KDS 32 20 20 예비전원설비

설계기준 Korean Design Standard

KDS 32 20 20 : 2024

예비전원설비

2024년 8월 22일 개정

http://www.kcsc.re.kr

국토교통부

KC CODE

건설기준 제정 또는 개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복· 상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.

- 이 기준은 기존의 KDS 전기설비 분야의 적합성 평가 연구결과에 따라서 공통으로 적용되는 설계기준을 제시하기 위하여 개정한 것으로 제 · 개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제 · 개정 (년.월)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 제정	제정 (2000.04)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 개정	개정 (2005.07)
건축전기설비설계기준	• 건축전기설비설계기준 개정	개정 (2011.12)
KDS 31 60 20:2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 31 60 20:2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KDS 31 60 20:2019	• 전기설비 분야 적합성 평가 결과에 따라 개정	개정 (2019.2)
KDS 31 60 20:2021	• 예비전원설비 건설기준 실검증연구 결과에 따라 개정	개정 (2021.6)
KDS 32 20 20:2024	• 최신 건설기술 반영을 위한 전기설비건설기준 정비연구 결과에 따라 개정 • 설비 대분류 분리에 따른 코드번호 변경	개정 (2024.8)

제 정 : 2016년 6월 30일	개 정 : 2024년 8월 22일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 건설산업과	
관련단체 : 한국조명·전기설비학회	작성기관 : 한국조명·전기설비학회

·국토교통부장관은 「훈령.예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 목적 ····· 1

1.2 적용범위 ····· 1

1.3 참고기준 ····· 1

1.3.1 관련 법규 ····· 1

1.3.2 관련 기준 ····· 2

1.3.3 관련 표준 ····· 2

1.4 용어의 정의 ····· 5

1.5 기호의 정의 ····· 5

2. 조사 및 계획 ····· 5

2.1 일반 ····· 5

3. 재료 ····· 6

4. 설계 ····· 6

4.1 자가발전설비 ····· 6

4.2 축전지설비 ····· 8

4.3 무정전전원장치 ····· 8

4.4 전기저장장치 ····· 9

부록 A 발전기설비 보호도체 굵기 산정(참고) ····· 10

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 기준은 상용 전원이 정전되었을 때 중요한 부하 기기에 전기를 공급하기 위하여 건축물 등에 설치하는 예비전원설비에 대한 표준적 설계방법을 제공하여 합리적인 계획과 설계를 도모하는 데 목적이 있다.

1.2 적용범위

(1) 이 기준은 건축물 등에 설치하는 예비전원설비로 자가발전설비, 축전지설비, 무정전전원장치(UPS), 전기저장장치 등에 적용한다.

(2) 의료장소에서 상용전원 공급이 중단될 경우 의료행위에 중대한 지장을 초래할 우려가 있는 전기설비 및 의료용 전기기기는 의료법령에 따라 설계하고, KS C IEC 60364-7-710을 참고하여 설계에 적용한다.

(3) 건설공사의 이와 유사한 설비에도 이를 적용한다.

1.3 참고 기준

1.3.1 관련 법규

- 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙
- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙
- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙
- 건축법
- 건설산업기본법
- 건설기술진흥법
- 공항시설법
- 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정
- 산업안전보건법
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
- 산업표준화법
- 소방기본법
- 소방시설공사업법
- 소방시설 설치 및 관리에 관한 법
- 승강기안전관리법
- 신에너지 및 재생에너지 개발, 이용, 보급촉진법
- 의료법
- 전기사업법

- 전기공사업법
- 전력기술관리법
- 전기안전관리법
- 정보통신공사업법
- 주택법
- 지진·화산재해대책법
- 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법
- 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법
- 항만법

1.3.2 관련 기준

- 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정(산업통상자원부)
- 공공기관 에너지이용 합리화 추진에 관한 규정(산업통상자원부)
- 소방시설 자체점검사항 등에 관한 고시(소방청)
- 전기설비기술기준(산업통상자원부)
- 전기설비 검사 및 점검의 방법·절차 등에 관한 고시(산업통상자원부)
- 주택건설기준에 관한 규칙(국토교통부)
- 지능형 홈네트워크설비 설치 및 기술기준(산업통상자원부, 국토교통부, 과학기술정보통신부)
- 지하공간 침수방지를 위한 수방기준(행정안전부)
- 화재안전성능기준(소방청)
- 한국전기설비규정(산업통상자원부)
- KDS 32 10 10 전기설비 일반사항
- KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준

