

문1-1) 분전반 설치기준에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

1) 공급범위 2) 예비회로 3) 설치높이

해설)

1. 분전반

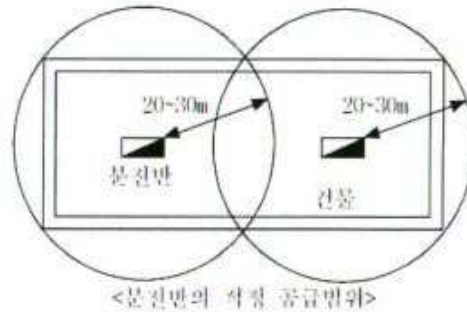
1. 분전반 설치시 고려사항

- 1) 분전반의 설치 위치
- 2) 분전반의 설치 높이 및 설치 공간
- 4) 분전반의 설치시 의장 등

2. 분전반 설치 방법

1) 설치 위치

- 부하 중심 및 간선의 입출입이 가능한 곳
- 각층에 1개 이상 설치
- 부하 직선 거리 20~30m 마다 설치
- 1000㎡ 당 1면 이상
- 예비 회선(10~20%) 포함
40회선 이내
- 보수 조작에 편리한 복도나 계단 부근 벽면을 이용하여 설치
- 사용 전압이 다른 개폐기는 식별이 용이하도록 시설



<분전반의 직선 공급범위>

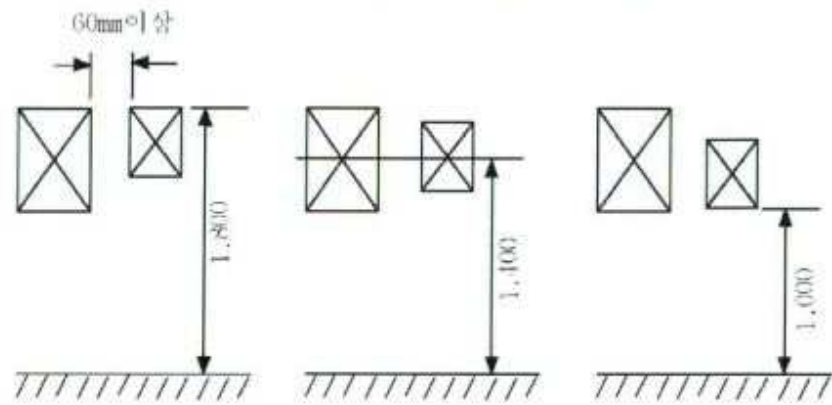
2) 분전반 설치 높이 및 설치 공간

- 바닥에서 상부까지 1800mm 이하
- 바닥에서 중앙을 1400mm 기준
- 바닥에서 하부를 1000mm 이상
- 분전반끼리 60mm 이상
- 분전반 전면에서 벽까지 거리 : 600mm 이상을 원칙으로 한다.
(보수가 용이 하도록)

3) 설계 및 시공시 고려 사항

- 조명, 콘센트 등 용도별 분리
(한 분전반에 사용 전압이 다른 개폐기를 사용할 경우 중간 격벽 설치)
- 상용과 비상용 별도 분전반 설치 또는 격벽 처리
- 대형 기기 별도 회로 (예 : 에어컨, 대형 냉장고 등)
- 복도 계단등 공용 부분 별도 분리
- 1회로 수용 면적 : 6 X 6 ㎡ 기준

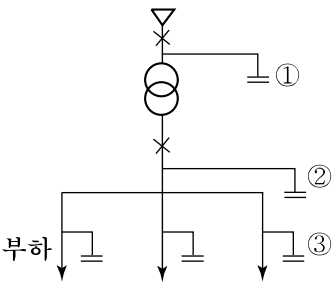
- 대형 전등 수구 : 300VA로 본다.(대형수구 : 39 mmΦ 이상)
- 소형 전등 수구 : 150VA로 본다.(소형수구 : 26 mmΦ 이하)



문 1-2) 전력용 콘덴서 설치 위치에 따른 장,단점을 비교 설명하시오
해설)

전력용 콘덴서 설치위치에 따른 장단점

콘덴서 설치위치		장점	단점
고압측 집중설치		1.고압측의 역률개선 →전력손실,전압강하 감소 2.전력요금 할인적용 3.콘덴서 설치비 감소→소형화 4. 가장 경제적임	1.저압측 역률개선 효과없음 2.보호장치,고압콘덴서 전용 개폐기필요 3.직렬리액터 필요
저압측	집중설치	1.고,저압측 모두 역률개선 2.변압기 이용률 향상 (피상전력감소) 3.전력요금 할인적용	1.콘덴서설치비 증가→대형화 2.부하차단시 과전상 우려
	분산설치	1.상동 2.부하용개폐기(CB) 공용가능	1.가장 비경제적→설치수량 많고 유지보수 불리 2.가장 효과적



설치방식	특징	경제성	유지보수성	설치효과
고압측 집중설치(①)		○	○	×
저압측 집중설치(②)		△	△	△
저압측 분산설치(③)		×	×	○

문 1-3) 직접접지계통의 수전반 보호계전기에서 OCR 및 OCGR의
한시탭 정정방법, 동작시간 정정방법, 순시탭정정방법에
대하여 설명하시오

해설)

1. 수전설비의 보호계전기 정정지침(한전규정)

계전기명	구성요소	정정기준	
과전류계전기 (OCR)	한시(51)	전류	계약전력의 150~170%
		시간	수전 TR 2차측 3상 단락전류에서 0.6sec 이하 수전측 TR 1차측 3상 단락전류에서 한전측과 시간차 0.3sec 이하
	순시(50)	전류	수전 TR 2차측 3상 단락전류×150%
		시간	최대 고장전류에서 0.05초 이하
지락 과전류 계전기 (OCGR)	한시(51N)	전류	계약전력의 30% 이하로서 3상 수전 불평형 전류의 150% 이상
		시간	수전단 최대 1선지락 전류에서 0.2sec이하 최소 지락전류에서 한전측과 시간차 0.3sec 이하
	순시(50N)	전류	최소치에 정정
		시간	순시

2. 정정방법

1) 한시 TAP 설정

(1) 목적 : 과부하보호

(2) Setting : 4~12A

(3) TAP 값 : $\frac{\text{정격 전류}(I_n)}{CT_{\text{배}}}\times 150\%$ (지락계전기는 30%이하)

2) 순시 TAP 설정

(1) 목적 : 단락전류 보호

(2) Setting : 20~80A

(3) TAP : $\frac{\text{단락 전류}(I_s)}{CT_{\text{배}}}\times 150\%$

3) 동작시간 (Time Lever) 설정

(1) 목적 : 보호협조(동작시간 정정)

(2) Setting : 0~10Lever

$$(3) \text{Current}(\%) = \frac{\text{계전기에 흐르는 고장전류}}{\text{한시 TAP}} \times 100 = \frac{\text{고장전류}}{\text{한시 TAP} \times \text{CT비}} \times 100(\%)$$

(4) Time&Current characteristics(OCR, OCGR) 검토

- ① 반한시(N·I : Normal Inverse type)
- ② 강반한시(V·I : Very Inverse type)
- ③ 초반한시(E·I : Extremery Inverse type)
- ④ 정한시(D·I : Definite Inverse type)
- ⑤ 장반한시(L·I : Longtime Inverse type)

(5) 한전 계전기 정정지침을 참고하여 동작시한을 정한 후 반한시 특성 Curve에서 Time Lever 설정

예) 22.9kV/440V, 1500kVA, %Z=7.5%, CT비 50/5 일때 OCR을 정정하시오

(1) 한시 TAP 설정

$$\textcircled{1} I_n = \frac{1,500}{\sqrt{3} \times 22.9} = 37.8(\text{A})$$

$$\textcircled{2} \text{탭전류} = \frac{37.8}{50/5} \times 1.5 = 5.67 \Rightarrow 6(\text{A})$$

(2) 순시 TAP 설정

$$\textcircled{1} I_s = \frac{100}{\%Z} \times I_n = \frac{100}{7.5} \times 37.8 = 504(\text{A})$$

$$\textcircled{2} \text{탭전류} = \frac{504}{50/5} \times 1.3 = 65.6 \Rightarrow 70(\text{A}) \text{ 선정}$$

(3) Time Lever 설정

$$\textcircled{1} \text{Current \%} = \frac{504}{6 \times 50/5} \times 100 = 840(\%)$$

② 0.6sec 이하로 동작시간 설정시 NI 일 경우 Time Lever 2로 설정(특성 Curve 참고)

문 1-4) 접지설계시 전위간섭의 개념과 접지설계시 유의점에 대하여 설명하시오.

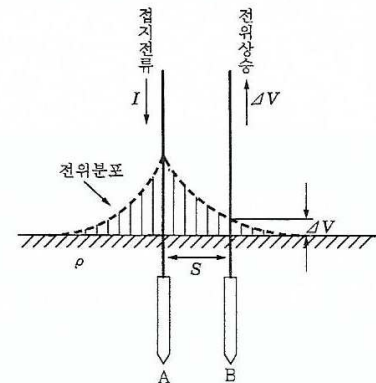
해설)

1.전위간섭의 개념

- 1) A접지계에 지락발생으로 접지전류가 흐를시 A의 전위가 상승하여 전위분포 발생함
이때 B접지계에는 ΔV 만큼 전위간섭 발생
- 2) A와B를 무한거리로 이격시 전위간섭은 없어지나 한정된 부지내에서는 전위간섭 불가피함
- 3) 이와같이 접지극 A의 전위에 의해 접지극 B가 간섭을 받는 것을 전위간섭이라 함
접지극B에 미치는 전위간섭정도를 평가하는 척도

로서 전위간섭계수 K는

$$K = \frac{\text{접지극 B의 전위}}{\text{접지극 A의 전위}}$$



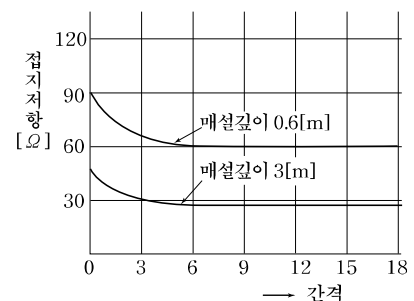
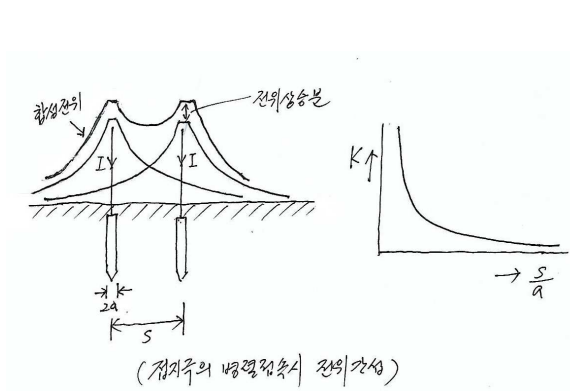
2.접지설계시 유의점

- 1) 전극간 거리 증대
- 2) 매설깊이 증대
- 3) 접지극의 병렬접속시

- (1) 접지극의 병렬수 및 상호간격을 크게 하면 그의 병렬 합성저항 감소
- (2) 병렬접속에서 극 상호간 거리가 너무 가까우면 상호 전위간섭에 의한 병렬효과 감소

$$R_n = \frac{R}{n} \times K$$

n : 접지극 병렬수 K : 전위간섭계수(상호거리에 반비례)

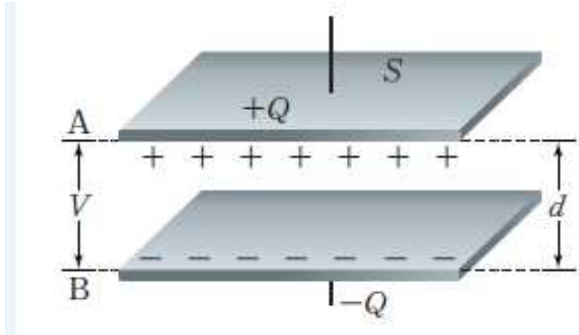


병렬접지봉 간격, 매설 깊이에 따른
접지저항

문1-6) 간격이 $d(\text{m})$ 인 ϵ 평행판 평판사이의 정전용량을 구하시오
 (단, 판의 면적은 $S(\text{m}^2)$ 이고 면전하밀도는 $\delta(\text{C}/\text{m}^2)$ 이라한다)

해설)

- 면적 $S(\text{m}^2)$, 간격 $d(\text{m})$ 인 두평행평판 대전체에 각각 $+Q(\text{C})$, $-Q(\text{C})$ 의 전하가 대전되어있고, 평행판사이에 ϵ 의 유전체 삽입을 가정하면



- 표면전하밀도 $\pm\delta = \pm Q/S$ (C/m^2)
- 전속밀도 $D = \delta = \epsilon E = Q/S$ (C/m^2)
- 전기장의 세기 $E = D/\epsilon = \delta/\epsilon = Q/\epsilon S$
- 따라서 정전용량 $C = Q/V = \epsilon S/d$ (F) (ϵ : 유전율)

문1-7) 전력시설물 공사감리업무 수행지침에 대하여 다음사항을
설명하시오

1)공사감리의 정의

2)감리원이 공종별 촬영해야하는 대상 및 처리방법

해설)

1. 공사감리의 정의

“공사감리”란 법 제2조제4호에 따라 공사에 대하여 발주자의 위탁을 받은 감리업자가 설계도서, 그 밖의 관계 서류의 내용대로 시공되는지 여부를 확인하고, 품질관리·공사관리 및 안전관리 등에 대한 기술지도를 하며, 관계 법령에 따라 발주자의 권한을 대행하는 것을 말한다(이하 “감리”라 한다).

