

2024년 제1회 전기산업기사 CBT

[제1과목 : 전기자기학]

01 다음 정전계에 관한 식 중에서 틀린 것은?(단, D 는 전속밀도, V 는 전위, ρ 는 공간(체적)전하밀도, ε 은 유전율이다)

① 가우스의 정리 : $\operatorname{div} D = \rho$

② 푸아송의 방정식 : $\nabla^2 V = \frac{\rho}{\varepsilon}$

③ 라플라스의 방정식 : $\nabla^2 V = 0$

④ 발산의 정리 : $\oint_s D \cdot ds = \int_v \operatorname{div} D dv$

해설

푸아송의 방정식은 $\operatorname{div} E = \operatorname{div}(-\operatorname{grad} V) = -\nabla^2 V = \frac{\rho}{\varepsilon}$ 에서 $\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\varepsilon}$ 이다.

02 서로 다른 두 유전체 사이의 경계면에 전하분포가 없다면 경계면 양쪽에서의 전계 및 전속밀도는?

① 전계 및 전속밀도의 접선성분은 서로 같다.

② 전계 및 전속밀도의 법선성분은 서로 같다.

③ 전계의 법선성분이 서로 같고, 전속밀도의 접선성분이 서로 같다.

④ 전계의 접선성분이 서로 같고, 전속밀도의 법선성분이 서로 같다.

해설

유전체 경계면에서의 경계조건

• 전 계

경계면에서 접선(수평)성분은 양측에서 같다.

$$E_{1t} = E_{2t}$$

$$\therefore E_1 \sin \theta_1 = E_2 \sin \theta_2$$

• 전속밀도

경계면에서 법선(수직)성분은 양측에서 같다.

$$D_{1n} = D_{2n}$$

$$\therefore D_1 \cos \theta_1 = D_2 \cos \theta_2$$

09 상이한 매질의 경계면에서 전자파가 만족해야 할 조건이 아닌 것은?(단, 경계면은 두 개의 무손실 매질 사이이다)

- ① 경계면은 양측에서 전계의 접선성분은 서로 같다.
- ② 경계면의 양측에서 자계의 접선성분은 서로 같다.
- ③ 경계면의 양측에서 자속밀도의 접선성분은 서로 같다.
- ④ 경계면의 양측에서 전속밀도의 법선성분은 서로 같다.

해설

경계면의 양측에서 자속밀도의 법선성분은 서로 같다.

별해

경계면의 조건

유전체 $E_{t1} = E_{t2}$, $D_{n1} = D_{n2}$

자성체 $H_{t1} = H_{t2}$, $B_{n1} = B_{n2}$

10 반지름이 $a[m]$ 이고 단위길이에 대한 권수가 n 인 무한장 솔레노이드의 단위길이당 자기인덕턴스는 몇 $[H/m]$ 인가?

- ① $\mu \pi a^2 n^2$
- ② $\mu \pi a n$
- ③ $\frac{a n}{2 \mu \pi}$
- ④ $4 \mu \pi a^2 n^2$

해설

$$L = \frac{N^2}{R_m} = \frac{\mu s n^2 l^2}{l} = \mu s n^2 l$$

$$\therefore \text{단위길이당 } L_0 = \mu s n^2 = \mu \pi a^2 n^2$$

11 도체계에서 전위계수의 성질로 옳지 않은 것은?

- ① $P_{rr} \geq P_{rs}$
- ② $P_{rr} < 0$
- ③ $P_{rs} \geq 0$
- ④ $P_{rs} = P_{sr}$

해설

전위계수의 특징

• $P_{11}, P_{22}, \dots, P_{rr} > 0$

$P_{12}, P_{21}, \dots, P_{rs} = P_{sr} \geq 0$

$P_{rr} \geq P_{rs}$

• 도체가 놓여 있는 매질, 도체모양, 크기, 간격, 배치상태에 따라 달라짐

• 포위관계

$P_{11} = P_{12}$ (도체 I 이 도체 II 에 포위되어 있다)

$P_{11} = P_{21}$ (도체 II 가 도체 I 에 포위되어 있다)

- 15 액체 유전체를 넣은 콘덴서의 용량이 $30[\mu\text{F}]$ 이다. 여기에 $500[\text{V}]$ 의 전압을 가했을 때 누설전류는 약 몇 $[\text{mA}]$ 인가?(단, 고유저항은 $\rho = 10^{11}[\Omega \cdot \text{m}]$, 비유전율은 $\epsilon_s = 2.2$ 이다)

- ① 5.1
 ② 7.7
 ③ 10.2
 ④ 15.4

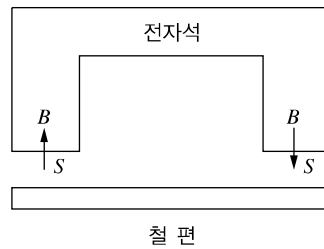
해설

$RC = \rho \epsilon$ 에서

$$\text{저항 } R = \frac{\rho \epsilon}{C} [\Omega] = \frac{10^{11} \times 2.2 \times 8.855 \times 10^{-12}}{30 \times 10^{-6}} \approx 64.94 \times 10^3 [\Omega]$$

$$\therefore \text{누설전류 } I_l = \frac{V}{R} = \frac{500}{64.94 \times 10^3} \approx 7.7 \times 10^{-3} [\text{A}] = 7.7 [\text{mA}]$$

- 16 단면적 $S = 100 \times 10^{-4} [\text{m}^2]$ 인 전자석에 자속밀도 $B = 4,000 [\text{G}]$ 인 자속이 발생할 때, 철판을 흡인하는 힘 $[\text{N}]$ 은?



- ① $\frac{\pi}{4} \times 10^3$
 ② $\frac{\pi}{8} \times 10^3$
 ③ $\frac{4}{\pi} \times 10^3$
 ④ $\frac{8}{\pi} \times 10^3$

해설

$$\text{힘 } F = \frac{B^2}{2\mu_0} S = \frac{0.4^2 \times 0.01}{2 \times 4\pi} \times 10^7 \times 2 = \frac{4,000}{\pi} = \frac{4}{\pi} \times 10^3 [\text{N}]$$

※ 1[G]는 국제단위계(SI단위계)로 $10^{-4}[\text{T}]$ 와 같다.