1.3.3 관련 표준

1.3.3.1 공통 표준

- KS C IEC 60364 저압전기설비
- KS C IEC 60614-1-A 전기 설비용 전선관
- KS C IEC 60898 주택용 및 이와 유사한 용도의 과전류보호용 차단기

1.3.3.2 자가발전설비

- KS C IEC 60034 회전기기
- KS C IEC 60227 정격전압 450/750 V 이하 염화비닐 절연케이블
- KS C IEC 60228 절연케이블용 도체
- KS C IEC 60502 정격전압 1 kV~30 kV 압출성형 절연전력케이블 및 그 부속품

- KS B 1563 방진스프링 마운트
- KS B 6014 가스터빈 시험방법
- KS B 6083 가스터빈의 조달시방
- KS B 6232 체인블록
- KS B 7501 소형벌루트 펌프
- KS C 4402 충전용 정류장치
- KS C 8401 강제전선관
- KS C 8422 금속제 가요전선관
- KS C 8459 금속제 가요전선관용 부속품
- KS C 8460 금속제 전선관용 부속품
- KS D 3501 열간압연 연강판 및 강대
- KS D 3503 일반구조용 압연 강재
- KS D 3507 배관용 탄소강관
- KS D 3512 냉간압연강판 및 강대
- KS D 3562 압력배관용 탄소강관
- KS D 3564 고압배관용 탄소강관
- KS D 3566 일반구조용 탄소강관
- KS D 3576 배관용 스테인리스강관
- KS D 3583 배관용 아크용접 탄소강 강관
- KS D 3698 냉간압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 3705 열간압연 스테인리스 강판 및 강대
- KS D 5301 이음매 없는 구리 및 구리합금관
- KS D 5530 구리 버스바
- KS D 8308 용융 아연도금

1.3.3.3 축전지설비

- KS C IEC 60227 정격전압 450/750 V 이하 염화비닐 절연케이블
- KS C IEC 60228 절연케이블용 도체
- KS B 1561 방진스프링행거
- KS B 1563 방진스프링마운트
- KS C 2202 납축전지용 격리판
- KS C 2207 납축전지용 전조
- KS C 4402 충전용 정류장치
- KS C 8505 고정형 납축전지
- KS C 8518 밀폐 고정형 납축전지

1.3.3.4 무정전전원장치

- KS C IEC 60034 회전기기
- KS C IEC 60146 반도체 컨버터
- KS C IEC 60227 정격전압 450/750 V 이하 염화비닐 절연케이블
- KS C IEC 60228 절연케이블용 도체
- KS C IEC 62040 무정전전원장치
- KS B 1561 방진스프링행거
- KS B 1563 방진스프링마운트
- KS C 2202 납축전지용 격리판
- KS C 2207 납축전지용 전조
- KS C 4310 무정전전원장치
- KS C 4402 충전용 정류장치
- KS C 8505 고정형납축전지
- KS C 8518 밀폐고정형 납축전지
- KS D 5530 구리 버스바
- KS D 8308 용융 아연도금

1.3.3.5 전기저장장치

- KS C IEC 60068 환경시험
- KS C IEC 60146 반도체 컨버터
- KS C IEC 60439 저전압 개폐장치 및 제어장치 부속품
- KS C IEC 60529 외함의 밀폐 보호등급 구분(IP코드)
- KS C IEC 60622 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 이차 단전지 및 전지 - 각형 밀폐 니켈-카드뮴 충전식 단일 단전지
- KS C IEC 60623 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 2차전지셀 및 전지 - 각형 배기식 니켈-카드뮴 이차전지
- KS C IEC 60664 저압기기의 절연협조
- KS C IEC 60831 정격전압 1,000 V 이하의 교류시스템용 자기복귀형 분로전력 커패시터
- KS C IEC 61000 전기자기적합성(EMC)
- KS C IEC 61180 저전압 장비에 대한 고전압 시험방법 - 정의, 시험 및 절차 요건, 시험장비
- KS C IEC 62109 태양광발전시스템용 전력변환장치의 안전성
- KS C IEC 61427 재생에너지 저장용 이차 단전지 및 전지 - 일반 요구사항 및 시험방법
- KS C IEC 62620 알칼리 또는 기타 비산성 전해질을 포함하는 이차전지셀 및 전지-산업용으로 사용되는 리튬 2차전지셀 및 전지
- KS C IEC 60664 저압기기의 절연협조

