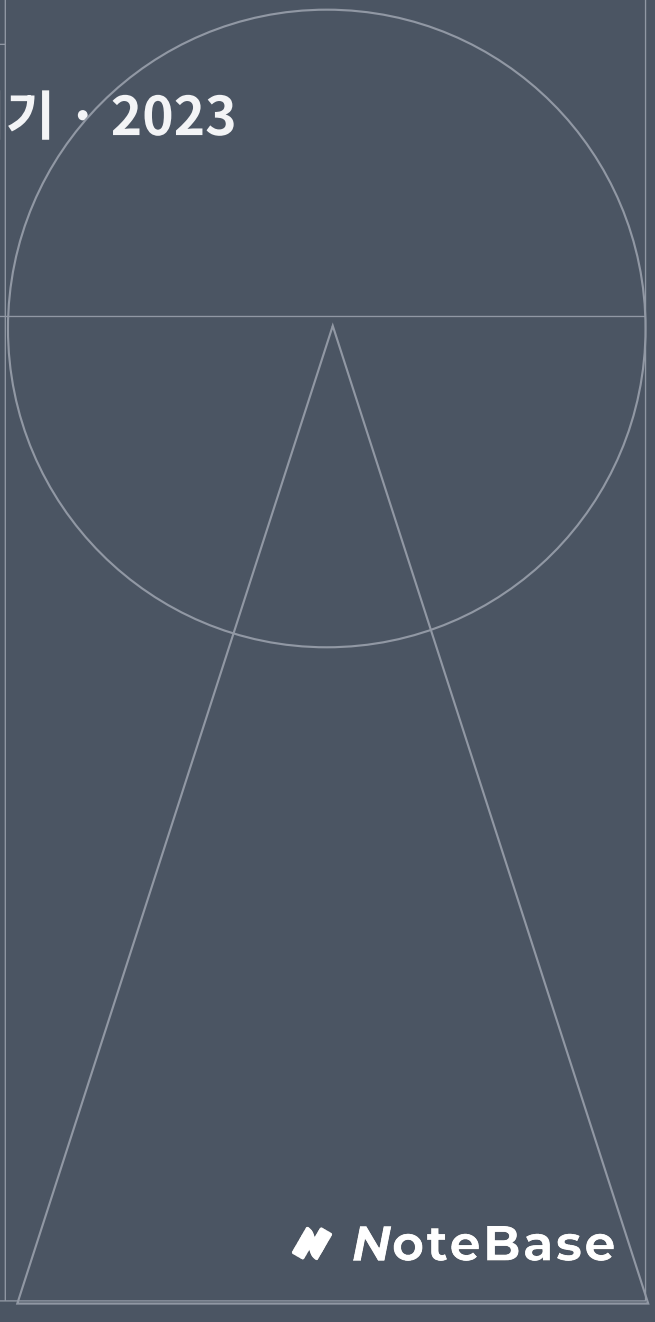
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2023

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2023

문 1. 농형 유도전동기의 기동법 중 단권변압기를 사용하는 방식은?

① 기동 보상기법

② 리액터 기동법

③ 전전압 기동법

④ Y – Δ 기동법

정답 1번

간단한 해설

기동 보상기법은 **단권변압기로 전압을 낮추어** 농형 유도전동기의 기동전류를 줄이는 방식이다.

공통 해설

기동 보상기법은 **단권변압기의 탭으로 낮춘 전압**을 전동기에 가하여 기동하는 감압 기동법이다. 처음부터 전원 전압을 그대로 가할 때보다 전동기에 걸리는 전압을 낮추므로 기동전류를 줄일 수 있다. 전동기가 충분히 가속되면 단권변압기를 기동 회로에서 제외하고 전원 전압을 직접 가해 운전한다.

NoteBase

문 2. 직류기에서 양호한 정류작용을 위해 사용하는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 전기자 코일의 인덕턴스를 작게 한다.

② 중성축에 보극을 설치한다.

③ 정류 주기를 크게 한다.

④ 브러시의 접촉저항을 작게 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '접촉저항을 작게 한다'는 반대이다. 양호한 정류를 위해서는 **접촉저항이 큰 탄소 브러시**를 사용하여 정류 중인 코일의 전류 반전을 돕고 불꽃 발생을 줄인다.

선지별 해설

정류는 브러시가 인접한 정류자편을 동시에 접촉하여 코일을 잠시 단락하는 동안, 그 코일의 전류 방향이 반전되는 과정이다. 코일의 인덕턴스는 전류 변화를 방해하는 리액턴스 전압을 발생시킨다. 전류 반전이 끝나기 전에 브러시와 정류자편의 접촉이 끊어지면 불꽃이 발생할 수 있다.

① O: 전기자 코일의 인덕턴스가 작으면 같은 전류 변화율에서 발생하는 **리액턴스 전압이 작아진다**. 따라서 전류 반전을 방해하는 작용이 줄어 정류가 개선된다.

