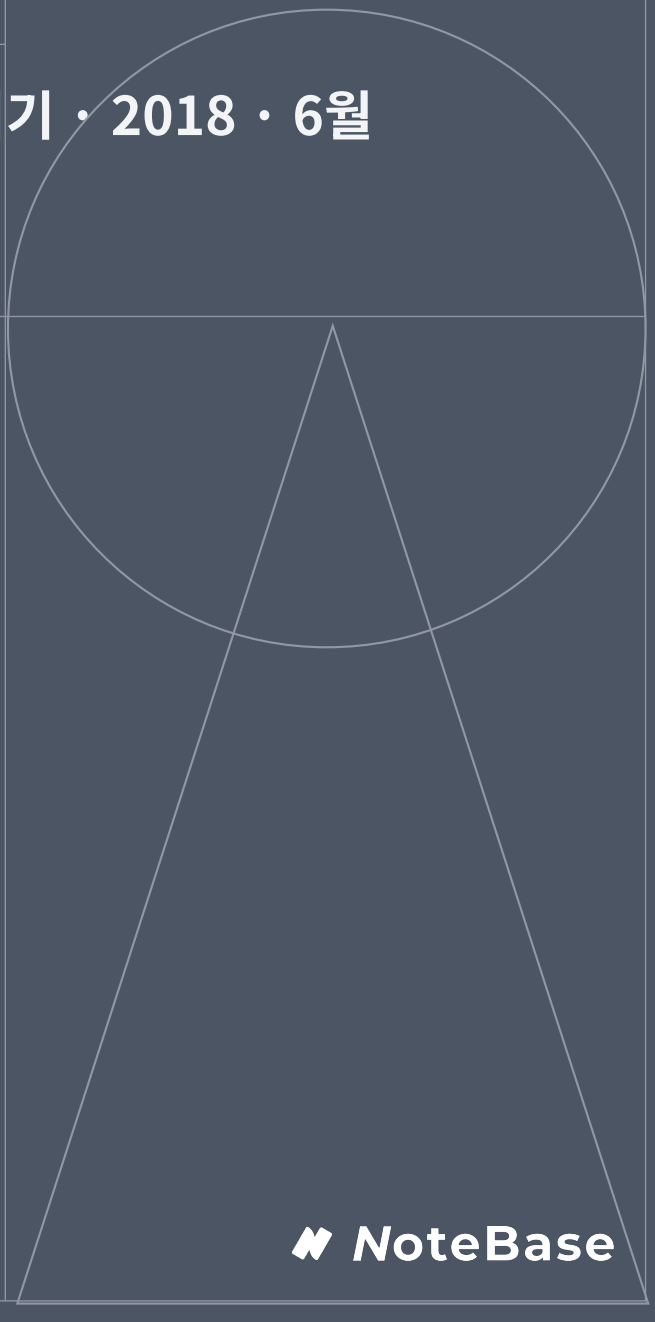
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2018 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2018 · 6월

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2018 · 6월

문 1. Y결선의 3상 60[Hz] 동기 발전기가 선간 실효전압 1,200[V]를 발전한다. 이 발전기가 50[Hz]의 전압을 발전한다면, 이때 동일 계자 전류조건에서 선간 실효 발전 전압[V]의 값은?

① 1,500

② 1,000

③ 800

④ 500

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동일 계자 전류 조건에서 동기발전기의 유기전압이 주파수에 비례한다는 관계를 이용해 선간 실효전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 60 Hz에서 선간 실효전압 1200 V이다.
구해야 할 값: 50 Hz에서의 선간 실효전압이다.
주의할 조건: 동일 계자 전류이므로 자속은 일정하고, 따라서 유기전압은 주파수에 비례한다.

사용할 공식

동기발전기의 유기전압은 $E \propto f\Phi$ 이다. 동일 계자 전류 조건에서는 자속 Φ가 일정하므로 $E \propto f$가 된다.
$\frac{E_2}{E_1} = \frac{f_2}{f_1}$
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 계자 전류가 동일하다고 했으므로 자속 변화가 없고, 전압 변화는 주파수 변화만 따라가기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 기준 상태를 둔다. $E_1 = 1200V$, $f_1 = 60Hz$ 이다.
2. 새로운 상태는 $f_2 = 50Hz$ 이다.
3. 비례식을 적용하면
$E_2 = E_1 \times \frac{f_2}{f_1} = 1200 \times \frac{50}{60} = 1200 \times \frac{5}{6} = 1000V$
4. 계산 결과 선간 실효발전전압은 1000 V이다.