- 17 각각의 자기 인덕턴스가 $L_1 = 4 [\text{mH}]$, $L_2 = 9 [\text{mH}]$ 인 두 코일을 결합하였을 때 상호 인덕턴스 $[\text{mH}]$ 는?(단, 결합계수는 1이다)

- ① 6
 ② 12
 ③ 24
 ④ 36

해설

$$\text{상호 인덕턴스 } M = k \sqrt{L_1 L_2} = 1 \times \sqrt{4 \times 9} = 6 [\text{mH}]$$

[제2과목 : 전력공학]

21 송전선로에 복도체를 사용하는 주된 이유는?

- ① 철탑의 하중을 평형시키기 위해서이다.
- ② 선로의 진동을 없애기 위해서이다.
- ③ 선로를 뇌격으로부터 보호하기 위해서이다.
- ④ 코로나를 방지하고 인덕턴스를 감소시키기 위해서이다.

해설

복도체(다도체) 방식의 주목적 : 코로나 방지

- 인덕턴스는 감소, 정전용량은 증가
- 같은 단면적의 단도체에 비해 전력용량의 증대
- 코로나의 방지, 코로나 임계전압의 상승
- 송전용량의 증대
- 소도체 충돌 현상(대책 : 스페이서의 설치)
- 단락 시 대전류 등이 흐를 때 소도체 사이에 흡인력이 발생

22 중성점접지방식 중 1선 지락고장일 때 선로의 전압상승이 최대이고, 또한 통신장애가 최소인 것은?

- ① 비접지방식
- ② 직접접지방식
- ③ 저항접지방식
- ④ 소호리액터접지방식

해설

중성점접지방식

방식	보호계전기 동작	지락전류	전위상승	과도 안정도	유도 장애	특징
직접접지 22.9, 154, 345[kV]	확실	크다.	1.3배	작다.	크다.	중성점 영전위 단절연 가능
저항접지	↓	↓	$\sqrt{3}$ 배	↓	↓	
비접지 3.3, 6.6[kV]	×	↓	$\sqrt{3}$ 배	↓	↓	저전압 단거리
소호리액터접지 66[kV]	불확실	0	$\sqrt{3}$ 배 이상	크다.	작다.	병렬 공진

23 송배전 선로에서 도체의 굵기는 같게 하고 도체 간의 간격을 크게 하면 도체의 인덕턴스는?

- ① 커진다.
- ② 작아진다.
- ③ 변함이 없다.
- ④ 도체의 굵기 및 도체 간의 간격과는 무관하다.

해설

$$\text{인덕턴스 } L = 0.05 + 0.4605 \log_{10} \frac{D}{r}$$

$$\therefore L \propto D$$

선간거리가 증가하면 인덕턴스는 증가한다.

24 단로기에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 소호장치가 있어 아크를 소멸시킨다.
- ② 무부하 및 여자전류의 개폐에 사용된다.
- ③ 배전용 단로기는 보통 디스커백팅바로 개폐한다.
- ④ 회로의 분리 또는 계통의 접속 변경 시 사용한다.

해설

단로기(DS)는 소호기능이 없다. 부하전류나 사고전류를 차단할 수 없다. 무부하상태, 즉 차단기가 열려 있어야만 전로개방 및 모선접속을 변경할 수 있다(인터로크).

25 교류 배전선로에서 전압강하 계산식은 $V_d = k(R\cos\theta + X\sin\theta)I$ 로 표현된다. 3상 3선식 배전선로인 경우에 k 는?

- ① $\sqrt{3}$
- ② $\sqrt{2}$
- ③ 3
- ④ 2

해설

$$\text{전압강하 } e = V_s - V_r = \sqrt{3}I(R\cos\theta + X\sin\theta) = \frac{P}{V}(R + X\tan\theta)$$

26 캐비테이션 현상에 대한 설명으로 옳지 못한 것은?

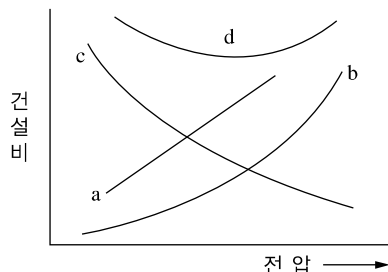
- ① 수차의 진동을 일으켜 소음이 발생한다.
- ② 유수에 접한 러너나 버킷 등에 침식이 발생한다.
- ③ 흡출관 입구에서 수압의 변동이 심화된다.
- ④ 토출측의 물이 역류되는 현상이 발생한다.

해설

캐비테이션

- 수차를 돌리고 나온 물이 흡출관을 통과할 때 흡출관의 중심부에 진공상태를 형성하는 현상이다.
- 방지방법 : 흡출수두를 낮춘다.

27 다음 그래프에서 송전선로의 전압이 높아짐에 따른 전선비를 나타낸 것은?



- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ d

해설

일정 $P = V \uparrow I \downarrow$ (애자지지물 비용 \uparrow , 전선비용 \downarrow)

일정 $P = V \downarrow I \uparrow$ (애자지지물 비용 \downarrow , 전선비용 \uparrow)

30 전력설비의 수용률을 나타낸 것으로 옳은 것은?

$$\textcircled{1} \text{수용률} = \frac{\text{평균전력[kW]}}{\text{부하설비용량[kW]}} \times 100[\%]$$

$$\textcircled{2} \text{수용률} = \frac{\text{부하설비용량[kW]}}{\text{평균전력[kW]}} \times 100[\%]$$

$$\textcircled{3} \text{수용률} = \frac{\text{최대수용전력[kW]}}{\text{부하설비용량[kW]}} \times 100[\%]$$

$$\textcircled{4} \text{수용률} = \frac{\text{부하설비용량[kW]}}{\text{최대수용전력[kW]}} \times 100[\%]$$

해설

$$\text{수용률} = \frac{\text{최대수용전력[kW]}}{\text{부하설비용량[kW]}} \times 100[\%]$$

31 소하천(小河川) 등의 적은 유량을 측정하는 방법으로 가장 적합한 것은?

- [illegible]

해설

하천 유량 측정법 중 대용량 수력발전소에는 유속계법이 적합하고 소하천의 적은 유량은 언측법이 적당하다.