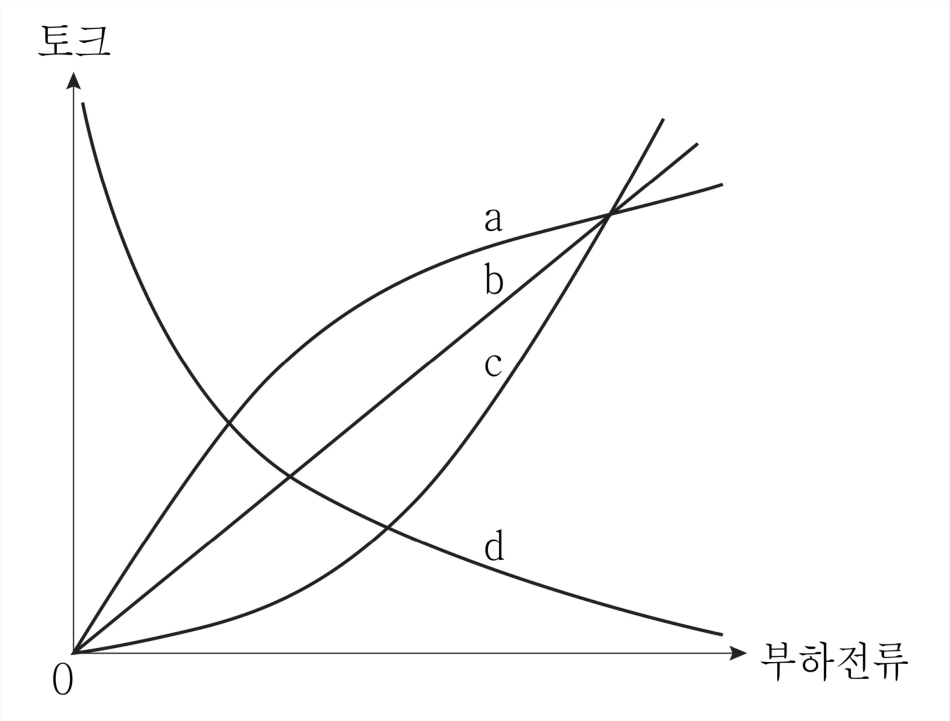
② O: 주자극 사이의 중성축에 설치한 보극은 정류 중인 코일에 **리액턴스 전압을 상쇄하는 방향의 기전력**을 유도한다. 이 기전력이 전류 반전을 도와 불꽃 발생을 억제한다.

③ O: 여기서 정류 주기는 코일이 브러시에 의해 단락되어 전류가 반전되는 데 주어지는 시간이다. 같은 크기의 전류를 반전시킬 때 이 시간이 길면 **전류 변화율이 작아져** 리액턴스 전압이 감소하므로 정류에 유리하다.

④ X: 브러시의 접촉저항은 작게 하는 것이 아니라 **접촉저항이 큰 탄소 브러시를 사용**하는 것이 정류 개선 방법이다. 브러시에서 떨어져 나가는 정류자편은 접촉면적이 줄어 접촉저항이 커지고, 새로 접촉하는 정류자편은 접촉면적이 늘어 접촉저항이 작아진다. 탄소 브러시는 이 저항 차이에 따른 전류의 이동을 도와 정류 코일의 전류 반전을 촉진한다.

NoteBase

문 3. 크레인이나 전동차와 같이 부하 변동이 심한 곳에 적합한 직류 전동기의 특성곡선은? (단, 자기회로의 포화는 무시한다)



① a

② b

③ c

④ d

정답 3번

간단한 해설

직류 직권전동기는 큰 기동토크를 낼 수 있어 크레인이나 전동차에 적합하다. 자기포화를 무시하면 **토크가 부하전류의 제곱에 비례**하므로, 전류가 커질수록 기울기가 커지는 c 곡선으로 나타난다.

NoteBase

도식 해설

그림의 가로축은 부하전류, 세로축은 토크이다. 크레인이나 전동차는 무거운 부하를 움직이기 시작할 때 큰 토크가 필요하므로, **기동토크가 큰 직류 직권전동기**가 적합하다. 직권전동기는 계자권선과 전기자가 직렬로 연결되어 부하전류와 계자전류, 전기자전류가 같다.

직류 전동기의 토크는 $T = k\Phi I_a$이다. 여기서 T는 토크, k는 전동기의 구조에 따른 상수, Φ는 자속, I_a는 전기자전류이다. 자기회로의 포화를 무시하면 직권전동기의 자속은 전기자전류에 비례하므로 $\Phi \propto I_a$, 따라서 $T \propto I_a^2$이다. 즉, 전류가 2배가 되면 토크는 4배가 되는 관계이다.

c: 원점에서 출발하여 오른쪽으로 갈수록 **기울기가 커지는 곡선**이다. 부하전류의 제곱에 비례하여 토크가 증가하는 직권전동기의 특성과 일치한다.

다른 곡선과의 구별: a는 전류가 증가할수록 토크 증가의 기울기가 작아지고, b는 기울기가 일정한 직선이다. d는 전류가 증가할수록 토크가 감소한다. 이들은 모두 포화를 무시한 직권전동기의 제곱 비례 관계와 다르다.

NoteBase

문 4. 변압기에서 얇은 강판을 성층하여 사용하는 이유는?

① 와전류 손실 절감

② 히스테리시스 손실 절감

③ 동손 절감

④ 유전체손 절감

정답 1번

간단한 해설

얇은 강판을 서로 절연하여 쌓으면 철심 안에서 크게 순환하는 전류의 경로가 끊어진다. 이로써 **와전류가 억제**되어 철심에서 발생하는 열손실이 줄어든다.