선지별 해설

① X: 1500 V는 주파수가 감소했는데도 전압이 증가한 값이므로 비례관계와 맞지 않는다. $\frac{50}{60}$을 적용해야 하는데 이를 거꾸로 하여 $\frac{60}{50}$으로 계산하면 1440 V처럼 증가 방향의 오답이 나온다. 올바르게는 1500 V가 아니라 1000 V이다.
② O: 동일 계자 전류에서 자속이 일정하므로 전압은 주파수에 비례한다. $1200 \times \frac{50}{60} = 1000V$ 이므로 맞는 선지이다.
③ X: 800 V는 주파수 비례 계산 결과와 다르다. $\frac{50}{60} = \frac{5}{6}$인데 이를 $\frac{2}{3}$처럼 잘못 단순화하면 $1200 \times \frac{2}{3} = 800V$가 된다. 올바르게는 800 V가 아니라 1000 V이다.
④ X: 500 V는 주파수가 60 Hz에서 50 Hz로 내려간 감소폭에 비해 지나치게 작은 값이다. 이 문제는 절반으로 줄어드는 상황이 아니라 $\frac{5}{6}$배가 되는 상황이므로 올바르게는 500 V가 아니라 1000 V이다.

오답 포인트

동일 계자 전류라는 조건을 놓치면 자속 일정 조건을 빼먹기 쉽다. 또 주파수 비례식에서 $\frac{50}{60}$과 $\frac{60}{50}$을 뒤집거나, $\frac{5}{6}$을 잘못 계산해 800 V 같은 오답을 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기발전기 전압 변화 문제는 먼저 계자 전류가 같은지 확인하고, 같으면 $E \propto f$로 바로 정리한다. 그다음 원래 전압에 주파수비 (새 주파수)/(기준 주파수)를 곱해 계산한다.

암기 포인트

동일 계자 전류의 동기발전기는 자속 일정, 전압은 주파수에 비례한다.

NoteBase

문 2. 동일정격의 단상 변압기 2대를 V결선하여 3상부하에 전력을 공급한다. 이때, 동일정격 1대의 변압기를 증설하여 △결선을 하고, 지금보다 2배의 전류를 부하에 공급한다. △결선된 변압기는 V결선 변압기에 비해 동손이 전체 몇 배가 되는가?

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

정답 3번

출제 포인트

V결선과 Δ결선에서 변압기 1대당 전류 관계를 잡고, 동손이 전류의 제곱에 비례한다는 점으로 전체 동손비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- V결선: 동일정격 단상 변압기 2대
- Δ결선: 동일정격 단상 변압기 3대
- Δ결선 후 부하 선전류: V결선 때의 2배

구해야 할 값:
- Δ결선 전체 동손 / V결선 전체 동손

주의할 조건:
- 동손은 I^2R에 비례한다.
- V결선에서는 각 변압기 전류가 선전류와 같고, Δ결선에서는 각 변압기 전류가 선전류의 $1/\sqrt{3}$이다.

사용할 공식

$P_{cu} \propto I^2$
V결선 전체 동손은 $P_V \propto 2I^2$이다.
Δ결선 전체 동손은 $P_\Delta \propto 3\left(\frac{2I}{\sqrt{3}}\right)^2$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
같은 정격의 변압기 비교이므로 권선저항 조건이 같다고 보면, 전체 동손의 비는 각 변압기 전류 제곱의 합으로 바로 비교할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. V결선일 때 부하 선전류를 I라고 두면 각 변압기 전류도 I이다.
2. Δ결선으로 바꾼 뒤 부하 선전류는 $2I$이고, 각 변압기 전류는 $\frac{2I}{\sqrt{3}}$이다.
3. 따라서 전체 동손비는
$\frac{P_\Delta}{P_V} = \frac{3\left(\frac{2I}{\sqrt{3}}\right)^2}{2I^2} = \frac{3 \cdot 4I^2/3}{2I^2} = 2$
가 된다.

