

해설 및 정답

1.

(1)

- ① 운전자가 보는 도로의 휘도가 충분히 높고, 조도균제도가 일정할 것
- ② 보행자가 보는 도로의 휘도가 충분히 높고, 조도균제도가 일정할 것
- ③ 조명기구의 눈부심이 불쾌감을 주지 않을 것
- ④ 조명시설이 도로나 그 주변의 경관을 해치지 않을 것
- ⑤ 광원색이 환경에 적합한 것이며, 그 연색성이 양호할 것

(2) • 계산

등 1개의 조명 면적 $S = \frac{1}{2} \times \text{도로폭} \times \text{등간격}$

$$F = \frac{DES}{UN} = \frac{ES}{UNM} = \frac{6 \times \left(\frac{1}{2} \times 40 \times 35\right)}{0.3 \times 1 \times 0.75} = 18666.666[\text{lm}]$$

표에서 400[W] 선정

• 답 : 400[W]

(3)

- 수은기체를 사용하지 않으므로 친 환경적이다.
- 광원의 제어가 쉽고, 시동 및 재시동 시간이 짧다.
- LED 램프의 효율이 일반적으로 더 높기 때문에 에너지 절약에 효과적이다.

2.

(1)

• 계산 : 단순 부하의 경우 발전기 용량

$$\text{발전기 용량 } P_{G1} = \left(\frac{\sum W_M \cdot \alpha}{\cos\theta} + \frac{\sum W_L \cdot \alpha}{\cos\theta} \right) \times \beta \quad \text{여기서,}$$

α : 수용률, β : 여유율

$\sum W_M$: 전동기 부하합계, $\sum W_L$: 전등부하합계,

$\cos\theta$: 부하의 역률

$$P_{G1} = \left(\frac{150 \times 1 + (150 + 100 \times 3 + 50 \times 2) \times 0.8}{0.9} + \frac{40 \times 1}{1} \right) \times 1.1 = 765.111[\text{kVA}]$$

• 답 : 765.11[kVA]

(2) 부하 중 최대값을 갖는 전동기를 시동할 때 발전기 용량

발전기용량

$$P_{G2} \geq \text{시동용량}[\text{kVA}] \times \text{과도리액턴스} \times \left(\frac{1}{\text{허용전압강하}} - 1 \right) \times \beta$$

$$P_{G2} = 750 \times 0.25 \times \left(\frac{1}{0.2} - 1 \right) \times 1.1 = 825[\text{kVA}]$$

• 답 : 825[kVA]

(3) P_{G1} 과 P_{G2} 중 큰 값인 825[kVA]를 기준으로 발전기용량을 정한다.

실제 필요한 발전기용량 : 표준용량 1000[kVA] 적용
(시험에서 표가 주어질 경우 825보다 큰 값 선정)

3. (1)

부하 내용	면적을 적용한 부하용량[kVA]
조 명	$22 \times 10000 \times 10^{-3} = 220[\text{kVA}]$
콘 센 트	$5 \times 10000 \times 10^{-3} = 50[\text{kVA}]$
OA 기기	$34 \times 10000 \times 10^{-3} = 340[\text{kVA}]$
일반동력	$45 \times 10000 \times 10^{-3} = 450[\text{kVA}]$
냉방동력	$43 \times 10000 \times 10^{-3} = 430[\text{kVA}]$
OA 동력	$8 \times 10000 \times 10^{-3} = 80[\text{kVA}]$
합 계	$157 \times 10000 \times 10^{-3} = 1570[\text{kVA}]$

(2) • 계산

$$\text{변압기용량} = \frac{\text{설비용량} \times \text{수용률}}{\text{부동률} \times \text{역률}} = \frac{\text{각부하설비최대수용전력의합}}{\text{부동률} \times \text{역률}}$$

$$\textcircled{1} Tr_1 = \frac{(220 + 50 + 340) \times 0.7}{1 \times 1} = 427[\text{kVA}]$$

• 답 : 500[kVA]

$$\textcircled{2} Tr_2 = \frac{(450 + 80) \times 0.5}{1 \times 1} = 265[\text{kVA}]$$