2. 감리원이 공종별 촬영해야하는 대상 및 처리방법

1) 감리원은 공사업자에게 촬영일자가 나오는 시공사진을 공종별로 공사 시작 전부터 끝났을 때까지의 공사과정, 공법, 특기사항을 촬영하고
공사내용(시공일자, 위치, 공종, 작업내용 등) 설명서를 기재, 제출하도록 하여 후일 참고자료로 활용하도록 한다. 공사기록사진은 공종별, 공사추진 단계에 따라 다음의 사항을 촬영·정리하도록 하여야 한다.

(1) 주요한 공사현황은 공사 시작 전, 시공 중, 준공 등 시공과정을 알 수 있도록 가급적 동일 장소에서 촬영

(2) 시공 후 검사가 불가능하거나 곤란한 부분

가. 암반선 확인 사진(송·배·변전접지설비에 해당)

나. 매몰, 수중 구조물

다. 매몰되는 옥내외 배관 등 광경

라. 배전반 주변의 매몰배관 등

2) 감리원은 특별히 중요하다고 판단되는 시설물에 대하여는 공사과정을 비디오테이프 등으로 촬영하도록 하여야 한다.

3) 감리원은 제1항과 제2항에 따라 촬영한 사진은 Digital 파일, CD(필요시 촬영한 비디오테이프)을 제출 받아 수시 검토·확인할 수 있도록 보관하고 준공시 발주자에게 제출하여야 한다.

문1-8) 전기 절연의 내열성 등급에 대하여 KS C IEC 60085에 따른 상대내열지수, 내열등급을 기존의 절연 종별 등급과 비교하여 설명하시오.

해설)

전기절연-내열성 등급

(KSC IEC 60085 : 2008)

상대내열지수	내열등급	기존의 표기
<90	70	
>90-105	90	Y
>105-120	105	A
>120-130	120	E
>130-155	130	B
>155-180	155	F
>180-200	180	H
>200-220	200	
>220-250	220	
>250	250	

[비고] 이 표는 전기절연 재료에 대한 상대 내열 지수의 서로 다른 온도구간에 일치하는 내열성 등급의 표기를 제공한다. 3번째행의 대문자는 KSC IEC 60085(1984)의 초기 판에서의 등급 표기를 의미한다. “Y”의 표기는 90℃ 미만의 상대내열지수를 의미한다.

[용어정의]

○ 내열등급

전기 절연재료나 전기 절연시스템이 사용되기에 적합한 온도(℃)의 최대수치에 상응되도록 표현된 전기 절연재료와 전기 절연 시스템의 구분

○ 상대내열지수

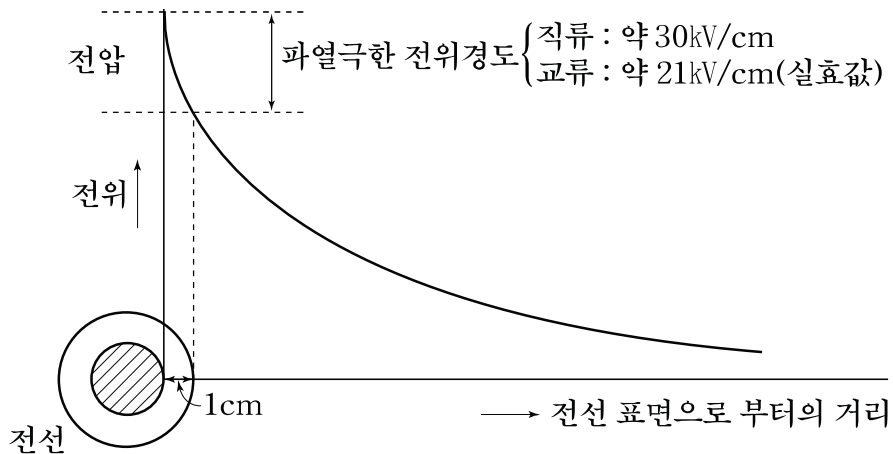
시험재료의 끝점 도달 추정시간이 예상되는 내열온도와 동일한 온도에서 기준 재료의 예상되는 끝점 도달시간과 동일할 때의 온도에 해당하는 수치

문1-10) 코로나 임계전압과 코로나 방지대책에 대하여 설명하시요

해설)

1. 코로나 현상이란

전선로나 애자 부근에 임계전압이상이 가해지면 공기의 절연이 국부적으로 파괴되어 낮은 소음이나 옅은 빛을 띠면서 방전되는 현상



2. 코로나 임계전압

$$E_0 = 24.3 m_0 m_1 \delta d \log_{10} \frac{2D}{d} \quad \left\{ \begin{array}{l} d : \text{전선의 직경(cm)} \\ D : \text{선간거리(cm)} \end{array} \right.$$

① m_0 : 전선표면계수

(매끈한 선 : 1, 거친단선 : 0.98~0.93), 연선 : 0.89~0.8)

② m_1 : 기후에 관한 계수 → (맑은 날씨 : 1.0, 안개, 비오는 날씨 : 0.8)

③ δ : 상대 공기밀도

$$\delta = \frac{0.386b}{273+t} \quad \left\{ \begin{array}{l} b : \text{기압(mmHg)} \rightarrow \text{표고(m)에 반비례} \\ t : \text{기온(}^\circ\text{C)} \end{array} \right.$$

② 전선의 굵기가 커지면 → 코로나 임계전압 상승 → 코로나 발생 억제됨

전선의 굵기가 가늘면 → 코로나 발생되기 쉽다.

3. 방지대책

1) 굵은 전선 채용 - 표면의 전위 기울기를 완만히 하여 코로나 임계전압상승

2) 복도체 채용 - 코로나 임계전압 상승 및 송전능력 증대

3) 가선금구개량

표면이 거칠거나 돌출부에는 코로나 발생이 쉬우므로 금구류 표면을 완만하게함

문1-11) $\Delta-Y$ 변압기 구성에서 1차측 1선지락사고 발생시
2차측에서 발생하는 상전압과 선간전압의 최저전압에 대하여
설명하시오

해설)

1. 개요

- 1) 전력계통은 크게 유효 접지계통과 비유효 접지계통으로 분류된다
- 2) 1선지락시 2차측 건전상의 대지전위가 상승하게 되는데 이는 접지계통의 접지계수에 따라 달라진다

2. 접지계수 = $\frac{\text{고장시 건전상 최대 대지전압}}{\text{최대 선간전압}} \times 100(\%)$

1) 유효접지계통

- (1) 접지계수 75~80%이하인 계통
- (2) 1선지락시 건전상의 대지전위 상승은 선간전압의 80%(상전압의1.38배)이하

154kV 유효접지계통 例 : $\frac{154/\sqrt{3} \times (1.3 \sim 1.38)}{154} = 0.75 \sim 0.8$

2) 비유효접지계

- (1) 접지계수가 80%를 초과하는 유효접지이외의 계통
- (2) 종류 : 비접지(GVT접지), 고저항접지, 소호리액터 접지

3. 1선지락시 계통조건별 건전상 대지전위

접지계통	접지계수	건전상 대지전위
유효접지계통	75%	1.3E 이하
	80%	1.38E 이하
비유효접지계통	100%	$\sqrt{3}$ E 이하
	110%	$\sqrt{3}$ E 이상

문1-12) 저항 용접기 및 아크 용접기에 전원을 공급하는 분기회로 및 간선의 시설방법에 대하여 설명하시오.

해설)

제3130절 용접기

3130-1 분기회로 및 간선

1. 저항용접기 및 아크용접기에 공급하는 분기회로 및 간선은 용접기의 단속부하전류에 의한 등가열량(等價熱量)과 동등이상의 전류용량을 갖는 전선, 개폐기, 과전류차단기를 사용하여 시설하여야 한다.(판단기준 176)

이 경우, 단속부하전류에 의한 전압강하가 다른 부하에 장애를 주지 않도록 충분한 주의를 하여야 한다.

【주】 단속전류(斷續電流)와 열적으로 등가 한 연속전류는 다음과 같다.

· 용접기 1대의 경우 $i = I_0 \sqrt{a}$

· 용접기 N대의 경우 $I = I_0 \sqrt{Na(1-a) + N^2 a^2} \approx NI_0 \sqrt{a}$

단, I : 연속등가전류

I_0 : 정격(단속)전류

a : 용접기사용률[용접기를 단속적으로 되풀이하여 사용하는 상황을 전선의 온도상승이 포화(飽和)하는 시간(3시간 정도)에 대하여 추정하고, 다음과 같이 계산한다.]

$$a = \frac{\text{통전시간}}{\text{통전시간} + \text{정지시간}}$$

2. 표 3130-1에 적합한 것은 제1항에 적합한 것으로 한다. 다만, 자동용접기로 통전이 연속적인 것은 표 3115-7과 표 3115-8에 적합한 것이어야 한다.

표 3130-1 전선 및 개폐기, 과전류차단기의 정격(예)

최대 입력 전류 (A) 이하	최대 입력 (KVA) 이하				1차배선의 동 전선의 최소 굵기(mm)						개폐기 의 용량 (A)	과전류차단기 의 정격(A)	
					공사방법 A1		공사방법 B1		공사방법 C				
	단 상		3 상		2개선	3개선	2개선	3개선	2개선	3개선		B종 퓨즈	배선용 차단기
	110 V	220 V	200 V	380 V	PVC	XLPE EPR	PVC	XLPE EPR	PVC	XLPE EPR			
15	1.7	3.3	5	10	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	15	15	20
20	2.2	4.4	7	13	4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	15	15	20
30	3.3	6.6	10	20	6	4	4	4	4	2.5	30	30	30
40	4.4	8.8	14	26	10	6	6	6	6	4	30	30	30
50	5.5	11	17	33	16	10	10	10	10	6	60	40	40
75	8	16.5	26	49	25	25	16	16	16	16	60	60	60
100	11	22	35	66	50	35	25	25	25	25	100	75	75
125	14	27.5	43	82	70	50	35	35	35	35	100	100	100
150	16.5	33	52	99	70	70	50	50	50	50	200	125	125
175	19	38.5	60	115	95	70	70	50	70	50	200	125	125
200	22	44	70	132	120	95	95	70	70	70	200	150	150
250	27.5	55	87	165	185	150	120	95	95	95	200	200	175
300	33	66	100	197	240	185	-	120	150	120	300	250	225

【비고 1】 전선의 굵기 및 개폐기, 과전류차단기의 정격은 1대의 경우에서 최대입력 전류의 70 % (사용률 50 %에 상당)에 대하여 계산되었다.

【비고 2】 최소 전선 굵기는 1회선에 대한 것이며, 2회선 이상일 경우는 부록 500-2의 복수회로 보정계수를 적용하여야 한다.

【비고 3】 공사방법 A1은 벽 내의 전선관에 공사한 절연전선 또는 단심케이블, B1은 벽면의 전선관에 공사한 절연전선 또는 단심케이블, 공사방법 C는 벽면에 공사한 단심 또는 다심케이블을 시설하는 경우의 전선 굵기를 표시하였다.

【비고 4】 B종 퓨즈의 정격전류는 전선의 허용전류의 0.96배를 초과하지 않는 것으로 한다.

【비고 5】 이표의 전선 굵기 및 허용전류는 부록 500-2에서 공사방법 A1, 공사방법 B1, 공사방법 C는 표 A.52-2(PVC 절연)와 표 A.52-5(XLPE, EPR 절연)에 의한 값으로 하였다.

3130-2 아크용접기

아크용접기는 절연변압기를 사용하고, 그 1차측 전로의 대지전압은 300 V이하이어야 한다.(판단기준 247)

3130-3 아크용접기의 용접변압기 1차 측 전로

아크용접기의 용접변압기 1차 측 전로에는 용접변압기에 가까운 곳으로 쉽게 개폐할 수 있는 곳에 개폐기를 시설하여야 한다.(판단기준 247)

3130-4 아크용접기의 2차 측 전선

아크용접기의 2차 측 전선은 다음 각 호에 의하여 시설하여야 한다.(판단기준 247)

- ① 전선은 KS C IEC 60245-6(2005)의 용접용 케이블 또는 캡타이어 케이블(용접변압기로부터 용접전극에 이르는 전로는 0.6/1 kV EP 고무 절연 클로로프렌 캡타이어 케이블에 한한다)일 것. 다만, 접지 측(귀선 측) 전선은 캡타이어 케이블 또는 견고하며 전기적으로 안전하게 접속된 철골 등을 사용할 수 있다.

