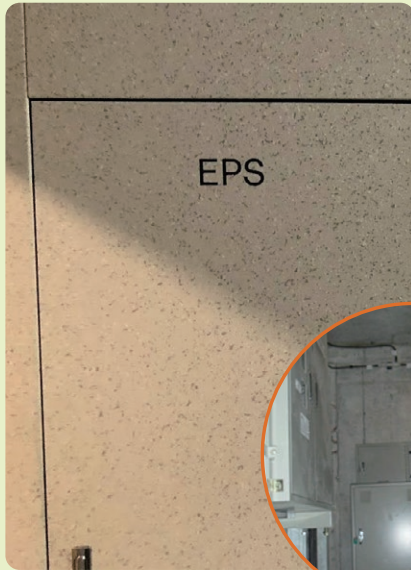
공칭 단면적[mm ²]	2.5	4	6	10
허용 전류[A]	27	37	49	61

2 특이 사항

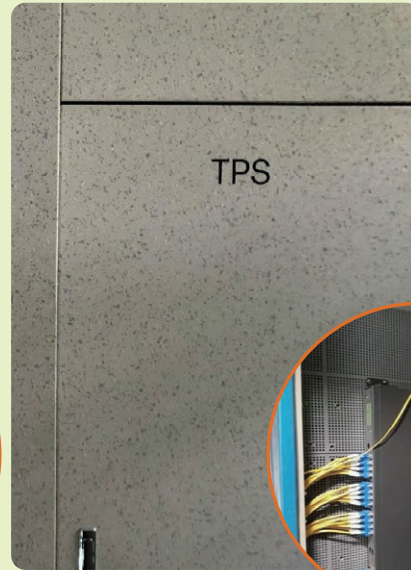
분기 회로의 과전류 차단기를 대신하여 플러그 퓨즈와 같이 안전하게 교체할 수 있고, 절연 저항 측정이 쉬운 경우에는 특별히 필요한 때를 제외하고는 개폐기를 생략할 수 있다. 또한 정격 전류가 50[A]를 넘는 전기 사용 기계 기구가 하나인 경우에는 과전류 차단기의 정격 전류는 해당 기구의 정격 전류에 1.3를 넘지 않는 것을 사용한다. 주택의 분기 회로용 과전류 차단기는 배선용 차단기를 사용하는 것이 바람직하다.

전기 전용 통로(EPS)와 통신 전용 통로(TPS)

그림 Ⅲ-26은 공동 주택인 아파트에 설치된 EPS와 TPS의 모습을 나타낸 것이다. 인터넷이나 문헌을 통해 EPS와 TPS의 정확한 명칭과 특징을 조사하여 정리해 보자.



(a) EPS실의 전선들



(b) TPS실의 단자함과 케이블

📌 그림 Ⅲ-26 공동 주택인 아파트에 설치된 EPS와 TPS

EPS 특징

TPS 특징

개념확인 문제

정답 283쪽

- 1 분전반에서 분할 또는 간선에서 분기하여 부하에 이르는 배선을 무엇이라 하는가?
- 2 저압 옥내 간선과 분기점에서 전선의 길이가 얼마 이하의 장소에 분기 회로 개폐기 및 과전류 차단기를 설치하는가?



01 권선 부분을 예폭시 수지로 굳혀 절연한 건식 변압기로, 구조가 간단하고 보수 점검이 편리하며 효율이 좋은 변압기는?

- ① 유입 변압기
- ② 몰드 변압기
- ③ 오일 변압기
- ④ 진공 변압기
- ⑤ 아몰퍼스 변압기

02 차단기 개방 시 발생하는 아크를 공기 대신에 절연 내력과 소호 능력이 뛰어난 불활성 가스(SF₆)를 압축하여 불어 넣어 소호하는 차단기는?

- ① 진공 차단기(VCB)
- ② 유입 차단기(OCB)
- ③ 공기 차단기(ABB)
- ④ 가스 차단기(GCB)
- ⑤ 자기 차단기(MBB)

03 부하 역률을 개선하여 전력 손실을 줄이고, 수전단에서 부하단까지의 전압 강하를 줄이기 위해 설치하는 장치는?