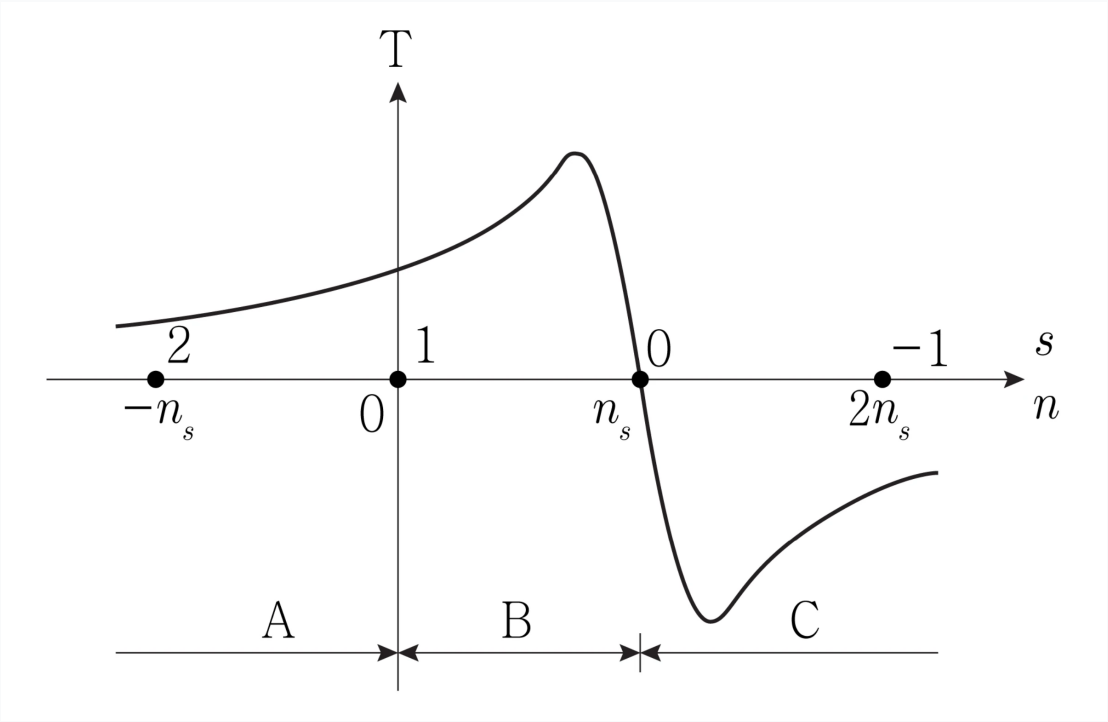
공통 해설

변압기의 철심에는 교류 자속이 흐르므로, 전자기 유도에 의해 철심 내부에도 전류가 생긴다. 철심 안에서 고리 모양으로 순환하는 이 전류를 와전류라 하며, 철심의 전기저항 때문에 열을 발생시켜 에너지를 소모한다. 이것이 와전류 손실이다.

철심을 하나의 두꺼운 덩어리로 만들면 와전류가 크게 순환할 수 있다. 반면 **얇은 강판 사이를 절연하여 성층**하면 강판 사이를 가로지르는 전류 경로가 차단되고, 각 강판 안에서 형성되는 전류 고리도 작아진다. 따라서 와전류가 억제되어 손실이 줄어들며, 문제에서 묻는 성층의 목적은 와전류 손실 절감이다.

NoteBase

문 5. 그림은 유도기의 속도-토크 특성곡선이다. 회생제동을 적용할 수 있는 운전영역은?



① A

② B

③ C

④ A와 B

정답 3번

간단한 해설

회생제동은 유도기가 발전기로 작동하여 기계적 에너지를 **전원으로 되돌리는** 제동이다. 그림의 C에서는 회전속도가 동기속도보다 높아 슬립이 음수가 되고, 회전방향과 반대인 토크가 발생한다.

NoteBase

도식 해설

가로축의 n은 회전속도, 세로축의 T는 토크이다. n_s를 회전자계의 동기속도라 하면 슬립은 $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이다. 그림에서 $n = 0$일 때 $s = 1$, $n = n_s$일 때 $s = 0$이며, 동기속도를 넘으면 슬립이 음수가 된다.

A 영역: $n < 0$, $s > 1$이고 토크는 양수이다. 회전자는 회전자계와 반대 방향으로 돌고 토크는 그 회전을 방해하므로 **역상제동 영역**이다. 제동은 일어나지만 기계적 에너지를 전원으로 돌려보내는 회생제동은 아니다.

B 영역: $0 < n < n_s$, $0 < s < 1$이고 토크는 양수이다. **회전방향과 토크방향이 같아** 전기에너지를 기계적 에너지로 바꾸는 전동기 운전영역이다.

C 영역: $n > n_s$, $s < 0$이고 토크는 음수이다. 회전자가 회전자계보다 빠르게 돌면서 유도기는 **기계적 에너지를 전기에너지로 바꾸는 발전기**로 작동한다. 토크는 양의 회전방향과 반대로 작용하여 제동하고, 발생한 전기에너지를 전원으로 돌려보낼 수 있으므로 C가 회생제동 영역이다.

NoteBase

문 6. 유도전동기를 속도 제어할 때 공급 전압과 주파수의 관계를 바르게 나타낸 것은? (단, 전압은 정격 전압 이내이고, 토크는 일정하다)

① 공급 전압과 주파수는 항상 일정하여야 한다.

② 공급 전압과 주파수는 반비례가 되어야 한다.

③ 공급 전압의 제곱에 반비례하는 주파수를 공급하여야 한다.

④ 공급 전압과 주파수는 비례가 되어야 한다.

정답 4번

간단한 해설

정격전압 이내에서 일정 토크로 속도를 제어하려면 **자속을 거의 일정하게 유지**해야 한다. 자속은 전압과 주파수의 비에 비례하므로, $\frac{V}{f}$가 일정하도록 **전압과 주파수를 비례**시킨다.

공통 해설

유도전동기는 공급 주파수를 바꾸어 회전자계를 이루는 자기장의 회전속도를 조절한다. 이때 정격전압 이내에서 일정 토크를 낼 수 있도록 하려면 공극 자속을 거의 일정하게 유지해야 한다.

공급 전압을 V, 주파수를 f, 자속을 Φ라 하자. 유도기전력은 주파수와 자속의 곱에 비례한다. 고정자 권선의 전압강하를 무시하여 공급 전압을 유도기전력과 거의 같다고 보면 $\Phi \propto \frac{V}{f}$이다. 따라서 **자속을 일정하게 유지하는 조건**은 (V)/(f)=일정이며, 전압과 주파수는 서로 비례해야 한다. 이를 'V/f 일정 제어'라고 한다.