- KS C IEC 60831 정격전압 1,000 V 이하의 교류시스템용 자기복귀형 분로전력 커패시터
- KS C IEC 61000 전기자기적합성(EMC)
- KS C IEC 61180-1 저전압 장비에 대한 고전압시험방법
- KS C IEC 62109-1 태양광발전시스템용 전력변환장치의 안전성

1.4 용어의 정의

- 상용전원 : 평상시에 사용하는 전원
- 소방부하 : 화재안전성능기준에서 예비전원 공급을 정하고 있는 부하
- 비상부하 : 소방부하 이외의 부하로서 관련 타 법령에서 예비전원 공급을 정하고 있는 부하
- 예비전원설비 : 상용전원이 정전되었을 때 소방부하, 비상부하 및 그 밖에 정전 시 운전이 필요한 부하에 전기를 공급하는 독립된 예비의 전원을 말하며, 자가발전설비, 축전지설비, 무정전전원장치, 전기저장장치 등
- 전기저장장치(Electrical Energy Storage System) : 전기를 저장하고 공급하는 시스템

1.5 기호의 정의

내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 일반

(1) 소방부하에 대해서는 화재안전성능기준에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
(2) 비상부하에 대해서는 소방부하의 이외의 부하로서 관계 부처에서 제정한 법령 및 기준 등에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
(3) 인명안전을 위해 지진 후에도 반드시 기능을 유지해야 하는 전기설비 비구조요소에 대해서는 KDS 41 17 00(건축물 내진설계기준)에서 정하고 있는 사항을 검토하여야 한다.
(4) 수용장소에 시설하는 예비전원은 상용전원이 정전되었을 때 수용장소 이외의 전로에 전기가 공급되지 않도록 시설하여야 한다.
(5) 예비전원으로 발전설비 또는 이차전지 등을 이용한 전기저장장치를 시설하는 공간에는 환기 등 필요한 시설을 갖추어야 한다.
(6) 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법, 소방시설 설치 및 관리에 관한 법, 건축법 등 관련 법령에 따라 상용전원의 정전 시 자동으로 비상용 예비전원으로부터 전기를 공급받아야 하는 경우에는 자동절환 기능을 갖는 장치를 시설하여야 한다.

3. 재료

내용 없음

4. 설계

4.1 자가발전설비

(1) 자가발전설비용 구동장치는 일반적으로 디젤엔진, 가스엔진, 가스터빈 방식 등이 있으며, 부하의 운전조건, 특성, 현장 상황 등을 고려하여 선정하여야 한다.

(2) 발전장치는 신뢰성, 유지 보수성, 경제성 등을 고려하여 선정하여야 한다.

(3) 발전기 제어반에는 개폐기, 과전류 차단기, 전압계 및 전류계 등을 시설하여야 한다.

(4) 발전기의 철대, 금속제 외함 및 금속 프레임 등은 한국전기설비규정 142.7(기계기구의 철대 및 외함의 접지)에 따라 접지하여야 한다.

(5) 자가발전설비의 보호장치, 배선 등의 시설은 전기안전관리법 시행규칙, 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정 244(비상용 예비전원설비)에 따른다.

(6) 발전기 용량

① 발전기 용량을 산정할 때에는 관계 법령에서 정하고 있는 부하의 용량 및 공급시간 등을 검토하여 계산하여야 한다.

② 발전기 용량은 스프링클러설비의 화재안전성능기준(NFPC 103) 제12조에서 정하고 있는 기준을 충족하여야 한다.

③ 발전기 용량은 연결 부하의 특성을 고려하여 산정하며, 화재 및 예고 없는 정전 시에도 소방 및 비상부하 가동에 지장이 있어서는 안 된다.

④ 발전기 용량 산정

가. 발전기 용량 산정은 다음과 같이 계산할 수 있으며, 해당 건축물의 소방부하, 비상부하 및 그 밖의 정전 시에 운전이 필요한 부하 등의 특성을 고려하여 산정할 수 있다.

$$GP \geq [\Sigma P + (\Sigma Pm - PL) \times a + (PL \times a \times c)] \times k \qquad (4.1\text{-}1)$$

여기서,

GP : 발전기 용량(kVA)

ΣP : 전동기 이외 부하의 입력용량 합계(단, VVVF(인버터)제어 전동기 포함)(kVA)

가. 입력용량(고조파발생부하 제외)

$$P=\frac{\text{부하용량}(kW)}{\text{부하효율}\times\text{역률}} \quad (4.1\text{-}2)$$

나. 고조파발생부하의 입력용량 합계(kVA)