【주】 이 경우의 철골 단면적은 전선 단면적의 10배 이상이어야 한다.

- ② 전선은 용접 시 흐르는 전류를 안전하게 흘릴 수 있는 굵기의 것. 이 경우 표 3130-2에 따를 수 있다.

표 3130-2 아크용접기의 2차 측 전선의 굵기

2차 전류 (A)	용접용 케이블 또는 기타의 케이블 (mm)
100 이하	16
150 이하	25
250 이하	35
400 이하	70
600 이하	95

【비고】 정격 사용률이 50 %인 경우

- ③ 외상을 받을 우려가 있는 장소에 시설하는 전선에는 적당한 방호장치를 할 것.

3130-5 피 용접재(被 熔接材) 등의 접지

피 용접재 또는 이와 전기적으로 접속되는 기기, 정반(定盤) 등의 금속체는 제3종 접지공사를 할 것.(판단기준 247)

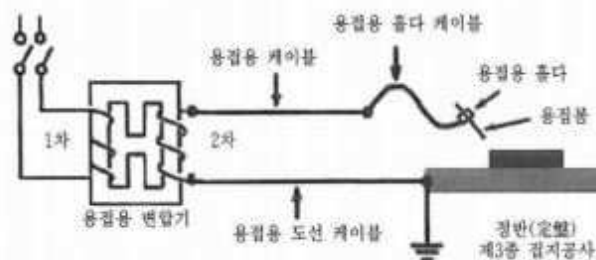


그림 3130-5 피용접재 등의 접지(예)

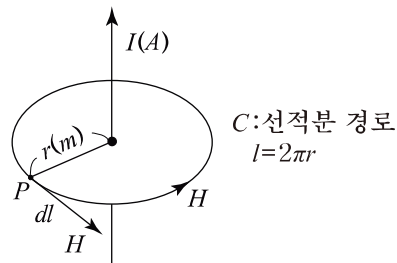
문1-13) 무한히 긴 직선도체에 전류 $I(A)$ 가 흐를 때 도선으로부터 $r(m)$ 떨어진 점에서의 자계의 세기 $H(AT/m)$ 를 구하시오.

해설)

1. 전류분포가 대칭적인 형태에 의한 자계를 구하고자 할 때 이용하는 법칙으로서 그림과 같이 폐경로자계 H 의 선적분한 것은 그 폐경로에 의해 만들어진 면을 통과하여 지나가는 총전류 I 와 같다. 이를 수식으로 표현하면

$$\oint_C H dl = I$$

2. 무한장 직선도체에 의한 자계



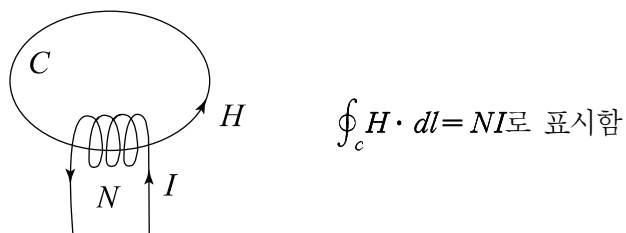
- (1) 도선으로부터 거리 r 에 있는 점 P 의 자계를 H , 그 점의 선소를 dl 로 하면 H 와 dl 이 이루는 각은 0 이므로 폐회로 C 에 대한 선적분은

$$\oint_C H \cdot dl = H \oint_C dl = 2\pi r H = I \text{로 표시됨}$$

$$\therefore H = \frac{I}{2\pi r} \text{ (A/m)}$$

(자계 H 는 전류에 비례하고 도선으로부터 거리 r 에 반비례)

- (2) N 회 도선 중의 폐회로에 대해서는 그 폐회로가 쇄교하는 전류가 NI 이므로



문2-1) 건축물 조명제어에서 조명제어시스템으로 이용되는 주요 프로토콜(Protocol)에 대하여 설명하시오.

해설)

5.11 DALI(Digital Addressable Lighting Interface)프로토콜을 이용한 광원의 조광기술에 대하여 설명하시오. 건.105.4.3

1. 개요

최근에 스마트 빌딩과 관련해서 조명시스템의 지능적 제어에 관한 관심이 높아지고 있다. 조명 시스템의 지능제어는 궁극적으로 광원의 on/off 뿐만 아니라 조광제어를 포함하게 된다.

1990년대말에 조광제어를 효과적으로 하기 위해서 DALI (Digital Addressable Lighting Interface)라는 프로토콜이 개발된 바 있으며 이때 DALI는 형광등을 그 대상으로 하였다. 그러나 최근에 LED 조명이 향후 새로운 주 조명이 되는 추세이고 LED의 경우 조광이 매우 쉽고 구현 가격도 낮기 때문에 DALI에 대한 관심 및 적용이 다시 증가하고 있다.

2. DALI 시스템의 구성

1) DALI 시스템은 일반적으로 그림1과 같이 구성된다.

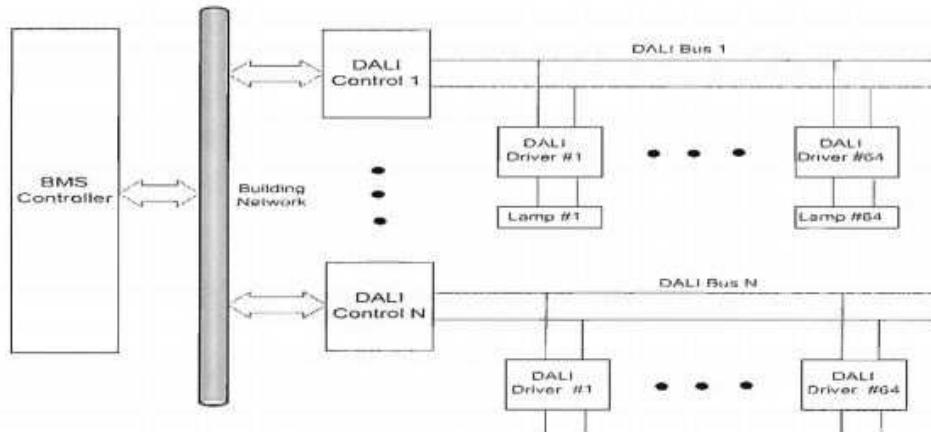


그림 1. DALI 제어시스템의 구성

- 2) 한 개의 DALI 제어기에 의해 구성되는 DALI loop 또는 bus를 통해서 최대64개의 주소를 갖는 조명기구들을 독립적으로 제어할 수 있고 양방향 통신이 가능하다.
- 3) 조명기구들은 조합하여 그룹으로 제어 할 경우 16 그룹으로 나누어서 동작 시킬 수 있다.
- 4) DALI 제어기는 독립운전으로도 동작할 수 있고 gate way나 transmitter를 사용하여 건물의 네트워크에 연결하여 BMS(Building Management System)과 연계된 양방향 통신의 서브 시스템으로도 동작 시킬 수 있다.
- 5) DALI Bus로 사용되는 도선은 특별하지 않고 일반적으로 사용되는 도선 twisted 또는 shielded cable을 사용할 수 있다.
- 6) 두 DALI 장치의 최대거리는 300m를 넘어갈 수 없다.
DALI 시스템간에는 전류를 2mA까지 허용하며 전압강하를 2V이하로만 허용하며 한 개의 DALI loop에 흐를 수 있는 최대전류는 250mA이다.

- 7) LED나 형광등의 에너지를 최종적으로 제어하는 것은 전용전력변환장치가 수행한다. 통상 이것은 형광등의 경우 안정기로 불리우며 LED의경우는 드라이버로 명칭되며 이들을 control gear로 명칭하기도 한다.
- 8) DALI 제어를 위해서는 DALI 프로토콜로 동작되는 전용 드라이버가 필요하며 이를 위해서 기존의 드라이버나 안정기에 추가로 마이크로 콘트롤러가 사용된다.

3. DALI 드라이버

- 1) DALI 드라이버는 그림2와 같이 기존의 드라이버 구조에 DALI 제어가 가능하도록 구성된다.

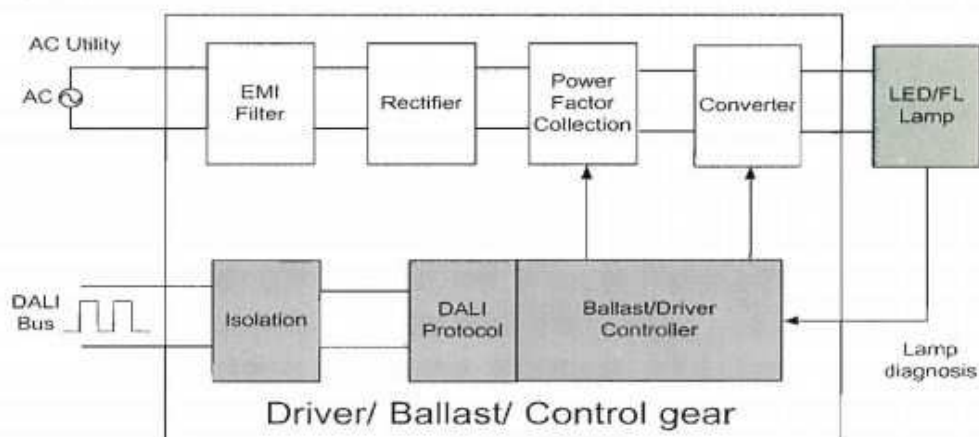


그림2. DALI 드라이버 안정기의 구조

- 2) DALI 버스를 통해서 광원에 대한 제어명령을 받아서 수행하고 광원의 상태와 관련된 데이터를 bus로 넘겨서 DALI 제어기에 전달한다.
- 3) 각 데이터는 신호 제어계와 전력제어계의 전기적 분리를 위해서 전기적으로 포토커플러나 트랜스포머에 의해서 절연된 신호로 통신되어야 한다.
- 4) DALI용 드라이버는 자체에 광 출력과 fade time, 액세스가 가능한 주소와 그룹에 대한 파라미터가 저장되게 된다.
- 5) DALI 제어기가 드라이버로부터 받는 정보는 현 조명상태와 광원의 출력레벨 그리고 램프와 안정기의 상태에 관한 것이다.
- 6) DALI 시스템하에서 조광의 범위는 0.1%~100%로 설정이 가능하며 조광의 최소레벨값은 제품에 따라 달라질 수 있다.

4. DALI 특징 및 프로토콜

- 1) 처음 유럽의 조명회사들에게서 제안되었던 DALI는 현재 IEC 62386에 의한 개방형 표준의 조광 제어방식이며 이에 적합한 프로토콜을 사용한 경우 서로 다른 회사의 제품들도 상호 연계되어 동작할 수 있다.
- 2) 이것은 기본적으로 송신과 수신을 위한 디지털 통신 프로토콜에 의해서 동작되나 통신매체로는 단순한 2선 방식을 사용하여 간편한 설치를 지향하고 있다.

- 3) 조명제어의 경우 이더넷과 같이 많은양의 데이터를 신속히 처리할 필요가 없기 때문에 데이터 전송율은 1초에 1200bit로 늦어도 된다.
- 4) DALI 프로토콜은 밝기를 조절할 수 있고 이것들은 선형적인 값이 아닌 로그함수의 관계로 광원을 조절하게 되어 있다.
- 5) DALI는 원하는 조명 작업과 주어진 상황에 맞추어서 다양한 명령을 프로그램 할 수 있는 융통성을 갖고 있다.
- 6) 작업공간의 변화에 대해 별도의 배선 작업 없이 조명의 변경이 가능하다.
- 7) 양방향의 정보통신으로 안정기와 광원의 상태를 파악할 수 있기 때문에 유지보수에도 효과적이다.
- 8) 재실감지 조명, 스케줄 조명 그리고 수요 관리 측면에서의 피크 커트용 조명제어등 여러 기법의 제어방식을 수행할 수 있으므로 적절히 적용될 경우 30%-60%의 에너지 절약이 가능하다

5. 결론

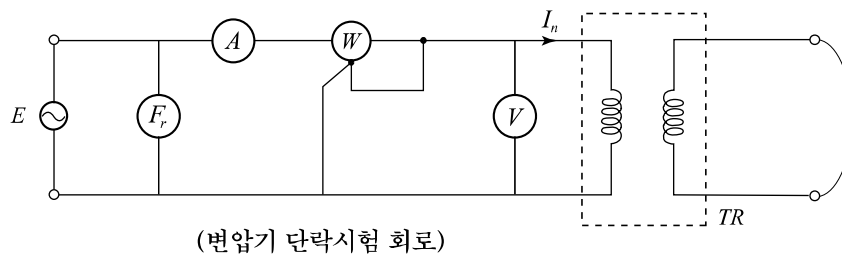
- 1) 현재 LED 광원의 보급으로 지능적 조명제어가 용이하게 되었고 조광제어에 대한 구현 가격이 현저히 감소함에 따라 DALI 시스템은 향후 시장에서 크게 활용 될 전망이다.
- 2) 동시에 여러 유무선 통신방식과 보다 지능화 된 여러 건물 관리시스템등과 연계되어 효과적인 조명 제어용으로 특화되어 활용될 수도 있기 때문에 DALI의 새로운 활용방법과 성능향상에 관한 연구는 지속될 것으로 보인다.