선지별 해설

① X
- $\frac{2}{\sqrt{3}}$배는 전체 동손비가 아니라 Δ결선에서 각 변압기 1대가 부담하는 전류가 V결선의 각 변압기 전류에 비해 커지는 비 $\frac{2I/\sqrt{3}}{I}$이다.
- 틀린 표현은 전체 동손을 1대당 전류비로 본 점이다. 전체 동손비는 2배이다.

② X
- $\sqrt{3}$배는 Δ결선의 선전류와 상전류 관계만 부분적으로 본 값이다. 동손은 전류에 비례하지 않고 전류의 제곱에 비례하며, 변압기 대수도 2대에서 3대로 바뀐다.
- 틀린 표현은 동손을 선전류비처럼 본 점이다. 전체 동손비는 2배이다.

③ O
- V결선에서 전체 동손은 $2I^2R$, Δ결선에서는 $3\left(\frac{2I}{\sqrt{3}}\right)^2R = 4I^2R$이다.
- 따라서 $\frac{4I^2R}{2I^2R} = 2$이므로 옳다.

④ X
- $2\sqrt{3}$배는 선전류를 2배로 늘린 뒤 각 변압기 전류를 그대로 $2I$로 놓거나, $\sqrt{3}$ 관계를 반대로 적용할 때 나오는 오답이다.
- 틀린 표현은 Δ결선 각 변압기 전류를 과대평가한 점이다. 올바르게는 각 변압기 전류가 $\frac{2I}{\sqrt{3}}$이므로 전체 동손비는 2배이다.

오답 포인트

V결선에서는 각 변압기 전류가 선전류와 같고, Δ결선에서는 각 변압기 전류가 선전류보다 $\sqrt{3}$배 작다. 여기서 1대당 전류비 $\frac{2}{\sqrt{3}}$와 전체 동손비를 혼동하면 ①로 흐르기 쉽다. 또 동손이 I가 아니라 I^2에 비례한다는 점을 빼먹으면 ②, ④ 같은 오답이 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 결선 비교 문제는 먼저 선전류와 각 변압기 전류의 관계를 결선별로 적고, 다음에 동손이 전류제곱의 총합에 비례한다는 점으로 계산한다. 1대당 전류비와 전체 손실비를 끝까지 구분하면 된다.

암기 포인트

동손 비교는 결선별 1대당 전류를 먼저 잡고 $\sum I^2$로 본다. V결선은 각 변압기 전류가 I_L, Δ결선은 각 변압기 전류가 $I_L/\sqrt{3}$이다.

NoteBase

문 3. 동기 조상기를 부족여자로 운전할 때 가장 옳은 것은?

① 콘덴서로 작용한다.

② 리액터로 작용한다.

③ 저항으로 작용한다.

④ 일반 부하의 뒤진 전류를 보상한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기 조상기의 여자 상태에 따라 무효전력을 흡수하는지 공급하는지, 그리고 리액터와 콘덴서 중 어떤 성질로 작용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

부족여자 동기 조상기는 계자전류가 작아 지상전류를 흡수하고 무효전력을 소비하므로 유도성 성질을 보여 리액터처럼 작용한다.
과여자 동기 조상기는 계자전류가 커 진상전류를 공급하고 무효전력을 내보내므로 용량성 성질을 보여 콘덴서처럼 작용한다.
판단 기준은 무효전력을 흡수하면 리액터, 공급하면 콘덴서라는 점이다.

선지별 해설

① X
콘덴서처럼 작용하는 것은 과여자 동기 조상기이다.
틀린 부분은 "콘덴서"이다. 부족여자일 때는 무효전력을 흡수하므로 올바르게는 "리액터로 작용한다"이다.

② O
부족여자 동기 조상기는 지상전류를 흡수하면서 무효전력을 소비하므로 유도성 부하와 같은 성질을 나타내며 리액터로 작용한다.

③ X
저항은 주로 유효전력을 소비하는 성질을 가리키지만, 부족여자 동기 조상기의 핵심은 무효전력 흡수에 있다.
틀린 부분은 "저항"이다. 올바르게는 "리액터로 작용한다"이다.

④ X
일반 부하의 뒤진 전류를 보상하는 역할은 진상 무효전력을 공급하는 과여자 동기 조상기의 설명이다.
틀린 부분은 "뒤진 전류를 보상한다"이다. 올바르게는 "과여자일 때 일반 부하의 뒤진 전류를 보상한다"이다.