예를 들어 주파수를 절반으로 낮출 때 전압도 절반으로 낮추면 전압과 주파수의 비가 유지된다. 즉, 두 값을 각각 고정하는 것이 아니라 **주파수 변화에 맞추어 전압도 같은 비율로 변화**시키는 것이다. 전압과 주파수를 반비례시키거나 주파수를 전압 제곱에 반비례시키면 이 비가 일정하게 유지되지 않는다.

NoteBase

문 7. 3상 유도전동기에서 동일 전압을 유지하면서 주파수를 60 [Hz]에서 50 [Hz]로 바꾸어 운전할 때의 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전동기 온도가 상승한다.

② 회전자의 속도가 감소한다.

③ 공극 자속이 증가한다.

④ 최대 토크는 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

동일 전압에서 주파수를 낮추면 전압과 주파수의 비가 커져 공극 자속이 증가한다. 통상적인 유도전동기 근사에서 최대 토크는 이 비의 제곱에 비례하므로, ④의 '감소한다'는 **'증가한다'**로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: 전압을 그대로 두고 주파수를 낮추면 공극 자속이 커져 철심의 자기포화가 심해질 수 있다. 이때 **자화전류가 증가하여 권선의 동손이 커지므로** 전동기 온도가 상승한다.

② O: 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$이다. 여기서 n_s는 동기속도(rpm), f는 전원 주파수(Hz), P는 극수이다. 극수가 같으면 **동기속도는 주파수에 비례**하므로, 60 Hz에서 50 Hz로 낮아질 때 동기속도는 종전의 $\frac{50}{60} = \frac{5}{6}$이 된다. 정상 운전 시 회전자는 동기속도보다 약간 느리게 회전하므로 회전자 속도도 감소한다.

③ O: 고정자 권선의 전압강하를 무시하면 공극 자속 Φ는 $\Phi \propto \frac{V}{f}$의 관계를 따른다. V는 공급 전압, f는 전원 주파수이다. **전압이 일정한 상태에서 주파수가 낮아지므로** 공극 자속은 증가한다. 이 근사에서 자속은 종전의 $\frac{60}{50} = 1.2$배가 된다.

④ X: 고정자 저항과 자기포화의 영향을 무시하는 근사에서 최대 토크는 $T_{\max} \propto \left(\frac{V}{f}\right)^2$의 관계를 따른다. 따라서 전압을 일정하게 유지하면서 주파수를 낮추면 최대 토크는 **감소하지 않고 증가한다**. 50 Hz에서의 최대 토크는 이 근사에서 60 Hz일 때의 $\left(\frac{60}{50}\right)^2 = 1.44$배이다.

NoteBase

문 8. 타여자식 직류 전동기에서 전기자 전압은 250 [V]이며, 회전수는 1,200 [rpm]이다. 전기자 저항은 0.5 [Ω], 전기자 전류는 100 [A]라고 하면, 이 전동기에서 발생하는 토크[N · m]는? (단, 브러시의 전압강하와 전기자 반작용은 고려하지 않는다)

① $\frac{100}{\pi}$

② $\frac{500}{\pi}$

③ $\frac{1,000}{\pi}$

④ $\frac{1,500}{\pi}$

정답 2번

간단한 해설

발생 토크는 전기자 입력 전체가 아니라 **전기자 동손을 제외한 변환 동력**을 각속도로 나누어 구한다. 역기전력은 200 V, 변환 동력은 20,000 W이므로 토크는 $\frac{500}{\pi}$N · m이다.

계산 과정

1. 역기전력 계산: 전기자 전압을 V, 전기자 전류를 I_a, 전기자 저항을 R_a, 역기전력을 E라 한다. 브러시 전압강하를 무시한 직류 전동기의 전압 관계는 $V = E + I_aR_a$이다. 따라서 역기전력은 전기자 전압에서 저항의 전압강하를 뺀 $250 - 100 \times 0.5 = 200$ V이다.

2. 변환 동력 계산: 전기자 입력 중 저항에서 열로 소모되는 동손을 제외한 부분이 기계적 동력으로 변환된다. 이 **변환 동력**은 $P_{\text{em}} = EI_a$이므로 $200 \times 100 = 20,000$ W이다.

3. 각속도 환산: 회전수 n = 1,200 rpm은 1분에 1,200회 회전한다는 뜻이다. 한 바퀴가 2π rad이고 1분이 60초이므로, 각속도는 $\omega = \frac{2\pi n}{60} = 40\pi$rad/s이다.

4. 발생 토크 계산: 회전 운동의 동력 관계 $P_{\text{em}} = T\omega$에 따라, 발생 토크 T는 **변환 동력을 각속도로 나눈 값**이다. 이를 대입하면 $T = \frac{20,000}{40\pi} = \frac{500}{\pi}$N · m이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 정격용량 1,000 [kVA], 선간전압 5,000 [V]인 3상 교류발전기의 퍼센트 동기임피던스가 20 [%]일 때, 이 동기발전기의 동기임피던스 [Ω]는?

① 1

② 5

③ 10

④ 20

정답 2번

간단한 해설

3상 전체 정격용량과 선간전압으로 구한 기준임피던스는 25 Ω이다. 퍼센트 동기임피던스 20 %는 **기준임피던스의 20 %**라는 뜻이므로 동기임피던스는 5 Ω이다.

계산 과정

정격용량 S_n은 3상 전체 피상전력이며, 1,000 kVA = 1,000,000 VA이다. 정격 선간전압 V_L은 5,000 V이다. 퍼센트 동기임피던스는 정격전류가 동기임피던스에 흐를 때의 전압강하를 **정격 상전압을 기준으로** 백분율로 나타낸 값이다.

3상 정격전류는 $I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_L}$이고, 상당 등가회로의 정격 상전압은 $V_\phi = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$이다. 따라서 기준임피던스는 $Z_b = \frac{V_\phi}{I_n} = \frac{V_L^2}{S_n}$이다. 주어진 값을 대입하면 $Z_b = \frac{5{,}000^2}{1{,}000{,}000} = 25\Omega$이다. 이 값은 퍼센트 동기임피던스가 100 %일 때에 해당하는 임피던스이다.