32 30,000[kW]의 전력을 51[km] 떨어진 지점에 송전하는 데 필요한 전압은 약 몇 [kV]인가?(단, Still의 식에 의하여 산정한다)

- ① 22 ② 33
③ 66 ④ 100

해설

$$\text{Still 식 } V_s = 5.5 \sqrt{0.6l + \frac{P}{100}} = 5.5 \sqrt{0.6 \times 51 + \frac{30,000}{100}} = 100 [\text{kV}]$$

여기서, l : 송전거리[km]
 P : 송전전력[kW]

33 3상 3선식 변압기 결선방식이 아닌 것은?

- [illegible]

해설

- 3ϕ : Δ , Y, V결선
- T(스코트결선) : 1ϕ 대용량 부하가 2개일 때 사용

34 송전선로에 매설지선을 설치하는 주된 목적은?

- ① 철탑 기초의 강도를 보강하기 위하여
- ② 직격뢰로부터 송전선을 차폐보호하기 위하여
- ③ 현수애자 1연의 전압분담을 균일화하기 위하여
- ④ 철탑으로부터 송전선로의 역섬락을 방지하기 위하여

해설

매설지선 : 탑각의 접지저항값을 낮춰 역섬락을 방지한다.

35 조상설비가 있는 1차 변전소에서 주변압기로 주로 사용되는 변압기는?

- ① 승압용 변압기
- ② 단권 변압기
- ③ 단상 변압기
- ④ 3권선 변압기

해설

설비용량별 3차권선(Δ 결선)의 사용방법

- 345[kV]의 Y-Y- Δ (345[kV]-154[kV]-23[kV]) : Δ 결선(3차 권선)은 조상설비를 접속하고 변전소 소내 전원용으로 사용한다.
- 154[kV]의 Y-Y- Δ (154[kV]-23[kV]-6.6[kV]) : Δ 결선(3차 권선)은 외함에 접지하고 부하를 접지하지 않는 안정권선으로 사용한다.

36 원자력발전소와 화력발전소의 특성을 비교한 것 중 틀린 것은?

- ① 원자력발전소는 화력발전소의 보일러 대신 원자로와 열교환기를 사용한다.
- ② 원자력발전소의 건설비는 화력발전소에 비해 싸다.
- ③ 동일 출력일 경우 원자력발전소의 터빈이나 복수기가 화력발전소에 비하여 대형이다.
- ④ 원자력발전소는 방사능에 대한 차폐 시설물의 투자가 필요하다.

해설

원자력발전소의 건설비는 화력발전소에 비해 비싸다.

37 배전반에 접속되어 운전 중인 계기용 변압기(PT) 및 변류기(CT)의 2차 측 회로를 점검할 때 조치사항으로 옳은 것은?

- ① CT만 단락시킨다.
- ② PT만 단락시킨다.
- ③ CT와 PT 모두를 단락시킨다.
- ④ CT와 PT 모두를 개방시킨다.

해설

- PT : 2차 측 개방 \Rightarrow 과전류에 의한 과열소손 방지
- CT : 2차 측 단락 \Rightarrow 과전압에 의한 절연파괴 방지

[제3과목 : 전기기기]

41 직류기에서 양호한 정류를 얻는 조건으로 틀린 것은?

- ① 정류주기를 길게 한다.
- ② 브러시의 접촉저항을 크게 한다.
- ③ 전기자 권선의 인덕턴스를 작게 한다.
- ④ 평균 리액턴스 전압을 브러시 접촉면 전압강하보다 크게 한다.

해설

양호한 정류방법

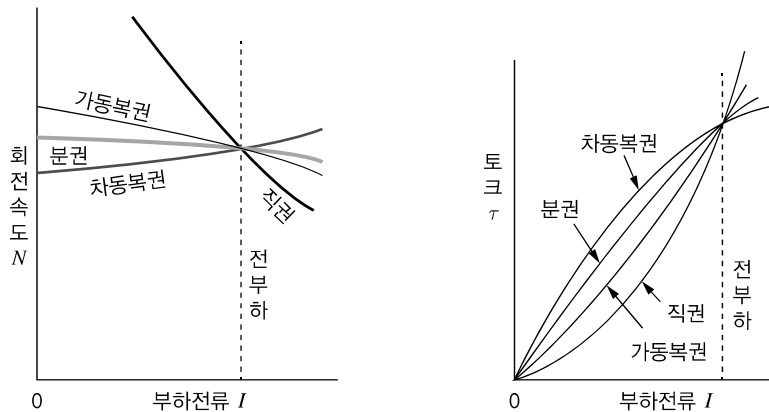
- 보극과 탄소 브러시를 설치한다.
- 평균 리액턴스 전압을 줄인다.
- 정류주기를 길게 한다.
- 회전속도를 늦게 한다.
- 인덕턴스를 작게 한다(단절권 채용).

42 부하의 변동에 대해 속도변동이 가장 큰 직류전동기는?

- ① 분권 전동기
- ② 가동복권 전동기
- ③ 차동복권 전동기
- ④ 직권 전동기

해설

직류전동기 특성



43 전기기계에 있어서 히스테리시스손을 감소시키기 위한 조치로 옳은 것은?

- ① 성층철심 사용
- ② 규소강판 사용
- ③ 보극 설치
- ④ 보상권선 설치

해설

- 와전류손을 감소 : 강판성층
- 히스테리시스손을 감소 : 규소강판

44 동기기의 권선법 중 기전력의 파형을 좋게 하는 권선법은?

- ① 전절권, 2층권
② 단절권, 집중권
③ 단절권, 분포권
④ 전절권, 집중권

해설

파형을 좋게 하는 법

- 곡면의 모양을 정현파가 나오도록 만든다.
- 결선을 하여 제3고조파 및 그 배수고조파를 제거한다.
- 단절권을 채용한다.
- 분포권을 채용하여 나머지 고조파를 대폭 감축시킨다.
- 매곡 매상의 슬롯수(q)를 크게 한다.

45 단락비가 큰 동기기의 특징으로 옳지 않은 것은?

- ① 동기 임피던스가 작다.
② 선로 충전용량이 크다.
③ 전압변동률이 크다.
④ 전기자 반작용이 작다.

해설

단락비가 큰 기계

- 동기임피던스, 전압변동률, 전자기 반작용, 효율이 작다.
- 출력, 선로의 충전 용량, 계자기자력, 공극, 단락전류가 크다.
- 안정도가 좋고 중량이 무거우며 가격이 비싸다.
- 철기계로 저속인 수차발전기($K_s = 0.9 \sim 1.2$)에 적합하다.

46 직류 분권전동기의 공급전압의 극성을 반대로 하면 회전방향은?