NoteBase

오답 포인트

부족여자와 과여자를 서로 반대로 외우면 ①과 ④가 그럴듯해 보인다. 특히 "보상"이라는 표현은 진상 무효전력 공급을 뜻하므로 과여자와 연결되어야 하는데, 이를 부족여자와 혼동하는 함정을 노린 문항이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기 조상기 문제는 먼저 여자 상태를 확인한다. 부족여자이면 무효전력 흡수, 지상전류, 리액터로 연결되고, 과여자이면 무효전력 공급, 진상전류, 콘덴서로 연결된다.

암기 포인트

부족여자=흡수=지상=리액터, 과여자=공급=진상=콘덴서이다.

NoteBase

문 4. 무부하에서 200[V]의 단자전압을 발생시키는 타여자 직류 발전기가 있다. 자속을 1.4배로, 회전속도를 1/2배로 하고, 부하전류를 100[A]로 흘릴 때 단자전압[V]의 값은? (단, 전기자 권선의 저항값은 0.1[Ω]으로 하며, 온도에 따라 변화하지 않는다. 전기자 반작용과 브러시에 의한 전압강하는 무시한다.)

① 120

② 130

③ 140

④ 150

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 타여자 직류발전기의 유기전력 변화와 부하시 단자전압 관계를 이용해 단자전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 무부하 단자전압 200 V, 자속 1.4배, 회전속도 1/2배, 부하전류 100A, 전기자 저항 0.1Ω이다.
- 구해야 할 값: 부하시 단자전압이다.
- 주의할 조건: 무부하에서는 단자전압이 곧 유기전력이고, 발전기 부하 시에는 전기자 저항 전압강하 I_aR_a만큼 단자전압이 감소한다.

사용할 공식

유기전력은 $E \propto \phi n$이고, 발전기 단자전압은 $V = E - I_aR_a$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
자속과 회전속도를 바꾸었으므로 먼저 유기전력의 변화를 비례식으로 구해야 하고, 그다음 부하전류에 의한 내부 전압강하를 빼야 실제 단자전압이 된다.

계산 과정

1. 무부하에서는 전압강하가 없으므로 초기 유기전력은 $E_0 = 200V$이다.
2. 자속과 속도 변화 후 유기전력은 $E = E_0 \times 1.4 \times \frac{1}{2} = 200 \times 0.7 = 140V$이다.
3. 전기자 저항에 의한 전압강하는 $I_aR_a = 100 \times 0.1 = 10V$이다.
4. 따라서 단자전압은 $V = 140 - 10 = 130V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 120 V는 계산 결과와 다르다. 유기전력은 140 V이고 전기자 전압강하는 10 V이므로 단자전압은 130 V이다.
- 틀린 표현은 최종 단자전압을 120 V로 본 부분이다. 올바르게는 130 V이다.

② O
- 유기전력 140 V에서 전기자 저항 전압강하 10 V를 빼면 130 V가 된다.
- 발전기 부하 시에는 $V = E - I_a R_a$를 적용하므로 130 V가 맞다.

③ X
- 140 V는 자속과 속도 변화만 반영한 유기전력 값이다. 부하전류 100A가 흐르므로 단자전압은 그대로 140 V가 아니다.
- 틀린 표현은 유기전력과 단자전압을 같게 본 부분이다. 올바르게는 부하 시 단자전압은 130 V이다.

④ X
- 150 V는 유기전력 140 V보다 더 큰 값이어서 발전기 부하 상태의 단자전압으로 될 수 없다.
- 틀린 표현은 내부 전압강하를 더한 값처럼 본 부분이다. 올바르게는 내부 전압강하를 빼서 130 V가 된다.

오답 포인트

③처럼 자속과 속도 변화만 계산하고 전기자 저항 전압강하를 빼지 않으면 유기전력 140 V를 그대로 답으로 고르기 쉽다. 반대로 ④처럼 발전기 식의 부호를 반대로 잡으면 내부 전압강하를 더하는 실수가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 계산형은 먼저 무부하 전압을 초기 유기전력으로 두고 $E \propto \phi n$으로 새 유기전력을 구한 뒤, 발전기이면 $V = E - I_a R_a$, 전동기이면 $E = V - I_a R_a$처럼 부호를 구분해 판단한다.