실제 동기임피던스 Z_s는 기준임피던스에 퍼센트 값을 비율로 바꾸어 곱한다. 따라서 $Z_s = \frac{20}{100} \cdot 25 = 5\Omega$이며, 이는 ②의 5 Ω에 해당한다.

NoteBase

문 10. 동기발전기의 단락비에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 단락비의 역수를 백분율로 나타낸 것이 백분율 동기임피던스이다.

② 단락비는 무부하 포화 시험, 3상 단락 시험에 의해 구할 수 있다.

③ 단락비가 큰 기계는 단락 전류가 적게 흐른다.

④ 단락비가 큰 기계는 과부하내량이 크고 선로 충전 용량이 크다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '단락 전류가 적게 흐른다'는 설명은 반대이다. 단락비가 크면 **동기임피던스가 작아져 단락전류가 더 많이 흐른다**.

선지별 해설

① O: 단락비를 K라 하면 백분율 동기임피던스는 $\%Z_s = \frac{100}{K}$이다. 단락비가 클수록 정격값을 기준으로 나타낸 **동기임피던스는 작아진다**.

② O: 단락비는 **무부하에서 정격전압을 발생시키는 계자전류**를 3상 단락 상태에서 정격전류를 흐르게 하는 계자전류로 나눈 값이다. 정격속도에서 무부하 포화 시험으로 앞의 계자전류를, 3상 단락 시험으로 뒤의 계자전류를 구하여 산출한다.

③ X: 무부하에서 정격전압을 발생시키는 여자 상태를 유지할 때, 정상상태 단락전류를 I_{sc}, 정격전류를 I_N이라 하면 $I_{sc} = KI_N$이다. 따라서 같은 정격전류를 기준으로 단락비가 클수록 단락전류가 커지므로, '적게 흐른다'를 **'많이 흐른다'**로 고쳐야 한다. 이는 단락 직후의 과도전류가 아니라 정상상태 단락전류에 관한 관계이다.

④ O: 단락비가 크면 동기리액턴스가 작다. 같은 전압·여자 조건에서 **동기를 유지하며 전달할 수 있는 최대 전력**이 커지므로 과부하내량이 커진다. 또한 선로의 정전용량으로 흐르는 진상 충전전류에 의한 발전기 전압 상승이 작아져, 더 큰 선로 충전용량을 감당할 수 있다.

NoteBase

문 11. 단상 변압기 3대를 △ 결선으로 전기를 공급하던 중에 고장으로 한 대가 제거되었다. 전체 부하가 6 [kVA]이고, 남은 2대에 정격용량의 20 [%]가 더 걸릴 때, 단상 변압기 1대의 정격용량[kVA]은?

① $\frac{5}{3}$
② $\frac{5}{\sqrt{3}}$
③ $\frac{10}{3}$
④ $\frac{10}{\sqrt{3}}$

정답 2번

간단한 해설

한 대가 제거되면 **V 결선**이 되어 전체 부하 용량은 각 변압기가 부담하는 용량의 $\sqrt{3}$배가 된다. 남은 각 변압기가 **정격용량의 1.2배**를 부담하므로, 한 대의 정격용량은 $\frac{6}{1.2\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}}$ kVA이다.

계산 과정

V 결선의 용량 관계: △ 결선에서 한 대를 제거하면 남은 두 대는 V 결선으로 운전한다. 부하는 평형 3상 부하로 본다. 이때 각 변압기의 권선전압은 선간전압과 같고, 권선전류는 선전류와 같다. 따라서 권선전압을 E, 권선전류를 I라 하면 각 변압기의 부담 용량은 EI이고 전체 3상 피상전력은 $\sqrt{3}EI$이다. 즉, 전체 부하 용량은 **한 대의 부담 용량의 $\sqrt{3}$배**이며, 두 대의 부담 용량을 단순히 더한 값이 아니다.

과부하 조건: 한 대의 정격용량을 S_N kVA라 하면, 정격용량의 20%가 더 걸린다는 것은 실제 부담 용량이 $S_N + 0.2S_N = 1.2S_N$이라는 뜻이다. 여기서 20%의 기준은 **각 변압기 한 대의 정격용량**이다.

정격용량 계산: 전체 부하 6 kVA에 V 결선의 용량 관계를 적용하면 $6 = \sqrt{3} \cdot 1.2S_N$이다. 따라서 $S_N = \frac{6}{1.2\sqrt{3}} = \frac{5}{\sqrt{3}}$ kVA이다.

한 대의 정격용량은 $\frac{5}{\sqrt{3}}$ kVA이므로 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 12. 기계 동력원으로 사용되는 전동기를 내연 기관과 비교한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 다양한 출력이 가능하다.

② 상위 정보처리 시스템과 쉽게 연결할 수 있다.

③ 반응속도가 느리다.

④ 회전력, 속도가 손쉽게 변화될 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

전동기는 전기적 제어로 회전력을 빠르게 바꿀 수 있어 내연 기관에 비해 일반적으로 **반응속도가 빠르다**. 따라서 '반응속도가 느리다'는 설명은 전동기의 특성과 반대이다.

선지별 해설

① O: 전동기는 소형 정밀기기용부터 대형 산업기계용까지 **다양한 출력 범위**로 제작된다. 기계가 요구하는 동력의 크기에 맞추어 적절한 전동기를 선택할 수 있다.

② O: 전동기는 구동장치를 통해 전기 신호로 제어할 수 있으므로 **상위 정보처리 시스템의 제어 명령**을 동작에 반영하기 쉽다. 예를 들어 컴퓨터가 보낸 속도 지령에 따라 구동장치가 전동기에 공급하는 전력을 조절할 수 있다.