㉮ UPS의 입력용량

$$P=\left(\frac{UPS\text{출력}(kVA)}{UPS\text{효율}}\times\lambda\right)+\text{축전지충전용량} \quad (4.1\text{-}3)$$

(※축전지충전용량은 UPS용량의 6~10% 적용)

㉯ VVVF(인버터)제어 전동기

$$P=\frac{\text{인버터 또는 }VVVF\text{용량}(kW)}{\text{효율}\times\text{역률}}\times\lambda \quad (4.1\text{-}4)$$

㉰ LED램프 등 고조파발생부하

$$P=\left[\frac{\text{부하용량}(kW)}{\text{효율}\times\text{역률}}\right]\times\lambda \quad (4.1\text{-}5)$$

(※λ(THD 가중값)는 KS C IEC 61000-3-6의 표 6을 참고한다. 다만, 고조파발생부하기기의 특성을 알 수 없는 경우에는 일반적으로 가중값 2.5를 적용하며, 발전기로 유입되는 고조파에 대한 저감장치를 설치한 경우에는 각 부하기기별 가중값을 조정하여 적용할 수 있다.)

ΣPm : 전동기 부하용량 합계(단, VVVF(인버터)제어 전동기 제외)(kW)

PL : 전동기 부하 중 기동용량이 가장 큰 전동기 부하용량(kW), 다만, 동시에 기동될 경우에는 이들을 더한 용량으로 한다.

a : 전동기의 kW당 입력용량 계수 (※ a의 추천값은 고효율 1.38, 표준형 1.45이다. 다만, 전동기 입력용량은 각 전동기별 효율, 역률을 적용하여 입력용량을 환산할 수 있다)

c : 전동기의 기동계수

㉮ 직입 기동 : 추천값 6(범위 5~7)

㉯ Y-Δ기동 : 추천값 2(범위 2~3)

㉰ VVVF(인버터) 기동 : 추천값 1.5(범위 1~1.5)

㉱ 리액터 기동방식의 추천 값

구 분	탭(Tap)		
	50%	65%	80%
기동계수(c)	3	3.9	4.8

k : 발전기 허용전압강하 계수는 표 4.1-1를 참조한다. 다만, 명확하지 않은 경우 1.07~1.13으로 할 수 있다.

표 4.1-1 발전기 허용전압강하계수(k)

구 분		발전기 정수 x_d'' (%)					
		20	21	22	23	24	25
발전기 허용 전압 강하율 (%)	15	1.13	1.19	1.25	1.30	1.36	1.42
	16	1.05	1.10	1.16	1.21	1.26	1.31
	17	0.98	1.03	1.07	1.12	1.17	1.22
	18	0.91	0.96	1.00	1.05	1.09	1.14
	19	0.85	0.90	0.94	0.98	1.02	1.07
	20	0.80	0.84	0.88	0.92	0.96	1.00

(7) 보호도체의 굵기 산정

① 접지설비에 관한 사항은 KDS 32 40 20에 따른다.

② 발전기설비의 보호도체 굵기에 관한 사항은 부록을 참조하여 산출할 수 있다.

4.2 축전지설비

(1) 축전지(배터리)의 종류는 축전지의 특성, 유지 보수성, 수명, 경제성과 설치 장소의 조건 등을 검토하여 선정하여야 한다.

(2) 용량 산정

① 축전지의 출력용량은 관계 법령에서 정하고 있는 예비전원 공급용량 및 공급시간 등을 검토하여 산정하여야 한다.

② 축전지 출력용량은 부하전류와 사용시간이 반영되어야 한다.

③ 축전지는 종류별로 보수율, 효율, 방전종지전압 및 기타 필요한 계수 등을 반영하여 용량을 산정하여야 한다.

(3) 축전지에서 부하에 이르는 전로는 개폐기 및 과전류 차단기를 시설하여야 한다.

(4) 축전지 설비의 보호장치, 배선 등의 시설은 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정에 따른다.

4.3 무정전전원장치

(1) 무정전전원장치(UPS, uninterruptible power supply system)는 백업 전원으로 축전지 방식 또는 관성에너지 저장장치(엔진 포함) 등을 이용하는 회전형 등으로 계획한다.

(2) 공급대상 부하에 대한 고려사항

① 전산장비에 전원 공급 시, 무정전전원장치의 전압변동은 해당 전산장비의 전압변동 허용범위 이내로 하여야 한다.

