

국가기술자격 취득과 실무를 위한 합격비법서 !!

빈출순서별 전기기사실기 USB강의

산업기사 포함 / 80가지 주제별

김대호 저

전기스쿨

머리말

1. 새로운 가치의 창조

많은 사람들은 꿈을 꾸고 그 꿈을 위해 노력합니다. 꿈을 이루기 위해서는 여러 가지 노력을 합니다. 결국 꿈의 목적은 경제적으로 윤택한 삶을 살기 위한 것이 됩니다. 그것을 위해 주식, 재테크, 펀드, 복권 등 여러 가지 가치창조를 위한 노력을 합니다. 이와 같은 노력의 성공 확률은 극히 낮습니다.

현실적으로 자신의 가치를 높일 수 있는 가장 확률이 높은 방법은 자격증입니다. 특히 전기분야의 자격증은 여러분을 기술자로서 새로운 가치를 부여하게 될 것입니다. 전기는 국가산업 전반에 걸쳐 없어서는 안 되는 중요한 분야입니다.

전기기사, 전기공사기사, 전기산업기사, 전기공사산업기사 자격증을 취득한다는 것은 여러분을 한 단계 업그레이드 하는 새로운 가치를 창조하는 행위입니다. 더불어 전기분야 기술사를 취득할 경우 여러분은 전문직으로서 최고의 기술자가 될수 있습니다.

스스로의 가치(Value)를 만들어가는 것은 작은 실천부터 시작됩니다. 지금 준비하는 자격증이 바로 여러분의 Name Value를 만들어가는 과정이며 결과입니다.

2. 인생의 패러다임

고등학교, 대학교 등을 통해 여러분은 많은 학습을 하였습니다. 그리고 새로운 학습에 도전하고 있습니다. 현대 사회는 학습하지 않으면 도태되는 평생교육의 사회입니다. 새로운 지식과 급변하는 지식에 맞춰 평생학습을 해야 합니다. 이것은 평생 직업을 갖질 수 있는 기회가 됩니다.

노력한 만큼 그 결실은 큼니다. 링컨은 자기가 노력한 만큼 행복해진다고 했습니다. 저자는 여러분에게 권합니다. 꿈과 목표를 설정하세요.

“ 꿈꾸는 자만이 꿈을 이룰 수 있습니다. 꿈이 없으면 절대 꿈을 이룰 수 없습니다.”

3. 학습을 위한 조언

이번에 발행하게 된 “전기기사 산업기사 실기”는 전기분야 자격증의 실기의 기본서로서 실기 시험문제의 정답의 근거를 제시하며, 기술적인 자료를 제공합니다.

각 단원의 내용을 이해하고 문제를 풀어갈 경우 고득점은 물론 현장 실무에서도 적용할 수 있는 기술적인 지식을 쌓을 수 있습니다.

또한, 새롭게 출제되는 문제도 이 도서의 범위에 있으므로 이 도서는 실기시험의 “바이블”이 될 것입니다.

여러분은 합격을 위해 매일 매일 실천하는 학습을 하시길 권합니다. 일주일에 주말을 통해 학습하는 것보다 매일 학습하는 것이 효과가 좋고 합격률이 높다는 것을 저자는 수많은 교육과 사례를 통해 알고 있습니다. 따라서 독자 여러분에게 매일 일정한 시간을 정하고 학습하는 것을 권합니다.

시간이 부족하다는 것은 핑계입니다. 하루 8시간 잠을 잔다면, 평생의 1/3을 잠을 잔다는 것입니다. 잠자는 시간 1시간만 줄여보세요. 여러분은 충분히 공부할 수 있는 시간이 있습니다. 텔레비전 보는 시간 1시간만 줄여보세요. 여러분은 공부할 시간이 더 많아집니다. 시간은 여러분이 만들 수 있습니다. 학습자의 마음 먹기에 따라 충분한 시간이 생깁니다. 노력하고 실천하는 독자여러분이 되시길 바랍니다.

끝으로 이 도서를 작성하는데 있어 수많은 국내외 전문서적 및 전문기술회지 등을 참고하고 인용하면서 일일이 그 내용을 밝히지 못하였으나, 이 자리를 빌어 이들 저자 각위에게 깊은 감사를 드립니다.

전기분야 자격증을 준비하는 모든 분들에게 합격의 영광이 있기를 기원합니다.

이 도서를 출간하는데 있어 먼저는 하나님께 영광을 돌리며, 수고하여 주신 출판사 임직원 여러분께 심심한 사의를 표합니다.

저자 씀

저자소개



김 대 호

한양대학교 대학원

건축전기설비기술사

국가전문자격 평생교육사

답이보인다시리즈, 기사필기시리즈, 완벽대비시리즈, 소방시리즈 (D출판사)

알짜배기 전기기술 질의해설집 (D출판사)

D-30 시리즈 (E출판사)

전기기사실기, 전기산업기사 실기 시리즈 (한솔)

전기필기시리즈 (한솔)

전기설비설계 (도서출판 스카이북)

신편 전기기기 (도서출판 포인트)

전기스쿨 필기시리즈, 전기스쿨 실기시리즈 (도서출판 스카이미디어)

목 차

수변전설비 결선도 설계계산	11
유접점회로(시퀀스)	20
고장해석 %임피던스법	28
전압강하와 전력손실	35
부하관계용어	40
CT PT MOF	46
간선의 굵기(Table & Spec)	58
변압기/변압기용량	73
조명설계	80
역률개선	91
고장검출	99
무접점회로	106
수변전결선도의 명칭	115
발전기용량	121
조도계산	130
절연저항 / 절연내력	136
차단기	146
릴레이-로직의 변환	160
도로조명	164
설계전류의 계산	170
접지저항계산	186
피뢰기	196
전동기용량의 결정	208
PLC	214

수변전설비 표준결선도	223
콘덴서 부속설비	233
대칭좌표법	238
변압기 효율 / 손실	243
비율차동계전기	252
충전전류 충전용량	263
GPT	269
고조파	278
조명계산	286
전력량계 결선	289
변압기 병렬운전 / 결선 / 탭전압	299
지중전선로	311
단락비	316
회로이론 계산	321
2전력계법	328
복도체 / 코로나	334
축전지용량	342
보호도체	346
승압기	351
배전방식	361
설비불평형률	365
누전차단기	371
태양광발전	376
중성점접지 / 잔류전압	378
부하중심점	388
UPS	391
기동법	399
용어 / 전압강하	410

전력퓨즈	419
충전방식	430
실지수	435
오차와 보정	437
오실로스코프	440
과전류계전기	443
방폭전기설비	458
지락고장	460
배선용차단기	464
단락시험과 무부하시험	467
공사재료	473
4단자정수	476
연축전지와 알칼리축전지	479
분포정수회로	482
유도장해	484
조상설비	490
단락전류 / 단락용량 경감	493
저항의 측정	495
3전압계법 / 3전류계법	502
논리회로설계	506
분기회로	509
등가선간거리	515
GIS	517
중성선에 흐르는 전류	520
가닥수	523
스팟네트워크	527
전열기용량	532
단위법	533

어려운문제	536
-------------	-----

출제빈도순

01 수변전설비 결선도 설계계산



최근7년간 165점 출제

1. 변압기의 정격

1) 정격의 산출

$$\begin{aligned} \text{변압기 용량 [kW]} \geq \text{합성 최대 수용 전력} &= \frac{\text{각 부하의 최대 수요 전력의 합 [kW]}}{\text{부동률}} \\ &= \frac{\text{부하 설비 합계 [kW]} \times \text{수용률}}{\text{부동률}} \end{aligned}$$

역률을 적용하여 [kW]의 부하를 [kVA]의 부하로 환산하여 구한다.