- ① 변하지 않는다. ② 반대로 된다.
③ 회절하지 않는다. ④ 발진기로 된다.

해설

종 류	특 징
타여자	<ul style="list-style-type: none"> 회전방향 반대 : (+), (-) 극성을 반대 정속도전동기
분 권	<ul style="list-style-type: none"> 정속도 특성의 전동기 위험 상태 : 정격전압 시 무여자 상태 (+), (-) 극성을 반대 : 회전방향 불변 $T \propto I \propto \frac{1}{N}$
직 권	<ul style="list-style-type: none"> 변속도전동기(전기철도, 기중기 등에 적합) 부하에 따라 속도가 심하게 변한다. (+), (-) 극성을 반대 : 회전방향이 불변 위험 상태 : 정격전압 시 무부하 상태 $T \propto I^2 \propto \frac{1}{N^2}$

47 변압기에서 사용되는 변압기유의 구비 조건으로 틀린 것은?

- ① 점도가 높을 것
- ② 응고점이 낮을 것
- ③ 인화점이 높을 것
- ④ 절연내력이 클 것

해설

변압기 절연유의 구비 조건

- 절연내력이 클 것
- 점도가 작고 비열이 커서 냉각효과(열방사)가 클 것
- 인화점은 높고, 응고점은 낮을 것
- 고온에서 산화하지 않고, 침전물이 생기지 않을 것

48 1차 측 권수가 1,500인 변압기의 2차 측에 $16[\Omega]$ 의 저항을 접속하니 1차 측에서는 $8[k\Omega]$ 으로 환산되었다. 2차 측 권수는?

- ① 약 67
- ② 약 87
- ③ 약 107
- ④ 약 207

해설

변압기 저항비 $a^2 = \frac{R_1}{R_2}$ 에서 $a = \sqrt{\frac{8,000}{16}} \approx 22.36$

권수비 $a = \frac{N_1}{N_2}$ 에서

$$N_2 = \frac{N_1}{a} = \frac{1,500}{22.36} \approx 67.08[\text{회}]$$

49 3,300/210[V], 5[kVA] 단상 변압기의 퍼센트 저항강하 2.4[%], 퍼센트 리액턴스강하 1.8[%]이다. 임피던스 와트[W]는?

- ① 320
- ② 240
- ③ 120
- ④ 90

해설

변압기의 임피던스 와트

$$P_s = \frac{p \times P_n}{100} = \frac{2.4 \times 5 \times 10^3}{100} = 120[\text{W}]$$

$$\text{여기서, } p = \frac{I_n r_{21}}{V_{1n}} \times 100 = \frac{I_n^2 r_{21}}{I_n V_{1n}} \times 100 = \frac{P_s}{P_n} \times 100$$

50 3상 유도전동기의 원선도 작성에 필요한 기본량이 아닌 것은?

- ① 저항 측정 ② 슬립 측정
③ 구속시험 ④ 무부하시험

해설

원선도

유도전동기 1차 부하전류의 선단 부하의 증감과 더불어 그리는 그 궤적이 항상 반원주상에 있는 것을 이용하여 여러 가지 값을 구하는 곡선

작성에 필요한 값	저항 측정	무부하시험	구속시험
		철손, 여자전류	동손, 임피던스 전압, 단락전류
구할 수 있는 값		1차 입력, 2차 입력(동기وات), 철손, 슬립 1차 저항손, 2차 저항손, 출력, 효율, 역률	
구할 수 없는 값		기계적 출력, 기계손	

51 220[V], 6극, 60[Hz], 10[kW]의 3상 유도전동기에서 회전자의 저항이 $0.1[\Omega]$, 리액턴스가 $0.5[\Omega]$ 이고 정격 회전상태에서 슬립이 4[%]라고 할 때 회전자의 전류는 약 몇 [A]인가?(단, 유도전동기의 고정자와 회전자의 결선은 모두 Δ 결선이며 고정자의 권수는 300, 회전자의 권수는 150이고 각각의 권선계수는 동일하다)

- ☐ ① 24.9 ☒ ② 43.1
☐ ③ 86.7 ☐ ④ 74.7

해설

$$\text{회전 시 2차측 전류 } I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{s}\right)^2 + (x_2)^2}} = \frac{110}{\sqrt{\left(\frac{0.1}{0.04}\right)^2 + 0.5^2}} = 43.14[\text{A}]$$

$$E_2 = \frac{E_1}{a} = \frac{220}{\frac{300}{150}} = 110[\text{V}]$$

52 직류 및 교류 양용에 사용되는 만능전동기는?

- ① 복권전동기 ② 유도전동기
③ 동기전동기 ④ 직권 정류자전동기

해설

브러시의 위치 변경으로 회전방향을 조정하는 기계

- 단상 반발전동기(아트킨순형, 톰슨형, 데리형) : 교 · 직 양용 - 만능전동기
- 단상 직권정류자 전동기(직권형, 보상 직권형, 유도보상 직권형)
- 3상 분권 정류자전동기(시라게전동기)

53 동기발전기의 병렬운전 조건에 해당되지 않는 것은?

- ① 기전력의 위상이 같아야 한다.
- ② 기전력의 파형이 같아야 한다.
- ③ 임피던스 및 상회전 방향과 각 변위가 같아야 한다.
- ④ 기전력의 크기가 같아야 한다.

해설

동기발전기의 병렬운전 조건

필요조건	다른 경우 현상
기전력의 크기가 같을 것	무효순환전류(무효회류)
기전력의 위상이 같을 것	동기화전류(유효회류)
기전력의 주파수가 같을 것	동기화전류 : 난조 발생
기전력의 파형이 같을 것	고주파 무효순환전류 : 과열 원인
(3상) 기전력의 상회전 방향이 같을 것	

54 동기 전동기의 위상 특성곡선(V곡선)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 출력을 일정하게 유지할 때, 전기자전류와 역률의 관계를 나타낸 곡선
- ② 역률을 일정하게 유지할 때, 전기자전류와 계자전류의 관계를 나타낸 곡선
- ③ 공급전압과 출력을 일정하게 유지할 때, 전기자전류와 역률의 관계를 나타낸 곡선
- ④ 공급전압과 출력을 일정하게 유지할 때, 전기자전류와 계자전류의 관계를 나타낸 곡선

해설

위상 특성곡선(V곡선 $I_a - I_f$ 곡선, P 일정) : 계자전류의 변화에 대한 전기자전류의 변화를 나타낸 곡선(동기조상기로 조정)

가로축 I_f	최저점 $\cos\theta = 1$	세로축 I_a
감 소	계자전류 I_f	증 가
증 가	전기자전류 I_a	증 가
뒤진 역률(지상)	역률	앞선 역률(진상)
L	작 용	C
부족여자	여 자	과여자

$\cos\theta = 1$ 에서 전력 비교 $P \propto I_a$, 위 곡선의 전력이 크다.