• 답 : 300[kVA]

$$\textcircled{3} Tr_3 = \frac{430 \times 0.8}{1 \times 1} = 344[\text{kVA}]$$

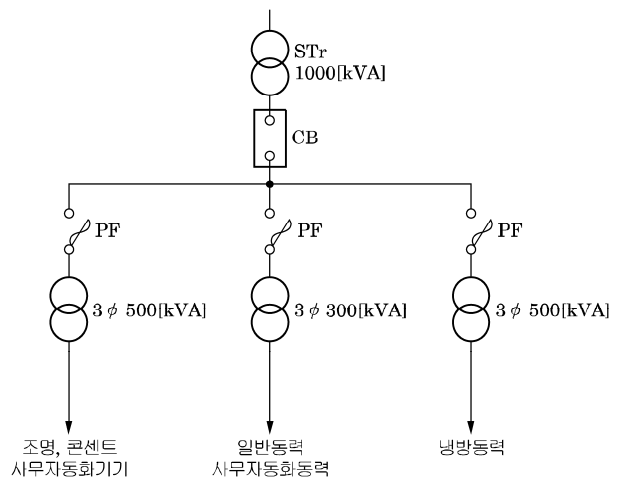
• 답 : 500[kVA]

$$\textcircled{4} \text{ 주변압기용량}(STr) = \frac{\text{각부하설비최대수용전력의합}}{\text{부동률} \times \text{역률}}$$

$$STr = \frac{427 + 265 + 344}{1.2} = 863.33[\text{kVA}]$$

• 답 : 1000[kVA]

(3)



해설 및 정답

4.

(1) 장점

- ① 1선 지락사고시 건전상의 전위상승이 낮다.
- ② 변압기의 단절연이 가능하다.
- ③ 보호계전기의 동작이 확실하다.
- ④ 피뢰기의 책무를 경감시킬 수 있다.

(2) 단점

- ① 지락사고시 지락전류가 크기 때문에 통신선의 유도장해가 크다.
- ② 지락사고시 지락전류가 크기 때문에 기계적 충격이 크다.
- ③ 지락전류는 저역률의 대전류이기 때문에 과도 안정도가 나빠진다.
- ④ 차단기가 대전류를 차단할 기회가 많아지므로 차단기의 수명이 단축된다.

5.

※1번이 단순 개폐기(단로기) 심별일 경우 단로기로 답안합니다.

번호	명칭	약호	용도
①	전력 퓨즈	PF	일정값 이상의 과전류 및 단락전류를 차단하여 사고 확대를 방지
②	피뢰기	LA	이상 전압이 내습하면 이를 대지로 방전하고, 속류를 차단한다.
④	전력 수급용 계기용 변성기	MOF	전력량을 적산하기 위하여 고전압을 저전압으로, 대전류를 소전류로 변성시켜 전력량계에 공급한다.
⑤	계기용 변압기	PT	고전압을 저전압으로 변성시켜 계기 및 계전기 등의 전원으로 사용한다.
⑥	전압계용 전환 개폐기	VS	1대의 전압계로 3상 각상의 전압을 측정하기 위한 전환 개폐기
⑦	교류 차단기	CB	단락 사고, 과부하, 지락 사고 등 사고 전류와 부하 전류를 차단하기 위한 장치
⑧	과전류 계전기	OCR	계통에 과전류가 흐르면 동작하여 차단기의 트립 코일을 여자시킨다.
⑨	변류기	CT	대전류를 소전류로 변성하여 계기 및 과전류 계전기에 공급한다.
⑬	전류계용 전환 개폐기	AS	1대의 전류계로 3상 각상의 전류를 측정하기 위한 전환 개폐기

(2) 1차 전압 : $\frac{22900}{\sqrt{3}}$ [V], 2차 전압 : $\frac{190}{\sqrt{3}}$ [V]

(3) 3상 4선식이며, 2차측 전압은 380[V] 또는 220[V] 가능하다. 즉, 2종의 전원을 얻을 수 있는 결선은 Y결선이다.

(4) 1차측 전류 $I_1 = \frac{P_a}{\sqrt{3}V}$

㉑ 계산

$$I_1 = \frac{250}{\sqrt{3} \times 22.9} = 6.3 \text{ [A]}$$

6.3×1.5=9.45[A]이므로 변류비 10/5 선정

CT 2차측에 흐르는 전류 (I_2)

$$I_2 = 1\text{차측 전류} \times \text{CT 역수비}$$

$$\therefore I_2 = \frac{250}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{5}{10} = 3.15 \text{ [A]}$$

• 답 : 1차 전류 6.3[A], 2차 전류 : 3.15[A]

㉒ 계산

$$I_1 = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 22.9} = 25.21 \text{ [A]}$$

25.21×1.5=37.82[A]이므로 변류비 40/5 선정

CT 2차측에 흐르는 전류(I_2)

$$I_2 = 1\text{차측 전류} \times \text{CT 역수비}$$

$$\therefore I_2 = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 22.9} \times \frac{5}{40} = 3.15$$

• 답 : 1차 전류 25.21[A], 2차 전류 : 3.15[A]

(5) 상용 전원과 예비 전원의 동시 투입을 방지한다.(인터록)

6.