② 통신장비에 전원 공급 시, 각 통신 장비에서 개별적으로 요구하는 사항에 대해 고려하여야 한다.

③ 계측장비에 전원 공급 시, 배관 및 계기도면(P&ID : pipe & instrumentation diagram) 등을 검토하여 각 단말장치 및 제어장치에서 요구하는 허용전압강하·주파수·순시전압강하 등에 만족하여야 한다.

(3) 수량의 선정

① 부하용량이 작은 경우 무정전전원장치는 1대를 설치하여 운전할 수 있다.

② 부하용량이 큰 경우 전원의 신뢰성 확보를 위하여 2대 이상을 설치하여 운전할 수 있다. 다만, 설치수량은 신뢰성·경제성·유지보수성·설치 면적·시스템의 확장성 등을 종합적으로 검토하여 선정하여야 한다.

(4) 운전방식

① 무정전전원장치 운전방식에는 개별 또는 병렬운전 방식 등이 있으며, 설계자가 판단하여 부하의 요구조건에 적합하게 채택한다.

② 병렬운전 방식으로 하는 경우, 상기 (3)의 ②의 검토사항에 따라 예비 장치를 1대 또는 2대를 설치하는 방법, 예비 장치와 바이패스 회로로 구성하는 방법 등으로 구성할 수 있다. 대용량 무정전전원장치를 시설하는 경우는 무정전전원장치 군을 구성하고 이를 이중화 시스템으로 구성하여 상호 간을 백업하도록 할 수 있다.

(5) 무정전전원장치는 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정, 전기설비 검사 및 점검의 방법·절차 등에 관한 고시 등에 따른다.

(6) 무정전전원장치의 보호장치, 배관배선 등의 시설은 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정에 따른다.

4.4 전기저장장치

(1) 전기저장장치는 고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정에 따른다.

(2) 전기저장장치의 시설 요건에 관한 사항(일반 요건, 제어 및 보호장치, 계측장치, 특정 기술을 이용한 설치요건 등)은 전기설비기술기준 및 한국전기설비규정, 전기설비 검사 및 점검의 방법·절차 등에 관한 고시 등에 따른다.

(3) 용량 산정

① 전력변환장치

가. 전력변환장치의 용량은 용도(수요관리 등 포함)에 따라 관계 법령에서 요구하는 예비전원설비의 운전에 지장이 없도록 산정하여야 한다.

② 배터리

가. 배터리 용량 산정 시에는 배터리의 연간 열화율, 배터리의 충전과 방전에 의한 에너지 변환 손실, 관련 법령에서 정하고 있는 부하기기에 공급할 수 있는 용량 확보 등의 사항을 고려하여 산정하여야 한다.

(4) 전기저장장치의 배선은 한국전기설비규정 등에 따른다.

부록 A. 발전기설비 보호도체 굵기 산정(참고)

1. 일반사항

1.1 목적

(1) 이 부록은 예비전원설비의 발전기 중성점 및 외함 보호도체 굵기를 선정하기 위한 절차에 대하여 예시로 기술하고 있으며, 설계자가 판단하여 결정할 수 있다.

1.2 적용범위

(1) 저압 발전기설비(정격전압 3상 380 V-220 V)의 중성점 및 금속 외함 보호도체 굵기 산정에 적용한다.

1.3 참고기준

- KS C IEC 60364-5-54 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체
- KS C IEC 60909-0 3상 교류계통의 단락전류
- KECG 1703-2019 접지시스템 설계방법에 관한 기술지침

1.4 기호

S : 보호도체 굵기[㎟]

t : 보호장치 동작시간[초]

I_g : 지락전류[A]

k : 도체(구리도체 적용) 초기온도와 최종온도에 따라 정해지는 계수

P : 발전기 용량[kVA]

V : 발전기 선간전압(380 V)

E : 발전기 상 전압(220 V)

X_d'' : 발전기 초기과도리액턴스

Z : 지락사고점에서 전원까지 사고계통 임피던스 합

2. 재료

(1) 간선 및 배선설비에 관한 사항은 KDS 32 25 10에 따른다.

3. 설계

3.1 설계 순서

(1) 설계 순서는 그림 부록 A-1에 따른다.