문2-2) 변압기 임피던스전압(%Z)의 개념과 임피던스전압이 서로다른 변압기를 병렬운전할 때 부하분담과 과부하운전을 하지않기위한 부하제한에 대하여 설명하시오.

해설)

1. 변압기 임피던스전압(%Z)의 개념

- 1) 임피던스 전압 : 변압기 2차측(보통 저압측)을 단락, 1차측에 정격 주파수의 저전압을 가하여 정격 전류가 흐를 때의 1차측 전압

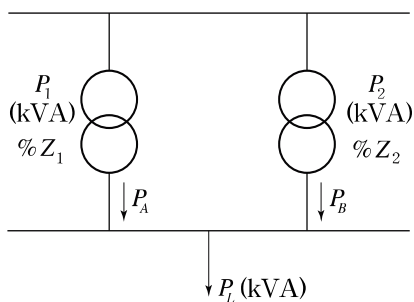


$$2) \% \text{임피던스 전압} = \frac{\text{임피던스전압}}{\text{1차측정격전압}} \times 100(\%)$$

2. 임피던스전압이 서로다른 변압기를 병렬운전할 때 부하분담과 과부하운전을 하지않기위한 부하제한

- 1) 용량, %임피던스와 부하분담 관계

- (1) 용량이 다르면 : 자신의 용량에 비례한 부하분담
(2) %Z가 다르면 : 자신의 %Z에 반비례한 부하분담



관계식

$$\begin{cases} P_A = \frac{\%Z_2 \cdot P_1}{\%Z_1 P_2 + \%Z_2 P_1} \times P_L = \frac{m \%Z_2}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P_L \\ P_B = \frac{\%Z_1 \cdot P_2}{\%Z_1 P_2 + \%Z_2 P_1} \times P_L = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m \%Z_2} \times P_L \end{cases}$$

여기서, $m = \frac{P_1}{P_2}$

$$\begin{cases} P_1, P_2 : \text{각 TR정격용량} \\ P_A, P_B : \text{각 TR부하분담 용량} \\ P_L : \text{TR 총 부하분담 용량} \end{cases}$$

2) 용량이 같고 %Z가 다를 경우의 부하 분담 → 자신의 %Z에 반비례

① 용량에 비례한 부하분담이 아닌 %Z가 낮은 쪽이 과부하가 됨

$$P_A = \frac{\%Z_2}{\%Z_1 + \%Z_2} \times P_L$$

$$P_B = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + \%Z_2} \times P_L$$

② 따라서 과부하가 되지 않도록 부하 (P_L)를 제한할 필요

$$\text{즉, } P_L = \frac{\%Z_1 + \%Z_2}{\%Z_2} \times P$$

$$P_L = \frac{\%Z_1 + \%Z_2}{\%Z_1} \times P \text{ 중 적은 것 선택}$$

(여기서 $P_1 = P_2 = P$)

또는 과부하측(%Z가 낮은 쪽의 부하)에 정격 용량 이하가 되도록 총부하 제한

(3) %Z와 용량이 모두 다를 경우

① (정격) 용량비 $m = \frac{P_1}{P_2}$ 이라 하면

$$P_A = \frac{m\%Z_2}{\%Z_1 + m\%Z_2} \times P_L$$

$$P_B = \frac{\%Z_1}{\%Z_1 + m\%Z_2} \times P_L$$

② 마찬가지로 과부하가 되지 않도록 하려면 아래의 값 중 적은 값 선택하여 부하제한

$$P_L = \frac{\%Z_1 + m\%Z_2}{m\%Z_2} \times P_1$$

$$P_L = \frac{\%Z_1 + m\%Z_2}{\%Z_1} \times P_2$$

또는 과부하측에 정격용량 이하가 되도록 총부하 제한

문2-3) 자가발전기와 무정전전원장치(UPS)를 조합하여 운전할 때 고려사항에 대하여 설명하시오.

1. 개요

UPS(Uninterruptible Power Supply)란 정전, 전압변동, 순시전압 강하 등 전원장애 발생에 대해 거의 순간 없는 양질의 전원을 공급하는 장치임

UPS는 자가발전기와 조합하여 운전할 경우 여러 가지 불안정운전을 초래하는 수가 있는데 정격선정시 이에대한 고려가 필요하다

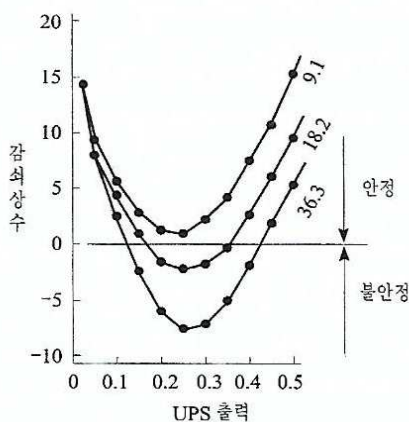
2. UPS 장치의 용량선정시 검토사항

- 1) 부하용량을 충분히 만족할 것
- 2) 부하 기동시 UPS 출력 한계값을 초과하지 않을 것
- 3) 순차 기동할 경우 나중에 투입하는 부하의 기동전류에 의해 출력전압 변동이 먼저 투입된 부하의 허용값을 넘지 않을 것
- 4) 장차 부하용량의 증가를 고려할 것
- 5) 가능한 한 업체의 표준용량으로 선정할 것

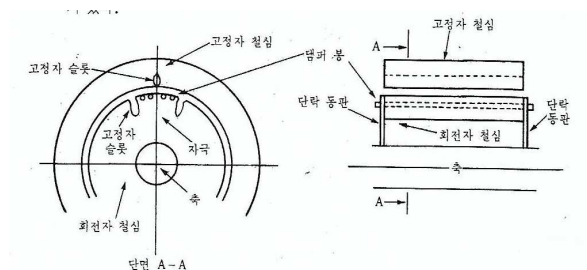
3. UPS와 자가 발전기 조합 운전시 불안정현상

1) 발전기 출력전압 불안정

- (1) 발전기와 UPS를 조합사용하므로써 회로조건에서 생기는 전기계의 자려진동에 의해 발생
- (2) 이 자려진동현상은 발전기, 변압기 및 UPS의 직류회로 리액터의 리액턴스와 UPS 직류회로의 커패시턴스에 의해 정해지는 고유진동수에 대해 계통의 저항이 (-)로 되기 때문에 발생하는 현상
- (3) 댐퍼권선 과열초래



(UPS 직류회로의 캐패시터 영향)



(댐퍼권선 구조)

2) 발전기 자동전압 제어장치와 UPS의 응답속도차에 의한 전압불안정현상

UPS의 교류입력정류회로에서 사이리스터를 사용한 위상제어 때문에 발생하는 현상

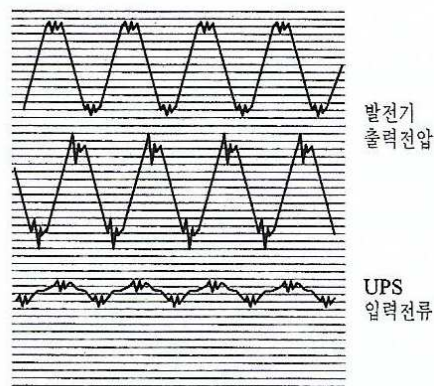
3) 발전기 주파수와 UPS의 기준 주파수 차이로 전압 비트 발생

통상 UPS 주파수변동이 적은 상용전원을 입력으로 하는 경우에 전원동기모드로 운전되고,비상용발전기를 입력으로 하는 경우는 수정발전모드로 운전되는 경우가 있는데 이때 주파수정밀도가 맞지 않을 때 발생하는 현상

4) 고조파 유입에 따른 자가발전 계통에 헌팅 발생

(1)고조파 유입에 의해 전압파형의 일그러는 현상으로 크기에 따라 발전기에 접속되는 타부하에 악영향을 초래하므로 고조파 왜율이 10%를 초과할 경우 이에대한 대책이 필요

(2) 고조파전류에 의해 전압파형이 일그러지면 파형의 평균값이 달라져 평균값을 검출하는 AVR에서는 오차가 커짐



4. UPS와 자가 발전기 조합 운전시 고려사항

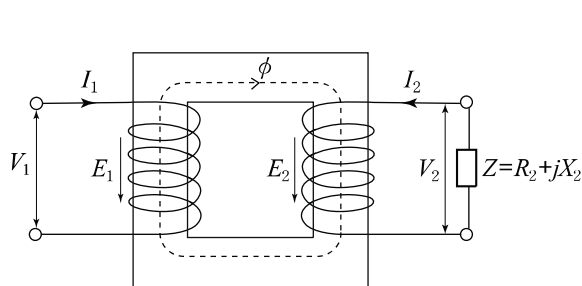
문제점	고려사항
1) 자려진동현상에 의한 발전기 출력전압 불안정	• 발전기 댐퍼권선 저항 및 UPS 직류회로의 Capacitance 값 작은 것 선정
2) 발전기 AVR과 UPS 응답 속도차에 의한 전압 불안정 현상	• 발전기 AVR과 UPS 응답속도를 엇갈리게 하는 방안 고려(동기화)
3) 발전기 주파수와 UPS의 기준 주파수 차이로 전압 비트 발생	• 구동기의 Governor 조정 및 UPS를 전원 동기모드로 운전
4) 고조파 유입에 따른 자가발전 계통에 헌팅 발생	• 댐퍼권선 설치(역상분 고조파 저감) • 실효값검출형 AVR채용 • 자가 발전기 용량 $\geq$ UPS 장치용량 $\times$ 2.5~3배 (UPS 부하 $\leq$ 자가발전기 전체부하$\times$50% 선정)

문2-5) 변압기선정을 위한 효율과 부하율관계를 설명하고,
유입변압기와 몰드변압기의 특성을 비교설명하시오.

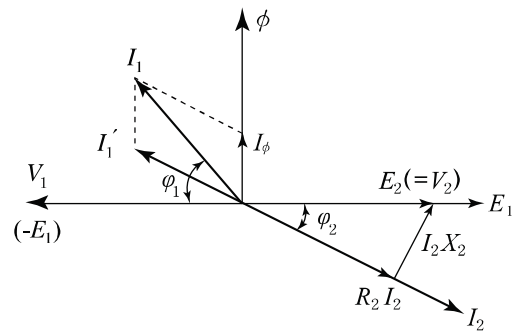
해설)

1. 개요

- 1) 변압기란 전력회사로부터 고압 또는 특고압을 수전하여 수용가부하에 맞는 전압으로 변성, 각 기기에 전력을 공급하는 장치임
- 2) 구성 : 권선, 철심, 절연재 및 냉각매체
- 3) 회로도 및 Vector도



이상 변압기 회로

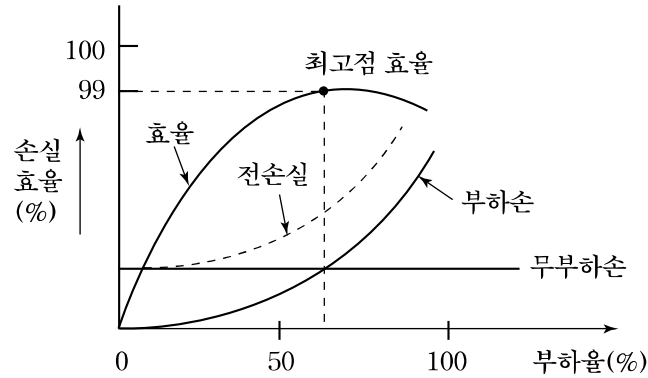


Vector도

2. 변압기의 종류

분류방식	종 류
상수	1φ, 3φ, 1φ/3φ
철심구조	내철형, 외철형, 권철심형, 적철심형
권선구조(수)	단권, 복권, 3권선
절연방식	유입, 건식, MOLD, GAS
냉각방식	건식(자냉, 풍냉), 유입(자냉, 풍냉, 수냉), 송유(자냉, 풍냉, 수냉)
Tap 절환방식	무부하시 탭 절환(NLTC), 부하시 탭 절환(OLTC)
결선방식	Y, △, V, 지그재그, 역V, Scott결선 등
용도별	전력용, 용접기용, 전기로용, 선박용, 전철용, 정류기용, 특수용

3. 효율과 부하율관계



1) 무부하손(철손) = 히스테리시스손 + 와류손

2) 부하손(동손) = $I^2 R$ 에 의한 손실

$$3) \text{ 효율 } \eta = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100$$

$$= \frac{mP \cos \theta}{mP \cos \theta + P_i + m^2 P_c} \times 100(\%)$$

4) 최대효율조건

$$\text{철손} = \text{동손} \Rightarrow \text{부하율 } m = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} \text{ 일 때 (최대효율 보통 60~75\% 부하율에서)}$$

최고효율을 나타냄

5) 과부하 운전특성(유입식 TR)

(1) 주위온도 저하로 인한 과부하 운전

냉각 공기의 최고 온도가 30℃에서 1℃저하시마다 그 온도차의 0.8%만큼 과부하 운전가능

(2) 부하율 저하로 인한 과부하 운전

부하율이 90%보다 낮을 경우 90%와 그 차이 1%마다 아래수치 만큼 과부하 운전 가능(부하율 50% 이하는 효력 없음)

냉각방식	정격 출력에 대한 증가의 비율(%)	최고(%)
자냉식, 풍냉식	0.5	20
송풍식, 송유식	0.4	16

4. 유입/MOLD TR특성 비교

항목	유입TR	MOLD TR		
		일반	Amorphus	저소음, 고효율
절연종별	A	B	B	B
권선온도상승한도	55℃	100℃	100℃	100℃
전부하 효율	98.4%	98.6%	98.8%	99.1%
연소성	가연성	난연성	난연성	난연성
흡습성	있음	없음	없음	없음
소음(dB)	70	68	70	60
중량	크다	보통	가장적다	적다
충격과 내전압(BIL)	높다(150)	낮다(95, 125)	좌동	좌동
전력손실	크다	보통	적다	가장 적다
가격	낮다	보통(100%)	가장 높다(200%)	높다(150%)

문3-1) 380V 저압용 유도전동기의 보호방법과 전기설비기술기준의 판단 기준175조에 의한 차단기 용량산정, 경제적인 배선규격에 대하여 설명하시오.