암기 포인트

타여자 직류발전기는 $E \propto \phi n$, 부하시 단자전압은 유기전력에서 내부 전압강하를 뺀 값이다.

NoteBase

문 5. 1,000[kVA], 3,300[V], 동기 임피던스 5[Ω]인 2대의 3상 교류 발전기를 병렬운전하는 중 한 발전기의 계자를 강화해서 두 유도기전력(상전압) 사이에 200[V]의 전압차를 생기게 했을 경우, 두 발전기 사이에 흐르는 무효 횡류[A]의 값은?

① 40

② 30

③ 20

④ 10

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 병렬운전 중인 두 동기발전기의 유도기전력 상전압 차가 생길 때, 두 기기의 동기임피던스 합으로 무효 횡류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 발전기의 동기임피던스 5Ω, 두 유도기전력의 상전압 차 $200V$
구해야 할 값: 두 발전기 사이에 흐르는 무효 횡류
주의할 조건: 횡류는 두 발전기 내부를 한 바퀴 도는 순환전류이므로 임피던스는 한 대분이 아니라 두 대분의 합 $5 + 5 = 10\Omega$으로 본다.

사용할 공식

I_횡류=(Δ E)/(Z_s1+Z_s2)
이 공식을 쓰는 이유: 계자 강화로 생긴 상전압 차 ΔE가 두 발전기 사이의 순환기전력이 되고, 그 전류는 두 발전기의 동기임피던스가 직렬로 걸린 내부 루프를 통해 흐르기 때문이다.

계산 과정

1. 전압차는 상전압 기준으로 $\Delta E = 200V$이다.
2. 횡류가 지나는 전체 동기임피던스는 $Z_{s1} + Z_{s2} = 5 + 5 = 10\Omega$이다.
3. 따라서
I_횡류=(200)/(10)=20 A
이므로 두 발전기 사이의 무효 횡류는 $20A$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 $20A$이므로 $40A$는 맞지 않는다.
- $40A$는 $200 \div 5$처럼 한 발전기의 동기임피던스만 적용한 값이다. 올바르게는 두 발전기의 임피던스를 합해 $200 \div (5 + 5) = 20A$이다.

② X
- 주어진 조건 $\Delta E = 200V$, 전체 임피던스 10Ω를 적용하면 $30A$는 나올 수 없다.
- 틀린 값 $30A$는 병렬운전의 순환루프를 정확히 잡지 못한 계산오류이다. 올바르게는 $20A$이다.

③ O
- 두 발전기 사이 무효 횡류는 I_횡류=Δ E/(Z_s1+Z_s2)=200/10=20 A이다.
- 따라서 $20A$를 제시한 ③이 옳다.

④ X
- 계산 결과는 $20A$이므로 $10A$는 맞지 않는다.
- $10A$는 두 대분 임피던스를 이미 합한 뒤 전류를 다시 절반으로 줄이는 식의 중복 보정에서 생기는 값이다. 올바르게는 $20A$이다.

오답 포인트

문제 앞의 $1{,}000kVA$, $3{,}300V$에 끌려 정격전류를 먼저 구하려는 실수가 잦다. 이 문항은 정격값보다 유도기전력의 상전압 차와 두 발전기의 동기임피던스 합이 핵심이며, 한 대의 5Ω만 쓰면 $40A$ 오답에 걸린다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기발전기 병렬운전의 횡류 문제는 먼저 전압차가 상전압 기준인지 확인하고, 그다음 순환전류가 지나는 내부 루프의 임피던스를 두 기기분 합으로 잡아 $I = \Delta E / \Sigma Z_s$로 판단한다.

암기 포인트

병렬 동기발전기 횡류는 상전압 차를 두 발전기의 동기임피던스 합으로 나눈 값이다.

NoteBase

문 6. 용량 10[kVA]의 단권 변압기 3대를 Y결선하여 3상 3,000[V]를 3,300[V]로 승압한다면, 3상 부하용량[kVA]의 값은? (단, 변압기의 손실은 없다.)

① 100

② 110

③ 220

④ 330

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단권변압기의 용량증가율과 3상 결선의 전체 용량을 이용해 부하용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단권 변압기 1대의 정격용량 10 kVA, 3대 Y결선, 3상 3,000 V를 3,300 V로 승압한다.
구해야 할 값: 3상 부하용량이다.
주의할 조건: 단권변압기는 보통 변압기 정격 10 kVA를 그대로 쓰지 않고, 승압분 300 V를 기준으로 용량증가율을 반영해야 한다.