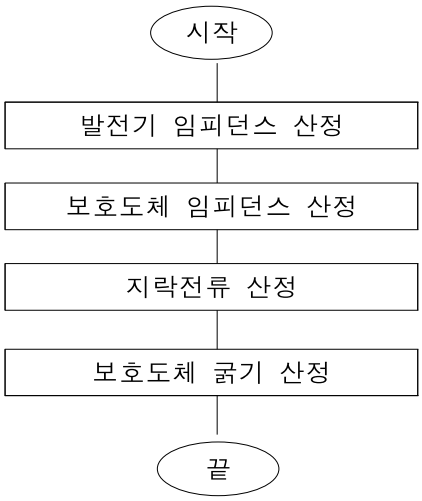

그림 부록 A-1 설계 순서도

3.2 설계조건

(1) 보호도체는 접지용 비닐절연전선을 사용한다.

(2) 보호도체(구리도체 적용) 초기온도 40℃, 최대허용온도 160℃ 적용(K=136)

$$k = \sqrt{\frac{Q_c(\beta+20℃)}{\rho_{20}}\ln(\frac{\beta+\theta_f}{\beta+\theta_i})}$$

Q_c : 20℃에서 도체 재료의 용적 열용량

β : 해당도체 0℃에서 저항률의 온도계수 역수(234.5)

ρ_{20} : 20℃에서 도체 재료의 전기적 저항률

θ_f : 도체의 최종온도

θ_i : 도체의 초기온도

$$\sqrt{\frac{Q_c(\beta+20℃)}{\rho_{20}}} = 226$$

$$k = 226\times\sqrt{\ln(\frac{\beta+\theta_f}{\beta+\theta_i})} = 226\times\sqrt{\ln(\frac{234.5+160}{234.5+40})} = 136$$

(3) 발전기 초기과도리액턴스(X_d''= 0.2 적용)

(발전기 초기과도리액턴스 0.2 ~ 0.25 중 최소값 적용)

(4) 발전기 역률 0.8

(5) 발전기 1선 지락전류 적용

(6) 보호도체

① 발전기 중성점에서 주접지단자반까지 보호도체 설치거리 5 m 적용

② 발전기 운전반 금속외함에서 주접지단자반까지 보호도체 설치거리 5 m 적용

(7) 비대칭계수 미적용

(8) 보호장치 동작시간 0.5초 적용

① KECG 1703-2019 1선 지락전류계산 시 사고전류 지속시간 0.5초

(9) 계산식

① 보호도체 계산식

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} \times I_g = \frac{\sqrt{t}}{136} \times I_g \ \text{㎟}$$

② 지락전류 계산식

전력계통의 1선 지락사고전류 계산식 다음과 같다.

$$I_g = \frac{\sqrt{3}\,V}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \ \text{A}$$

(Z_1, Z_2 : 정상, 역상임피던스 Z_0 : 영상임피던스)

그러나, 발전기 정격전압 3상4선 380 V/220 V 구내 배전계통의 경우 보호도체는 발전기 중성점에 연결되어 있어 1선 지락사고는 선도체와 보호도체가 단락된 상태이므로 이것은 단상 단락사고로 해석할 수 있으며, 1선 지락사고 점에서 발전기까지 사고계통의 전체 고장임피던스와 발전기 정격전압에 의거하여 다음 식으로 1선 지락사고전류를 산출할 수 있다.

$$I_g = \frac{V/\sqrt{3}}{Z} = \frac{E}{Z_g + Z_l + Z_{PE}} \ \text{A}$$

Z_g : 발전기기 임피던스 Z_l : 선도체 임피던스

Z_{PE} : 보호도체 임피던스

(단, 발전기 출력단자에서 주차단기(ACB 등)에 연결되는 선도체는 비교적 단면적이 크고 배선거리가 짧아서 사고계통 전체 고장임피던스 대비 선도체 임피던스가 상당히 작으므로 선도체 임피던스 Z_l은 지락전류 산정에서 무시한다.)

③ 발전기 임피던스 계산식

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(VA)} \times \frac{1}{100} = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} \ \Omega$$

④ 보호도체온도 70℃ 기준, 160℃ 일 때 저항조정계수 산출

$$\delta_b = [1 + \alpha(T_m - T_{20})] \times \delta_a$$

$$\delta_a = \frac{1}{1 + \alpha(T_m - 20)}$$

$$= \frac{1}{1 + 0.00393(70 - 20)} = 0.83577$$

δ_b : 보호도체온도 160℃일 때 저항조정계수

α : 0.00393 δ_a: 0.83577 T_m: 160℃

$$\delta_b = [1 + 0.00393(160 - 20)] \times 0.83577 = 1.2956$$

3.3 보호도체 산정 예시

여기서 보호도체는 발전기 중성점보호도체와 발전기운전반 금속외함 보호도체이며, 주접지단자함까지 배선거리는 각각 5 m, 전체 배선거리 10 m로 한다.