해설)

제175조(옥내 저압 간선의 시설) 저압 옥내간선은 다음 각 호에 따라 시설하여야 한다.

1. 저압 옥내간선은 손상을 받을 우려가 없는 곳에 시설할 것.
2. 전선은 저압 옥내간선의 각 부분마다 그 부분을 통하여 공급되는 전기사용기계기구의 정격전류의 합계 이상인 허용전류가 있는 것일 것. 다만, 그 저압 옥내간선에 접속하는 부하 중에서 전동기 또는 이와 유사한 기동전류(起動電流)가 큰 전기기계기구(이하 이 조 및 제176조에서 “전동기 등”이라 한다)의 정격전류의 합계가 다른 전기사용기계기구의 정격전류의 합계보다 큰 경우에는 다른 전기사용기계기구의 정격전류의 합계에 다음 값을 더한 값 이상의 허용전류가 있는 전선을 사용하여야 한다.
 - 가. 전동기 등의 정격전류의 합계가 50 A 이하인 경우에는 그 정격전류의 합계의 1.25배
 - 나. 전동기 등의 정격전류의 합계가 50 A를 초과하는 경우에는 그 정격전류의 합계의 1.1배
3. 제2호의 경우에 수용률·역률 등이 명확한 경우에는 이에 따라 적당히 수정된 부하전류 값 이상인 허용전류의 전선을 사용할 수 있다.
4. 저압 옥내간선의 전원측 전로에는 그 저압 옥내간선을 보호하는 과전류차단기를 시설할 것. 다만, 다음 중 1에 해당하는 경우에는 그러하지 아니하다.
 - 가. 저압 옥내 간선의 허용전류가 그 저압 옥내 간선의 전원측에 접속하는 다른 저압 옥내 간선을 보호하는 과전류 차단기의 정격전류의 55 % 이상인 경우
 - 나. 과전류 차단기에 직접 접속하는 저압 옥내간선 또는 “가”에 열거한 저압 옥내 간선에 접속하는 길이 8 m 이하의 저압 옥내 간선으로 그 저압 옥내 간선의 허용전류가 그 저압 옥내 간선의 전원측에 접속하는 다른 저압 옥내 간선을 보호하는 과전류 차단기의 정격전류의 35 % 이상인 경우
 - 다. 과전류 차단기에 직접 접속하는 저압 옥내간선 또는 “가”나 “나”에 열거한 저압 옥내 간선에 접속하는 길이가 3 m 이하의 저압 옥내 간선으로 그 저압 옥내간선의 부하측에 다른 저압 옥내 간선을 접속하지 아니할 경우
 - 라. 저압 옥내간선(그 저압 옥내 간선에 전기를 공급하기 위한 전원에 태양전지 이외의 것이 포함되지 아니하는 것에 한한다)의 허용전류가 그 간선을 통과하는 최대 단락 전류 이상일 경우

5. 제4호의 과전류 차단기는 저압 옥내 간선의 허용전류 이하인 정격전류의 것일 것. 다만, 저압 옥내 간선에 전동기 등의 접속되는 경우에는 그 전동기 등의 정격전류의 합계의 3배에 다른 전기사용기계기구의 정격전류의 합계를 가산한 값(그 값이 그 저압 옥내 간선의 허용전류의 2.5배의 값을 초과하는 경우에는 그 허용전류의 2.5배의 값) 이하인 정격전류의 것(그 저압 옥내 간선의 허용전류가 100 A를넘을 경우로서 그 값이 과전류 차단기의 표준 정격에 해당하지 아니할 경우에는 그 값에 가장 가까운 상위의 정격의 것을 포함한다)을 사용할 수 있다.
6. 제4호의 과전류 차단기는 각 극(다선식 전로의 중성극을 제외한다)에 시설할 것.

다만, 대지 전압이 150 V 이하인 저압 옥내 전로의 접지측 전선 이외의 전선에 시설한 과전류 차단기가 동작한 경우에 각극이 동시에 차단될 때에는 그 전로의 접지측 전선에 과전류 차단기를 시설하지 아니할 수 있다.

문 3-2) 연료전지 발전에 대하여 설명하시오.

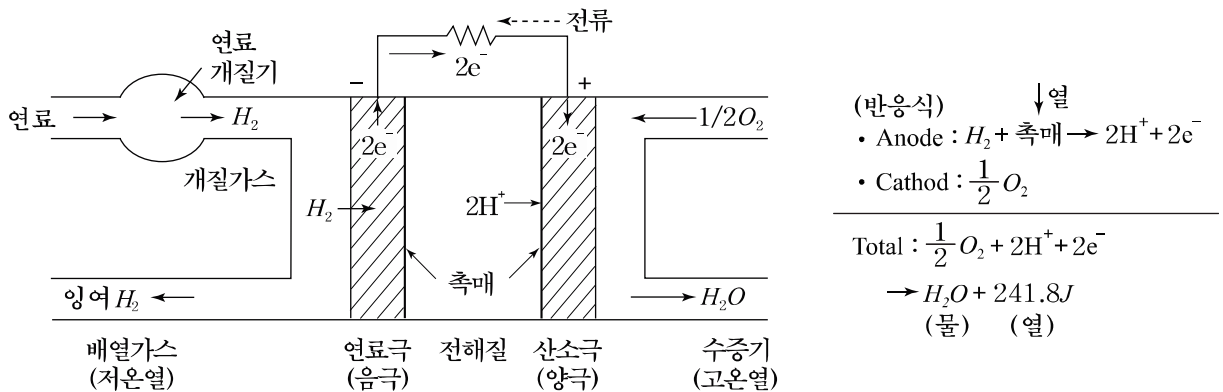
해설)

1. 개요

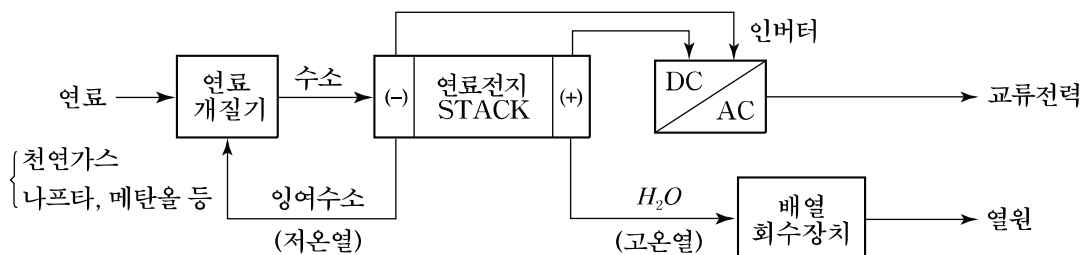
- 1) 최근 에너지 사용증대에 따른 환경문제 대두로 발전효율이 높고, 친환경적인 에너지로써 연료전지가 새로운 분산형 전원으로 대두되고 있다.
- 2) 연료전지란 물의 전기분해 역반응을 이용한 것으로 외부에서 연속적으로 연료와 산화제를 공급함으로써 연료중의 수소와 공기 중의 산소를 반응시켜 전기에너지와 열을 생성시키는 전기화학 발전장치임

화력발전 : 화석에너지 → 열에너지 → 기계에너지 → 전기에너지
 연료전지 : 화학에너지 → 전기에너지

2. 발전원리



3. 시스템 구성



- 1) 연료 개질장치 : LNG, 메탄올 등에서 수소생산
- 2) 연료전지 stack : 수소와 산소를 반응시켜 전력과 물(열)생산
- 3) 인버터 : 직류를 교류전력으로 변환하는 장치
- 4) 배열회수 장치 : 발전과정 중 발생하는 열을 회수하여 열원이용

4. 연료전지의 종류

구분	1세대(70년대)	2세대(80년대)	3세대(90년대)	4세대(2000년대)
종류	인산형 (PAFC)	용융탄산염형 (MCFC)	고체 산화물형 (SOFC)	고분자 전해질형 (PEMFC)
전해질	인산수용액 (H_3PO_4)	$K_2CO_3/LiCO_3$	안정화 질코니아 (ZrO_2)	고분자막 (Nafion)
촉매	백금	니켈전극	칼슘, 지르코늄 산화물	백금
연료	천연가스, 메탄올	천연가스, 석탄가스	천연가스, 석탄가스	천연가스, 메탄올
작동(반응) 온도	200℃	650℃	1,000℃	100℃
효율	35~45%	45~50%	45~65%	35~40%
국내 개발현황	50kW급(GS칼텍스) 실용화단계	100~250kW급(한전연) 실증단계	1kW급(한전연) 실증단계	3kW급(현대, 대우차) 실용화 단계
적용	병원, 호텔	대형 B/D, 발전소	대형 B/D, 발전소	자동차, 가전
특징	• 내산성 요구 • 상용화 앞섬 • 저전력, 중량大	• 크고 무거움 • 시동시간 늦음	• 개질기 필요 없고 폐열 재활용 • 내열성 요구	• 운전온도 낮음 • 가장 널리 개발

5. 연료전지의 특징

1) 장점

(1) 발전효율이 높다.

① 화학에너지를 바로 전기에너지로 변환, 발전효율 40~60%

② 배열 이용시 종합효율 80~85%까지 향상

(2) 환경친화적

① 연소과정이 없어 SO_x , NO_x 배출이 적고

② 회전부위가 없어 진동, 소음이 없다(냉각수 불필요)

(3) 가장 흔한 에너지원(지구 표면 70%가 수소)

(4) 다양한 연료 사용 → LNG, LPG, 메탄올 등(석유대체 효과)

(5) 전기적 특성우수 → 부분 부하효율이 높고 부하 추종성 우수

(6) 분산형 전원으로 최적 → Cogeneration 활용에 유리

(7) 단위 출력당 용적 및 무게가 작다.

2) 단점

(1) 가격 고가로 비경제적

(2) 내구성, 신뢰성이 아직 미흡

(3) 수명이 비교적 짧다.

(4) 수소연료 저장문제 : 보관이 어렵고 폭발위험

문 3-3) KSC-0755에 의한 광원의 연색성평가와 연색성이 물체에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.

해설)

1. 연색성(Color Rendition)

같은 대상의 색이라도 인공조명하에서 본 경우와 태양빛 아래서 본 경우와는 색이 다르게 보이는데 이와 같이 빛의 분광특성이 색의 보임에 미치는 효과를 말함(분광분포에 따라 달라짐)

2. 연색성 평가지수(Color Rendering Index)

- (1) 어떤 광원에 의해 조명된 물체색의 보임이 기준광원으로 조명했을 때의 보임과 일치하는 정도를 표현한 것
- (2) 연색성 평가에는 CIE 평가법과 KS 평가법이 있음
- (3) CIE 평가법(연색성과 용도 관계)

연색그룹	R_a (연색성 평가지수)의 범위	광색의 느낌	용도
1	$R_a \geq 85$	서늘 중간 따뜻	식물, 도장, 인쇄공장 점포, 병원 주택, 호텔, 레스토랑
2	$70 \leq R_a \leq 85$	서늘 중간 따뜻	사무실, 학교, 백화점 등(고온지대) 사무실, 학교, 백화점 등(온난지대) 사무실, 학교, 백화점 등(한랭지대)
3	$R_a < 70$	—	연색성이 중요치 않은 장소
4	특별한 연색성	—	특별한 용도

(4) 여러 광원의 평균 연색 평가수

광원	평균 연색 평가수
백열전구	100
형광램프(백색)	61
형광 수은램프	40~50
메탈 할라이드 램프(고효율형)	65~70
고압 나트륨 램프(고효율형)	25

(4) 연색성과 효율

보통 반비례 관계(주로 연색성이 높을 수록 온도방사 에너지가 높아 손실이 커짐)

3. 연색성이 물체에 미치는 영향

같은 색온도하에서 연색성이 좋을수록(연색성 평가지수가 높을수록)

- 1) 먹음직스런 느낌을 준다 : 과일, 정육점의 고기
- 2) 편안하고 자연스런 느낌을 준다: 옷감, 컬러TV

문 3-4) 엘리베이터 설치시 다음사항을 설명하시오.