2) 변압기 정격

- 주파수 : 60 [Hz]
- 용량 : 5~500 [kVA]
- 정격전압 : 1차 6600~22900 [V], 2차 220~440 [V]
- 결선 : $\Delta-\Delta$, Y-Y, $\Delta-Y$, V-V

① 단상변압기 표준용량 [kVA]

1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000

② 3상변압기 표준용량 [kVA]

3, 5, 7.5, 10, 15, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000,

3000, 4500, 6000, 7500, 10000, 15000, 20000, 30000, 45000, (50000),
60000, 90000, 100000, (120000), 150000, 200000, 250000, 300000

()는 준표준 규격이다.

2. 피뢰기의 정격전압

$$Er = \alpha \times \beta \times V_m$$

여기서, α 는 접지계수를 의미하며, β (여유도, safety margin)는 유도계수를 의미한다. V_m 은 계통에서 발생하는 절연설계상 고려해야할 최고 상용주파전압이다.

α : 3상 전력계통의 1선 지락사고시 피뢰기 설치점의 건전상의 대지전압이 도달할 수 있는 최고의 실효치로 %로 표시한다.

β : 부하차단등에 의한 발전기의 전압상승을 고려한 것이다 비유효접지계통에서는 1.15정도, 유효접지계통에서는 1.1정도이다.

V_m : 공칭 전압 $\times \frac{1.2}{1.1}$, 또는 계통의 최고전압

피뢰기의 정격전압이란 속류를 차단하는 교류 최고전압을 말한다.

1) 속류 : 방전현상이 실질적으로 끝난 후에도 계속하여 전력계통에서 공급되는 상용주파전류가 피뢰기를 통해 대지로 흐르는 전류를 말한다.

피뢰기의 정격전압

전 력 계 통		정격전압	
공칭전압	중성점 접지방식	송전선로	배전선로
345	유효접지	288	
154	유효접지	144	
66	소호 리액터 접지 또는 비접지	72	
22	소호 리액터 접지 또는 비접지	24	
22.9	중성점 다중 접지	21	18

[주] 전압 22.9[kV] 이하의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기정격전압은 배전선로용을 적용한다.

3. 차단기의 정격

① 정격전압(Rated Voltage)

정격전압이란 규정된 조건에 따라 기기에 인가될 수 있는 사용회로전압의 상한을 말하며, 계통의 공칭전압에 따라 아래 표를 표준으로 한다.

정격전압의 표준치

공칭전압[kV]	정격전압[kV]	비 고
6.6	7.2	
22 또는 22.9	25.8	23kV 포함
66	72.5	
154	170	
345	362	
765	800	

② 수전용차단기의 용량

수전용 차단기는 수전점에서 전력회사쪽의 %임피던스를 기준으로 산정한다.

$$P_s = \text{기준용량 [MVA]} \times \frac{100}{\%Z} \text{ [MVA]}$$

단, P_s : 수전용 차단기의 차단용량

%Z : 선로의 합성 임피던스

③ 주변압기 2차측 차단기의 차단용량

$$P_s = \text{기준용량 [MVA]} \times \frac{100}{\%Z} \text{ [MVA]}$$

단, P_s : 변압기 2차측 차단기의 차단용량

%Z : 전력회사 선로와 변압기의 %임피던스의 합성한 값

③ 단락전류를 이용한 차단기의 차단용량

$$\text{정격차단용량} = \sqrt{3} \times \text{정격전압} \times \text{정격차단전류 [MVA]}$$

차단기의 용량은 단락용량의 직근상위정격의 값을 선정한다. 여기서 정격전압은 차단기의 정격전압으로 적용한다.

4. 변류기의 정격

변류비는 다음과 같이 구한다.

- ① 1차 전류를 구한다.
- ② 여유율을 적용한다.
- ③ 1차 정격을 선정하여 변류비를 선정한다.

$$1차전류(I_1) = \frac{2차권선}{1차권선} \times 2차전류 = \frac{N_2}{N_1} \times I_2$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} = \text{변류비}(CT비)$$

1차 전류	5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 [A]
2차 전류	5 [A]
정격 부담	5, 10, 15, 25, 40, 100 [VA]

4. 변류기의 과전류강도

MOF의 과전류강도는 기기 설치점에서 단락전류에 의해 계산 적용하되, 22.9kV 급으로서 60[A] 이하의 MOF최소 과전류강도는 전기사업자 규격에 의한 75배로 하고, 계산한 값이 75배 이상인 경우에는 150배로 적용하며, 60[A] 초과 시 MOF 과전류강도는 40배로 한다.