- ① 방전 코일
- ② 고압 모선
- ③ 직렬 리액터
- ④ 자기 차단기
- ⑤ 전력용 콘덴서

04 수용가의 인입구에 설치되어 과부하 또는 고장 전류가 발생할 경우 고장 구간을 신속하게 자동 분리하여 고장이 상위 계통에 영향을 미치지 못하도록 하는 장치는?

- ① 변압기
- ② 전력 퓨즈
- ③ 부하 개폐기
- ④ 고장 구간 자동 개폐기
- ⑤ 자동 부하 전환 개폐기

05 전력 회사의 변전소로부터 1회선으로 수전하는 방식으로, 다른 방식에 비해서 전력 공급의 투자 비용이 가장 저렴한 수전 방식은?

- ① 루프 수전 방식
- ② 병행 2회선 수전 방식
- ③ 1회선 수전 방식
- ④ 예비회선 수전 방식
- ⑤ 스폿 네트워크 수전 방식

06 모선 사고 또는 점검 시 정전 없이 전력 공급이 가능하고, 운용에 예비성이 있으며 공급 신뢰도가 높은 모선 방식은?

- ① 단일 모선 방식
- ② 이중 모선 방식
- ③ 병행 모선 방식
- ④ 예비 회선 모선 방식
- ⑤ 전환 가능 단일 모선 방식

자격시험 맛보기

07 사고 발생 시 타 부하에 파급 효과를 최소한으로 억제할 수 있으나 설치 비용이 많이 들어 비경제적인 간선 방식은?

- ① 평행 방식
- ② 루프 방식
- ③ 스폿 방식
- ④ 나뭇가지 방식
- ⑤ 나뭇가지 평행 방식

08 수·변전 설비의 용량 산정 시 검토할 사항이 아닌 것은?

- ① 전압 변동
- ② 단락 전류
- ③ 장래의 전량
- ④ 계통의 운용
- ⑤ 전선의 허용 전류

09 간선의 과전류 보호 방식으로 알맞은 것은?

- ① 보호 접지 방식
- ② 누전 검출 방식
- ③ 누전 경보 방식
- ④ 선택 차단 방식
- ⑤ 절연 변압기 방식

1 수·변전 설비의 인입구 개폐기로 많이 사용되고 있으며 전력 퓨즈의 용단 시 결상을 방지하는 목적으로 사용되는 개폐기는?

- ① 부하 개폐기 ② 선로 개폐기
- ③ 자동 고장 구분 개폐 ④ 기중 부하 개폐기

2 다음 중 용어와 약호가 바르게 짝지어진 것은?

- ① 유입 차단기 - ABB
- ② 공기 차단기 - ACB
- ③ 가스 차단기 - GCB
- ④ 자기 차단기 - OCB

3 인입 개폐기가 아닌 것은?

- ① LS ② LBS
- ③ ASS ④ UPS

4 교류 차단기에 포함되지 않는 것은?

- ① GCB ② HSCB
- ③ VCB ④ ABB

5 전력용 콘덴서를 회로로부터 개방하였을 때 전하가 잔류함으로써 일어나는 위험의 방지와, 재투입할 때 콘덴서에 걸리는 과전압의 방지를 위하여 설치하는 것은?

- ① 피뢰기 ② 방전 코일
- ③ 직렬 리액터 ④ 전력용 콘덴서

6 MOF는 무엇의 약어인가?

- ① 계기용 변압기
- ② 시험용 변압기
- ③ 계기용 변류기
- ④ 전력 수급용 계기용 변성기

7 자연 공기 내에서 개방할 때 접촉자가 떨어지면서 자연 소호되는 방식을 가진 차단기로, 저압의 교류 또는 직류 차단기로 많이 사용되는 것은?

- ① 유입 차단기 ② 자기 차단기
- ③ 가스 차단기 ④ 기중 차단기