- 1) 엘리베이터 가속시의 허용전압강하
- 2) 엘리베이터 수량과 수용률관계
- 3) 전원변압기 용량선정방법
- 4) 전력간선 선정방법
- 5) 간선보호용 차단기 선정방법
- 6) 인버터제어 엘리베이터설치시 검토사항

1. 개요

Elevator란 동력을 이용, 승강로 Rail을 따라 사람이나 화물을 운반하는 상하, 수직 운송 장치이며, 건축물에서 Escalator와 함께 교통수단으로써 그 역할이 매우 중요해지고 있다.

2. 엘리베이터 가속시의 허용전압강하

- 1) 가속전류에 대한 전압 강하율

구분	변압기	간선	합계	비고
직류	4%	3%	7%	E/V 전동기 정격 전압에 대한 %
교류	5%	5%	10%	

- 2) 전압강하계수(K)

- (1) 저항 성분만을 고려한 전압강하와 역률, 주파수를 고려한 전압강하의 비
- (2) 전선 굵기, 역률에 따라 결정(0.72~2.14 사이)

3. 엘리베이터 수량과 수용률관계

- 1) 사용대수에 반비례, 기동빈도에 비례
- 2) 전원용량은 수용률에 비례

4. 전원변압기 용량선정방법

- 1) 전원변압기 용량

$$P_T \geq \sqrt{3} V I_r N y \times 10^{-3} + P_c N [\text{kVA}]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V : \text{전원전압(V)}, I_r : \text{정격전류(A)}, N : \text{E/V 대수} \\ y : \text{부동률}, P_c : \text{제어용 전력(kVA)} \end{array} \right.$$

5. 전력간선 선정방법

(1) 허용전류(I_f)

① 주위온도 40℃ 기준, 정격속도시 통전전류보다 크게 선정($I_f > I_t$)

② 통전용량(I_t) $\begin{cases} I_r N y \leq 50 \text{A일 때} : I_t = 1.25 I_r N y + (I_c N) \\ I_r N y > 50 \text{A일 때} : I_t = 1.1 I_r N y + (I_c N) \end{cases}$

(2) 전압강하

① 최대전류(가속전류)와 제어전류가 전원공급 간선에 흐르므로 간선의 전압강하는 규정값 이하가 되도록 전선 굵기 선정

② 3상 3선식의 경우 $e = \frac{34.1 \times I_a N y l K}{1,000 A} [\text{V}]$

여기서 $\begin{cases} 34.1 : \text{도체 } 50^\circ\text{C일 때 저항계수} \\ I_a : \text{최대 전류(가속 전류)}(\text{A}), K : \text{전압강하 계수} \\ l : \text{배선길이}(\text{m}), A : \text{전선단면적}(\text{mm}^2) \end{cases}$

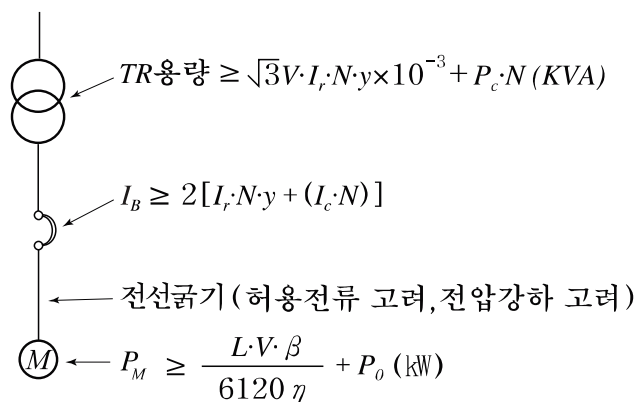
6. 간선보호용 차단기 선정방법

(1) 건물측 배선용 차단기 선정조건

E/V 전용으로 E/V 기계실 차단기보다 용량이 크고 상호 보호 협조될 것

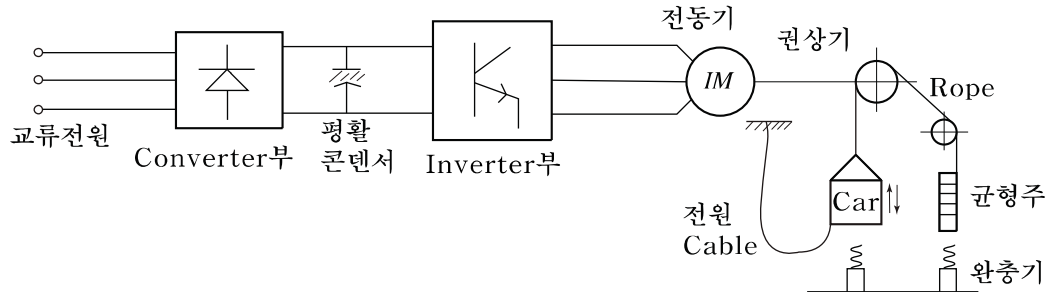
(2) 전동기용(제어 회로 용량 포함)

$$I_B \geq 2[I_r N y + (I_c \times N)][A]$$



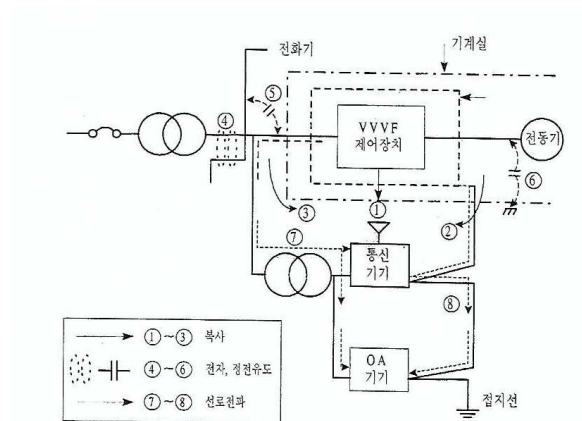
7. 인버터제어 엘리베이터 설치시 검토사항

1) 구성도



인버터제어 E/V 구성도

2) 고조파 발생경로



3) 고조파 저감대책

- (1) TR 및 간선 내량 증대
- (2) 전원선과 통신선간 : 이격, 금속관배선, TR 뱅크분리(전용급전)
- (3) Active Filter, SPD 설치, 차폐

문3-5) 전선 이상온도 검지장치에 대하여 다음 사항을 설명하시오.

1) 적용범위 2) 사용전압 3) 시설방법 4) 검지선의 규격 5)접지

해설)

4192-1 적용범위

본 절은 전선의 이상온도를 조기에 검지하고 경보하는 전선이상온도검지장치(검지선이 전선과 접촉하는 것에 한한다)를 시설하는 경우에 적용한다.

4192-2 사용전압

1. 전선이상온도검지장치에 전기를 공급하는 전로의 사용전압은 저압이어야 한다.
2. 검지선에 전기를 공급하는 전로의 사용전압은 직류 30V 이하이어야 한다.

4192-3 시설방법

1. 고압이나 특고압의 전선에 시설하는 검지선 또는 해당 검지선에 전기를 공급하는 전선과 경보장치와의 접속개소는 교류 300 V 이하에서 작동하는 피뢰기 또는 이에 준하는 장치를 시설한다.
2. 검지선은 4192-4(검지선의 규격)에 적합한 것을 사용한다.
3. 손상을 받을 우려가 있는 장소에 시설하는 검지선 및 검지선에 전기를 공급하는 전선은 적당한 방호장치를 한다.
4. 검지선은 전선의 이상온도를 유효하게 검지할 수 있도록 시설한다.
5. 검지선은 시설장소에서 이동되지 않도록 적당히 지지한다.

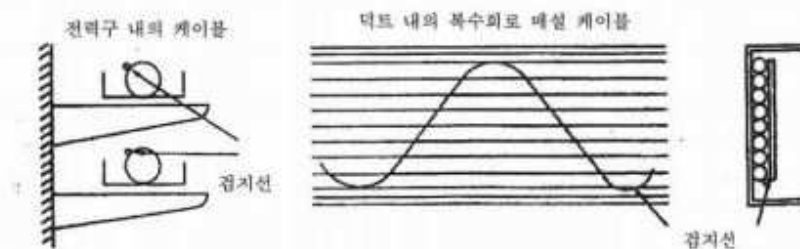


그림 4192-1 전선 이상온도 검지선의 시설(예)

4192-4 검지선(檢知線)의 규격

검지선은 다음 각호에 적합한 것으로 한다.

- ① 도체는 균질한 금속제의 단선일 것.
- ② 절연체 및 외장은 다음에 적합한 것.

가. 재료는 합성수지혼합물로서 표 4189-1의 시험조건으로 인장강도(引張強度) 및 신장률의 시험을 할 때 다음 “나”에 적합할 것. 이 경우 가열온도 및 가열시간은 표 4189-1의 값으로 한다.

표 4189-1 검지선의 시험조건

절연체 및 외장의 구분	가열온도 (℃)	가열시간 (시간)
절연체	T ±2	96
외장	90 ±2	96

【비고】 T는 검지설정온도에서 20 ℃를 뺀 값으로 한다.

나. 실온에서의 인장강도 및 신장률과 가열후의 인장강도 및 신장률의 잔율(殘率)은 표 4189-2의 값 이상일 것.

표 4189-2 검지선의 성능

절연체 및 외장의 구분	실온에서 값		가열후의 잔율	
	인장하중	신장률 (%)	인장강도 (%)	신장률 (%)
절연체	3.92 N/mm ² (0.4 kg/mm ²)	50	50	50
외장	5.88 N/mm ² (0.6 kg/mm ²)	50	50	50

③ 외장의 두께는 0.1 mm 이상일 것.

④ 완성품은 맑은 물속에 1시간 담근 후, 도체상호간 및 도체와 대지간에 500 V의 교류 전압을 연속하여 1분간 가할 때 이에 견딜 것.

4192-5 접지

- 고압이나 특고압전선에 시설하는 검지선 또는 그 검지선에 전기를 공급하는 전선과 정보장치와의 접속개소에 시설하는 교류 300 V 이하에서 작동하는 피뢰기 또는 이에 준하는 장치는 제1종 접지공사를 한다.
- 검지선에 접속하는 단자함, 검지선과 검지선에 전기를 공급하는 전선을 접속하는 단자함, 정보장치 및 방호장치의 금속제부분은 제3종 접지공사를 한다.

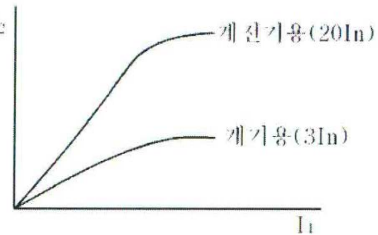
문4-1) 계측기기용 변류기와 보호계전기용 변류기의 차이점에 대하여 설명하시오.

해설

1. 개요

1) 계기용 변류기(CT)는 일반적으로 계전용과 계기용을 겸하여 사용 하지만 중요한 부하와 전력회사 등에서는 계전기용과 계기용을 분리하여 사용하여야 한다.

2) 왜냐하면 계기용은 계기의 보호를 위하여 I_2 포화가 낮은점에서 되어야 하지만, 계전기용은 포화가 낮은점에서 이루어지면 계전기 동작이 되지 않아 큰 사고로 연결될 수 있기 때문에 포화점이 높아야 한다.



2. 계전기용 특성

계 급	형 식	임피던스 $Z (\Omega)$	2차전류 $I (A)$	부담(VA) $I^2 Z$	20배전류시 2차단자전압 $20I_n \cdot Z(V)$	허용오차 (비오차)
C 100	B-1	1	5	25 VA	100	-10%
C 200	B-2	2	5	50 VA	200	"
C 400	B-4	4	5	100 VA	400	"
C 800	B-8	8	5	200 VA	800	"

주1) C 100 의 의미

- 2차 단자에 정격전류의 20배 전류($5 \times 20 = 100A$)를 흘렸을 때 단자 전압이 100V라는 의미임.
- 예. $E_2 = I \times Z = 5(A) \times 20배 \times 1(\Omega) = 100(V)$

주2) B - 1 의 의미

- B는 부담의 약자이고 1은 임피던스 값을 나타냄
- 예. $P = I^2 \times Z = 5^2 \times 1 = 25 (VA)$

주3) IEC에서는 10 P 20과 같이 표기

- 과전류 정수 20배에서 비오차가 10%의 계전기용 이라는 의미임.