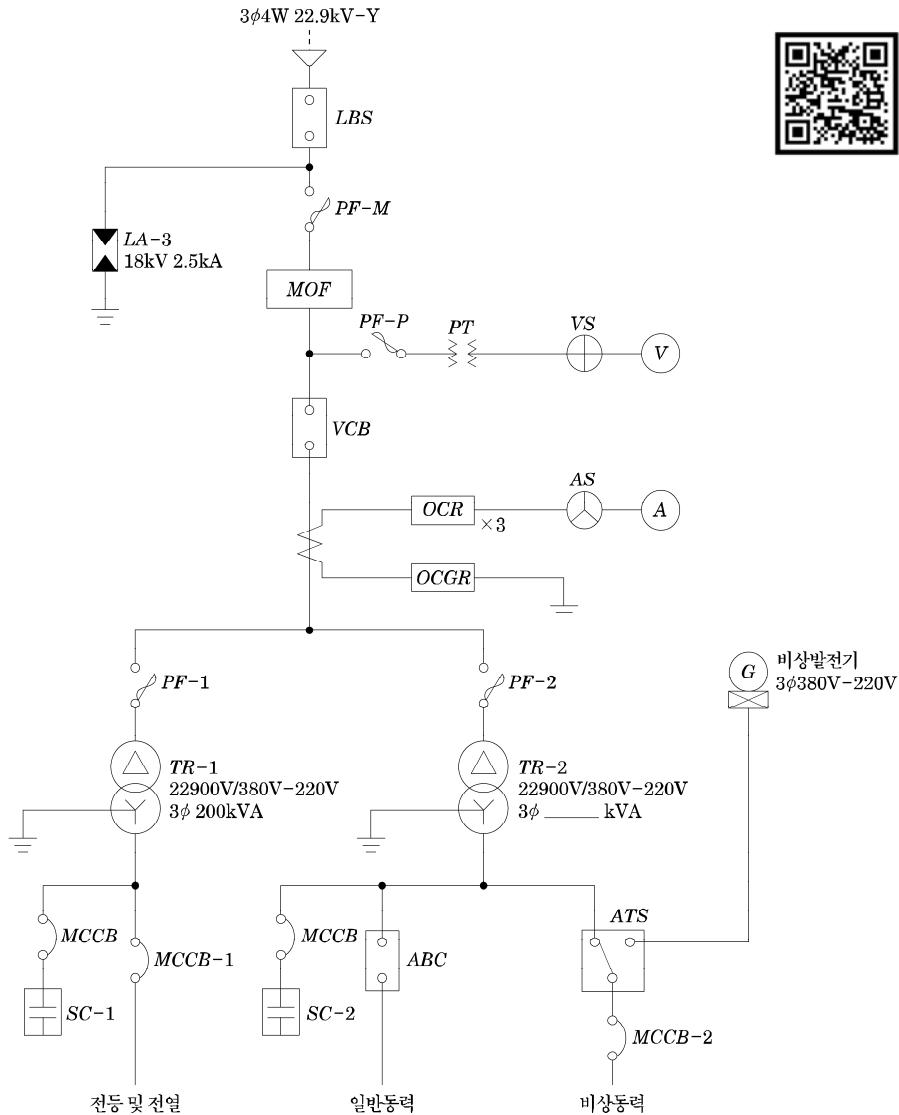
변류기의 과전류강도 (전기사업자규격)

	6.6/3.3 kV	22.9 / 13.2 kV
60A 이하	75배	75배
60A 초과 500A 미만	40배	40배
500A 이상	40배	40배

7

출제년도 04.15.16.18.21.(12점/각 문항당 3점)

다음은 3 ϕ 4W 22.9 [kV] 수전설비 단선결선도이다. 다음 각 물음에 답하시오.



(1) 위 수전설비 단선결선도의 LA에 대하여 다음 물음에 답하시오.

- ① 우리말의 명칭은 무엇인가?
- ② 기능과 역할에 대해 간단히 설명하시오.
- ③ 요구되는 성능조건 2가지만 쓰시오.
- (2) 다음은 위의 수전설비 단선결선도의 부하집계 및 입력환산표를 완성하시오.(단, 입력환산 [kVA]은 계산 값의 소수 둘째자리에서 반올림한다.)

구 분	전등 및 전열	일반동력	비상동력
설비용량 및 효율	합계 350 [kW] 100 [%]	합계 635 [kW] 85 [%]	유도전동기1 7.5[kW]2대 85 [%] 유도전동기2 11 [kW] 1대 85 [%] 유도전동기3 15 [kW]1대 85 [%] 비상조명 8,000 [W] 100 [%]
평균(종합)역률	80 [%]	90 [%]	90 [%]
수용률	60 [%]	45 [%]	100 [%]

[부하집계 및 입력환산표]

구 분	설비용량 [kW]	효율 [%]	역률 [%]	입력환산 [kVA]
전등 및 전열	350			
일반동력	635			①
비상동력	유도전동기1	7.5×2		
	유도전동기2			②
	유도전동기3	15		
	비상조명			③
	소 계	-	-	-

- (3) 단선결선도와 (2)항의 부하집계표에 의한 $TR-2$ 의 적정용량은 몇 [kVA]인지 구하시오.

【참고사항】

- 일반 동력군과 비상 동력군 간의 부동률은 1.3로 본다.
- 변압기 용량은 15 [%] 정도의 여유를 갖게 한다.
- 변압기의 표준규격 [kVA]은 200, 300, 400, 500, 600으로 한다.

(4) 단선결선도에서 $TR-2$ 의 2차측 중성점의 접지공사의 접지선 굵기 [mm^2]를 구하시오.

【참고사항】

- 접지선은 GV전선을 사용하고 표준굵기는 6, 10, 16, 25, 50, 70 mm^2 으로 한다.
- 접지도체의 절연물의 종류 및 주위온도에 따라 정해지는 계수로 구리의 경우 $k=143$ 이다.
- 고장전류는 변압기 2차 정격전류의 20배로 본다.
- 변압기 2차 과전류 보호용 차단기는 고장전류에서 0.1초 이내 차단한다.

【작성답안】

(1) ① 피뢰기

②

기능 : 이상전압의 내습시 이를 신속하게 대지로 방전하고 속류를 차단한다.

역할 : 뇌전류 및 이상전압으로부터 전기기계기구를 보호한다.

③

• 상용 주파 방전 개시 전압이 높을 것

• 충격 방전 개시 전압이 낮을 것

그 외

• 제한 전압이 낮을 것

• 속류 차단 능력이 클 것

(2) 부하집계 및 입력환산표

구 분		설비용량 [kW]	효율 [%]	역률 [%]	입력환산 [kVA]
전등 및 전열		350	100	80	$\frac{350}{0.8 \times 1} = 437.5$
일반동력		635	85	90	① $\frac{635}{0.9 \times 0.85} = 830.1$
비상동력	유도전동기1	7.5×2	85	90	$\frac{7.5 \times 2}{0.9 \times 0.85} = 19.6$
	유도전동기2	11	85	90	② $\frac{11}{0.9 \times 0.85} = 14.4$
	유도전동기3	15	85	90	$\frac{15}{0.9 \times 0.85} = 19.6$
	비상조명	8	100	90	③ $\frac{8}{0.9 \times 1} = 8.9$
	소 계	-	-	-	62.5

답 : ① $\frac{635}{0.9 \times 0.85} = 830.1$ [kVA]

② $\frac{11}{0.9 \times 0.85} = 14.4$ [kVA]

③ $\frac{8}{0.9 \times 1} = 8.9$ [kVA]

(3) 계산 : 변압기용량 = $\frac{830.1 \times 0.45 + (19.6 + 14.4 + 19.6 + 8.9) \times 1}{1.3} \times 1.15 = 385.73$ [kVA]

∴ 표준규격 400 [kVA] 선정

답 : 400 [kVA]

(4) 계산 : $S = \frac{I\sqrt{t}}{k} = \frac{20 \times \frac{400 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380} \sqrt{0.1}}{143} = 26.88 [\text{mm}^2]$