(1) 발전기용량 100 kW(125 kVA)

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{125} \times 10^{-5} = 0.23104 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 6 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=3.6853+j0.1096 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(3.6853x1.2956)+j0.1096]÷1000x10

= 0.047746+j0.001096 = 0.047758 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.23104 + 0.047746 + j0.001096} = 928.3 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 928.3 = 4.83 \ ㎟$$

따라서, 보호도체 6 ㎟ 이상을 선정한다.

(2) 발전기용량 200 kW[250 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{250} \times 10^{-5} = 0.11552 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 10 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=2.1897+j0.1091 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(2.1897×1.2956)+j0.1091]÷1000×10

= 0.028369+j0.001091 = 0.02839 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.11552 + 0.028369 + j.001091} = 1{,}833.1 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 1{,}833.1 = 9.53 \ \text{㎟}$$

따라서, 보호도체 10 ㎟ 이상을 선정한다.

(3) 발전기용량 300 kW[375 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{375} \times 10^{-5} = 0.077013 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 16 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=1.3762+j0.1093 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(1.3762×1.2956)+j0.1091]÷1000×10

= 0.01783+j0.001093 = 0.01786 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.077013 + 0.01783 + j0.001093} = 2{,}746 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 2{,}746 = 14.28 \ \text{㎟}$$

따라서, 보호도체 16 ㎟ 이상을 선정한다.

(4) 발전기용량 400 kW[500 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{500} \times 10^{-5} = 0.05776 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 25 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.8702+j0.1086 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.8702×1.2956)+j0.1086]÷1000×10

= 0.011274+j0.001086 = 0.011326 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.05776 + 0.011274 + j0.001086} = 3{,}671.8 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 3{,}671.8 = 19.1 \ \text{㎟}$$

따라서, 보호도체 25 ㎟ 이상을 선정한다.

(5) 발전기용량 500 kW[625 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{625} \times 10^{-5} = 0.046208 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 25 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.8702+j0.1086 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.8702×1.2956)+j0.1086]÷1000×10

= 0.011274+j0.001086 = 0.011326 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.046208 + 0.011274 + j0.001086} = 4{,}525 \ \text{A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 4{,}525 = 23.5 \ \text{㎟}$$

따라서, 보호도체 25 ㎟ 이상을 선정한다.

(6) 발전기용량 600 kW[750 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{750} \times 10^{-5} = 0.038506 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 35 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.6275+j0.1056 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.6275x1.2956)+j0.1056]÷1000x10

= 0.008130+j0.001056 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.038506 + 0.008130 + j0.001056} = 5{,}447.1 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 5{,}447.1 = 28.3 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 35 ㎟ 이상을 선정한다.

(7) 발전기용량 750 kW[938 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{938} \times 10^{-5} = 0.0307889 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 35 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.6275+j0.1056 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.6275×1.2956)+j0.1056]÷1000×10

= 0.008130+j0.001056 = 0.008198 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.0307889 + 0.008130 + j0.001056} = 6{,}693.8 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 6{,}693.8 = 34.8 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 35 ㎟ 이상을 선정한다.

(8) 발전기용량 1000 kW[1250 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{1{,}250} \times 10^{-5} = 0.023104 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 50 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.4637+j0.1056 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.4637x1.2956)+j0.1056]÷1000x10

= 0.006007+j0.001056 = 0.006099 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.023104 + 0.006007 + j0.001056} = 8{,}836.9 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 8{,}836.9 = 45.9 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 50 ㎟ 이상을 선정한다.

(9) 발전기용량 1500 kW[1875 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{1{,}875} \times 10^{-5} = 0.015402 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 70 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.3217+j0.1012 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.3217×1.2956)+j0.1012]÷1000×10

= 0.004167+j0.001012 = 0.004288 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.015402 + 0.004167 + j0.001012} = 12{,}991.1 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 12{,}991.1 = 67.5 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 70 ㎟ 이상을 선정한다.

(10) 발전기용량 2000 kW[2500 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{2{,}500} \times 10^{-5} = 0.011552 \ \Omega$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 95 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.2324+j0.1017 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.2324×1.2956)+j0.1017]÷1000×10

= 0.00301+j0.001017 = 0.003177 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.011552 + 0.00301 + j0.001017} = 17{,}022.1 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 17{,}022.1 = 88.5 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 95 ㎟ 이상을 선정한다.