과여자 시 앞선 전류가 더욱 증가하여 앞선 역률이 증가하므로 역률은 더욱 나빠진다.

55 스텝모터(Step Motor)의 특징으로 옳지 않은 것은?

- ① 가속과 감속이 용이하고 정회전 · 역회전 및 변속이 쉽다.
- ② 위치제어를 할 때 각도의 오차가 적고 누적된다.
- ③ 저속으로 높은 토크 운전할 수 있다.
- ④ 피드백 없이 오픈 루프로 손쉽게 속도 및 위치제어를 할 수 있다.

해설

스텝모터(Step Motor)

디지털신호에 비례하여 일정각도만큼 회전하는 모터로 그 총회전각은 입력펄스의 수로, 회전속도는 입력펄스의 빠르기로 쉽게 제어한다.

- 회전각과 속도는 펄스수에 비례한다.
- 오픈루프에서 속도 및 위치제어를 할 수 있다.
- 디지털신호를 직접 제어할 수 있다.
- 정역 및 가감속이 쉽다.
- 위치제어를 할 때 각도 오차가 작다.
- 종류는 가변 릴럭턴스형(VR), 영구자석형(PM), 복합형(H)이 있다.

56 3상 농형 유도전동기의 기동법에 해당하지 않는 것은?

- ① 전력 기동법 ② 전전압 기동법
③ 단권변압기법 ④ Y- Δ 기동법

해설

유도전동기의 기동법

		특 징	용 량
농 형	전전압 기동법 (직입 기동법)	직접 정격전압을 인가하여 기동, 기동전류가 정격 전류의 4~6배 정도	5[kW] 이하
	Y-△ 기동	기동 시 고정자권선을 Y로 접속하여 기동전류 감소, 정격속도가 되면 △로 변경, 기동전류와 기동토크가 각각 $\frac{1}{3}$ 배로 감소	5~15[kW] 이하
	기동보상 기법	전동기 1차 쪽에 강압용 단권변압기를 설치하여 전동기에 인가되는 전압을 감소시켜서 기동	15[kW] 이상
	리액터 기동	전동기 1차 측에 리액터를 설치 후 조정하여 전동기 인가전압 제어	
권선형	2차 저항 기동법	비례추이 이용 : 2차 회로 저항값 증가 - 토크 증가, 기동 전류 억제, 속도 감소, 운전특성 불량, 게르게스법	

57 단상 유도전압 조정기에서 단락권선에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 직렬권선과 수직으로 설치한다.
- ② 2차 측 전압의 조정을 용이하게 한다.
- ③ 분로권선의 누설자속에 의한 전압강하를 경감시킨다.
- ④ 유도전압 조정기의 절연내력을 향상시킨다.

해설

단락권선이란 누설리액턴스에 의한 전압강하 경감

58 변류기의 점검을 위해 변류기 2차 측 회로를 분리할 때, 과전압으로 인한 절연파괴를 방지하기 위한 변류기 2차 측의 조치는?

- ① 2차 측 단자를 개방시킨다.
- ② 2차 측 단자를 단락시킨다.
- ③ 2차 측 단자 간에 고정항체를 삽입한다.
- ④ 각 단자의 절연내력을 높여준다.

해설

2차를 개방하면 1차 선전류가 모두 여자전류가 되므로 많은 자속이 생겨 고전압이 유기되며 자속밀도 또한 커져 철손증가로 과열되어 절연파괴가 된다.

[제4과목 : 회로이론]

61 시간함수 $f(t) = 5\sin 2t$ 의 라플라스 변환값은?

① $\frac{5}{s^2 + 4}$

② $\frac{5}{s^2 - 4}$

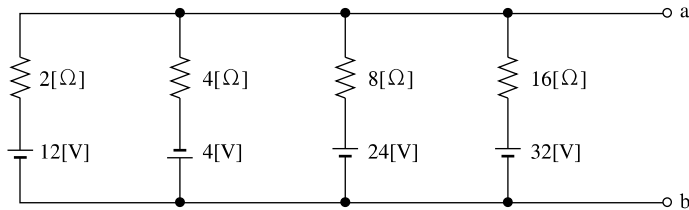
③ $\frac{10}{s^2 + 4}$

④ $\frac{10}{s^2 - 4}$

해설

$$f(t) = 5\sin 2t \Rightarrow F(s) = 5 \times \frac{2}{s^2 + 2^2} = \frac{10}{s^2 + 4}$$

62 다음 회로에서 단자 a와 단자 b 간의 전압 V_{ab} [V]는?



① 10.7

② 15.7

③ 19.2

④ 23.1

해설

$$V_{ab} = \frac{\frac{E_1}{Z_1} - \frac{E_2}{Z_2} + \frac{E_3}{Z_3} + \frac{E_4}{Z_4}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{Z_4}} = \frac{\frac{12}{2} - \frac{4}{4} + \frac{24}{8} + \frac{32}{16}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16}} = 10.666[\text{A}]$$

63 시정수 τ 를 갖는 $R-L$ 직렬 회로에 직류 전압을 인가할 때 $t = 3\tau$ 이 되는 시간에 회로에 흐르는 전류는 최종치의 몇 [%]가 되는가?

① 63

② 86

③ 95

④ 98

해설

$$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \text{에서 } t = 3\tau \text{이므로}$$

$$i(t) = \frac{E}{R}(1 - e^{-\frac{R}{L} \times 3 \times \frac{L}{R}}) = \frac{E}{R}(1 - e^{-3}) = 0.95 \frac{E}{R}$$

정상전류의 95[%] 값이다.

- 64 코일에 단상 100[V]의 전압을 가하면 30[A]의 전류가 흐르고 1.8[kW]의 전력을 소비한다고 한다. 이 코일과 병렬로 콘덴서를 접속하여 회로의 합성역률을 100[%]로 하기 위한 용량리액턴스는 대략 몇 [Ω]이어야 하는가?