∴ 35 [mm²] 선정

답 : 35 [mm²]

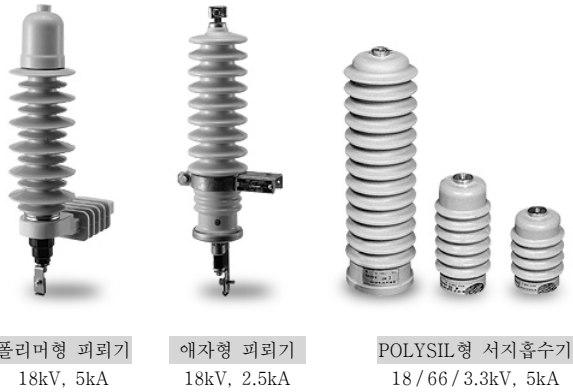
[핵심] 피뢰기 (LA : Lightning Arrester)

(1) 피뢰기

피뢰기는 특고압가공 전선로에 의하여 수전하는 자가용 변전실의 입구에 설치하여 낙뢰나 혼촉사고 등에 의하여 이상전압이 발생하였을 때 선로와 기기를 보호한다. 피뢰기는 저항형, 밸브형, 밸브저항형, 방출형, 산화아연형, 지형 등이 있으나 자가용 변전실에는 거의가 밸브저항형이 채택되

고 있다.

① 피뢰기는 이상전압 내습시 대지에 방전하여 전기기계기구를 보호하고 속류를 차단한다.



② 피뢰기의 구비조건

- 상용 주파 방전 개시 전압이 높을 것
- 충격 방전 개시 전압이 낮을 것
- 제한 전압이 낮을 것
- 속류 차단 능력이 클 것

(2) 접지선의 굵기 선정

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

S : 단면적[mm²]

I : 보호장치를 통해 흐를 수 있는 예상고장전류[A]

t : 자동차단을 위한 보호장치 동작시간(s)

[비고] ① 회로 임피던스에 의한 전류제한 효과와 보호장치의 $I^2 t$ 의 한계를 고려해야 한다.

② k : 보호도체, 절연, 기타 부위의 재질 및 초기온도와 최종온도에 따라 정해지는 계수
(k 값의 계산은 KS C IEC 60364-5-54 부속서 A 참조)

출제빈도순

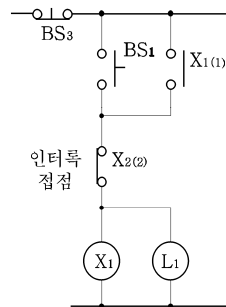
02 유접점회로(시퀀스)

최근7년간 100점 출제



1. 자기유지회로

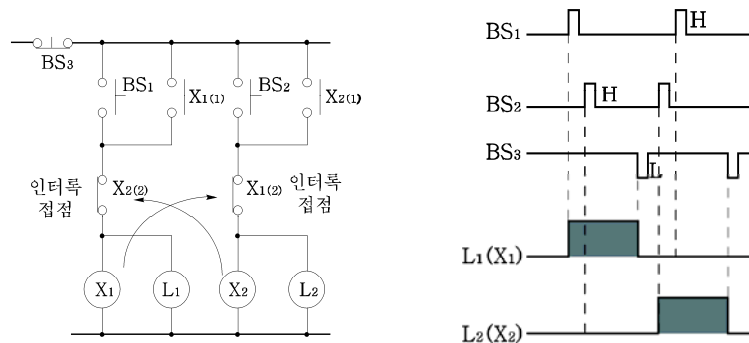
다음 그림에서 BS를 ON조작하면 릴레이 X 는 여자되며, 이후 손을 떼어도 릴레이는 $X_{(1)}$ 접점을 통하여 계속 여자상태를 유지하게 될 때 이 회로를 자기유지회로라 하며, 릴레이 $X_{(1)}$ 접점을 자기유지접점이라 한다.



자기유지회로

2. 인터록회로

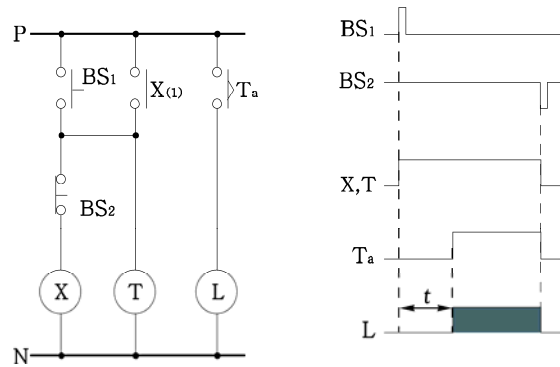
다음 그림과 같이 X_1 이 여자된후 자기유지되며, X_1 의 b접점에 의해 X_2 가 여자할 수 없으며, X_2 가 여자된후 자기유지되면, X_2 의 b접점에 의해 X_1 이 여자할 수 없는 회로를 인터록 회로라 하며, 각각의 b접점을 인터록 접점이라 한다.



인터록 회로

3. 시한회로(On delay timer : T_{on})

BS_1 을 ON하면 X 와 T 가 여자한다. 이때 $X_{1(1)}$ 에 의해 자기유지된다. 타이머 T 가 여자된후 설정시간이 경과하면 T_a 에 의해 램프 L 이 점등한다. 여기서 출력은 램프이며, 램프는 전원을 인가한후 타이머의 설정시간이 경과해야 점등하는 회로로 시한동작회로가 된다.



시한동작회로

18

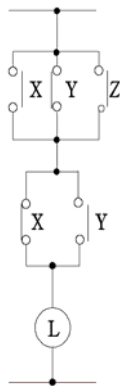
출제년도 22-1.(5점/부분점수 없음)

다음 논리식에 해당하는 유접점 회로를 그리시오.