(1) • 계산

① 합성용량 계산

$$\text{합성유효전력 } P = P_1 + P_2 = 180 + 120 = 300 \text{ [kW]}$$

합성무효전력

$$P_r = P_{r1} + P_{r2} = P_1 \times \frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} + P_{r2} = 180 \times \frac{0.8}{0.6} + 160 = 400 \text{ [kVar]}$$

합성용량

$$P_a = \sqrt{P^2 + P_r^2} = \sqrt{300^2 + 400^2} = 500 \text{ [kVA]}$$

• 답 : 500[kVA]

② 합성역률 계산

$$\cos\theta = \frac{P}{P_a} = \frac{300}{500} \times 100 = 60 \text{ [%]}$$

• 답 : 60[%]

(2) • 계산

콘덴서 용량

$$Q_c = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2) = 300 \times \left(\frac{0.8}{0.6} - \frac{\sqrt{1-0.9^2}}{0.9} \right) = 254.703 \text{ [kVA]}$$

• 답 : 254.7[kVA]

(3) • 계산

$$\text{전력손실 } P_l \propto \frac{1}{\cos^2\theta} \text{ 관계이다. } P_{l1} = \frac{1}{\cos^2\theta_1} = \frac{1}{0.6^2}$$

$$P_{l2} = \frac{1}{\cos^2\theta_2} = \frac{1}{0.9^2}$$

$$\text{그러므로, } \frac{P_{l2}}{P_{l1}} = \frac{\frac{1}{\cos^2\theta_2}}{\frac{1}{\cos^2\theta_1}} = \frac{\cos^2\theta_1}{\cos^2\theta_2} \text{ 이다.}$$

$$P_{l2} = P_{l1} \times \left(\frac{\cos\theta_1}{\cos\theta_2} \right)^2 = 40 \times \left(\frac{0.6}{0.9} \right)^2 = 17.777 \text{ [kW]}$$

• 답 : 17.78[kW]

(4) • 계산

역률 개선 후 변압기에 인가되는 부하는

$$P_a = \sqrt{(P + P_{l2})^2 + (Q - Q_c)^2} = \sqrt{(300 + 17.77)^2 + (400 - 254.7)^2} = 349.42 \text{ [kVA]}$$

$$\text{증설부하용량 } P'_a = 500 - 349.42 = 150.58 \text{ [kVA]}$$

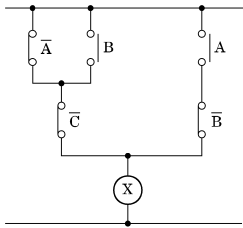
• 답 : 150.58[kVA]

해설 및 정답

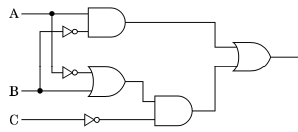
7.

(1)

(1) 유접점 회로



(2) 무접점 회로



8.

1) 발전기의 자기여자현상

- 문제점 : 발전기 단자전압 상승
- 대책 : 분로리액터 설치

2) 전동기의 자기여자현상

- 문제점 : 전동기 단자전압 상승
- 대책 : 콘덴서를 전원off전에 분리하거나 콘덴서 용량이 전동기 무부하 정격전류보다 작도록

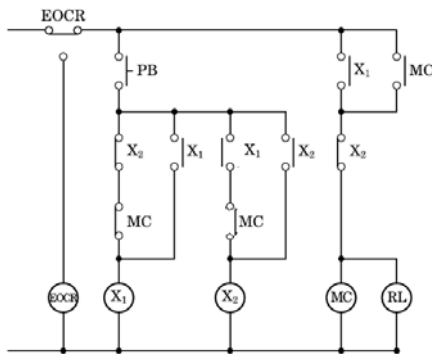
선택

3) 전동기의 기동전류가 클 때 발생하는 문제점

- 역률저하 및 전압강하 발생
- 전동기 권선의 소손 및 전동기 수명 단축

9.