③ X: 전동기는 전류와 자기장의 작용으로 회전력을 발생시키므로 전기적 제어 명령에 빠르게 반응한다. 연료 공급과 연소 과정을 거치는 내연 기관에 비해 일반적으로 **반응속도가 빠르다**. 따라서 '느리다'를 '빠르다'로 고쳐야 한다. 다만 실제 회전속도가 변하는 데 걸리는 시간은 회전자와 부하의 관성에도 영향을 받는다.

④ O: 전동기의 회전력과 속도는 **전기적 제어로 조절**하기 쉽다. 전동기 종류에 맞는 구동장치로 전류를 조절하여 회전력을 바꾸거나, 교류 전동기에 공급하는 주파수를 조절하여 속도를 바꾸는 등의 방법을 사용한다.

NoteBase

문 13. 다음의 설명에 해당하는 전동기는?

◯ 고정자 한 상의 권선만 통전하여 구동하는 방식이다.
◯ 회전자는 영구자석을 사용하지 않는 돌극 구조이다.
◯ 소음, 진동, 토크 리플이 크다.
◯ 구조가 간단하여 제작비용이 비교적 낮다.

① 스위치드 릴럭턴스 전동기
② 동기형 릴럭턴스 전동기
③ 브러시리스 직류 전동기
④ 유도전동기

정답 1번

간단한 해설

스위치드 릴럭턴스 전동기는 고정자 각 상의 통전을 차례로 바꾸어, 영구자석이 없는 돌극 회전자를 자기저항이 작아지는 방향으로 끌어당긴다. 이 과정에서 토크가 맥동하므로 토크 리플과 소음·진동이 큰 특성이 나타난다.

핵심 풀이

스위치드 릴럭턴스 전동기(SRM)는 **자기저항이 작아지는 방향으로 회전자가 정렬되는 힘**을 이용한다.
자기저항은 자기회로에서 자속이 흐르기 어려운 정도이다. 고정자 권선에 전류를 흘리면 회전자의 돌출된 극이 통전된 고정자 극과 마주 보는 방향으로 끌려가면서 토크가 발생한다. 회전자는 영구자석이나 권선 없이 철심으로 구성되므로 구조가 단순하고 제작비용을 낮추기 쉽다.

지문의 '고정자 한 상의 권선만 통전'은 회전자 위치에 맞추어 **통전할 상을 차례로 바꾸는 구동 방식**을 나타낸다. 한 상으로 회전자를 끌어당긴 뒤 다음 상으로 여자 대상을 옮기면 회전이 이어진다. 회전 위치와 상의 전환에 따라 토크가 고르게 유지되기 어려워 토크 리플이 발생한다. 토크 리플은 회전 중 토크가 맥동하는 현상이며, 전자기력의 변동에 따른 소음·진동도 주요 단점이다.

동기형 릴럭턴스 전동기도 영구자석 없이 릴럭턴스 토크를 이용하지만, 일반적으로 3상 고정자 전류가 만드는 **회전자계에 회전자가 동기하여 회전**한다. 따라서 영구자석이 없다는 조건만으로 두 전동기를 구분해서는 안 되며, 지문의 상별 통전 전환 방식을 함께 보아야 한다. 브러시리스 직류 전동기는 영구자석 회전자를 사용하므로 회전자 조건이 다르고, 유도전동기는 회전자에 유도된 전류와 고정자 자기장의 상호작용으로 토크를 발생시키므로 지문의 구동 원리와 다르다.

NoteBase

문 14. 전력 변환기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 단상 전파 위상제어 정류회로의 부하가 저항이면 입·출력 측 역률이 항상 1이 된다.

② 3상 전파 위상제어 정류회로에서 위상각(점호각)에 따라 입력 측 역률이 달라질 수 있다.

③ 위상제어 정류회로에서 출력전압의 고조파를 저감하기 위해 PWM 변조 방식이나 필터를 사용한다.

④ 위상제어 정류회로에서 전원 측 인덕턴스의 영향으로 출력전압이 줄어든다.

정답 1번

간단한 해설

저항 부하라도 위상제어를 하면 입력 전류가 점호 전까지 흐르지 않아 파형이 왜곡된다. 따라서 **부하 측 역률이 1**인 것과 달리, **입력 측 역률은 항상 1이 아니다**.

선지별 해설

① X: 저항 부하에서는 부하 전압과 전류가 서로 비례하므로 부하 측 역률은 1이다. 그러나 전원 측에서는 점호 전까지 전압이 걸려 있어도 전류가 흐르지 않고, 점호 후에만 전류가 흐른다. 이 때문에 입력 전류는 전원 전압과 같은 정현파가 되지 않는다. 역률은 유효전력을 전압 실효값과 전류 실효값의 곱으로 나눈 값이므로, 이러한 **입력 전류의 파형 왜곡**도 역률을 낮춘다. 따라서 '입·출력 측 역률이 항상 1'은 '저항 부하 측 역률은 1이지만, 입력 측 역률은 점호각에 따라 달라진다'로 고쳐야 한다.

② O: 점호각은 전원 전압을 기준으로 사이리스터를 켜는 시점을 나타낸다. 3상 전파 위상제어 정류회로에서 점호 시점을 바꾸면 입력 전류가 흐르는 시점과 기본파 전류의 위상이 달라진다. 이에 따라 전원에서 공급되는 유효전력과 피상전력의 관계가 변하므로 **입력 측 역률도 달라질 수 있다**.

③ O: 정류회로의 출력에는 직류 성분 외에 주기적으로 변동하는 고조파·리플 성분이 포함된다. **PWM과 필터**는 이를 줄이는 데 쓰인다. PWM은 적용 가능한 스위칭 회로에서 펄스 폭을 조절해 저차 고조파를 줄이고 고조파 성분을 높은 주파수 쪽으로 옮겨 필터링을 쉽게 한다. 출력 필터는 이러한 교류 성분을 감쇠시켜 부하에 더 평활한 직류 전압을 공급한다.