- 논리식 : $L = (X + \bar{Y} + Z) \cdot (\bar{X} + Y)$
- 유접점 회로



[작성답안]



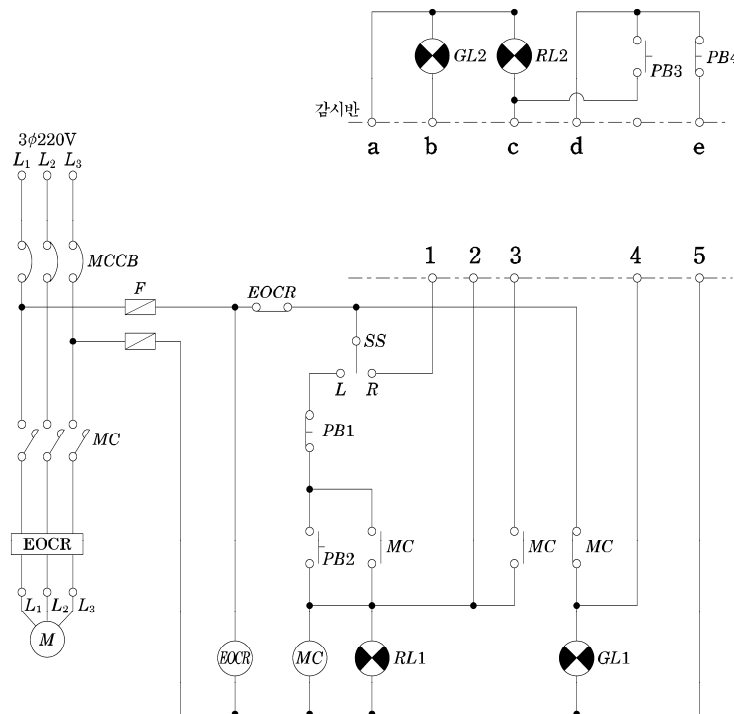
9

출제년도 16.23-1.(5점/부분점수 없음)

다음 조건과 같은 동작이 되도록 제어회로의 배선과 감시반 회로 배선 단자를 상호 연결하시오.

- 배선용차단기(MCCB)를 투입(ON)하면 GL1과 GL2가 점등된다.
- 선택스위치(SS)를 “L” 위치에 놓고 PB2를 누른 후 놓으면 전자접촉기(MC)에 의하여 전동기가 운전되고, RL1과 RL2는 점등, GL1과 GL2는 소등된다.
- 전동기 운전 중 PB1을 누르면 전동기는 정지하고, RL1과 RL2는 소등, GL1과 GL2는 점등된다.

- 선택스위치(SS)를 R^* 위치에 놓고 PB3를 누른 후 놓으면 전자접촉기(MC)에 의하여 전동기가 운전되고, RL1과 RL2는 점등, GL1과 GL2는 소등된다.
- 전동기 운전 중 PB4를 누르면 전동기는 정지하고, RL1과 RL2는 소등되고 GL1과 GL2가 점등된다.
- 전동기 운전 중 과부하에 의하여 EOCR이 작동되면 전동기는 정지하고 모든 램프는 소등되며, EOCR을 RESET하면 초기상태로 된다.



[작성답안]

a	b	c	d	e
5	4	2	3	1

다음 결선도는 수동 및 자동(T2 시간 동안만 제어) Y-△ 배기팬 MOTOR 결선도 및 조작회로이다. 다음 각 물음에 답하시오. 단, T1은 4초, T2는 10초이며, T2 시간만큼 동작하여야 한다. 타임차트는 1칸당 1초이다.

-
- | Network Type | Number of Nodes |
|--------------|-----------------|
| AUTO | 75 |
| MAN | 75 |
| PBON | 10 |
| MC0 | 0 |
| MC1 | 0 |
| MC2 | 0 |

출제빈도순

81 어려운문제



꼭 보고 가야할 문제

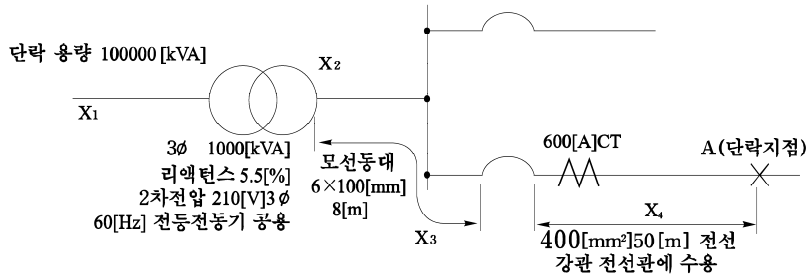
2

출제년도 89.98.01-3.(11점/각 문항당 1점, 모두 맞으면 11점)

다음 그림 중 A점에 단락이 일어났을 경우 단락 전류를 구하는 과정이다. 그림을 잘 보고 문제의 빈칸에 답하시오. 단, 소수점 이하는 모두 구하되 소수점 이하가 무한 소수일 경우에는 소수 위 6째 자리에서 반올림하여 5째 자리까지 구하시오.

【조건】

- ① X_1 : 전력 회사의 계통 리액턴스 [P.U]
- ② X_2 : 변압기의 P.U 리액턴스
- ③ X_3 : 변압기의 2차에서 모선을 거쳐 차단기의 전원측 단자에 이르는 전로의 P.U 리액턴스
- ④ X_4 : 차단기의 부하 단자에서 단락점에 이르는 배선의 P.U 리액턴스
- ⑤ P.U : 퍼센트 유니트
- ⑥ $X = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots$
- ⑦ 단, 배선의 저항은 무시한다.



- (1) x_1 은 1000 [kVA] BASE로 환산하면

$$\text{P.U 리액턴스} = \frac{1000 [\text{kVA}]}{\left(\textcircled{1} \frac{[\text{kVA}]}{[\text{kVA}]} \right)} = 0.01 [\text{P.U}]$$

- (2) x_2 는 변압기의 P.U 리액턴스로서 정격 kVA에 대한 P.U 리액턴스는

$$\frac{5.5 [\%]}{100} = 0.055 \text{ 이다.}$$

1000 [kVA] BASE로 구한 P.U 리액턴스는

$$0.055 \times \frac{\left(\textcircled{2} \frac{[\text{kVA}]}{[\text{kVA}]} \right)}{\left(\textcircled{3} \frac{[\text{kVA}]}{[\text{kVA}]} \right)} = \left(\textcircled{4} \right)$$

전동기에 공급하는 변압기로 역률 0.8로 간주하면

$$x_2 = \textcircled{4} \text{의 값} \times 0.8 = \left(\textcircled{5} \right) \text{ P.U}$$

- (3) x_3 는 변압기 2차 단자에서 모선동대의 리액턴스로 10 [m] 1상당 0.0018 [Ω]이다.

$$\text{그러므로 리액턴스} = 0.0018 [\Omega] \times \frac{\left(\textcircled{6} \right)}{\left(\textcircled{7} \right)} = \left(\textcircled{8} \right)$$

1000 [kVA] BASE P.U 리액턴스는

$$x_3 = \frac{\textcircled{8} \text{의 값}}{\left(\textcircled{9} \right)} = \left(\textcircled{10} \right) \text{ P.U}$$

- (4) x_4 는 강관 전선관에 수용한 400 [mm²], 50 [m]의 전선 리액턴스는

$$\left(\textcircled{11} \right) \times \frac{\left(\textcircled{12} \right)}{\left(\textcircled{13} \right)} = \left(\textcircled{14} \right)$$

1000 [kVA] BASE P.U 리액턴스는

$$X_4 = \frac{\textcircled{14} \text{의 값}}{(\textcircled{15})} = (\textcircled{16})$$

(5) 600 [A] CT의 리액턴스는 0.000192 [Ω]이다.