(1)



(2) 배선용 차단기

(3) 전자식 과부하 계전기 : 전동기에 과전류가 흐르면 동작하여 MC를 트립시켜 전동기를 보호한다.

10.

(1) 전자 유도 전압의 억제

(2) 전력선측 대책

- ① 차폐선을 설치한다.
- ② 고속도 지락 보호 계전 방식을 채용한다.
- ③ 송전선로를 될 수 있는 대로 통신 선로로부터 멀리 떨어져 건설한다.

(3) 통신선측 대책

- ① 전력선과 교차시 수직교차한다.
- ② 연피케이블을 사용한다.
- ③ 절연 변압기를 설치하여 구간을 분리한다.

11.

• 계산

1[MVA]를 기준으로 하여 %Z값을 환산한다.

$$\%Z_1' = \frac{1}{100} \times 110 = 1.1 [\%], \quad \%Z_2' = \frac{1}{0.5} \times 3 = 6 [\%],$$

$$\%Z_3' = \frac{1}{0.15} \times 3 = 20 [\%]$$

(1) F₁점에서 전원측 %Z = 1.1 [%]이므로

$$\text{단락용량 } (P_{s1}) = \frac{100}{1.1} \times 1 = 90.91 [\text{MVA}]$$

$$\text{단락전류 } (I_{s1}) = \frac{100}{1.1} \times \frac{1 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6} \times 10^{-3} = 7.952 [\text{kA}]$$

(2) F₂점에서 전원측 %Z = 1.1 + 6 = 7.1 [%]

$$\text{단락용량 } (P_{s2}) = \frac{100}{7.1} \times 1 = 14.08 [\text{MVA}]$$

$$\text{단락전류 } (I_{s2}) = \frac{100}{7.1} \times \frac{1 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 0.38} \times 10^{-3} = 21.399 [\text{kA}]$$

(3) F₃점에서 전원측 %Z = 1.1 + 20 = 21.1 [%]

$$\text{단락용량 } (P_{s3}) = \frac{100}{21.1} \times 1 = 4.74 [\text{MVA}]$$

$$\text{단락전류 } (I_{s3}) = \frac{100}{21.1} \times \frac{1 \times 10^3}{0.11} = 43.084 [\text{kA}]$$

• 답 : F₁점 : P_{s1} = 90.91 [MVA], I_{s1} = 7.95 [kA]

F₂점 : P_{s2} = 14.08 [MVA], I_{s2} = 21.4 [kA]

F₃점 : P_{s3} = 4.74 [MVA], I_{s3} = 43.08 [kA]

12. (1) ① B선의 대지전압

• 계산 : $\frac{6600}{\sqrt{3}} \times \sqrt{3} = 6600 [\text{V}]$ • 답 : 6600 [V]

② C선의 대지전압

• 계산 : $\frac{6600}{\sqrt{3}} \times \sqrt{3} = 6600 [\text{V}]$ • 답 : 6600 [V]

(2) ① ⑤ 전구의 전압

• 계산 : $\frac{110}{\sqrt{3}} \times \sqrt{3} = 110 [\text{V}]$ • 답 : 110 [V]

② ③ 전구의 전압

• 계산 : $\frac{110}{\sqrt{3}} \times \sqrt{3} = 110 [\text{V}]$ • 답 : 110 [V]

③ 전압계 ⑦의 지시 전압

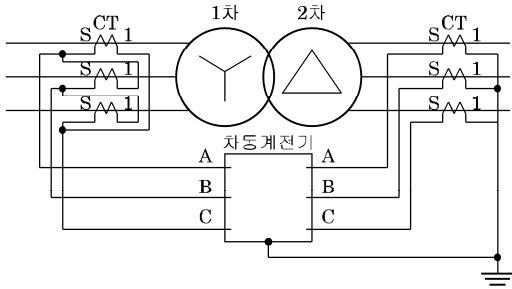
• 계산 : $\frac{110}{\sqrt{3}} \times 3 = 190.53 [\text{V}]$ • 답 : 190.53 [V]

④ 경보벨 ⑥에 걸리는 전압

• 계산 : $\frac{110}{\sqrt{3}} \times 3 = 190.53 [\text{V}]$ • 답 : 190.53 [V]

해설 및 정답

13. (1)



CT의 결선은 1차 및 2차 전류의 크기 및 각 변위를 일치시키기 위해서 변압기의 결선과 반대로 한다.