3. 계기용 특성

계 급	형 식	임피던스 $Z (\Omega)$	2차전류 $I (A)$	부담(VA) $I^2 Z$	허용오차
1.2	B-0.5	0.5	5	12.5 VA	1.2%
1.2	B-0.9	0.9	5	22.5 VA	"
1.2	B-1.8	1.8	5	45 VA	"

* 전력 수급용에는 0.3, 0.5, 1.0급 등이 있음.

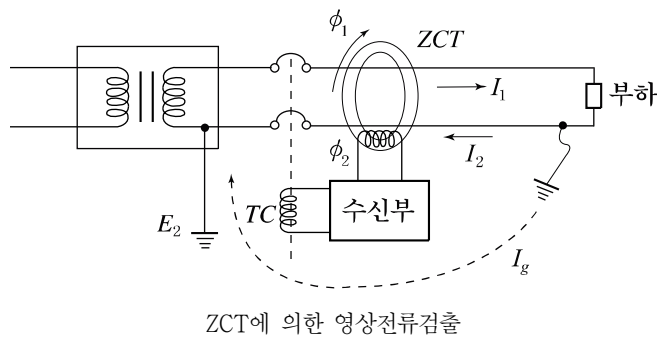
문 4-2) 전류동작형 누전차단기가 정상상태일때와 누설전류가 흐를때의 동작원리에 대하여 설명하시오.

해설)

1. 개요

- 1) 누전이란 전류가 정상적인 전로 이외로 흐르는 것을 말함
- 2) ELB(Earth Leakage Breaker)란 ZCT 이용, 누전을 검출하여 설정값 이상이 되면 회로를 차단하는 장치임

2. 동작구성도

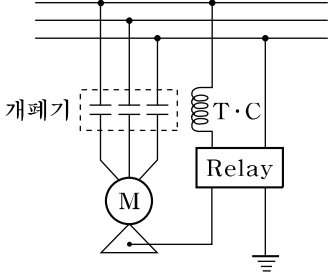


3. 동작 방식별 분류

- 1) 전류 동작형

구분	기계식(단상)	전자식(3상)
구성도		
특징	•실사용시 별도의 검출용 접지 불필요 •1개의 누전 차단기로 수개의 기기보호 •전자식과 기계식이 있음 •용도 : GVT 이용, 저, 고, 특고압 접지식 전로에 적용	

2) 전압동작형

구성	특징
	• 검출용 접지는 기기용접지와 겸용 불가 • 기기용 접지극에서 3m 이상 이격설치 • 검출용 접지선이 단선되면 동작불능 • 용도 : GVT 이용, 고압 및 특고압 비접지식 전로에 적용

4. 전류동작형 누전차단기의 동작원리

(1) 평상시

- ① 단상의 경우 : I_1, I_2 에 의한 자속 $\phi_1 = \phi_2$ 가 되어 서로 상쇄
- ② 3상의 경우(3상 평형이므로)

$$\dot{I}_R + \dot{I}_S + \dot{I}_T = (1 + a^2 + a) \dot{I} = 0$$

(2) 누전 발생시

- ① 단상의 경우 : 귀로전류 $I_2 = I_1 - I_g$ 가 되어 완전 상쇄 못하고 전류차 I_g 에 의한 자속발생 → ZCT 2차권선과 쇠교하여 전압유기 → 수신부로 전달 → 신호증폭 → T·C 여자 → 차단기 Trip
- ② 3상의 경우 : $\dot{I}_R + \dot{I}_S + \dot{I}_T = 3\dot{I}_0$ 유출 → $3\phi_0$ 에 의해 → 2차측 $3i_0$ 발생

5. 주요기능

(1) 검출부

ZCT 이용, 누전검출

(2) 수신부

- ① 감도 조절부 : 수신감도 조절
- ② 감도 증폭부 : 수신신호 증폭 → 출력신호 전달

(3) 차단부

출력신호에 의해 T·C여자 → 개폐기구(TM) 동작 → 차단기 Trip

(4) Test Button

지락회로 구성, 고의로 영상전류 발생시켜 차단 성능시험

(5) 과전류 Trip기능

기계식의 경우 정격이상의 전류가 흐를시 i^2t 에 의해 Bi-Metal이 휘어져 TM을 동작 → 차단기 Trip

문4-3) 다음과 같은 무정전 전원장치(UPS)의 특성에 대하여 설명하시오.

1) 단일 출력 버스 UPS 2) 병렬 UPS 3) 이중 버스 UPS

해설)

2.3 무정전전원장치

(1) 단기운전 UPS(Uninterruptible Power System)는 축전지 연결방식에 따라 부동충전방식과 직류 스위치 방식을 사용하고, 일반적으로 부동충전방식이 경제적이다.

(2) 대용량인 경우 신뢰성 향상을 위하여 2대 이상의 UPS를 상시 병렬 운전할 수 있다.

① UPS 병렬대수 선정 시 고려사항은 표 2.3-1을 참조한다.

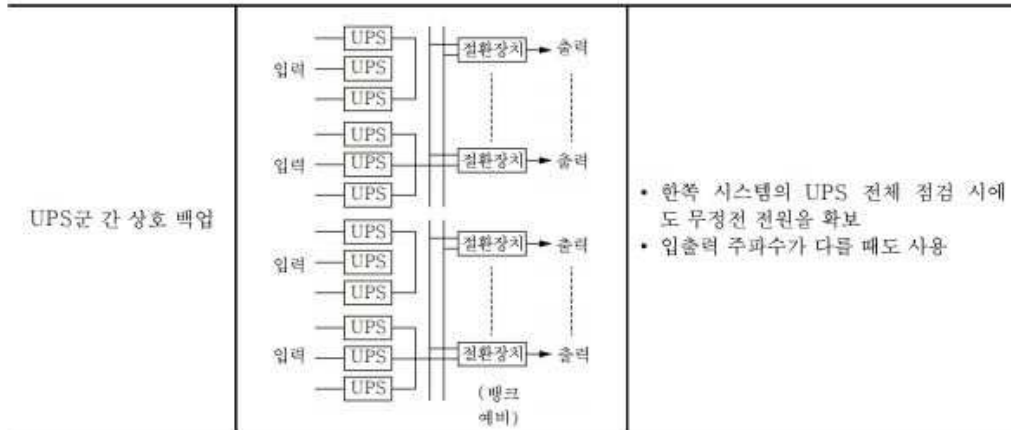
표 2.3-1 UPS의 선정시 고려사항

구분	선정시 고려사항	비고
신뢰도	대수가 많고, 병렬 수량이 증가할수록 신뢰도 증가	
경제성	UPS 소요용량을 적정하게 배분하여 최적으로 구성	소, 중, 대용량의 범위는 제조자의 자료를 참조한다.
유지보수성	대수가 적을수록 유리	
설치면적	경제성과 동일	
확장성	부하증가 시 병렬대수 증가 초기대수를 억제	최대 확장성능은 6대 이내

② 병렬시스템 선정 시 표 2.3-2를 참조한다.

표 2.3-2 UPS의 병렬 구성도 예시

시스템	구성도	일반 특징
n+1 병렬 예비	(1대 예비)	- 한 대 정지까지 허용 - 점검 시(1대 정지)예비성 확보불가
n+2 병렬 예비	(2대 예비)	- 두 대 정지까지 허용 - 점검시(2대 정지)에도 예비성 확보
n+1+바이패스	(1대 예비)	- 바이패스모드로 UPS 일괄점검이 가능 - 바이패스는 정전보상이 없으며, 입출력 주파수가 같을 때 적용가능



- (3) 컴퓨터 부하가 요구하는 전원의 전압변동은 컴퓨터의 입력 전압변동 허용범위 이내이어야 한다.
- (4) 통신설비 부하가 전원에 요구하는 사항은 다음을 참조한다.
- ① UPS 입력단자에 1 kV, 1 MHz의 감쇄진동 잡음전압을 2초간 인가 시 또는 1선과 대지 간에 2.5 kV, 1 MHz의 감쇄진동 잡음전압을 2 초간 인가하였을 때 UPS 장치동작에 이상이 없는 잡음 여유 값이 있어야 한다.
 - ② 교류 입력단자와 기기 접지 단자 사이와 교류출력단자와 기기 접지단자 간에 $\pm 1.2/50 \mu\text{s}$, 4.5 kV 임펄스전압 인가 시 견뎌야 한다.
- (5) 계장부하 전원은 다음 사항을 참조한다.
- ① 전압 허용범위는 $\pm 1\%$ 이내일 것
 - ② 주파수는 정격주파수의 $\pm 2 \text{ Hz}$ 이내일 것
 - ③ 순시전압강하에 대해 오동작이 생기지 않는 정전시간은 일반루프계기는 5 ms 이내, 전자 벨브 동작의 확보를 위한 순간 정전시간은 10~20 μs 이내이어야 한다.
- (6) 중요부하를 정전 등 전원교란 상황으로부터 안정된 대체전원으로 무순단 전원공급이 필요한 경우에는 회전형을 선택할 수 있다.

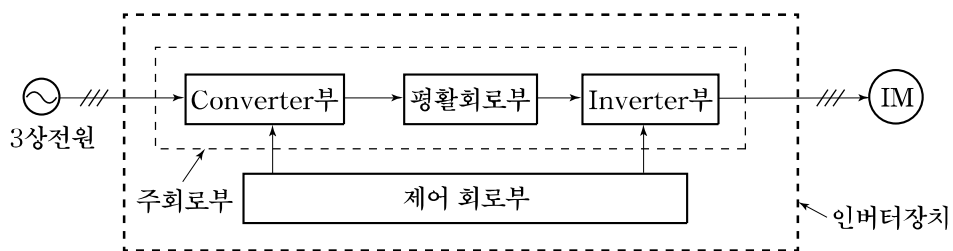
문 4-4) 인버터 제어회로를 운전하는 경우 역률개선용 콘덴서의 설계 및 선정방안에 대하여 다음사항을 설명하시오.

- 1) 인버터종류 및 역률개선용 콘덴서 설치개념
- 2) 콘덴서회로 부속기기 및 용량산출
- 3) 직렬리액터 설치시 효과 및 고려사항

해설)

1.인버터(Inverter)제어장치

- 1) 주파수 변환장치로써 우선 교류(AC)를 순변환기(Converter)에 의해 DC로 변환 후 역변환기(Inverter)를 사용하여 이를 다시 원하는 주파수의 교류로 변환하는 장치임
- 2) Inverter의 기본구성 및 주요기능

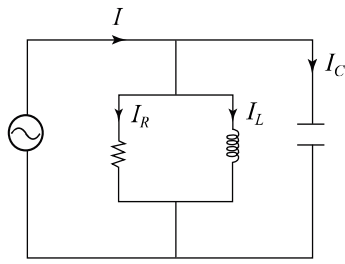


2. 인버터 제어회로의 종류

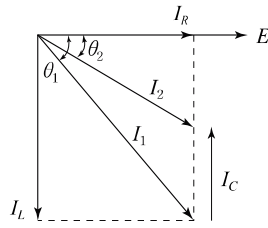
- 1) 주회로 전원 방식에 따라 : 전압형, 전류형
- 2) 펄스제어 방식에 따라 : PAM, PWM형
- 3) 제어회로 구성방식에 따라 : 개루프제어, 폐루프제어/Scalar제어, Vector제어
- 4) 주회로 소자 구성 방식에 따라 : Thyristor, Transistor형

3. 역률개선용 콘덴서 설치개념

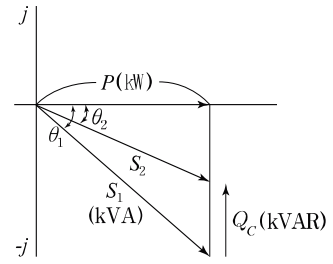
부하와 병렬로 진상 콘덴서를 설치, 콘덴서 전류는 회로의 유도성 전류보다 위상이 앞서 이를 상쇄시켜 역률개선



등가회로



전류벡터도



전력벡터도

4. 콘덴서회로 부속기기

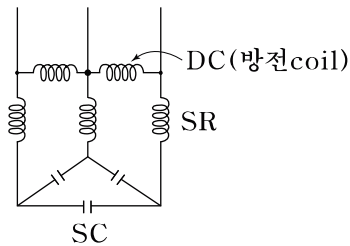
1) SR과 DC

(1) D·C(Discharge Coil)설치목적

- ① 콘덴서 개방 시 잔류전하에 의한 위험 방지
- ② 콘덴서 투입 시 과전압 방지

(2) 종류 : 방전Coil, 방전저항

(3) 설치 예(3상 △결선도)



부하와 직결되어 동시 개폐시에는 방전 coil 생략무방

2) SC 및 부속기기 설치기준

(1) 고압 및 특고 콘덴서 설치 기준(내선규정 3240-5절)