① 1.2

② 2.6

③ 3.2

④ 4.2

해설

L 회로에서 $P_a = VI = 100 \times 30 = 3,000[\text{VA}]$

$$P_r = \sqrt{P_a^2 - P^2} = \sqrt{3,000^2 - 1,800^2} = 2,400[\text{Var}]$$

역률이 100[%](손실이 최소)가 되기 위해 $Q = \frac{V^2}{X_C}[\text{Var}]$ 의 콘덴서를 병렬접속하여 무효분을 0으로 만든다. 즉, 무효전력만큼 콘덴서를 설치해야 된다.

$$\text{용량리액턴스 } X_C = \frac{V^2}{Q} = \frac{100^2}{2,400} \doteq 4.2[\Omega]$$

- 65 상순이 abc 의 3상 회로에 있어서 대칭분 전압이 $V_0 = -8 + j3[\text{V}]$, $V_1 = 6 - j8[\text{V}]$, $V_2 = 8 + j12[\text{V}]$ 일 때, a 상의 전압 $V_a[\text{V}]$ 는?

① $6 + j7$

② $8+j12$

③ $6 + i14$

④ $16 + j4$

해설

a상의 전압 $V_a = V_0 + V_1 + V_2 = -8 + j3 + 6 - j8 + 8 + j12 = 6 + j7[\text{V}]$

- 66 RC 직렬회로에 직류전압 $V[V]$ 가 인가되었을 때, 전류 $i(t)$ 에 대한 전압방정식(KVL)이 $V = Ri(t) + \frac{1}{C} \int i(t)dt [V]$ 이다. 전류 $i(t)$ 의 라플라스 변환인 $I(s)$ 는?(단, C 에는 초기 전하가 없다)

$$\textcircled{1} \quad I(s) = \frac{V}{R} \frac{1}{s - \frac{1}{RC}}$$
$$\textcircled{2} \quad I(s) = \frac{C}{R} \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$
$$\textcircled{3} \quad I(s) = \frac{V}{R} \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$
$$\textcircled{4} \quad I(s) = \frac{R}{C} \frac{1}{s - \frac{1}{RC}}$$

해설

$$\frac{V}{s} = RI(s) + \frac{1}{sC}I(s)$$

$$\frac{V}{s} = \left(R + \frac{1}{sC} \right) I(s)$$

$$I(s) = \frac{V}{s\left(R + \frac{1}{sC}\right)} = \frac{V \times \frac{1}{R}}{\left(sR + \frac{1}{C}\right) \times \frac{1}{R}} = \frac{V}{R} \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$

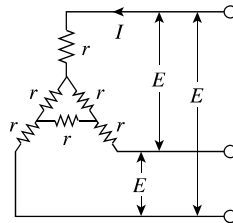
67 비정현파의 일그러짐의 정도를 표시하는 양으로서 왜형률이란?

- ① $\frac{\text{평균값}}{\text{실효값}}$ ② $\frac{\text{실효값}}{\text{최대값}}$
 ③ $\frac{\text{고조파만의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}}$ ④ $\frac{\text{기본파의 실효값}}{\text{고조파만의 실효값}}$

해설

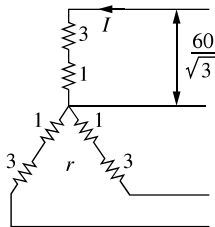
$$\text{왜형률} = \frac{\text{고조파만의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}} \times 100$$

68 $r[\Omega]$ 인 6개의 저항을 그림과 같이 접속하고 평형 3상 전압 E 를 가했을 때 전류 I 는 몇 [A]인가?(단, $r = 3[\Omega]$, $E = 60[\text{V}]$ 이다)



- ① 8.66 ② 9.56
 ③ 10.8 ④ 12.6

해설



$$I = \frac{E}{r} = \frac{\frac{60}{\sqrt{3}}}{4} \approx 8.66[\text{A}]$$

69 구형파의 파형률(㉠)과 파고율(㉡)은?

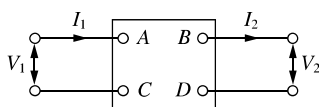
- ① ㉠ 1 ㉡ 0
 ② ㉠ 1.11 ㉡ 1.414
 ③ ㉠ 1 ㉡ 1
 ④ ㉠ 1.57 ㉡ 2

해설

파 형		실효값	평균값	파형률	파고율
전 파	구형파	V_m	V_m	1	1

$$\text{파형률} = \frac{\text{실효값}}{\text{평균값}}, \text{ 파고율} = \frac{\text{최대값}}{\text{실효값}}$$

70 그림과 같은 4단자 회로망에서 출력 측을 개방하니 $V_1 = 12[V]$, $I_1 = 2[A]$, $V_2 = 4[V]$ 이고, 출력 측을 단락하니 $V_1 = 16[V]$, $I_1 = 4[A]$, $I_2 = 2[A]$ 이었다. 4단자 정수 A, B, C, D 는 얼마인가?



- ① $A=2, B=3, C=8, D=0.5$
- ② $A=0.5, B=2, C=3, D=8$
- ③ $A=8, B=0.5, C=2, D=3$
- ④ $A=3, B=8, C=0.5, D=2$

해설

4단자 정수

$$\begin{aligned} \dot{A} &= \left. \frac{\dot{V}_1}{V_2} \right|_{\dot{V}_2=0} = \frac{12}{4} = 3, \quad \dot{B} = \left. \frac{\dot{V}_1}{I_2} \right|_{\dot{V}_2=0} = \frac{16}{2} = 8 \\ \dot{C} &= \left. \frac{\dot{I}_1}{V_2} \right|_{\dot{V}_2=0} = \frac{2}{4} = 0.5, \quad \dot{D} = \left. \frac{\dot{I}_1}{I_2} \right|_{\dot{V}_2=0} = \frac{4}{2} = 2 \end{aligned}$$

- 71** $i(t) = I_m \sin(\omega t - 15^\circ)$ [A] 인 정현파에서 순시값과 실효값이 같기 위한 ωt 는?