1000 [kVA] BASE P.U 리액턴스는

$$\frac{0.000192 [\Omega]}{(\textcircled{17})} = (\textcircled{18})$$

전원에서 A점에 이르는 전 P.U 리액턴스

$$X = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \textcircled{18} = Z$$

$$= (\textcircled{19})$$

(6) 대칭 단락 [kVA]

$$\text{kVA} = \frac{\text{kVA BASE}}{Z} = \frac{1,000}{\textcircled{19} \text{의 값}} = (\textcircled{20}) [\text{kVA}]$$

(7) 대칭 단락 전류

$$\text{대칭 단락 전류} = \frac{\text{대칭 단락 kVA 용량}}{\sqrt{3} \times \text{전압 [kV]}} = (\textcircled{21}) [\text{A}]$$

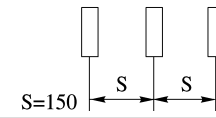
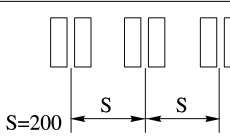
표 1. 배선의 리액턴스 및 저항 (50[Hz])

전선의 굵기	전선 1본의 길이 10 [m]당의 리액턴스 [Ω]			전선 1본의 길이 10 [m] 때의 저항 [Ω]
	강제의 관 또는 덕트에 수납하는 절연 전선 또는 케이블	강제의 관 또는 덕트에 수납하지 않는 케이블	옥 내 애자인 배 선	
1.5	0.0020	0.0012	0.0031	0.087
2.5				0.055
4				0.032
6				0.023
10	0.0015	0.0010	0.0026	0.013
16				0.0081
25				0.0061
35				0.0048
50	0.0013	0.0009	0.0033	0.0037

70				0.0030
95				0.0023
120				0.0018
150				0.0014
185				0.0012
240				0.00090
300				0.00070
400				0.00055

【주】 60 [Hz]로는 리액턴스를 1.2배 한다.

표 2. 모선용 동대의 리액턴스 (50[Hz])

동 대		1상의 길이 10 [m]때의 리액턴스[Ω]
6×50 1매		0.0015
6×100 2매		
6×50 2매		
또는 6×100 2매		

【주】 60 [Hz]로는 리액턴스를 1.2배 한다.

[작성답안]

(1) PU 리액턴스 $= \frac{1000}{①100000} = 0.01$ [PU]

(2) $0.055 \times \frac{②1000}{③1000} = ④0.055$ [PU], ⑤ 0.044 [PU]

(3) ⑥ 8 ⑦ 10 ⑧ 0.00144

⑧ 0.00144 ⑨ 0.212 ⑩ 0.03265

(4) 표 1에 의해서

⑪ 0.0013×1.2 ⑫ 50 ⑬ 10

⑭ 0.0078 [Ω] ⑮ 0.212 ⑯ 0.17687 [PU]

(5) ⑰ 0.212 ⑱ 0.00435 [PU] ⑲ 0.26787 [PU]

(6) ⑳ 3733.15414 [kVA]

(7) ㉑ 10263.51213 [A]

[핵심] 단위법

$$\textcircled{1} X [\text{Pu}] = \%X \times \frac{1}{100} = \frac{XP}{10 V^2} \times \frac{1}{100} = \frac{XP[\text{kVA}]}{1000 V^2 [\text{kV}]} = \frac{XP[\text{MVA}]}{V^2 [\text{kV}]}$$

② 50 [Hz]에서 400 [mm²], 10 [m]당 리액턴스가 0.0013 [Ω]이므로 60 [Hz]로 환산하면 1.2배 하면 된다. ($X = 2\pi fL$)

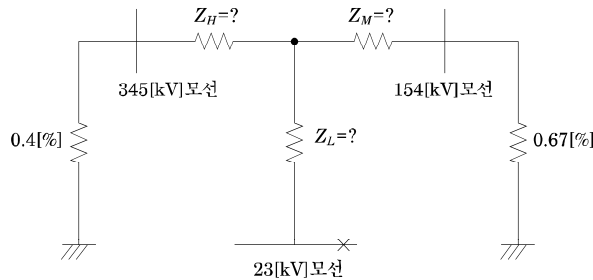
$$\textcircled{3} Z [\text{Pu}] = \frac{P_n}{P_s} [\text{Pu}]$$

7

출제년도 89.01.15.19.(23점/각 문항당 3점, 모두 맞으면 23점)

도면과 같이 345 [kV]변전소의 단선도와 변전소에 사용되는 주요 재원을 이용하여 다음 각 물음에 답하시오.

- (1) 도면의 345 [kV]측 모선 방식은 어떤 모선 방식인가?
- (2) 도면에서 ①번 기기의 설치 목적은 무엇인가?
- (3) 도면에 주어진 재원을 참조하여 주변압기에 대한 ①번 등가 %임피던스(Z_H , Z_M , Z_L)를 구하고 ②번 23 [kV]VCB의 차단용량을 계산하시오. (단, 그림과 같은 임피던스 회로는 100 [MVA] 기준)



- ① 등가 %임피던스
- ② VCB 차단용량
- (4) 도면의 345 [kV] GCB에 내장된 계전기 BCT의 오차계급은 C800이다. 부담은 몇 [VA]인가?
- (5) 도면의 ③번 차단기의 설치 목적을 설명하시오.

(6) 도면의 주변압기 1Bank(단상×3)을 증설하여 병렬 운전시키고자 한다. 이때 병렬운전 4가지를 쓰시오.

[주변압기]

- 단권변압기 345 [kV]/154 [kV]/23 [kV] (Y-Y-Δ)
 $166.7 \text{ [MVA]} \times 3 \text{ 대} \approx 500 \text{ [MVA]}$
- OLTC부 %임피던스 (500 [MVA]기준) : 1차~2차 : 10 [%]
1차~3차 : 78 [%]
2차~3차 : 67 [%]

[차단기]

- 362 [kV] GCB 25 [GVA] 4,000 [A]~2,000 [A]
- 170 [kV] D.S 4,000 [A]~2,000 [A]
- 25.8 [kV] VCB () [MVA] 2,500 [A]~1,200 [A]

[단로기]

- 362 [kV] D.S 4,000 [A]~2,000 [A]
- 170 [kV] D.S 4,000 [A]~2,000 [A]
- 25.8 [kV] D.S 2,500 [A]~1,200 [A]

[피로기]

- 288 [kV] LA 10 [kA]