(11) 발전기용량 2500 kW[3125 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{3{,}125} \times 10^{-5} = 0.0092416 \text{ Ω}$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 120 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.185+j0.0995 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.185x1.2956)+j0.0995]÷1000x10

= 0.002396+j0.000995 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.0092416 + 0.002396 + j0.000995} = 20{,}925.9 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 20{,}925.9 = 108.8 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 120 ㎟ 이상을 선정한다.

(12) 발전기용량 3000 kW[3750 kVA]

① 발전기 임피던스 산출

$$Z_g = \frac{V^2 \times X_d''}{P(kVA)} \times 10^{-5} = \frac{380^2 \times 20}{3{,}750} \times 10^{-5} = 0.0077013 \text{ Ω}$$

② 보호도체 임피던스

1) 보호도체는 비닐절연전선 150 ㎟(10 m) 예상

2) 보호도체온도 160℃일 때 임피던스 산출

도체온도 70℃ 임피던스 : Z=0.1508+j0.0992 Ω/km

도체온도 160℃ 임피던스

Z_{PE} = [(0.1508×1.2956)+j0.0992]÷1000×10

= 0.001953+j0.000992 Ω

③ 1선 지락전류 산출

$$I_g = \frac{E}{Z_g + Z_{PE}} = \frac{220}{j0.0077013 + 0.001953 + j0.000992} = 24{,}691.4 \text{ A}$$

④ 보호도체 굵기 산출

$$S = \frac{\sqrt{t}}{k} I_g = \frac{\sqrt{0.5}}{136} \times 24{,}691.4 = 128.4 \text{ ㎟}$$

따라서, 보호도체 150 ㎟ 이상을 선정한다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
신효섭	㈜더힐코리아	김세동	두원공과대학교
서동범	㈜정우DC	장성규	㈜하이텍이피씨
이주철	건일이엔지 SCEI연구소	류우찬	부경대학교
김한진	한국승강기안전공단	노준석	DL E&C
유홍국	건일이엔씨(주)	이종환	인천국제공항공사
한종선	에이플러스이엔씨(주)	주영경	한국건설기술연구원

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
강형구	한국교통대학교	김시복	인천도시공사
류홍제	중앙대학교	김훈	강원대학교
이종필	중원대학교	송준석	한국토지주택공사
허재완	한국전기안전공사		

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	최봉혁	한국건설기술연구원
김기현	한국건설기술연구원	허원호	한국건설기술연구원
김나은	한국건설기술연구원	김광호	강원대학교
김민관	한국건설기술연구원	남기범	한국전기기술인협회
김재훈	한국건설기술연구원	신석하	㈜엠알솔루텍
김태송	한국건설기술연구원	신형철	인천국제공항공사
김희석	한국건설기술연구원	신희경	엘피에스코리아
류상훈	한국건설기술연구원	박철규	서울도시주택공사
안준혁	한국건설기술연구원	이복희	인하대학교
원훈일	한국건설기술연구원	이이문	한국토지주택공사
이상규	한국건설기술연구원	이정호	한국전기연구원
이소정	한국건설기술연구원	정영호	한국교통대학교
이승재	한국건설기술연구원	조병우	석우엔지니어링(주)
이승환	한국건설기술연구원	최옥만	한국토지주택공사
이용수	한국건설기술연구원		
이원종	한국건설기술연구원		
주영경	한국건설기술연구원		

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
김영일	서울과학기술대학교	이영범	㈜수성엔지니어링
송상빈	한국광기술원	박영	한밭대학교
최영욱	한국전기연구원	박경윤	LG전자
주강필	SK에코플랜트㈜		

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
전인재	국토교통부 건설산업과	이종문	국토교통부 건설산업과
		이상민	국토교통부 건설산업과

KDS 32 20 20 : 2024

예비전원설비 설계기준

2024년 8월 22일 개정

소관부서 국토교통부 건설산업과

관련단체 (사)한국조명·전기설비학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 1관 1104호
Tel : 02-564-6534 E-mail : kiiee@kiiee.or.kr
http://www.kiiee.or.kr

작성기관 (사)한국조명·전기설비학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로7길 22 1관 1104호
Tel : 02-564-6534 E-mail : kiiee@kiiee.or.kr
http://www.kiiee.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr