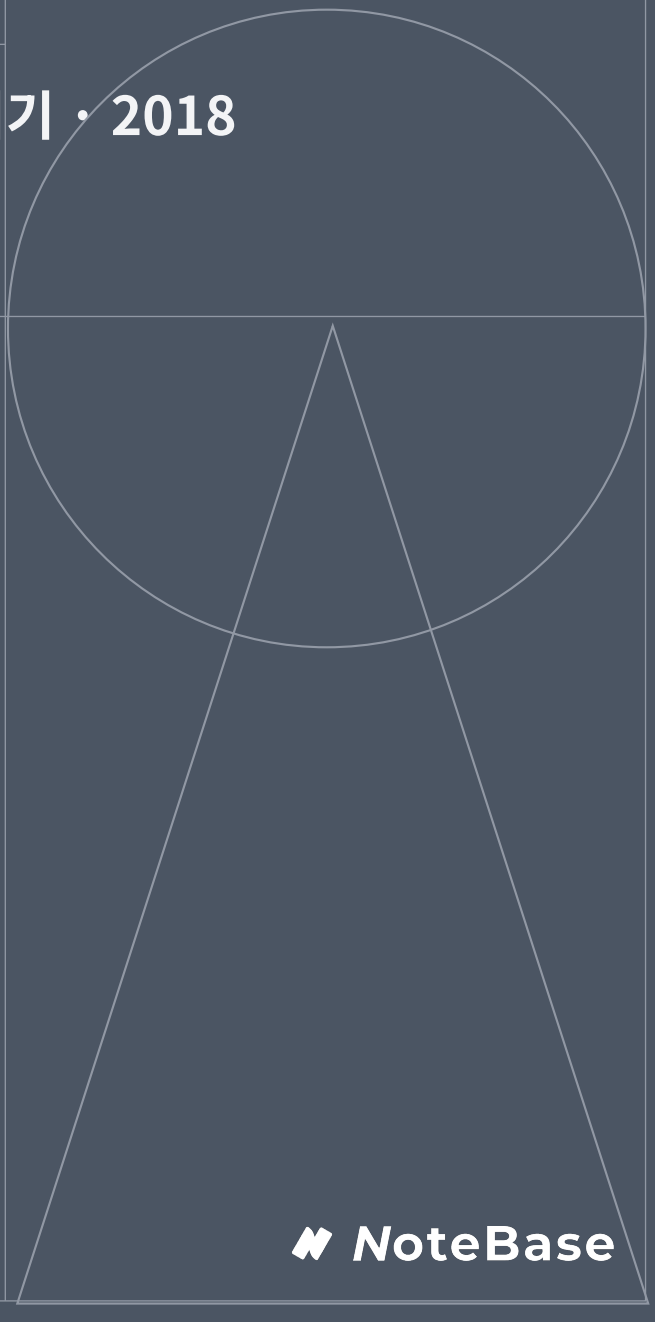
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2018

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2018

문 1. 직류 분권발전기가 전부하 운전 중에 단락사고가 발생하였을 때, 나타나는 현상은?

① 방치하는 경우, 매우 큰 전류가 흘러 결국 권선이 소손된다.

② 순간적으로 매우 큰 부하전류가 흐르지만, 곧 매우 작은 값으로 자연 감소한다.

③ 순간적으로 매우 큰 계자전류가 흐르며, 이때 단자전압이 감소한다.

④ 순간적으로 매우 큰 부하전류가 흐르며, 이때 단자전압이 상승한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권발전기에서 단락 시 단자전압 저하가 계자전류와 단락전류를 어떻게 변화시키는지를 묻는 문제이다.

사례 정리

전부하 운전 중인 직류 분권발전기에 외부 단락사고가 발생한 상황이다. 분권발전기는 계자권선이 단자와 병렬이므로 단자전압이 떨어지면 계자전류도 함께 감소한다. 따라서 단락 직후의 큰 전류가 계속 유지되는지, 아니면 여자 약화로 곧 줄어드는지가 핵심 판단 조건이다.

핵심 개념

직류 분권발전기의 단락 시에는 처음에 큰 부하전류가 흐를 수 있으나, 단자전압 하강으로 계자전류가 줄어 자속과 유기기전력이 함께 감소하므로 전류가 곧 작은 값으로 자연 감소한다.

적용 기준

이 사례에서는 단락 직후의 과도현상과 그 뒤의 자기여자 약화를 함께 본다. 핵심은 단자전압 저하, 계자전류 감소, 자속 감소, 유기기전력 감소, 부하전류 자연 감소의 연쇄이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 틀린 표현은 '매우 큰 전류가 흘러 결국 권선이 소손된다'이다. 분권발전기는 단락 직후 큰 전류가 생겨도 단자전압 저하로 계자전류가 줄어 전류가 계속 큰 값으로 유지되지 않는다. 올바르게는 '순간적으로 큰 전류가 흐른 뒤 작은 값으로 감소한다'이다.
② O: 단락 순간에는 내부기전력 때문에 매우 큰 부하전류가 흐를 수 있다. 그러나 분권계자는 단자전압이 낮아지면 여자작용이 약해지고, 그 결과 유기기전력도 감소하여 단락전류가 곧 매우 작은 값으로 자연 감소한다.
③ X: 틀린 표현은 '매우 큰 계자전류가 흐른다'이다. 분권발전기에서 계자전류는 단자전압에 비례하므로 단락 시 오히려 감소한다. 올바르게는 '단자전압이 감소하면서 계자전류도 감소한다'이다.
④ X: 틀린 표현은 '단자전압이 상승한다'이다. 단락사고가 나면 외부 단자전압은 떨어지며, 이 전압 저하가 계자약화를 불러 전류가 감소한다. 올바르게는 '순간적으로 큰 부하전류가 흐르지만 단자전압은 하강한다'이다.

오답 포인트

부하전류가 순간적으로 커진다는 사실만 보고 ①이나 ④로 가기 쉽다. 이 문항의 함정은 '순간 최대전류'와 '지속 상태'를 구분하지 않는 데 있으며, 분권계자가 단자전압과 병렬이라는 점을 놓치면 계자전류와 단자전압의 방향을 반대로 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 분권발전기 사고문제는 먼저 계자권선의 접속방식을 본다. 분권이면 단자전압이 떨어질 때 계자전류도 함께 줄어드는지 확인하고, 이어 자속과 유기기전력이 약화되어 전류가 지속되는지 감소하는지를 판단한다.

암기 포인트

분권발전기 단락은 '처음 대전류, 곧 계자약화, 결국 전류감소'의 순서로 기억한다.

NoteBase

문 2. 전압을 정현파로 유도하기 위한 3상 변압기의 결선법 중 3고조파의 영향으로 통신장해를 일으킬 수 있는 결선법은?

① Y-Y결선

② Δ-Δ결선

③ Δ-Y결선

④ Y-Δ결선

정답 1번

출제 포인트

3상 변압기 결선에서 3고조파가 어디로 흐르는지와 그 결과 통신장해 가능성이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

Y-Y결선은 델타의 순환회로가 없어 3고조파 성분이 외부 전압 파형에 영향을 주기 쉽다.
Δ가 포함된 결선은 델타 내부에 3고조파 순환전류가 흘러 3고조파가 외부 선간전압에 잘 나타나지 않는다.

선지별 해설

① O: Y-Y결선은 양쪽 모두 Y라서 델타 순환회로가 없다. 따라서 여자전류의 3고조파가 전압 파형 왜곡과 유도장해를 일으키기 쉬워 통신장해의 원인이 될 수 있다.
② X: Δ-Δ결선은 델타 내부에 3고조파 순환전류가 흘러 3고조파가 외부에 잘 나타나지 않는다. 틀린 표현은 '통신장해를 일으킬 수 있는 결선'이라는 판단이며, 올바르게는 3고조파에 비교적 강한 결선이다.
③ X: Δ-Y결선도 델타측이 3고조파의 순환통로를 제공한다. 틀린 표현은 '3고조파 영향으로 통신장해를 일으키는 대표 결선'이라는 판단이며, 올바르게는 델타측 덕분에 3고조파가 억제되는 결선이다.
④ X: Y-Δ결선 역시 델타측이 있으므로 3고조파가 델타 내부를 순환해 외부로 잘 나오지 않는다. 틀린 표현은 '3고조파 영향으로 통신장해를 일으키는 결선'이라는 판단이며, 올바르게는 Y-Y보다 3고조파 문제를 줄이기 쉬운 결선이다.

오답 포인트

Y가 보인다고 모두 3고조파 문제가 커지는 것은 아니다. 이 문제의 핵심은 Y의 존재 자체가 아니라 델타 순환회로의 유무인데, 이를 놓치면 ③과 ④를 함께 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

3고조파 관련 결선 문제에서는 먼저 델타가 한쪽이라도 있는지 본다. 델타가 있으면 3고조파 순환통로가 생기고, 양쪽 모두 Y이면 Y-Y의 3고조파 왜곡 가능성을 먼저 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

3고조파는 델타 안에서 돌고, 델타가 없으면 Y-Y를 먼저 의심한다.

NoteBase

문 3. 직류 분권전동기가 1800 [rpm]으로 회전하고 있다. 단자전압이 320 [V]이고, 전기자 전류가 60 [A]일 때, 발생되는 토크[$N \cdot m$]는? (단, 전기자 저항은 0.1 [Ω]이고, $\pi = 3.14$이다)

① 50

② 100

③ 150

④ 200

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기의 역기전력과 각속도를 이용해 발생 토크를 구할 수 있는지를 묻는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 단자전압 320 V, 전기자 전류 60 A, 전기자 저항 0.1Ω, 회전수 1800 rpm이다.
구해야 할 값은 발생 토크 T이다.
주의할 조건은 전동기이므로 역기전력 $E = V - I_a R_a$를 먼저 구한 뒤 전기자 입력이 아니라 전기자에서 기계적으로 변환되는 전력 EI_a를 써야 한다는 점이다.

사용할 공식

사용 공식은 $E = V - I_a R_a$, $\omega = \frac{2\pi N}{60}$, $T = \frac{EI_a}{\omega}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 직류 전동기의 발생 토크가 전기자에서 기계적으로 변환되는 전력 EI_a를 각속도 ω로 나눈 값으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 역기전력은 $E = 320 - 60 \times 0.1 = 314V$이다.
2. 각속도는 $\omega = \frac{2 \times 3.14 \times 1800}{60} = 188.4 rad/s$이다.
3. 발생 토크는 $T = \frac{314 \times 60}{188.4} = 100 N \cdot m$이다.

선지 판단

1번 X: 50은 계산 결과와 맞지 않는다. 토크는 $100 N \cdot m$이므로 틀린 값이다. 올바르게는 100이다.
2번 O: 역기전력 314 V와 각속도 188.4 rad/s를 적용하면 $T = 100 N \cdot m$이므로 맞다.
3번 X: 150은 계산 결과보다 크게 나온 값이다. 역기전력 또는 각속도 적용을 잘못한 경우에 나올 수 있는 오답이며, 올바르게는 100이다.
4번 X: 200은 계산 결과의 두 배로 틀린 값이다. 각속도 환산이나 전력-토크 관계를 잘못 적용한 경우에 나올 수 있으며, 올바르게는 100이다.

NoteBase

오답 포인트

단자전압 VI_a를 그대로 쓰면 안 되고, 전기자 저항 전압강하 I_aR_a를 뺀 역기전력 E를 써야 한다는 점이 핵심 함정이다. 또 $1800rpm$을 rad/s로 바꾸지 않으면 토크값이 크게 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 토크 문제는 전동기 여부 확인 → $E = V - I_aR_a$ 계산 → $\omega = 2\pi N/60$ 환산 → $T = EI_a/\omega$ 적용 순서로 판단한다.

암기 포인트

직류 전동기 발생 토크는 역기전력 기준 전력 EI_a를 각속도로 나눈 값이다.

NoteBase

문 4. 동기전동기의 V곡선(위상특성곡선)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 동기전동기의 계자전류가 계속 증가하면 전기자 전류의 위상이 뒤진다.

② 동기전동기의 전기자 전류가 최소일 때 역률은 1이다.

③ 동기전동기에서 부하가 클수록 V곡선은 위로 이동한다.

④ 역률 1로 운전하고 있는 동기전동기의 계자전류를 감소시키면 역률은 뒤지고 전기자 전류는 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기 V곡선에서 계자전류 변화에 따른 전기자전류의 크기와 역률의 선행·지상 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

V곡선은 일정 부하에서 계자전류와 전기자전류의 관계를 나타낸 곡선이다.
계자전류가 부족한 부족여자 상태에서는 전기자전류가 커지고 역률은 뒤진다.
계자전류가 적정한 지점에서는 전기자전류가 최소가 되고 역률은 1이 된다.
계자전류가 과한 과여자 상태에서는 전기자전류가 다시 커지고 역률은 앞선다.

선지별 해설

① X
계자전류를 계속 증가시키면 동기전동기는 과여자 상태가 되어 전기자전류는 앞서는 역률이 된다.
틀린 표현은 "위상이 뒤진다"이다. 올바르게는 "위상이 앞선다"이다.

② O
V곡선의 최저점은 전기자전류가 최소인 지점이며, 이때 동기전동기는 거의 역률 1로 운전한다.

③ O
동일한 계자전류에서도 부하가 증가하면 필요한 전기자전류가 증가하므로 V곡선 전체가 위쪽으로 이동한다.

④ O
역률 1 운전점에서 계자전류를 줄이면 부족여자 상태가 되어 역률은 뒤지고, 그에 따라 전기자전류는 증가한다.

오답 포인트

부족여자와 과여자에서 전기자전류가 모두 증가한다는 점만 기억하면 선행·지상 방향을 뒤바꾸기 쉽다. 이 문항은 ①에서 계자전류를 증가시키는 경우를 제시해 놓고 뒤진다고 바꿔 적어 함정을 만든 것이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 V곡선 최저점이 전기자전류 최소, 역률 1인 지점임을 잡는다. 그다음 그 지점에서 계자전류를 줄이면 부족여자·뒤진 역률, 늘리면 과여자·앞선 역률로 판단하면 된다.

암기 포인트

동기전동기 V곡선은 중앙이 역률 1, 왼쪽은 부족여자·뒤짐, 오른쪽은 과여자·앞섬이다.

NoteBase

문 5. 50[kW] 저항 부하와 지상 역률 0.8인 250[kVA] 유도전동기 부하가 연결된 배전선로에 A, B 두 대의 3상 동기발전기를 병렬 운전하여 전력을 공급하고 있다. 각 발전기의 무효전류는 같으며, A 발전기가 지상 역률 0.8로 전류를 공급하고 있을 때 A, B 발전기가 분담하는 유효전력 P_A, P_B[kW]는?

① P_A: 50, P_B: 200

② P_A: 100, P_B: 150

③ P_A: 150, P_B: 100

④ P_A: 200, P_B: 50

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 병렬 운전하는 두 동기발전기의 무효전력 분담과 역률 관계를 이용해 각 발전기의 유효전력 P_A, P_B를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 저항 부하 $50kW$, 유도전동기 $250kVA$, 역률 0.8 지상
구해야 할 값: A, B 발전기의 유효전력 P_A, P_B
주의할 조건: 각 발전기의 무효전류가 같으므로 같은 모선전압에서는 각 발전기의 무효전력이 같다고 본다.

사용할 공식

$P = S\cos\theta, \quad Q = S\sin\theta$
$\cos\theta = 0.8, \quad \sin\theta = 0.6$
이 공식을 쓰는 이유: 유도전동기의 유효전력과 무효전력을 먼저 구한 뒤, 총 무효전력을 두 발전기가 같은 크기로 나누어 부담한다고 두면 A 발전기의 역률 0.8 지상 조건에서 P_A를 바로 계산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 유도전동기의 유효전력은 $250 \times 0.8 = 200kW$이고 무효전력은 $250 \times 0.6 = 150kVAr$이다.
2. 전체 부하의 유효전력은 저항 부하 $50kW$를 더해 $250kW$이다. 전체 무효전력은 저항 부하는 0이고 유도전동기만 있으므로 $150kVAr$이다.
3. 각 발전기의 무효전류가 같으므로 각 발전기의 무효전력은 $150/2 = 75kVAr$이다.
4. A 발전기는 역률 0.8 지상이므로 $Q_A = P_A\tan\theta$에서 $\tan\theta = 0.6/0.8 = 0.75$이다. 따라서 $75 = 0.75P_A$이므로 $P_A = 100kW$이다.
5. 전체 유효전력 $250kW$에서 P_A를 빼면 $P_B = 250 - 100 = 150kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- $P_A = 50kW$, $P_B = 200kW$로 두면 A 발전기의 무효전력 $75kVAr$와 역률 0.8 지상 조건이 맞지 않는다. $P_A = 50kW$이면 $\tan\theta = 75/50 = 1.5$가 되어 역률 0.8이 될 수 없다.
- 틀린 표현은 $P_A = 50kW$이다. 올바르게는 $P_A = 100kW$, $P_B = 150kW$이다.

② O

- 각 발전기의 무효전력은 같아서 각각 $75kVAr$이고, A 발전기의 역률 0.8 지상 조건을 적용하면 $P_A = 100kW$가 된다. 따라서 남는 유효전력은 $P_B = 150kW$이다.

③ X

- $P_A = 150kW$, $P_B = 100kW$는 정답 값을 A와 B에 뒤바꿔 넣은 경우이다. A 발전기는 문제에서 역률 0.8 지상이라는 조건이 주어졌으므로 그 조건을 만족하는 쪽이 $P_A = 100kW$이다.
- 틀린 표현은 A와 B의 분담 순서이다. 올바르게는 $P_A = 100kW$, $P_B = 150kW$이다.

④ X

- $P_A = 200kW$, $P_B = 50kW$로 두면 A 발전기의 무효전력 $75kVAr$에 대한 역률이 0.8이 아니라 $200/\sqrt{200^2 + 75^2}$가 되어 더 커진다. 따라서 A 발전기의 역률 조건을 만족하지 못한다.
- 틀린 표현은 $P_A = 200kW$이다. 올바르게는 $P_A = 100kW$, $P_B = 150kW$이다.

오답 포인트

무효전류가 같다를 유효전력이 같다고 오해하면 안 된다. 이 문항은 먼저 전체 무효전력 $150kVAr$를 두 발전기가 반씩 나눈다는 점을 잡은 뒤, A 발전기의 역률 0.8 지상 조건으로 P_A를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 운전 발전기 분담 문제는 전체 부하의 P와 Q를 먼저 구하고, 무효전력 분담 조건을 적용한 다음, 특정 발전기에 주어진 역률로 그 발전기의 유효전력을 역산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

역률 0.8이면 $\sin\theta = 0.6$, $\tan\theta = 0.75$이므로 $Q = 0.75P$ 관계를 바로 쓸 수 있다.

NoteBase

문 6. 3상 동기발전기의 단락 시험, 무부하 시험에서 구할 수 없는 것은?

① 철손

② 단락비

③ 효율

④ 동기 임피던스

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 동기발전기의 무부하 시험과 단락 시험으로 직접 구할 수 있는 값과 구할 수 없는 값을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

무부하 시험은 정격 속도로 회전시키면서 유기기전력과 계자전류의 관계를 보고 철손을 파악하는 시험이다.
단락 시험은 전기자를 단락한 상태에서 전류와 계자전류의 관계를 보고 동기 임피던스와 단락비를 구하는 시험이다.
효율은 출력과 총손실의 비이므로 부하 상태에서의 출력 또는 전체 손실 정보가 함께 있어야 결정된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
철손은 무부하 시험에서 구할 수 있는 대표 값이다. 무부하로 회전시킬 때의 손실 성분으로 철손을 판단할 수 있으므로 '구할 수 없는 것'이라는 판단이 틀리다. 틀린 표현은 '구할 수 없는 것'이며, 올바르게는 '철손은 무부하 시험으로 구할 수 있다'이다.

② X
단락비는 무부하 특성과 단락 특성을 함께 이용해 구하는 값이다. 따라서 '구할 수 없는 것'이라는 판단이 틀리다. 틀린 표현은 '구할 수 없는 것'이며, 올바르게는 '단락비는 무부하 시험과 단락 시험으로 구할 수 있다'이다.

③ O
효율은 출력 대비 입력, 또는 출력과 총손실의 관계로 정해진다. 무부하 시험과 단락 시험만으로는 실제 부하 출력까지 직접 알 수 없으므로 효율은 구할 수 없다.

④ X
동기 임피던스는 무부하 시험에서 얻는 유기기전력과 단락 시험에서 얻는 단락전류를 조합해 구한다. 따라서 '구할 수 없는 것'이라는 판단이 틀리다. 틀린 표현은 '구할 수 없는 것'이며, 올바르게는 '동기 임피던스는 무부하 시험과 단락 시험으로 구할 수 있다'이다.

오답 포인트

무부하 시험에서 철손을, 단락 시험에서 전기자 관련 특성을 본다는 점은 기억하면서도 효율까지 바로 구해진다고 섞어 생각하기 쉽다. 효율은 손실 하나만이 아니라 실제 출력과 총손실의 관계가 필요하므로 시험 결과만으로 바로 나오지 않는다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

무부하 시험과 단락 시험 문제는 먼저 시험으로 얻는 특성곡선과 거기서 계산되는 값인지 본다. 철손, 단락비, 동기 임피던스처럼 시험 특성만으로 정해지는 값은 구할 수 있고, 효율처럼 부하 출력이나 총손실 전체가 필요한 값은 직접 구할 수 없다.

암기 포인트

무부하·단락 시험은 철손, 단락비, 동기 임피던스를 구하는 시험이고 효율은 부하 정보가 있어야 정해진다.

NoteBase

문 7. Buck 컨버터에서 출력전압의 리플을 줄이는 방법으로 옳지 않은 것은?

① PWM 주파수를 증가시킨다.

② 인덕턴스의 값을 증가시킨다.

③ 전력스위치의 전류용량을 증가시킨다.

④ 커패시턴스의 값을 증가시킨다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 Buck 컨버터의 출력전압 리플을 줄이는 직접적인 설계 변수와 단순 정격 사양을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Buck 컨버터의 출력전압 리플은 인덕터 전류 리플과 출력 커패시터의 평활 작용에 의해 결정된다.
이상적인 경우 스위칭 주파수 f_s가 커질수록, 인덕턴스 L이 커질수록, 커패시턴스 C가 커질수록 리플은 작아진다.
전력스위치의 전류용량은 소자가 견딜 수 있는 정격을 뜻할 뿐, 출력전압 리플을 직접 줄이는 변수는 아니다.

선지별 해설

① O
PWM 주파수를 높이면 한 주기 동안 인덕터 전류 변화폭이 줄어들어 출력전압 리플도 작아진다.

② O
인덕턴스 값을 키우면 인덕터 전류 리플이 감소하므로 출력전압 리플도 함께 감소한다.

③ X
틀린 부분은 "전력스위치의 전류용량을 증가시킨다"이다.
전력스위치의 전류용량 증가는 소자의 허용 정격을 키우는 조치일 뿐 리플 저감 방법은 아니다.
올바르게는 "리플을 줄이려면 스위칭 주파수, 인덕턴스, 커패시턴스 같은 평활 관련 변수를 조정한다"이다.

④ O
커패시턴스 값을 키우면 커패시터가 전압 변동을 더 잘 평활하므로 출력전압 리플이 감소한다.

오답 포인트

③은 전력변환 회로의 동작 변수와 소자 정격을 일부러 섞어 놓은 선택지이다. 스위치 정격 전류가 크면 회로가 더 안정적으로 보일 수 있지만, 그것만으로 출력전압 리플이 줄어드는 것은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

리플 저감 문제는 먼저 에너지를 평활하는 요소가 무엇인지 본다. 주파수 f_s, 인덕터 L, 커패시터 C는 리플에 직접 작용하고, 스위치 정격전류나 내압 같은 항목은 허용 한계를 정하는 사양으로 구별하면 된다.

암기 포인트

Buck 리플은 f_s ↑, L ↑, C ↑이면 감소하고, 스위치 정격 증가는 리플 저감과 별개이다.

NoteBase

문 8. 정격 10[kW], 200[V], 1200[rpm]인 직류 분권전동기의 전기자 저항이 0.2[Ω], 계자저항이 40[Ω]이다. 이 전동기를 전부하로 기동할 때 기동 전류를 정격전류의 200[%]로 제한하고자 한다. 기동기 저항[Ω]은?

① 0.4

② 0.8

③ 1.2

④ 1.8

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기의 기동전류 제한 조건에서 전체 직렬저항을 구한 뒤 전기자저항을 빼서 기동기 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격출력 $10kW$, 전압 $200V$, 전기자저항 0.2Ω, 계자저항 40Ω
구해야 할 값: 기동기 저항
주의할 조건: 기동 시 역기전력은 0이므로 전류는 전원전압을 전체 저항으로 나누어 구한다. 기동 전류는 정격전류의 200%이다.

사용할 공식

정격전류는 $I_n = P/V$로 두고, 기동 시에는 $I_s = V/(R_a + R_s)$를 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유: 기동 순간에는 회전수가 0이어서 역기전력이 없으므로 전기자회로 전류가 전원전압과 직렬저항으로만 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 정격전류는 $I_n = \frac{10{,}000}{200} = 50A$이다.
2. 제한할 기동전류는 정격전류의 200%이므로 $I_s = 2 \times 50 = 100A$이다.
3. 필요한 전체 저항은 $R_a + R_s = \frac{200}{100} = 2\Omega$이다.
4. 기동기 저항은 $R_s = 2 - 0.2 = 1.8\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.4Ω는 계산 결과 1.8Ω와 다르다. 전체 필요저항 2Ω에서 전기자저항 0.2Ω를 뺀 값이 아니므로 틀리다. 틀린 표현은 기동기 저항을 지나치게 작게 본 점이며, 올바르게는 1.8Ω이다.
② X: 0.8Ω는 계산 결과와 다르다. 이는 기동전류를 200%가 아니라 다른 비율로 잘못 두거나, 전체 저항과 추가 저항을 혼동할 때 나오는 값이다. 올바르게는 전체 저항 2Ω에서 전기자저항을 빼 1.8Ω로 본다.
③ X: 1.2Ω도 계산 결과와 다르다. 이는 정격전류 계산이나 저항 차감 단계에서 오산한 값이다. 틀린 표현은 기동저항을 1.2Ω로 본 점이며, 올바르게는 1.8Ω이다.
④ O: 기동전류를 100*A*로 제한하면 필요한 전체 저항은 2Ω이고, 여기서 전기자저항 0.2Ω를 빼면 기동기 저항은 1.8Ω가 된다.

오답 포인트

계자저항 40Ω가 주어져 있어도 이 문항의 기동기 저항 계산에는 직접 쓰지 않는다는 점이 함정이다.
분권전동기라는 말에 끌려 계자전류까지 합산하거나, 전체 필요저항 2Ω를 그대로 정답으로 고르면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 기동저항 문제는 먼저 정격전류를 구하고, 제한할 기동전류를 정한 뒤, *V*/*I*로 전체 필요저항을 계산하고 마지막에 기존 전기자저항을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

기동저항은 전체 필요저항에서 전기자저항을 뺀 값이며, 기동 순간에는 역기전력이 0이라는 점이 핵심이다.

NoteBase

문 9. 동기형 릴럭턴스 전동기(synchronous reluctance motor)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 회전자는 권선이 없는 구조이며, 세그먼트형의 경우 제작이 용이하고 영구자석을 삽입하여 쉽게 성능을 높일 수 있다.

② 발생 토크는 직축과 횡축 인덕턴스 차이에 비례하여 단위 부피당 토크가 증가하므로 돌극비(직축 인덕턴스/횡축 인덕턴스)를 크게 한다.

③ 고정자는 유도전동기의 고정자와 같은 구조이며 평형 3상 교류를 인가하여 회전자계를 발생시킨다.

④ 한 상만 통전되는 방식으로 구형파 전류에 의해 점핑하는 자계가 발생하여 돌극 구조의 회전자가 회전한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기형 릴럭턴스 전동기의 토크 발생 원리와 고정자·회전자 구조를 스위치드 릴럭턴스 전동기와 구별할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기형 릴럭턴스 전동기는 고정자에 평형 3상 교류를 인가해 회전자계를 만들고, 회전자는 권선 없이 직축과 횡축의 자기저항 차이로 동기 토크를 얻는 전동기이다.
스위치드 릴럭턴스 전동기는 각 상을 순차적으로 통전하고 보통 비정현파 전류를 사용해 회전자를 끌어당기듯 회전시키는 방식이다.
따라서 동기형 릴럭턴스 전동기의 핵심 키워드는 3상 회전자계, $L_d - L_q$, 동기 운전이고, 스위치드 릴럭턴스 전동기의 핵심 키워드는 상순차 통전, 비정현파 전류, 전자식 스위칭이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
회전자는 보통 권선이 없는 돌극성 구조이며, 세그먼트형 로터는 제작이 비교적 용이하다. 또한 구조에 따라 영구자석을 보조적으로 삽입해 성능을 높인 형태로 확장할 수 있으므로 옳은 설명이다.

② O
동기형 릴럭턴스 전동기의 릴럭턴스 토크는 직축 인덕턴스와 횡축 인덕턴스의 차이가 클수록 커진다. 따라서 단위 부피당 토크를 높이려면 돌극비를 크게 설계하는 방향이 맞으므로 옳다.

③ O
고정자는 유도전동기 고정자와 유사한 3상 권선 구조를 사용하며, 평형 3상 교류로 회전자계를 만든다. 동기형 릴럭턴스 전동기는 이 회전자계에 동기 속도로 맞물려 운전하므로 옳다.

④ X
틀린 부분은 "한 상만 통전되는 방식"과 "구형파 전류"라는 표현이다. 이는 스위치드 릴럭턴스 전동기의 특징에 가깝다. 동기형 릴럭턴스 전동기는 한 상만 순차 통전하는 방식이 아니라 3상 교류에 의해 회전자계를 만들고, 회전자는 직축·횡축 자기저항 차이 때문에 그 자계에 동기하여 회전한다.

오답 포인트

릴럭턴스 전동기라는 이름만 보고 동기형과 스위치드형을 같은 계열로 뭉뚱그리면 ④에 흔들리기 쉽다. 특히 "한 상만 통전", "구형파 전류"는 스위치드 릴럭턴스 전동기의 전형적 단서인데, 이를 동기형 릴럭턴스 전동기의 설명으로 바꿔 넣은 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문장에서 3상 교류로 회전자계를 만든다고 하면 동기형 릴럭턴스 전동기를 먼저 떠올리면 된다. 반대로 상을 순차적으로 스위칭하거나 한 상씩 통전하고 비정현파 전류를 쓴다고 하면 스위치드 릴럭턴스 전동기 쪽 설명으로 판단하면 된다.

암기 포인트

동기형 릴럭턴스 전동기 = 3상 회전자계 + $L_d - L_q$ 차이, 스위치드 릴럭턴스 전동기 = 상순차 통전 + 비정현파 전류이다.

NoteBase

문 10. 4극, 60[Hz]의 3상 유도전동기의 2차 효율이 90[%]일 때, 회전 속도[rpm]는? (단, 기계적 손실은 무시한다)

① 1620

② 1720

③ 1820

④ 1920

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 2차 효율과 슬립의 관계 $\eta_2 = 1 - s$를 이용해 회전속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 4극, $60Hz$, 2차 효율 90%
구해야 할 값: 회전속도 N
주의할 조건: 기계적 손실을 무시하므로 2차 효율은 $1 - s$와 같다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다. 2차 효율은 $\eta_2 = 1 - s$이다. 회전속도는 $N = (1 - s)N_s$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
유도전동기에서 2차 입력 중 슬립에 해당하는 부분이 2차 동손이 되고, 기계적 손실을 무시하면 나머지 비율이 기계적 출력으로 전환되므로 2차 효율이 바로 $1 - s$가 된다.

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$이다.
2. 2차 효율 90%이므로 $\eta_2 = 1 - s = 0.9$에서 $s = 0.1$이다.
3. 회전속도는 $N = (1 - s)N_s = 0.9 \times 1800 = 1620rpm$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $1620rpm$이므로 옳다. 2차 효율 90%를 그대로 $1-s=0.9$로 두어 회전속도를 구하면 된다.
② X: 계산 결과와 다르므로 틀리다. "회전속도는 1720 rpm이다"가 틀린 표현이며, 올바르게는 "회전속도는 1620 rpm이다"이다. $s=0.1$이면 동기속도 1800 rpm보다 $180rpm$ 낮아져야 하므로 1720 rpm은 조건과 맞지 않는다.
③ X: 계산 결과와 다르므로 틀리다. "회전속도는 1820 rpm이다"가 틀린 표현이며, 올바르게는 "회전속도는 1620 rpm이다"이다. 1820 rpm은 동기속도 $1800rpm$보다 커서 전동기 운전의 기본 조건에도 맞지 않는다.
④ X: 계산 결과와 다르므로 틀리다. "회전속도는 1920 rpm이다"가 틀린 표현이며, 올바르게는 "회전속도는 1620 rpm이다"이다. 1920 rpm도 동기속도 $1800rpm$를 초과하므로 유도전동기의 회전속도로 볼 수 없다.

오답 포인트

2차 효율 90%를 속도비와 연결하지 못하고 바로 속도 차를 잘못 빼거나, 2차 효율을 출력 효율과 혼동하는 경우가 많다. 또 유도전동기의 회전속도는 전동기 운전에서 동기속도를 넘을 수 없다는 기본 조건을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 속도 계산 문제는 먼저 $N_s=\frac{120f}{P}$로 동기속도를 구하고, 효율이나 주파수 조건에서 슬립 s를 찾은 뒤 $N=(1-s)N_s$로 연결해 판단한다.

암기 포인트

유도전동기는 "2차 효율 = $1-s$, 회전속도 = $(1-s)N_s$"로 연결된다.

NoteBase

문 11. 직류발전기에 부하를 접속하면 전기자 전류와 계자전류가 흐르기 때문에 공극에 대한 자속밀도의 분포가 합성되는 전기자 반작용 현상이 발생한다. 이러한 전기자 반작용에 의해 나타나는 현상으로 옳지 않은 것은? (단, 브러시는 전기적 중성축으로 이동시킨다)

① 편자 작용

② 유도기전력 증가 현상

③ 전기적 중성축의 이동 현상

④ 감자 현상

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류발전기의 전기자 반작용이 만드는 자속 왜곡, 중성축 이동, 감자 작용과 그 결과인 유도기전력 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

편자 작용은 전기자 자화력이 주자속을 한쪽으로 밀어 공극 자속밀도 분포를 비대칭으로 만드는 현상이다.
전기적 중성축의 이동은 전기자 반작용 때문에 정류가 가장 잘 되는 축이 원래 위치에서 벗어나는 현상이다.
감자 현상은 브러시를 이동시켰을 때 전기자 자화력의 일부가 주자속을 약화시켜 극당 자속을 줄이는 현상이다.
유도기전력은 발전기에서 극당 자속에 비례하므로 감자 작용이 생기면 증가가 아니라 감소 방향으로 변한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
편자 작용은 전기자 반작용의 대표적인 결과이다. 공극 자속이 한쪽 극첨에 몰리고 다른 쪽은 약해져 자속밀도 분포가 찌그러진다.

② X
틀린 표현은 '유도기전력 증가'이다. 브러시를 전기적 중성축으로 이동시키면 감자 작용이 생겨 주자속이 감소하므로 유도기전력은 증가하지 않고 감소한다. 올바르게는 '유도기전력 감소 현상'이다.

③ O
전기자 자화력이 주자속과 합성되면 정류가 잘 이루어지는 축이 이동하므로 전기적 중성축의 이동이 나타난다. 이는 전기자 반작용의 기본 현상이다.

④ O
브러시를 전기적 중성축으로 이동시킨 조건에서는 전기자 자화력에 감자 성분이 포함된다. 그 결과 주자속이 약해지는 감자 현상이 나타난다.

오답 포인트

편자 작용과 감자 작용을 따로 외우지 않으면 ①과 ④를 같은 말로 보고 지우기 쉽다. 이 문항의 함정은 '브러시를 전기적 중성축으로 이동'시킨 조건까지 읽어야 감자 작용과 유도기전력 감소를 연결할 수 있다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 전기자 반작용 문제는 먼저 자속 분포 왜곡 여부를 보고 편자 작용을 잡고, 다음으로 중성축 이동 여부를 확인한 뒤, 브러시 이동 조건이 있으면 감자 작용과 유도기전력 감소까지 연결하면 된다.

암기 포인트

전기자 반작용은 자속 왜곡, 중성축 이동, 감자 작용을 만들고 발전기 유도기전력은 증가가 아니라 감소로 이어진다.

NoteBase

문 12. 자기용량 1[kVA], 3000/200[V]의 단상 변압기를 단권 변압기로 결선해서 3000/3200[V]의 승압기로 사용할 때, 그 부하용량[kVA]은?

① 8

② 16

③ 24

④ 32

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기를 단권 변압기로 결선했을 때 각 권선의 정격전류를 넘지 않도록 하면서 부하용량을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 자기용량 1 kVA, 권수비 3000/200 V, 단권 변압기 사용 전압 3000/3200 V이다.
구해야 할 값: 단권 변압기로 사용할 때의 부하용량이다.
주의할 조건: 200 V 권선은 직렬권선이 되어 부하전류를 그대로 흐르게 하고, 3000 V 권선은 공통권선이 되어 정격전류를 넘지 않아야 한다.

사용할 공식

원변압기의 각 권선 정격전류는 $I_H = \frac{1000}{3000} = 0.333A$, $I_L = \frac{1000}{200} = 5A$이다.
단권 승압기 3000/3200 V에서는 200 V 직렬권선 전류가 곧 부하전류이므로 $I_{out} = 5A$까지 사용할 수 있다.
따라서 부하용량은 $S_{out} = V_{out} I_{out} = 3200 \times 5 = 16000VA = 16kVA$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단권 변압기 용량은 전체 출력전압과 직렬권선이 허용하는 부하전류로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 원래 3000 V 권선의 정격전류를 구하면 $1000/3000 = 0.333A$이다.
2. 원래 200 V 권선의 정격전류를 구하면 $1000/200 = 5A$이다.
3. 3000/3200 V 승압 단권 변압기에서는 200 V 권선이 직렬권선이므로 부하전류는 최대 $5A$이다.
4. 따라서 출력용량은 $3200 \times 5 = 16000VA$이므로 $16kVA$이다.
5. 이때 입력전류는 $16000/3000 = 5.333A$이고 공통권선 전류는 $5.333 - 5 = 0.333A$가 되어 3000 V 권선 정격과도 일치한다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 계산 결과는 $16kVA$이므로 8은 맞지 않는다. 8 kVA는 단권 변압기 용량 증가를 반만 반영한 값으로, 직렬권선 정격전류 $5A$를 전체 출력전압 3200 V에 적용하지 못한 것이다. 틀린 표현은 "부하용량이 8 kVA이다"이고, 올바르게는 "부하용량은 16 kVA이다"이다.
2번 O: 직렬권선인 200 V 권선의 정격전류가 $5A$이므로 출력용량은 $3200 \times 5 = 16kVA$가 된다. 공통권선 전류도 $0.333A$로 정격 이내이므로 맞는 선지이다.
3번 X: 계산 결과는 $16kVA$이므로 24는 맞지 않는다. 24 kVA는 단권 변압기의 용량이 커진다는 점만 기억하고 권선 정격전류 제한을 무시할 때 나오는 오답이다. 틀린 표현은 "부하용량이 24 kVA이다"이고, 올바르게는 "부하용량은 16 kVA이다"이다.
4번 X: 계산 결과는 $16kVA$이므로 32는 맞지 않는다. 32 kVA는 3200/200의 비만 기계적으로 곱해 과대평가한 값이다. 틀린 표현은 "부하용량이 32 kVA이다"이고, 올바르게는 "부하용량은 16 kVA이다"이다.

오답 포인트

단권 변압기는 권선 일부를 공통으로 사용하므로 용량이 커지지만, 각 권선 정격전류 제한은 그대로 유지된다. 이 문제에서는 200 V 권선 정격전류 $5A$를 먼저 잡지 않고 단순히 전압비만 곱하면 24 또는 32 같은 과대 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

단권 변압기 용량 문제는 먼저 원래 변압기의 각 권선 정격전류를 구하고, 새 결선에서 어느 권선이 직렬권선인지 확인한 뒤 그 전류를 전체 출력전압에 곱해 판단한다. 마지막에는 공통권선 전류까지 역산해 정격 초과가 없는지 검산한다.

암기 포인트

단권 변압기 용량은 "직렬권선 정격전류 × 전체 출력전압"으로 판단하고, 공통권선 전류 정격 일치까지 확인하면 된다.

NoteBase

문 13. 정격 운전 중인 변압기에 단락사고가 발생하여 정격전류의 25배 크기의 단락전류가 흐르고 있다. 이때 변압기의 %임피던스 강하[%]는?

① 4

② 6

③ 8

④ 10

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 단락전류 배수와 %임피던스가 서로 역비례한다는 관계를 이용해 %임피던스 강하를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단락전류는 정격전류의 25배이다.
구해야 할 값: 변압기의 %임피던스 강하이다.
주의할 조건: 단락전류 배수가 커질수록 %임피던스는 작아진다.

사용할 공식

$\frac{I_{sc}}{I_n} = \frac{100}{\%Z}$
따라서
$\%Z = \frac{100}{I_{sc}/I_n}$
이 공식을 쓰는 이유는 변압기에서 %임피던스는 정격전압을 기준으로 한 내부 임피던스를 뜻하고, 단락 시 전류 배수는 그 임피던스에 역비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 단락전류 배수를 $I_{sc}/I_n = 25$로 둔다.
2. 공식에 대입하면 $\%Z = 100/25$이다.
3. 계산하면 $\%Z = 4$이다.
4. 따라서 변압기의 %임피던스 강하는 4%이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 4%이므로 맞다.
② X: 틀린 표현은 '6'이다. 올바르게는 25배 단락전류일 때 %임피던스 강하는 6%가 아니라 4%이다. 6%라면 단락전류는 정격전류의 약 100/6 ≈ 16.7배가 된다.
③ X: 틀린 표현은 '8'이다. 올바르게는 25배 단락전류일 때 %임피던스 강하는 8%가 아니라 4%이다. 8%라면 단락전류는 정격전류의 100/8 = 12.5배가 된다.
④ X: 틀린 표현은 '10'이다. 올바르게는 25배 단락전류일 때 %임피던스 강하는 10%가 아니라 4%이다. 10%라면 단락전류는 정격전류의 100/10 = 10배가 된다.

오답 포인트

단락전류가 정격전류의 몇 배인지 보이면 %임피던스도 그만큼 커진다고 착각하기 쉽다. 이 관계는 정비례가 아니라 역비례이므로 배수가 25로 커지면 %임피던스는 100/25로 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 단락전류가 정격전류의 몇 배인지 제시되면 먼저 단락전류 배수 × \%임피던스=100 관계를 떠올린다. 그다음 100을 배수로 나누어 %임피던스를 바로 계산하면 된다.

암기 포인트

변압기에서는 단락전류 배수 × \%임피던스=100이다.

NoteBase

문 14. 원통형 동기전동기를 사용하여, 부하각 30°에서 1500 [kW] 출력을 얻었다. 이 전동기에서 얻을 수 있는 최대 출력[kW]은?

① 1500

② 2000

③ 3000

④ 3500

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원통형 동기전동기의 출력각 특성 $P = P_{max}\sin\delta$를 이용해 최대 출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부하각 $\delta = 30^\circ$, 출력 $P = 1500kW$
구해야 할 값: 최대 출력 P_{max}
주의할 조건: 원통형 동기전동기는 출력이 $\sin\delta$에 비례하므로 최대 출력은 $\delta = 90^\circ$일 때의 값이다.

사용할 공식

사용 공식은 $P = P_{max}\sin\delta$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 원통형 동기전동기의 전력-부하각 특성이 부하각의 사인값에 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 주어진 조건을 공식에 대입하면 $1500 = P_{max}\sin 30^\circ$이다.
2. $\sin 30^\circ = 0.5$이므로 $1500 = 0.5P_{max}$이다.
3. 따라서 $P_{max} = \frac{1500}{0.5} = 3000kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

1500 kW는 부하각이 30 °일 때의 실제 출력일 뿐 최대 출력이 아니다. 틀린 표현은 최대 출력을 1500 kW로 본 점이며, 올바르게는 최대 출력이 3000 kW이다.

② X

2000 kW는 $\sin 30^\circ = 0.5$를 잘못 적용했을 때 나오는 오답이다. 틀린 표현은 최대 출력을 2000 kW로 본 점이며, 올바르게는 $1500 = 0.5P_{max}$에서 $P_{max} = 3000kW$이다.

③ O

계산 결과 최대 출력은 $3000kW$이므로 옳다. 부하각 30 °에서의 출력이 최대 출력의 절반이라는 점과도 일치한다.

④ X

3500 kW는 사인 관계를 무시하고 임의로 크게 잡은 값이다. 틀린 표현은 최대 출력을 3500 kW로 본 점이며, 올바르게는 출력각 특성식에 따라 최대 출력이 3000 kW이다.

오답 포인트

부하각 30 °에서의 출력 1500 kW를 곧바로 최대 출력으로 착각하거나, $\sin 30^\circ = 0.5$를 분모로 넘기지 않아 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

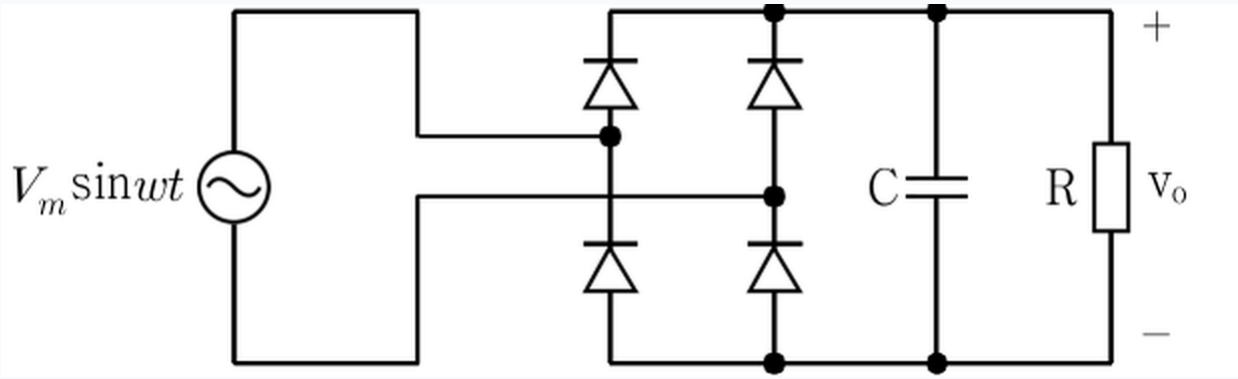
동기기의 부하각 문제는 먼저 $P = P_{max}\sin\delta$ 관계를 떠올리고, 주어진 출력이 최대 출력의 몇 배인지 계산한 뒤 $\sin 30^\circ = 0.5$, $\sin 90^\circ = 1$을 기준으로 정리하면 된다.

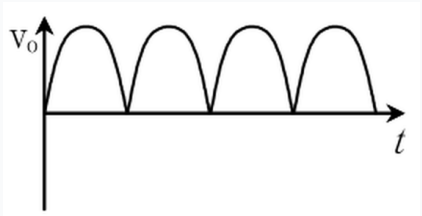
암기 포인트

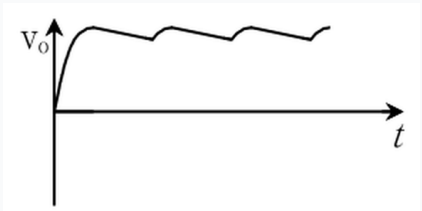
원통형 동기기 출력은 $P \propto \sin\delta$이며, 최대 출력은 $\delta = 90^\circ$에서 나온다.

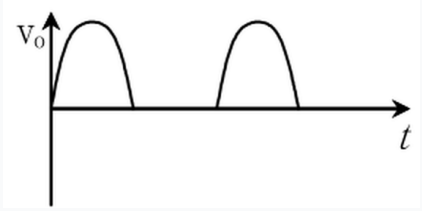
NoteBase

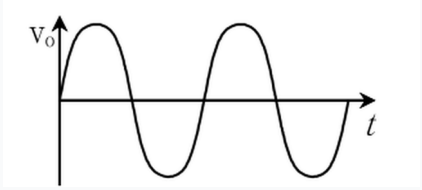
문 15. 아래 회로에서 시상수가 전원 주기보다 충분히 클 때, 출력 전압 V_0의 파형으로 옳은 것은?



① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 브리지 전파정류 회로에 평활 콘덴서가 병렬로 연결되어 있고 시상수 RC가 전원 주기보다 충분히 클 때, 출력 전압 V_o가 거의 직류에 가까우면서 작은 리플만 남는다는 점을 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 매 반주기마다 출력이 0까지 떨어지는 점이 틀린 표현이다. 평활 콘덴서가 크면 정류 파형의 정점 사이에서 콘덴서가 부하 R로 천천히 방전하므로 V_o는 0으로 내려가지 않는다. 올바르게는 평활 콘덴서가 없거나 매우 작을 때의 전파정류 출력 파형이다.
② O: 브리지 정류 때문에 입력의 양 반주기가 모두 같은 극성으로 부하에 걸리고, 큰 콘덴서가 각 정점 부근에서 충전된 뒤 그 사이 구간에서 조금씩 방전한다. 따라서 출력은 높은 직류 전압 위에 작은 톱니 모양 리플이 얹힌 파형이 된다.
③ X: 한 주기마다 한 번만 나타나는 맥동은 반파정류 파형이므로 이 회로와 맞지 않는다. 이 회로는 브리지 전파정류이므로 리플 주파수는 전원 주파수의 2배가 된다. 올바르게는 다이오드 1개를 사용한 반파정류 출력 파형에 해당한다.
④ X: 음의 반주기가 그대로 나타나는 점이 틀린 표현이다. 브리지 정류 후의 부하 전압 V_o는 극성이 일정하므로 음전압으로 바뀌지 않는다. 올바르게는 정류 전의 교류 입력 전압 파형에 해당한다.

오답 포인트

회로의 다이오드 배치만 보고 전파정류까지는 맞춰도, 콘덴서 C의 평활 작용을 놓치면 ①로 오답을 고르기 쉽다. 이 문항의 함정은 정류 방식과 평활 유무를 따로 보지 않고 한 번에 판단하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

출력단에 콘덴서가 부하와 병렬로 붙어 있으면 먼저 평활 회로인지 본다. 그다음 정류가 반파인지 전파인지 확인하고, 시상수 RC가 충분히 크면 출력은 맥동직류가 아니라 거의 일정한 직류에 작은 리플이 남는 파형으로 판단한다.

암기 포인트

브리지 전파정류 + 큰 RC = 극성은 일정하고, 리플은 작고, 0으로 떨어지지 않는 평활 직류이다.

NoteBase

문 16. 유도전동기의 Y-△기동에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

① 10~15[kW] 용량의 농형 유도전동기에 사용하는 기동법 중의 하나이다.

② 기동 시에는 1차 권선을 Y결선으로 하고, 기동 후 운전영역 근처에서는 △결선으로 운전한다.

③ 전전압 인가 시, Y결선한 선전류는 △결선한 선전류의 $1/\sqrt{3}$배가 된다.

④ Y-△기동법으로 기동 시 손실의 대부분을 차지하는 동손을 대폭 감소시킬 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

Y-△ 기동의 결선 전환 원리와 기동전류 감소 비율을 묻는 문제이다.

핵심 개념

Y-△ 기동은 기동 시 고정자 권선을 Y로 결선해 각 상에 걸리는 전압을 낮추고, 속도가 올라간 뒤 △로 전환하는 감전압 기동법이다.
같은 선간전압을 인가하면 Y결선의 상전압은 △결선의 $1/\sqrt{3}$배가 되고, 선전류는 △ 직입기동 때의 선전류의 1/3배가 된다.
따라서 기동전류와 기동토크가 함께 감소하는 점이 핵심이다.

선지별 해설

① O
- Y-△ 기동은 주로 농형 유도전동기에 적용하는 대표적 감전압 기동법이다.
- 선지의 $10 \sim 15kW$급 표현은 교재에서 드는 적용 범위의 예로 볼 수 있으므로 옳다.

② O
- 기동 시에는 Y결선으로 각 상 전압을 낮춰 기동전류를 줄인다.
- 속도가 상승해 정상 운전 구간에 가까워지면 △결선으로 전환하여 정격 운전을 한다.

③ X
- 틀린 부분은 "Y결선한 선전류는 △결선한 선전류의 $1/\sqrt{3}$배"라는 표현이다.
- 올바르게는 "전전압 인가 시 Y결선한 선전류는 △결선한 선전류의 1/3배가 된다"이다.
- $1/\sqrt{3}$배 관계는 상전압이나 상전류를 비교할 때에 해당하고, 선전류까지 비교하면 1/3으로 줄어든다.

④ O
- 동손은 전류의 제곱에 비례하는 I^2R 손실이므로 기동전류가 감소하면 크게 줄어든다.
- Y-△ 기동은 기동 시 큰 전류로 생기는 동손과 전압강하를 완화하는 데 유효하므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

③은 Y결선에서 상전압이 $1/\sqrt{3}$배로 낮아진다는 사실을 선전류 비율에 그대로 옮겨 적게 만든 함정이다. 상전압, 상전류, 선전류를 구분하지 않으면 $1/\sqrt{3}$와 1/3을 뒤바꾸기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

Y-△ 기동 문제는 먼저 Y결선에서 각 상 전압이 얼마나 감소하는지를 본 뒤, 그 결과가 선전류와 기동토크에 어떻게 반영되는지를 따져 보면 된다. 같은 선간전압 기준으로 Y기동은 상전압 $1/\sqrt{3}$, 선전류 1/3, 기동토크 1/3으로 정리된다.

암기 포인트

Y기동은 상전압 $1/\sqrt{3}$, 선전류 1/3, 기동토크 1/3으로 기억하면 된다.

NoteBase

문 17. 정격용량 400[kVA], %임피던스 4[%]의 A 변압기와 정격용량 600[kVA], %임피던스 3[%]의 B 변압기인 두 대의 단상 변압기를 750[kVA] 부하에 병렬운전하고자 한다. 두 변압기의 부하 분담[kVA]은?

① A 변압기: 250, B 변압기: 500

② A 변압기: 300, B 변압기: 450

③ A 변압기: 350, B 변압기: 400

④ A 변압기: 400, B 변압기: 350

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 병렬운전 중인 두 변압기의 부하 분담이 실제 임피던스에 반비례한다는 원리를 이용해 각 변압기의 분담 용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 A 변압기 정격용량 $400kVA$, %임피던스 4%, B 변압기 정격용량 $600kVA$, %임피던스 3%, 총부하 $750kVA$이다.
구해야 할 값은 A 변압기와 B 변압기의 부하 분담 kVA이다.
주의할 조건은 %임피던스를 그대로 비교하지 않고 각 변압기의 정격용량까지 반영해 실제 임피던스 비를 맞춰야 한다는 점이다.

사용할 공식

변압기 실제 임피던스는 같은 전압 기준에서 Z (\%Z)/(용량)으로 비교할 수 있다.
따라서
$Z_A : Z_B = \frac{4}{400} : \frac{3}{600} = 0.01 : 0.005 = 2 : 1$
병렬운전 시 부하 분담은 임피던스에 반비례하므로
$S_A : S_B = \frac{1}{Z_A} : \frac{1}{Z_B} = 1 : 2$
이 공식을 쓰는 이유는 병렬운전 변압기의 전류와 부하가 각 변압기의 실제 내부 임피던스에 반비례하여 나뉘기 때문이다.

계산 과정

1. %임피던스를 정격용량으로 나누어 실제 임피던스 비를 구하면 $Z_A : Z_B = \frac{4}{400} : \frac{3}{600} = 2 : 1$이다.
2. 부하 분담은 임피던스에 반비례하므로 $S_A : S_B = 1 : 2$이다.
3. 총부하 $750kVA$를 $1 : 2$로 나누면
$S_A = 750 \times \frac{1}{3} = 250kVA, \quad S_B = 750 \times \frac{2}{3} = 500kVA$
이므로 A 변압기는 $250kVA$, B 변압기는 $500kVA$를 분담한다.

NoteBase

선지별 해설

① O. 계산 결과 A 변압기는 250kVA, B 변압기는 500kVA를 분담하므로 맞는 선지이다.
② X. "A 변압기 300, B 변압기 450"는 분담비를 2 : 3으로 본 값이다. 이는 정격용량 400 : 600만 보고 나눈 결과에 가깝고, %임피던스 차이를 반영하지 못해 틀리다. 틀린 표현은 "A 변압기 300, B 변압기 450"이고, 올바르게는 "A 변압기 250, B 변압기 500"이다.
③ X. "A 변압기 350, B 변압기 400"는 실제 부하 분담비 1 : 2와 맞지 않는다. A의 실제 분담은 B의 절반이어야 하므로 이 선지는 틀리다. 틀린 표현은 "A 변압기 350, B 변압기 400"이고, 올바르게는 "A 변압기 250, B 변압기 500"이다.
④ X. "A 변압기 400, B 변압기 350"는 A가 더 큰 부하를 맡는 값인데, 실제로는 A의 임피던스가 더 커서 더 적은 부하를 맡아야 한다. 틀린 표현은 "A 변압기 400, B 변압기 350"이고, 올바르게는 "A 변압기 250, B 변압기 500"이다.

오답 포인트

많이 하는 실수는 %임피던스만 비교해 4 : 3으로 보거나, 정격용량만 비교해 400 : 600 = 2 : 3으로 나누는 것이다. 병렬운전 부하 분담은 %임피던스와 정격용량을 함께 반영한 실제 임피던스 비를 먼저 구해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전 변압기 문제는 먼저 (\%Z)/(용량)으로 실제 임피던스 비를 구하고, 그다음 부하 분담비는 그 역수로 바꾼 뒤 총부하에 배분하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

변압기 병렬운전 부하 분담은 (\%Z)/(용량)으로 임피던스 비를 만든 뒤 그 역비로 나눈다.

NoteBase

문 18. 회전자 치의 수가 45개, 동기속도가 100[rpm]이라고 할 때, 이 단극성 인덕터 발전기의 발생 전압 주파수[Hz]는?

① 45

② 75

③ 100

④ 120

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단극성 인덕터 발전기의 주파수식을 이용해 발생 전압 주파수를 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회전자 치수 45개, 동기속도 100 rpm이다.
구해야 할 값: 발생 전압 주파수이다.
주의할 조건: rpm을 초당 회전수로 바꾼 뒤, 한 바퀴에서 치수만큼 전압 변화가 반복된다는 점을 반영해야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $f = \frac{Zn}{60}$이다. 여기서 Z는 회전자 치수, n은 회전속도 rpm이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단극성 인덕터 발전기는 회전자가 한 바퀴 도는 동안 치수 Z만큼 자속 변화가 반복되므로, 1초당 반복 횟수가 그대로 주파수가 된다.

계산 과정

1. 회전자 치수는 $Z = 45$이다.
2. 동기속도는 $n = 100rpm$이므로 초당 회전수는 $\frac{100}{60}$이다.
3. 따라서 주파수는 $f = \frac{45 \times 100}{60} = 75$이다.

선지별 해설

① X: 45 Hz는 틀린 값이다. 치수 45개를 그대로 주파수로 본 오류이다. 틀린 표현은 45 Hz이고, 올바르게는 75 Hz이다.
② O: $f = \frac{45 \times 100}{60} = 75$이므로 맞는 값이다. 회전자 치수와 회전속도를 모두 반영한 결과이다.
③ X: 100 Hz는 틀린 값이다. 동기속도 100 rpm을 주파수처럼 직접 읽은 오류이다. 틀린 표현은 100 Hz이고, 올바르게는 75 Hz이다.
④ X: 120 Hz는 틀린 값이다. 일반 동기기의 $f = \frac{Pn}{120}$ 공식을 치수 문제에 잘못 적용한 값으로 볼 수 있다. 틀린 표현은 120 Hz이고, 올바르게는 75 Hz이다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 회전자 치수와 회전속도를 따로 보거나, rpm을 Hz처럼 직접 읽는 데 있다. 단극성 인덕터 발전기는 치수 1개가 지나갈 때마다 전압 변화가 1회 생긴다고 보고, 치수 × 초당 회전수로 정리해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

인덕터 발전기 주파수 문제는 먼저 치수 Z를 확인하고, 다음에 회전속도 n을 초당 회전수로 바꾼 뒤, $f = \frac{Zn}{60}$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

단극성 인덕터 발전기 주파수는 치수 × 초당 회전수이므로 $f = \frac{Zn}{60}$이다.

NoteBase

문 19. 유도전동기에서 넓은 범위의 속도 제어에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 정격 속도 이하에서는 일정 전력 영역이다.

② 정격 속도 이상에서는 일정 토크 영역이다.

③ 정격 속도 이하에서는 주파수를 일정하게 하고 전압을 낮춘다.

④ 정격 속도 이상에서는 일정 전력 영역이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 넓은 범위 속도 제어에서 정격 속도 이하의 일정 토크 영역과 정격 속도 이상의 일정 전력 영역을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

정격 속도 이하는 주파수와 전압을 함께 조정하여 V/f를 거의 일정하게 유지하는 구간이므로 자속이 거의 일정하고 일정 토크 영역이 된다.
정격 속도 이상은 전압을 더 올리기 어려워 전압은 거의 일정하게 두고 주파수만 높이는 약계자 구간이므로 토크는 감소하고 일정 전력 영역이 된다.

선지별 해설

① X: 정격 속도 이하에서는 자속을 거의 일정하게 유지하므로 출력 특성은 일정 토크 영역으로 본다. 틀린 표현은 "일정 전력"이고, 올바르게는 "일정 토크"이다.
② X: 정격 속도 이상에서는 전압 한계 때문에 자속이 약해지고 토크가 감소하므로 일정 토크 영역이 아니다. 틀린 표현은 "일정 토크"이고, 올바르게는 "일정 전력"이다.
③ X: 정격 속도 이하의 속도 제어는 주파수를 일정하게 두는 방식이 아니라 주파수를 낮추면서 그에 비례해 전압도 함께 낮추는 V/f 일정 제어이다. 틀린 표현은 "주파수를 일정하게 하고"이고, 올바르게는 "주파수와 전압을 함께 낮추어 V/f를 일정하게 한다"이다.
④ O: 정격 속도 이상에서는 인가 전압이 거의 일정한 상태에서 주파수만 증가시키는 약계자 제어가 이루어지므로 일정 전력 영역이 된다.

오답 포인트

정격 속도 이하와 이상에서 일정 토크와 일정 전력이 서로 뒤바뀌어 출제되기 쉽다. 특히 ③처럼 전압만 낮춘다고 외우거나 주파수를 고정한다고 착각하면 V/f 제어의 핵심을 놓치게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

기저속도인 정격 속도를 경계로 먼저 나눈다. 그 아래이면 전압과 주파수를 함께 조정하는 V/f 일정 제어이므로 일정 토크, 그 위이면 전압 한계로 약계자 운전이 되므로 일정 전력으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

정격속도 아래는 V/f 일정으로 토크 일정, 정격속도 위는 전압 한계로 전력 일정이다.

NoteBase

문 20. 커패시터 기동 단상 유도전동기에서 커패시터 사용의 주된 목적으로 가장 적절한 것은?

① 최대 토크를 크게 증가시킨다.

② 정격 효율을 크게 높인다.

③ 기동 전류를 크게 감소시킨다.

④ 기동 토크를 크게 증가시킨다.

정답 4번

출제 포인트

카패시터 기동 단상 유도전동기에서 카패시터를 넣는 직접 목적이 기동 토크 증대라는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

카패시터 기동 단상 유도전동기는 기동 시 보조권선에 카패시터를 직렬로 넣어 주권선 전류와의 위상차를 크게 만들어 기동 회전자계를 형성하는 전동기이다.
이 문항의 판단축은 카패시터의 목적이 운전 중 효율 개선인지, 기동 순간의 토크 확보인지이다.
카패시터 기동형의 핵심 키워드는 큰 위상차, 큰 기동 토크, 기동 후 보조권선 차단이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "최대 토크"이다. 카패시터 기동형의 주목적은 운전 전 구간에서의 최대 토크 증대가 아니라 기동 시 토크를 크게 하는 것이다. 올바르게는 "기동 토크를 크게 증가시킨다"이다.
② X: 틀린 부분은 "정격 효율"이다. 카패시터 기동형은 기동 후 카패시터와 보조권선을 차단하는 구조가 일반적이므로 주된 목적을 정격 효율 향상으로 보지 않는다. 올바르게는 "기동 시 필요한 위상차를 만들어 기동 성능을 높인다"이다.
③ X: 틀린 부분은 "기동 전류를 크게 감소시킨다"이다. 이 형식의 핵심은 전류 절감보다 위상분할에 의한 기동 토크 확보이다. 올바르게는 "기동 전류 감소가 아니라 기동 토크 증가가 주목적이다"이다.
④ O: 카패시터를 사용하면 주권선과 보조권선 전류의 위상차가 커져 거의 2상에 가까운 회전자계가 생기므로 기동 토크를 크게 할 수 있다. 따라서 가장 적절한 선택지이다.

오답 포인트

"카패시터를 넣으면 성능이 전반적으로 좋아진다"처럼 막연히 외우면 ①, ②, ③에 끌리기 쉽다. 이 문항은 카패시터의 효과 전체가 아니라 주된 사용 목적을 묻고 있으므로, 운전 특성보다 기동 특성을 먼저 떠올려야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기에서 카패시터가 기동용으로 붙어 있으면 먼저 보조권선 전류와의 위상차 형성을 떠올린다. 위상차를 크게 만드는 목적은 곧 기동 회전자계 형성과 기동 토크 증대이므로, 효율이나 최대 토크 같은 운전 중 특성보다 기동 토크를 정답 기준으로 잡는다.

암기 포인트

카패시터 기동형은 위상차를 크게 만들어 기동 토크를 크게 하는 형식이다.

NoteBase