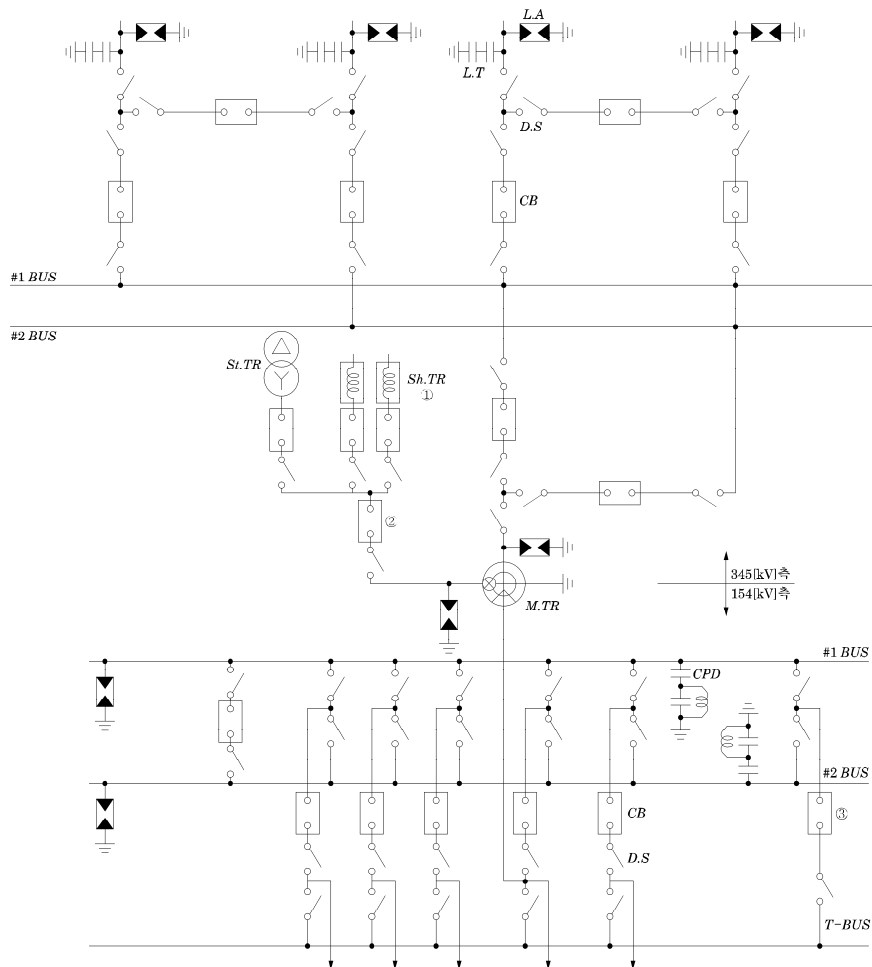
- 144 [kV] LA 10 [kA]

- 21 [kV] LA 10 [kA]

[분로 리액터]

- 22 [kV] sh.R 30 [MVAR]

[주모선]



[작성답안]

(1) 2중 모선방식의 1.5차단방식

(2) 페란티 현상방지

(3) ① 등가 %임피던스

계산 : 100 [MVA] 기준이므로 환산하면

$$Z_{HM} = 10 \times \frac{100}{500} = 2 [\%]$$

$$Z_{HL} = 78 \times \frac{100}{500} = 15.6 [\%]$$

$$Z_{ML} = 67 \times \frac{100}{500} = 13.4 [\%]$$

%등가임피던스로 등가 임피던스 값을 계산

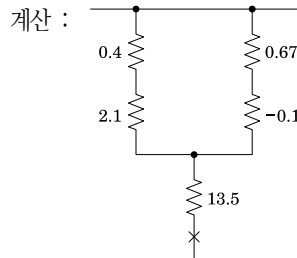
$$Z_H = \frac{1}{2} (Z_{HM} + Z_{HL} - Z_{ML}) = \frac{1}{2} (2 + 15.6 - 13.4) = 2.1 [\%]$$

$$Z_M = \frac{1}{2} (Z_{HM} + Z_{ML} - Z_{HL}) = \frac{1}{2} (2 + 13.4 - 15.6) = -0.1 [\%]$$

$$Z_L = \frac{1}{2} (Z_{HL} + Z_{ML} - Z_{HM}) = \frac{1}{2} (15.6 + 13.4 - 2) = 13.5 [\%]$$

답 : $Z_H = 2.1 [\%]$, $Z_M = -0.1 [\%]$, $Z_L = 13.5 [\%]$

② VCB 차단용량



$$\text{VCB 설치점까지의 전체 임피던스 } \%Z = 13.5 + \frac{(2.1 + 0.4)(-0.1 + 0.67)}{(2.1 + 0.4) + (-0.1 + 0.67)} = 13.96 [\%]$$

$$\text{차단용량 } P_s = \frac{100}{\%Z} \times P_n = \frac{100}{13.96} \times 100 = 716.33 [\text{MVA}]$$

답 : 716.33 [MVA]

(4) 계산 : C800에서 $Z = \frac{800}{5 \times 20} = 8 [\Omega]$

$$\therefore \text{부담 } [\text{VA}] = I^2 Z = 5^2 \times 8 = 200 [\text{VA}]$$

답 : 200 [VA]

(5) 모선절체 또는 모선을 무정전으로 점검하기 위해

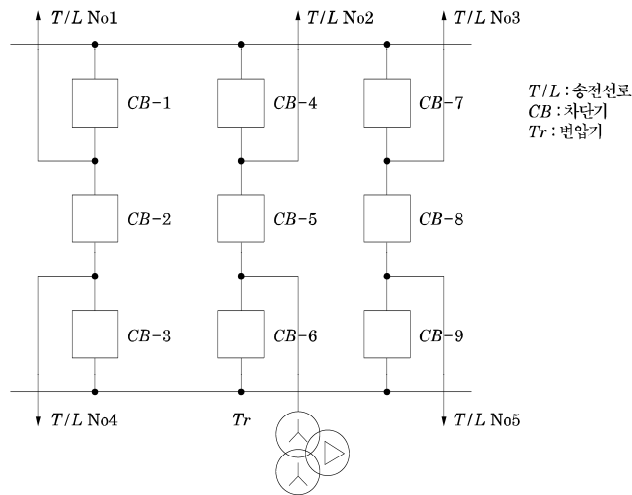
- (6) ① 극성이 같을 것
 ② 정격전압(권수비)이 같을 것
 ③ %임피던스가 같을 것
 ④ 내부 저항과 누설리액턴스 비가 같을 것