사용할 공식

한 대의 단권변압기 부하용량은 $S_{auto} = S_{tw} \times \frac{V_2}{V_2 - V_1}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 단권변압기는 입력전력의 일부가 전기적으로 직접 전달되므로 권선 정격보다 큰 부하용량을 담당할 수 있다. 이 문제에서는 $V_1 = 3000V$, $V_2 = 3300V$ 이므로 승압분은 $300V$ 이다.

계산 과정

1. 승압분 전압은 $3300 - 3000 = 300V$ 이다.
2. 한 대의 단권변압기 용량은 $10 \times \frac{3300}{300} = 110kVA$ 이다.
3. 3대를 Y결선한 3상 전체 용량은 $3 \times 110 = 330kVA$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 100 kVA는 한 대의 단권변압기 용량에서 분자에 3,000 V만 넣어 $10 \times \frac{3000}{300}$ 으로 계산한 값이다. 틀린 표현은 전체 승압 후 전압 3,300 V를 반영하지 않은 점이다. 올바르게는 한 대 용량이 110 kVA이다.
② X: 110 kVA는 한 대의 단권변압기 용량만 구한 값이다. 틀린 표현은 3대를 Y결선한 3상 전체 용량이라는 조건을 반영하지 않은 점이다. 올바르게는 $110 \times 3 = 330kVA$ 이다.
③ X: 220 kVA는 110 kVA를 두 대분만 합산한 값으로 볼 수 있다. 틀린 표현은 3대 결선을 모두 합산하지 않은 점이다. 올바르게는 세 대를 모두 더해 330 kVA가 된다.
④ O: 한 대의 단권변압기 용량이 110 kVA이고, 이것이 3대 Y결선이므로 3상 부하용량은 $330kVA$ 이다.

오답 포인트

단권변압기 문제에서 가장 흔한 실수는 보통 변압기 정격 10 kVA를 그대로 3배 하거나, 한 대 용량 110 kVA까지만 구하고 3상 전체 합산을 빠뜨리는 점이다. 이 문항은 승압분 300 V와 전체 전압 3,300 V를 구분하는지가 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단권변압기 용량 문제는 먼저 승압분 또는 강압분 전압을 구한 뒤, 한 대 용량을 S_tw× (전체전압)/(직렬권선전압) 으로 계산하고, 마지막에 결선 대수만큼 합산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

단권변압기는 직렬권선 전압이 작을수록 용량이 커지고, 3상 은행 용량은 한 대 용량에 대수를 곱해 정리한다.

NoteBase

문 7. 전기자 단자전압 $220[V]$, 전기자 전류 $50[A]$, 회전속도 $1,540[rpm]$으로 운전하는 타여자 직류 전동기의 발생 토크 $[N \cdot m]$의 값은? (단, 전기자 저항은 $0.2[\Omega]$이고 브러시 전압강하 및 기계 손실은 무시한다.)

① 58.9

② 62.0

③ 65.1

④ 68.2

정답 3번

출제 포인트

직류 전동기에서 역기전력과 기계적 변환전력을 구한 뒤 $T = P/\omega$로 발생 토크를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값
- 단자전압: 220 V
- 전기자 전류: 50 A
- 전기자 저항: 0.2 Ω
- 회전속도: 1,540 rpm

구해야 할 값
- 발생 토크 T

주의할 조건
- 전동기이므로 역기전력은 $E = V - I_a R_a$이다.
- 브러시 전압강하와 기계 손실을 무시하므로 발생전력은 EI_a이다.

사용할 공식

$E = V - I_a R_a, \quad P_{dev} = EI_a, \quad \omega = \frac{2\pi N}{60}, \quad T = \frac{P_{dev}}{\omega}$

이 공식을 쓰는 이유는 발생 토크가 기계적으로 변환된 전력 P_{dev}를 각속도 ω로 나눈 값이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 역기전력은 $E = 220 - 50 \times 0.2 = 210V$이다.
2. 기계적으로 변환되는 전력은 $P_{dev} = 210 \times 50 = 10{,}500W$이다.
3. 각속도는 $\omega = \frac{2\pi \times 1540}{60} = 161.27 rad/s$이다.
4. 따라서 발생 토크는 $T = \frac{10{,}500}{161.27} = 65.1 N \cdot m$이다.