즉, 변압기가 Y-△일 경우, CT는 △-Y로 결선한다.

(2) 변압기의 1,2차 전압의 비는

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{66}{22} = 3 \text{ 2차측 전압이 3배}$$

작아지므로 2차측 전류는 3배가 커진다.

($P = V_1 I_1 = V_2 I_2$)이므로 1차측 보다 3배 큰 CT가 필요하다.

$$\therefore \frac{200}{5} \times 3 = \frac{600}{5}$$

(3) 비대칭파 저지법

(4) 감극성

14.

(1)

① 접촉전압 (접지한 구조물과 그 근방 지표상 점과의 사이의 전위차)

$$\textcircled{2} e = \frac{R_B}{R_A + R_B} \times V$$

$$\textcircled{3} \text{ 변압기 접지저항 } R_A = \frac{150}{1 \text{ 선지락전류}} = \frac{150}{4} = 37.5 [\Omega]$$

$e = \frac{R_B}{R_A + R_B} \times V$ 공식을 이용하여 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$25 = \frac{R_B}{37.5 + R_B} \times 110, \text{ 그러므로 } R_B = 11.03 [\Omega]$$

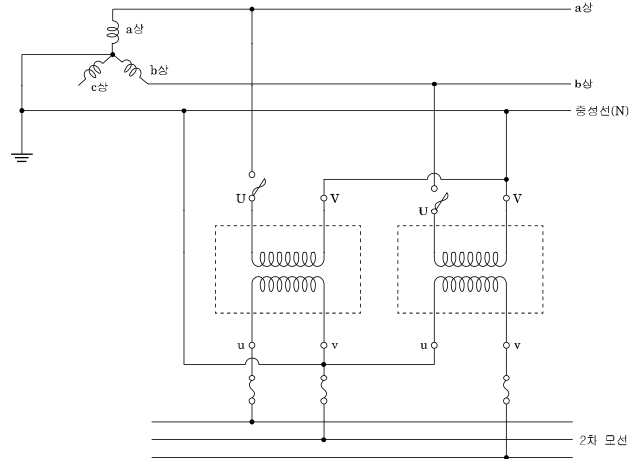
$$I = \frac{V}{R_A + R_B} = \frac{110}{37.5 + 11.03} = 2.266 [\text{A}]$$

• 답 : $R_A = 37.5 [\Omega], R_B = 11.03 [\Omega], I = 2.27 [\text{A}]$

(2) 75[cm]

(3) 6[mm²]

15.



16.

(1) • 계산

$$\text{변압기 용량} = \frac{\text{설비용량} \times \text{수용률}}{\text{부동률} \times \text{역률}} = \frac{51 \times 0.7}{1 \times 0.9} = 39.666$$

[MVA]

• 답 : 39.67[MVA]

(2) 170[kV]

(3)

• 계산 : CT비 선정 방법

$$\textcircled{1} \text{ CT 1차측 전류: } I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} V} = \frac{39.67 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 154} = 148.72 [\text{A}]$$

② CT의 여유 배수 적용:
 $I_1 \times (1.25 \sim 1.5) = 185.9 \sim 223.08 [\text{A}] \therefore \text{CT 정격 } 200/5 \text{ 선 정}$

• 답 : 200/5

(4) SF₆(육불화유황가스)

(5) • 계산

$$\text{차단 용량 } P_s = \sqrt{3} V_n I_s = \sqrt{3} \times 25.8 \times 23 = 1027.798$$

[MVA]

• 답 : 1027.8[MVA]

(6) • 계산

부담(전류) = $I_n^2 \cdot Z [\text{VA}]$ (단, 여기서 I_n 은 CT의 2차 정격 전류인 5[A]이다.)

$$Z = \frac{[VA]}{I_n^2} = \frac{9}{5^2} = 0.36 [\Omega]$$

• 답 : 0.36[Ω]

(7) • 계산

CT가 △결선일 경우 비율 차동계전기 단자에 흐르는 전류(I_2)

$$I_2 = \text{CT1차 전류} \times \text{CT역수비} \times \sqrt{3}$$

$$= 600 \times \frac{5}{1200} \times \sqrt{3} = 4.33 [\text{A}]$$

• 답 : 4.33[A]