④ O: 전원 측 인덕턴스는 전류의 급격한 변화를 방해한다. 따라서 도통하던 소자에서 다음 소자로 전류가 넘어가는 전환이 즉시 끝나지 않고, 두 경로가 함께 도통하는 **전류 중첩 구간**이 생긴다. 이 구간에서 출력전압이 이상적인 전환 때보다 낮아지므로, 같은 점호각에서 평균 출력전압이 줄어든다.

NoteBase

문 15. 직류전압에서 교류전압으로 바꿀 수 있는 전력변환장치는?

① 위상제어 정류기

② 사이클로 컨버터

③ 인버터

④ 단상 듀얼 컨버터

정답 3번

간단한 해설

인버터는 **직류전압을 교류전압으로 변환**하는 장치이다. 스위칭 소자를 주기적으로 동작시켜 출력전압의 극성이 번갈아 바뀌도록 한다.

공통 해설

전력변환장치의 기능은 입력과 출력이 직류인지 교류인지에 따라 구분한다. **직류 입력을 교류 출력으로 바꾸는 장치**가 인버터이다. 인버터는 반도체 스위치의 도통 순서를 주기적으로 바꾸어 부하에 양·음의 전압이 번갈아 걸리도록 하므로, 직류 전원으로 교류전압을 얻을 수 있다.

NoteBase

문 16. 직류기의 전기자 반작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 중성축이 이동한다.

② 전체 극 표면상의 총 자속은 증가한다.

③ 브러시 근처의 정류자편에 섬락을 일으킨다.

④ 공극자속을 일그러지게 한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '총 자속은 증가한다'는 설명이 잘못되었다. 전기자 반작용으로 한쪽 극 끝의 자속은 강해지고 반대쪽은 약해지지만, **자기포화가 있으면 자속 증가분보다 감소분이 커져** 극당 총자속은 감소한다.

선지별 해설

전기자 반작용은 전기자전류가 만든 자기장이 주자극의 자기장에 영향을 주는 현상이다. 이로 인해 주자속의 분포가 변하고 정류에도 문제가 생길 수 있다.

① O: 자기적 중성축은 전기자도체의 운동에 의한 유도기전력이 0이 되는 위치를 잇는 축이다. 전기자 자기장이 주자극 자기장과 합성되면 **자기적 중성축이 무부하 때의 위치에서 이동**한다.

② X: 극 표면의 일부에서 자속밀도가 증가하는 것과 극 전체를 통과하는 총자속이 증가하는 것은 다르다. 자기포화가 있으면 자속이 강해지는 쪽에서는 증가가 제한되는 반면, 약해지는 쪽에서는 더 크게 감소하므로 **극당 총자속은 감소**한다. 자기포화를 무시하고 브러시가 기하학적 중성축에 있는 이상적인 횡자화 조건에서는 증가분과 감소분이 상쇄되어 총자속이 유지되며, 이때도 증가하는 것은 아니다.

③ O: 중성축 이동으로 정류 중인 코일에 불필요한 유도기전력이 생기면 전류의 방향 전환이 원활하지 않아 브러시 부근에 불꽃이 발생할 수 있다. 또한 자속의 국부적인 집중으로 코일의 유도기전력과 정류자편 사이 전압이 높아져 **절연이 견디는 한계를 넘으면 섬락**이 일어날 수 있다. 섬락은 절연 표면을 따라 방전이 발생하는 현상이다.

④ O: 전기자 자기장은 주자극의 한쪽 끝에서는 주자속을 강화하고 반대쪽 끝에서는 약화한다. 이에 따라 공극의 자속밀도가 한쪽으로 치우쳐 **공극자속의 분포가 일그러지는 횡자화 작용**이 나타난다.

NoteBase

문 17. 전기 자동차나 하이브리드 자동차에서 배터리와 전동기 구동용 인버터 사이에 위치하며, 에너지를 주고받을 때 사용되는 전력변환 장치는?

① 플라이 백 컨버터

② 양방향 DC－DC 컨버터

③ PWM 컨버터

④ 위상제어 정류기

정답 2번

간단한 해설

배터리에서 전동기로 에너지를 공급할 때와 회생제동으로 에너지를 배터리에 되돌릴 때는 **전력의 흐름 방향이 반대**이다. 두 직류 측 사이에서 이러한 에너지 전달을 제어하는 장치가 양방향 DC－DC 컨버터이다.

공통 해설

배터리와 전동기 구동용 인버터의 직류 입력단 사이에서는 직류 전압을 조절하며 전력을 전달해야 한다. 이때 구동과 회생제동에 따라 **전력을 양쪽 방향으로 전달**할 수 있는 장치를 양방향 DC－DC 컨버터라고 한다. DC－DC는 직류를 다른 전압의 직류로 변환한다는 뜻이고, 양방향은 전력 전달 방향을 바꿀 수 있다는 뜻이다.

차량을 구동할 때는 배터리의 에너지가 컨버터와 인버터를 거쳐 전동기로 전달된다. 회생제동 때는 전동기가 발전기로 작용하여 얻은 전기 에너지가 인버터를 거쳐 직류 측으로 돌아오고, 컨버터를 통해 배터리에 저장된다. 따라서 문제의 핵심 조건인 직류 측 사이의 변환과 에너지의 상호 전달을 함께 나타내는 명칭은 양방향 DC－DC 컨버터이다.