【핵심】

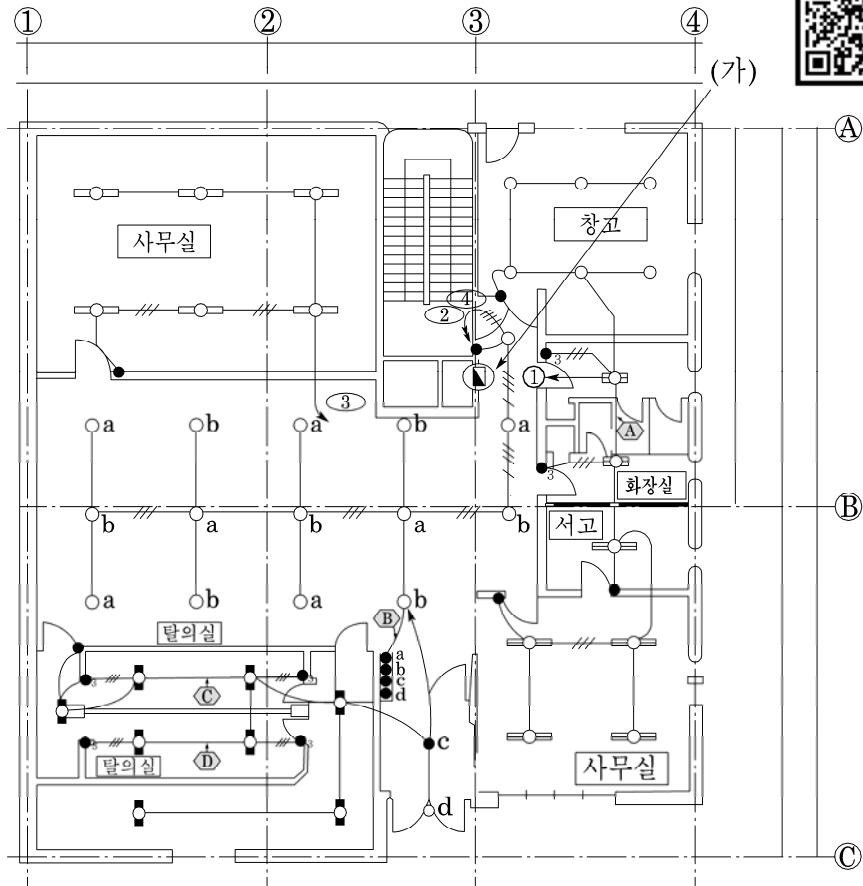
① 1.5 차단방식

2개 선로당 3대의 차단기를 설치하는 방식으로 모선고장시에도 계통에 전혀 영향이 없고 차단기 점검시 해당선로의 정전이 필요하지 않기 때문에 특별히 고신뢰도를 요구하는 대용량 계통에서 많이 채택하고 있다.

그러나 모선측 차단기 차단 실패시 해당선로와 모선의 절반이 정전되고 중앙차단기 차단 실패시에는 2개 선로가 정전되는 단점이 있다. 따라서 동일 Bay에서 동일루트 2회선 선로의 인출은 피해야 한다. 이 방식은 우리나라의 765 [kV], 345 [kV] 계통에 적용하고 있는 모선구성방식으로서 특히 #1, 2모선이 모두 정전되어도 중앙 차단기를 이용하여 계통연결이 가능한 잇점 등으로 인해 세계적으로도 대용량 변전소에 널리 쓰이고 있다.



도면은 어느 사무실의 전등 설비 평면도이다. 주어진 조건과 도면을 이용하여 다음의 물음에 답하시오.



【조건】

- 사무실의 층고는 3 [m]이고 이중 천장은 천장면에서 0.5 [m]에 설치된다.
- 전선관은 후강 전선관이며 천장 슬라브 및 벽체 매입 배관으로 한다.
- 창고 부분은 이중 천장이 없다.
- 전등 회로의 사용 전압은 $1\phi 3W$ 110/220 [V]에서 $1\phi 220[V]$ 를 적용한다.
- 콘크리트 BOX는 3방출 이상 4각 BOX를 사용한다.

- 사무실과 서고에 사용하는 형광등은 F40×2이고 기타 장소의 형광등은 F20×2이다.
- 모든 배관 배선은 후강 전선관과 일반용 단심 비닐절연전선 2.5 [mm²]를 사용하며 관의 굵기, 배선 가닥수, 배선 굵기는 다음과 같이 표기하도록 한다.

————— 16C(2-2.5[mm] ————//—— 16C(3-2.5[mm] ————//—/—— 22C(4-2.5[mm]
 ————//—/—— 22C(5-2.5[mm²]) ————//—//—— 22C(6-2.5[mm] ————//—//—/—— 22C(7-2.5[mm]

- (1) 도면에서 <A>, , <C>, <D>에 해당하는 전선의 가닥수는 몇 가닥인가?
- (2) 백열등을 벽에 붙이는 경우의 그림 기호는 어떻게 표시하는가?
- (3) (가)의 명칭은 무엇인가?
- (4) 회로 번호 ①에 대한 설계를 하려고 한다. 다음 표에 대한 물량을 산출하시오.

품명	규격	단위	수량	품명	규격	단위	수량
붓싱	16C	개		덤블러스위치	단로	개	
붓싱	22C	개		덤블러스위치	삼로	개	
록크넛트	16C	개		후렉스볼콘넥터	16C	개	
록크넛트	22C	개		조명기구형광등	F40×2	기구	
BOX	4각	개		조명기구형광등	F20×2	기구	
BOX	8각	개		백열등	1L 100W	등	
BOX 카바	4각맵카바	개		스위치 BOX	1개용	개	

[작성답안]

- (1) ① 5 ② 5 ③ 5 ④ 4
- (2) 
- (3) 분전반

(4)

품명	규격	단위	수량	품명	규격	단위	수량
붓싱	16C	개	34	덤블러스위치	단로	개	3
붓싱	22C	개	2	덤블러스위치	삼로	개	2
록크넛트	16C	개	68	후렉스볼콘넥터	16C	개	7
록크넛트	22C	개	4	조명기구형광등	F40×2	기구	5
BOX	4각	개	7	조명기구형광등	F20×2	기구	2
BOX	8각	개	6	백열등	1L 100W	등	6
BOX 카바	4각맹카바	개	7	스위치 BOX	1개용	개	5

국가기술자격 취득과 실무를 위한 합격비법서 !!

개정판 KEC 적용

빈출순서별 전기기사실기USB강의 (전기산업기사 포함)

인쇄 / 2024년 3월 20일
발행 / 2024년 3월 20일

저자 / 김 대 호
펴낸이 / 강 명 아

펴낸곳 / 스카이미디어(전기스쿨)

주소 / 서울시 서초구 효령로 22(방배동)
대표전화 / 02-594-3328
팩스 / 02-6442-6402
등록번호 / 제2015-000219호

정가 / 99,000원(평생수강USB포함)

이 책의 일부 또는 전부를 발행인의 승인문서 없이 사진 복사 및 정보 재생 시스템을 비롯한
다른 수단을 통해 복사 및 재생하여 이용할 수 없습니다.

저자와의 협의에
따라
인 지 생 략