① 콘덴서군 분할

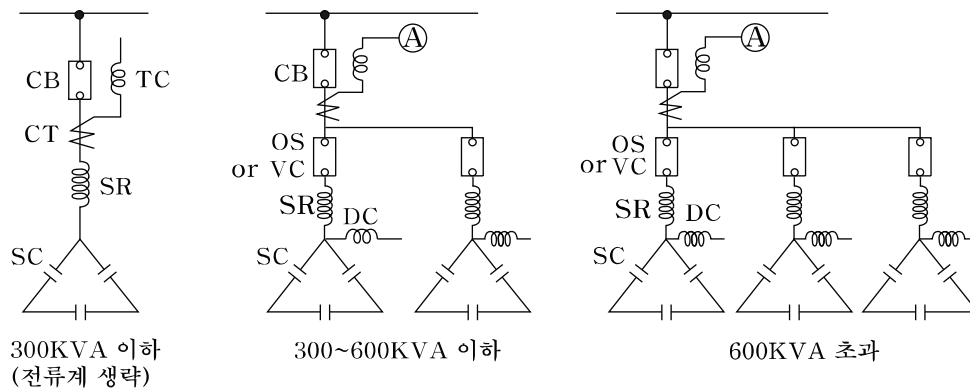
300KVA 이하	600KVA 이하	600KVA 초과
1군	2군	3군 이상

② 300KVA 이하는 전류계 생략 가능

③ 부하변동에 따라 접속 콘덴서 용량을 변화시킬 수 있을 것

④ 콘덴서 회로는 전용의 과전류 트립 코일부 차단기 설치

다만, 100KVA 이하는 CB 대신 I·S 를, 50KVA 이하는 COS(직결) 사용 가능



3) 용량산출

(1) SR 용량

① SR 용량 = SC용량의 6%선정

② 정격전압 = (회로전압/ $\sqrt{3}$) $\times \frac{SR용량}{SC용량}$

예) 회로전압 3.3kV, 3 ϕ 6% 리액터 삽입시

$$SR정격전압 = 3,300/\sqrt{3} \times \frac{0.06}{1} = 114V$$

(2) SC 용량

① 역률개선 콘덴서 보상용량

$$Q_c = P(\tan \theta_1 - \tan \theta_2) \text{ kVAR}$$

② Δ 결선회로의 경우 콘덴서 용량 (Y결선 용량의 3배)

$$Q_{\Delta} = 3 \times I_c \cdot V = 3 \times \frac{V}{X_c} \cdot V = 3 \times 2\pi fC \cdot V^2 \times 10^{-9} \text{ (kVAR)}$$

(여기서, C : μF)

$$\therefore C = \frac{Q_{\Delta}}{2\pi \times 60 \times V^2 \times 10^{-9} \times 3} \text{ (}\mu F\text{)}$$

5. 직렬리액터 설치시 효과 및 고려사항

1) 직렬리액터 설치효과

- ① 콘덴서 투입시 돌입전류 억제
- ② 콘덴서 개방시 이상현상 억제
- ③ 계통의 고조파 확대방지
- ④ 전압파형개선

2) 리액터 설치시 고려사항

① 콘덴서에 직렬리액터 부설시 단자전압이나 용량 상승고려

– 콘덴서 단자전압 상승으로 인한 Cubicle내 발열 검토

– 6% 리액터 삽입시 $\left\{ \begin{array}{l} \text{콘덴서 단자전압, 전류} \rightarrow \text{약 6.38\% 상승} \\ \text{콘덴서 용량} \rightarrow \text{약 13.2\% 상승} \end{array} \right.$

② 콘덴서 용량 변경 시 기설 리액터와의 부적절한 용량조합에 의한 역효과 주의

③ 적정 Reactor 설치로 유도성 회로 유지 $\rightarrow X_L$ 은 X_C 값의 6%로 선정

문4-5) TN계통에서 전원자동차단에 의한 감전보호방식에 대하여
설명하시오.

해설)

1. 고장보호

- 1) 전원의 자동차단에 의한 보호
- 2) II급기기의 사용 또는 이와 동등한 절연에 의한 보호
- 3) 비도전성 장소에 의한 보호
- 4) 비접지(Earthfree) 국부적 등전위본딩에 의한 보호
- 5) 전기적 분리에 의한 보호

2. 전원의 자동차단에 의한 보호

1) 전원의 차단

교류 50V 초과 접촉전압 발생시

2) 보호접지

- (1) 노출도전성 부분은 각 접지계통별(TN, TT, IT) 조건에 따라 보호도체에 접속
- (2) 동시 접촉 가능한 노출 도전성 부분은 상기보호 도체에 접속

3) 등전위 본딩

(1) 주등전위 본딩(보호 본딩)

계통의 도전성 부분을 설비의 주 접지단자에 접속하여 등전위영역 형성

(2) 보조 등전위 본딩(보조 보호 본딩)

- ① 동시 접근 가능한 계통의 도전성 부분 및 노출 도전성 부분간 또는 노출도전성 부분 상호간 접속
- ② 전원의 자동차단 조건을 만족하지 않을 경우 실시
(보조 등전위 본딩을 실시했다고 해서 전원의 자동차단 필요성이 배제되는 것은 아님)

3. TN계통에서 전원의 자동차단에 의한 감전보호

1) 자동차단 조건

$$(1) Z_s \times I_a \leq U_o$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_s : \text{고장 루프 임피던스} \\ U_o : \text{공칭대지전압} \\ I_a : \text{아래표에 제시한 시간내 차단 시키는 전류} \end{array} \right.$$

(2) 최대차단 시간

① 32A 이하인 분기회로

$U_o(V)$	차단시간(Sec)			
	TN 계통		TT 계통	
	교류	직류	교류	직류
50 초과 120V 이하	0.8	—	0.3	—
120V 초과 230V 이하	0.4	5	0.2	0.4
230V 초과 400V 이하	0.2	0.4	0.07	0.2
400V 초과	0.1	0.1	0.04	0.1

② TN계통에서 배전회로와 상기표에 포함되지 않는 회로는 5초이하 적용

③ TT계통에서 배전회로와 상기표에 포함되지 않는 회로는 1초이하 적용

2) 보호장치(차단기)종류

(1) 일반적으로 과전류 차단기 사용추천

보호기 종류	TN-S 계통	TN-C 계통	TN-C-S 계통
과전류 차단기	○	○	○
누전 차단기(RCD)	○	×	○(요주의)

(2) TN-C 계통의 경우 누전차단기 적용 불가(동작불능에 의한 인체 감전위험)

(3) TN-C-S 계통의 경우 누전차단기 적용시 PE와 PEN도체 접속은 그 전원측에 할 것(단로시 위험 접촉전압 발생)

문4-6) 피뢰시스템 설계시 고려사항과 설계흐름도에 대하여
설명하시오.

해설)

1. 개요

1) 피뢰시스템(LPS : Lightning Protection System) 구성

(1) 외부 피뢰시스템 : 수뢰부, 인하도선, 접지시스템

(2) 내부 피뢰시스템 : 뇌 등전위 분당, 전기적 절연(이격)

2) 수뢰부 시스템

(1) 기능 : 외부피뢰시스템(E-LPS)일종으로 구조물의 뇌격을 포착

(2) 구성 : 돌침, 수평도체, 메시도체

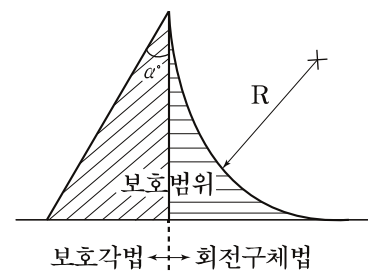
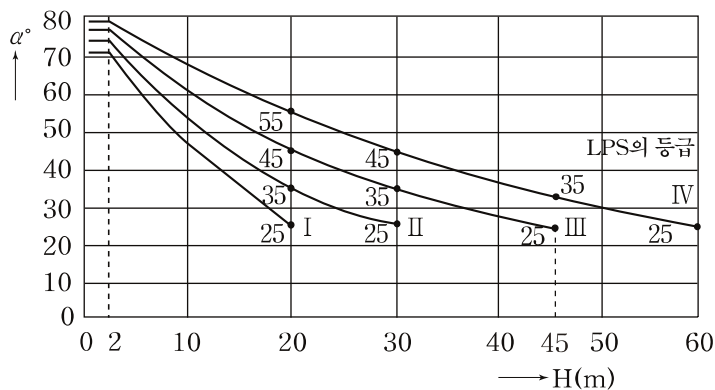
2. 피뢰시스템 설계시 고려사항

1) 외부피뢰시스템

(1) 수뢰부 시스템

① 배치방법

ㄱ. 보호각법 : H가 회전구체 반경 R보다 적은 범위내 적용가능



ㄴ. 회전구체법

㉠ 뇌격반경 R(m)인 회전구체를 대지상 모든 방향으로 굴렸을 때 어느 점과도 닿지 않는 공간 내부를 보호범위로 결정(즉, 회전구체가 건물에 닿는 지점마다 수뢰부 설치)

㉡ K·Berger 실험식 : $R = 10 I^{0.65}$, I : 뇌격(최소)피크전류(kA)

ㄷ. 메시법 : 수평도체 or 메시도체 이용

- ㉠ 초고층, 지붕이 넓고 평평한 건물에 적용
- ㉡ 수뢰부 배치 : 지붕끝선, 지붕 돌출부, 경사 1/10넘는 경우 지붕 마루선
- ② 측뢰보호
 - ㉠ 건물높이 60m 초과인 경우 상위 20% 해당 부분
 - ㉡ 건물높이 120m 초과인 경우 120m 초과하는 모든 부분
- ③ 자연적 구성부재 이용시
 - ㉠ 각 이음부 사이의 전기적 연속성이 견고 할 것
 - ㉡ 절연재로 피복하지 말 것
 - ㉢ 금속제 최소두께(mm)

LPS 레벨	구분	강철	동	알루미늄
I ~IV	발화방지 고려	4	5	7
	발화방지 미고려	0.5	0.5	0.65

(2) 인하도선 시스템

- ① 여러줄 병렬(뇌격 분산, 자계 상쇄), 수직 최단거리 유지(루프형성 피할 것)
- ② 요건에 따라 등전위 분당 실시
 - ㉠ 지표면과 매 10~20m 높이 마다 Bonding 권장
 - ㉡ $s = k_i \times \frac{k_c}{k_m} \ell$ 에서 $d < s$ 일 때
(d : 인하도선과 내부설비 사이의 거리)
 - ㉢ 자연적 구성 부재 이용시
전기적 연속성 유지(전기저항 0.2Ω 이하) : 환상도체 생략 가능
 - ㉣ 보호등급별 인하도선과 환상도체 간격

LPS레벨	I	II	III	IV
간격(m)	10	10	15	20

(3) 접지 시스템

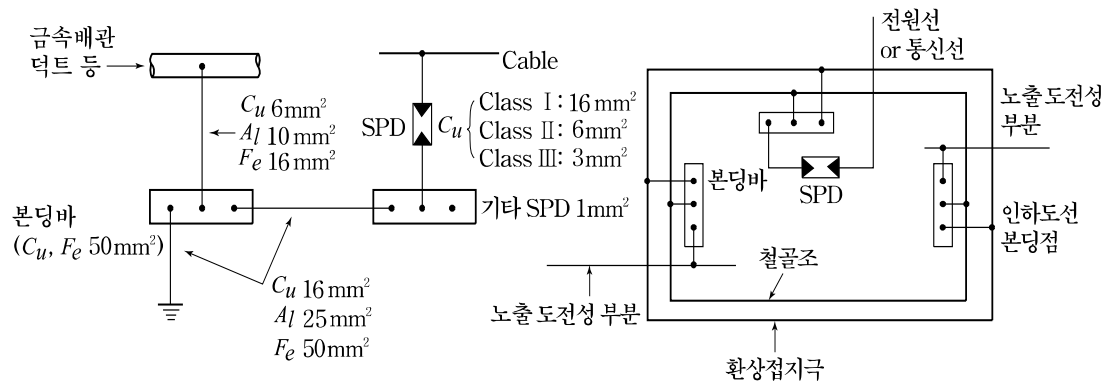
- ① 접지극수 : 2개이상 > 인하도선 수
- ② 접지극 형태
 - ㉠ A형(수직, 수평, 방사형/봉상, 선상, 판상) - 낮은 건축물에 적용
 - ㉡ B형(환상도체, 기초, Mesh 접지극) - 고층, IB 건축물에 적용

2) 내부피뢰 시스템(I - LPS)

① 피뢰 등전위 본딩

㉠ 금속재 설비는 직접, 통신 및 전력 Cable은 SPD를 이용한 Bonding

㉡ 본딩 배치 예



② 전기적 절연(이격)

㉠ 수뢰부 or 인하도선과 금속재 설비, 내부시스템 사이의 전기적 절연

㉡ 안전이격거리 확보

3.피뢰시스템 설계흐름도