- ① 15°
② 30°
③ 45°
④ 60°

해설

순시값 $i(t) = I_m \sin(\omega t - 15^\circ)[A]$ 에서 일 $\omega t = 60^\circ$ 일 때

$$i(t) = I_m \sin(60^\circ - 15^\circ) = I_m \sin 45^\circ$$

$$i(t) = \frac{\sqrt{2}}{2} I_m \quad I_m = \sqrt{2} I \text{를 대입}$$

$$i(t) = \frac{\sqrt{2}}{2} \times \sqrt{2} I$$

$$i(t) = I$$

- 72** 어떤 교류전동기의 명판에 역률 = 0.6, 소비전력 = 120[kW]로 표기되어 있다. 이 전동기의 무효전력은 몇 [kVar]인가?

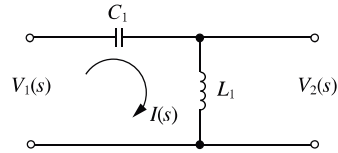
- ① 80 ② 100
③ 140 ④ 160

해설

$$Q_r = P_a \sin \theta$$

$$= P \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = 120 \times \frac{0.8}{0.6} = 160 [\text{kVar}]$$

76 $V_1(s)$ 을 입력, $V_2(s)$ 를 출력이라 할 때, 다음 회로의 전달함수는?(단, $C_1 = 1[F]$, $L_1 = 1[H]$)



① $\frac{s}{s+1}$

② $\frac{s^2}{s^2+1}$

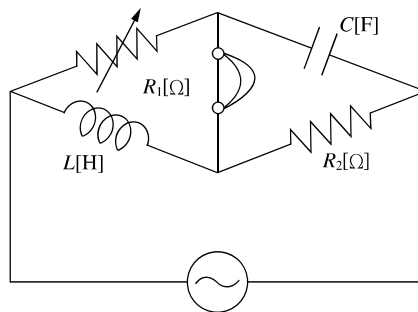
③ $\frac{1}{s+1}$

④ $1 + \frac{1}{s}$

해설

$$G(s) = \frac{sL_1}{\frac{1}{sC_1} + sL_1} = \frac{s}{\frac{1}{s} + s} = \frac{s}{\frac{1+s^2}{s}} = \frac{s^2}{1+s^2}$$

77 그림과 같은 교류 브리지가 평형상태에 있다. $L[H]$ 의 값은 얼마인가?



① $L = \frac{R_1 R_2}{C}$

② $L = \frac{C}{R_1 R_2}$

③ $L = R_1 R_2 C$

④ $L = \frac{R_2}{R_1 C}$

해설

브리지회로 평형조건 : $Z_1 Z_2 = Z_3 Z_4$

$$R_1 R_2 = \omega L \times \frac{1}{\omega C} \text{에서 } R_1 R_2 = \frac{L}{C}$$

$$\therefore \text{인덕턴스 } L = R_1 R_2 C$$

[제5과목 : 전기설비기술기준]

81 직류 전기철도시스템이 매설 배관 또는 케이블과 인접할 경우 누설전류를 피하기 위해 최대한 이격시켜야 하며, 주행레일과 최소 몇 [m] 이상의 거리를 유지하여야 하는가?

- [illegible]

해설

KEC 461.5(누설전류 간섭에 대한 방지)

직류 전기철도시스템이 매설 배관 또는 케이블과 인접할 경우 누설전류를 피하기 위해 최대한 이격시켜야 하며, 주행레일과 최소 1[m] 이상의 거리를 유지하여야 한다.

82 금속관공사에 의한 저압 옥내배선 시설에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 인입용 비닐절연전선을 사용했다.
- ② 옥외용 비닐절연전선을 사용했다.
- ③ 짧고 가는 금속관에 연선을 사용했다.
- ④ 단면적 $10[\text{mm}^2]$ 이하의 전선을 사용했다.

해설

KEC 232.12(금속관공사)

- 전선은 절연전선(옥외용 비닐절연전선을 제외한다)일 것
- 연선일 것(단, 전선관이 짧거나 10[mm²] 이하(알루미늄은 16[mm²])일 때 예외)
- 관의 두께 : 콘크리트에 매입하는 것은 1.2[mm] 이상(노출공사 1.0[mm] 이상. 단, 길이 4[m] 이하이고 건조한 노출된 공사 : 0.5[mm] 이상)
- 방폭형 부속품 : 전선관과의 접속부분 나사는 5터크 이상 완전히 나사결합
- 관의 끝부분에는 전선의 피복을 손상하지 아니하도록 부싱을 사용할 것
- 접지공사 생략(400[V] 이하)
 - 건조하고 총길이 4[m] 이하인 곳(400[V] 이하)
 - 8[m] 이하, DC 300[V], AC 150[V] 이하인 사람 접촉이 없는 경우

83 방전등용 안정기로부터 방전관까지의 전로를 무엇이라 하는가?

- ① 가섭선 ② 가공인입선
③ 관동회로 ④ 지중과로

해설

KEC 112(용어 정의)

관등회로란 방전등용 안정기 또는 방전등용 변압기로부터 방전관까지의 전로를 말한다.

84 목주, A종 철주 및 A종 철근 콘크리트주를 사용할 수 없는 보안공사는?

- ① 고압 보안공사 ② 제1종 특고압 보안공사
③ 제2종 특고압 보안공사 ④ 제3종 특고압 보안공사

해설

KEC 333.22(특고압 보안공사)

제1종 특고압 보안공사

- 전선로의 지지물에는 B종 철주·B종 철근 콘크리트주 또는 철탑을 사용할 것
- 전선에는 압축 접촉에 의한 경우 이외에는 지지물 간 거리의 도중에 접촉점을 시설하지 아니할 것
- 지락 또는 단락 시 3초(100[kV] 이상 2초) 이내 차단하는 장치를 시설
- 애자는 1럼으로 하는 경우는 50[%] 충격 불꽃 방전 전압이 타 부분의 110[%] 이상일 것(사용전압 130[kV]를 넘는 경우 105[%] 이상이거나, 아크온 불은 2럼 이상)

85 B종 철주 또는 B종 철근 콘크리트주를 사용하는 특고압 가공전선로의 지지물 간 거리는 몇 [m] 이하이어야 하는가?

- [illegible]

해설

KEC 222.10/332.9/332.10/333.1/333.21/333.22(가공전선로 및 보안공사 지지물 간 거리)

지지물의 종류	경 간	저·고압 보안공사	1중 특고압 보안공사	2중 특고압 보안공사	특고압 시가지
목주 / A종	150	100	x	100	75(목주 x)
B종	250	150	150	200	150
철 탐	600	400	400	400	400

86 고압 옥내배선의 공사방법으로 틀린 것은?