NoteBase

문 18. d축 동기 리액턴스 X_d는 1 [pu]이고, q축 동기 리액턴스 X_q는 0.5 [pu]인 3상 돌극형 동기기에서 돌극 성분만에 의한 최대 전력과 계자 여자 성분만에 의한 최대 전력의 비율은? (단, 단자전압과 유도기전력의 크기는 같고, 모든 손실은 무시한다)

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{1}{3}$
③ $\frac{1}{2}$
④ 1

정답 3번

간단한 해설

돌극 성분과 계자 여자 성분의 전력은 각각 $\sin 2\delta$와 $\sin \delta$에 비례하므로, **각 성분의 최대값은 해당 사인항의 계수**이다. 단자전압과 유도기전력의 크기가 같다는 조건을 적용하면, 돌극 성분의 최대 전력은 계자 여자 성분의 최대 전력의 1/2이다.

계산 과정

전압의 크기를 V, 유도기전력의 크기를 E, 두 전압 사이의 전력각을 δ라 하자. 모든 손실을 무시하면 돌극형 동기기의 전력은 계자 여자 성분 P_f와 돌극 성분 P_r의 합이다. 이하 전압·리액턴스·전력은 각각의 기준량에 대한 pu값으로 나타내며, 주어진 조건은 $X_d = 1, X_q = 0.5, E = V$이다.

계자 여자 성분: $P_f = \frac{VE}{X_d}\sin\delta$이다. 이 성분만의 최대값은 $\delta = 90\,^\circ$에서 얻어진다. 따라서 $P_{f,\max} = \frac{VE}{X_d} = V^2$이다.

돌극 성분: d축과 q축의 리액턴스 차이로 생기는 전력으로, $P_r = \frac{V^2}{2}\left(\frac{1}{X_q} - \frac{1}{X_d}\right)\sin 2\delta$이다. 이 성분만의 최대값은 $\delta = 45\,^\circ$에서 얻어진다. 따라서 $P_{r,\max} = \frac{V^2}{2}\left(\frac{1}{0.5} - \frac{1}{1}\right) = \frac{V^2}{2}$이다. 두 성분은 **최대가 되는 전력각이 서로 다르므로**, 전체 전력이 최대인 한 지점에서 두 성분을 비교하는 문제가 아니다.

비율: 요구한 순서대로 돌극 성분의 최대 전력을 계자 여자 성분의 최대 전력으로 나누면 $\frac{P_{r,\max}}{P_{f,\max}} = \frac{V^2/2}{V^2} = \frac{1}{2}$이다. 같은 전력 단위끼리 나눈 무차원 비율이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 3상 전원에서 6상 전압을 얻을 수 없는 변압기의 결선 방법은?

① 대각 결선

② 스코트 결선

③ 2중 성형 결선

④ 포크 결선

정답 2번

간단한 해설

스코트 결선은 3상 전원을 **위상차가 90°인 2상 전원**으로 변환하는 결선이다. 따라서 3상에서 6상 전압을 얻는 결선과 구별된다.

선지별 해설

대칭 6상 전압은 크기가 같고 위상이 60°씩 차이 나는 여섯 상의 전압이다. 각 결선이 만드는 2차 전압의 상수와 위상 관계를 비교한다.

① 대각 결선: 각 상의 2차 권선 중점을 기준으로 양 끝에서 전압을 꺼내면 **위상이 180° 반대인 전압**을 얻는다. 원래 120°씩 차이 나는 세 상의 전압과 그 반대 위상 전압을 함께 사용하면 60° 간격의 6상 전압이 된다.

② 스코트 결선: 주 변압기와 보조 변압기를 T자 형태로 연결하여 3상 전원에서 **위상차가 90°인 두 전압**을 얻는다. 이는 3상과 2상 사이의 상변환 방식이므로 6상 전압을 얻는 결선에 해당하지 않는다.

③ 2중 성형 결선: 2차 권선을 두 개의 성형 결선으로 구성하고 두 권선군의 극성을 반대로 한다. 각 권선군은 120° 간격의 3상 전압을 만들며, **두 권선군의 반대 극성**으로 인해 전체적으로 60° 간격의 6상 전압을 얻는다.

④ 포크 결선: 서로 다른 상의 2차 권선 전압을 합성하도록 권선을 연결하는 6상 변환 방식이다. 권선의 극성과 연결 방향을 맞추어 **위상이 60°씩 다른 여섯 전압**을 얻는다.

대각 결선·2중 성형 결선·포크 결선은 3상에서 6상 전압을 얻을 수 있다. 이들과 달리 2상 전압을 만드는 결선은 ②의 스코트 결선이다.

NoteBase

문 20. (가)와 (나)에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

변압기의 철손을 무시할 경우, 여자전류는 전압과 (가)도의 위상차를 갖고, 철심의 투자율에 (나)한다.

① (가): 0, (나): 비례
② (가): 0, (나): 반비례
③ (가): 90, (나): 비례
④ (가): 90, (나): 반비례

정답 4번

간단한 해설

철손을 무시하면 여자전류는 자속을 만드는 자화전류만 남아 전압보다 **90° 늦다**. 같은 전압·주파수와 권선·철심 치수에서 투자율이 커지면 자화 인덕턴스가 커지므로 여자전류는 **투자율에 반비례**한다.

빈칸별 해설

(가) 90: 여자전류는 철손을 공급하는 철손전류와 철심에 자속을 만드는 자화전류로 나뉜다. 철손을 무시하면 전압과 동상인 철손전류가 없어져 자화전류만 남는다. 자화 인덕턴스에 흐르는 전류는 **전압보다 90° 늦으므로**, 위상차의 크기는 90°이다.

(나) 반비례: 철심의 투자율을 μ, 권선수를 N, 철심 단면적을 A, 평균 자로 길이를 ℓ이라 하면 자화 인덕턴스는 $L_m = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$이다. 전압의 실효값 V와 주파수 f가 일정할 때 여자전류의 실효값은 $I_m = \frac{V}{2\pi f L_m}$이다. 따라서 같은 권선·철심 치수에서 투자율이 커지면 자화 인덕턴스가 커지고, 여자전류는 **투자율에 반비례하여 작아진다**.

(가)는 90, (나)는 반비례이므로 ④의 조합과 일치한다.

NoteBase