- ① 케이블공사
- ② 합성수지관공사
- ③ 케이블트레이공사
- ④ 애자사용공사(건조한 장소로서 전개된 장소에 한한다)

해설

KEC 342.1(고압 옥내배선 등의 시설)

- 애자사용공사(건조한 장소로서 전개된 장소에 한한다)
- 케이블공사
- 케이블트레이공사

87 플로어덕트공사에 의한 저압 옥내배선에서 연선을 사용하지 않아도 되는 전선(동선)의 단면적은 최대 몇 mm^2 인가?

- ① 2 ② 4
③ 6 ④ 10

해설

KEC 232.32(플로어덕트공사)

- 전선은 절연전선(옥외용 비닐절연전선을 제외)일 것
- 점검할 수 없는 은폐장소(바닥)
- 절연전선(연선) 10[mm²] 이하(알루미늄선은 16[mm²])일 때 단선 사용 가능

88 태양광발전설비에 관한 내용으로 틀린 것은?

- ① 태양전지 모듈, 전선 및 기타 기구는 충전 부분이 노출되지 않도록 시설할 것
- ② 옥외에 시설하는 경우 방수등급은 IPX4 이상일 것
- ③ 옥외에 시설하는 경우 방수등급은 IPX5 이상일 것
- ④ 주택 옥내전로의 대지전압은 직류 600[V] 이하일 것

해설

KEC 522.2.2(전력변환장치의 시설)

인버터, 절연변압기 및 계통 연계 보호장치 등 전력변환장치의 시설은 다음에 따라 시설하여야 한다.

- 인버터는 실내·실외용을 구분할 것
- 각 직렬군의 태양전지 개방전압은 인버터 입력전압 범위 이내일 것
- 옥외에 시설하는 경우 방수등급은 IPX4 이상일 것

89 등전위본당의 본딩도체로 직접 접속이 적합하지 않거나 허용되지 않는 장소는 무엇으로 연결하여야 하는가?

- ① 접지선
- ② 본딩도체
- ③ 금속체 도전성 부분
- ④ 서지보호장치

해설

KEC 153.2(피뢰등전위본딩)

등전위본당의 상호 접속

- 자연적 구성부재의 전기적 연속성이 확보되지 않은 경우에는 본딩도체로 연결
- 본딩도체로 직접 접속할 수 없는 장소의 경우에는 서지보호장치를 이용
- 본딩도체로 직접 접속이 허용되지 않는 장소의 경우에는 절연방전갭(ISG)을 이용

90 주택용 배선차단기는 B형인 경우 순시트립범위는 얼마인가?

- ① $3I_n$ 초과 $5I_n$ 이하
- ② $5I_n$ 초과 $10I_n$ 이하
- ③ $10I_n$ 초과 $20I_n$ 이하
- ④ $3I_n$ 초과 $10I_n$ 이하

해설

KEC 212.3(보호장치의 종류 및 특성)

순시트립에 따른 구분(주택용 배선차단기)

형	순시트립범위
B	$3I_n$ 초과 $5I_n$ 이하
C	$5I_n$ 초과 $10I_n$ 이하
D	$10I_n$ 초과 $20I_n$ 이하

- B, C, D : 순시트립전류에 따른 차단기 분류
- I_n : 차단기 정격전류

91 발전기에서 자동적으로 전로부터 차단하는 장치가 동작되어야 하는 경우는?

- ① 용량이 2,000[kVA] 이상인 수차 발전기의 스러스트 베어링 온도가 하강하는 경우
- ② 정격출력이 10,000[kW]를 초과하는 증기터빈의 스러스트 베어링 온도가 하강하는 경우
- ③ 용량이 10,000[kVA] 이상의 발전기가 정격으로 운전하는 경우
- ④ 발전기에 과전류나 과전압이 생긴 경우

해설

KEC 351.3(발전기 등의 보호장치)

- 발전기에 과전류나 과전압이 생긴 경우
- 압유장치 유압이 현저히 저하된 경우
 - 수차발전기 : 500[kVA] 이상
 - 풍차발전기 : 100[kVA] 이상
- 스러스트 베어링의 온도가 현저히 상승한 경우 : 2,000[kVA] 이상
- 내부고장이 발생한 경우 : 10,000[kVA] 이상

92 22.9[kV]의 특고압 가공전선로를 시가지에 시설할 때, 전선의 단면적이 몇 [mm²] 이상인 절연전선을 사용해야 하는가?

- ① 38
- ② 55
- ③ 95
- ④ 150

해설

KEC 333.1(시가지 등에서 특고압 가공전선로의 시설)

특고압 가공전선로를 시가지 그 밖에 인가가 밀집한 지역에 시설할 수 있는 경우

사용전압의 구분	전선의 단면적
100[kV] 미만	인장강도 21.67[kN] 이상의 연선 또는 단면적 55[mm ²] 이상의 경동연선 또는 동등 이상의 인장강도를 갖는 알루미늄 전선이나 절연전선
100[kV] 이상	인장강도 58.84[kN] 이상의 연선 또는 단면적 150[mm ²] 이상의 경동연선 또는 동등 이상의 인장강도를 갖는 알루미늄 전선이나 절연전선

93 사용전압이 400[V] 초과 1[kV] 이하인 방전등의 관동회로의 배선 공사방법이 아닌 것은?(단, 건조하고 전개된 장소에 한한다)

- ① 금속몰드공사
- ② 합성수지몰드공사
- ③ 버스덕트공사
- ④ 애자공사

해설

KEC 234.11(1[kV] 이하 방전등)

옥내에 시설하는 사용전압이 400[V] 초과, 1[kV] 이하인 관동회로의 배선

시설장소의 구분		공사의 종류
전개된 장소	건조한 장소	애자공사· 합성수지몰드공사 또는 금속몰드공사
	기타의 장소	애자공사
점검할 수 있는 은폐된 장소	건조한 장소	금속몰드공사

[정답]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
②	④	②	①	①	③	③	①	③	①	②	②	①	①	②	③	①	①	③	①
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
④	④	①	①	①	④	③	①	④	③	①	④	③	④	④	②	①	④	②	②
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
④	④	②	③	③	①	①	①	③	②	②	④	③	④	②	①	③	②	③	②
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
③	①	③	④	①	③	③	①	③	④	④	④	①	②	②	②	③	②	①	①
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
②	②	③	②	②	②	④	③	④	①	④	②	③	①	②	②	④	③	④	②