선지별 해설

① X

- 58.9는 계산 결과 $65.1 N \cdot m$와 일치하지 않는다. 올바르게는 발생 토크가 $65.1 N \cdot m$이다.

② X

- 62.0은 전기자 저항에 의한 전압강하 $I_a R_a = 10V$를 잘못 처리했을 때 나올 수 있는 값이며, 정확한 역기전력은 210 V이다. 올바르게는 발생 토크가 $65.1 N \cdot m$이다.

③ O

- $E = 210V$, $P_{dev} = 10{,}500W$, $\omega = 161.27 rad/s$이므로 $T = 65.1 N \cdot m$가 된다. 계산 결과와 일치한다.

④ X

- 68.2는 단자입력 220×50을 그대로 사용하여 전기자 동손 $I_a^2 R_a$를 빼지 않았을 때 나오는 값이다. 올바르게는 발생 토크가 $65.1 N \cdot m$이다.

오답 포인트

전동기의 발생 토크는 입력전력 VI를 바로 각속도로 나누어 구하지 않는다. 먼저 전기자 동손 $I_a^2 R_a$를 제외하여 $P_{dev} = EI_a$를 만든 뒤 토크로 바꾸어야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 계산형은 전동기인지 발전기인지부터 구분한 뒤, 전동기이면 $E = V - I_a R_a$로 역기전력을 구하고 $P_{dev} = EI_a$, $T = P_{dev}/\omega$ 순서로 계산하면 된다.

암기 포인트

직류 전동기 발생 토크는 역기전력 E와 전기자 전류 I_a로 만든 전력 EI_a를 각속도로 나눈 값이다.

NoteBase

문 8. 크로우링(crawling) 현상이 일어나는 것으로 가장 옳은 것은?

① 유도 전동기

② 직류 직권 전동기

③ 수은 정류기

④ 3상 변압기

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유도 전동기의 이상 현상인 크로우링과 다른 전기기기의 대표 현상을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

크로우링은 유도 전동기가 슬롯 고조파 자속의 영향으로 정상 가속하지 못하고 동기속도의 분수 속도 부근에 머무는 현상이다.
직류 직권 전동기는 무부하에서 속도가 비정상적으로 상승하는 폭주가 대표 위험이다.
수은 정류기는 역아크나 점호 불량 같은 정류 이상이 대표적이다.
3상 변압기는 정지기기이므로 크로우링과 같은 속도 이상 현상이 나타나지 않는다.

선지별 해설

① O
- 유도 전동기에서는 슬롯 고조파, 특히 7차 고조파의 영향으로 회전자가 동기속도의 1/7 부근 등에 머무는 크로우링이 나타날 수 있다.

② X
- 틀린 부분은 "직류 직권 전동기"이다.
- 직류 직권 전동기의 대표 이상 현상은 크로우링이 아니라 무부하에서 속도가 급상승하는 폭주이다.

③ X
- 틀린 부분은 "수은 정류기"이다.
- 수은 정류기에서 문제 되는 것은 역아크나 점호 불량 같은 정류 현상이며, 크로우링은 유도 전동기의 속도 이상 현상이다.

④ X
- 틀린 부분은 "3상 변압기"이다.
- 3상 변압기는 회전하지 않는 정지기기이므로 크로우링처럼 특정 분수 속도에 머무는 현상이 생기지 않는다. 관련 현상으로는 여자돌입전류나 소음 등을 본다.

NoteBase

오답 포인트

크로우링을 단순한 기기 고장명으로 외우면 다른 기기에도 붙이기 쉽다. 크로우링은 회전자 속도가 걸리는 현상이므로 회전기인 유도 전동기와 연결해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 현상이 속도와 관련된 회전기 현상인지 본다. 그다음 유도 전동기의 고조파나 비정상 속도 문제와 연결되면 크로우링으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

크로우링은 유도 전동기, 직권 전동기는 폭주, 수은 정류기는 역아크, 변압기는 여자돌입전류이다.

NoteBase

문 10. 3상 유도 전동기가 슬립 5[%]로 운전을 하고 있다. 한 상당 2차 전류가 12[A]일 때, 한 상당 전동기 1차 입력[W]의 근삿값은? (단, 이 전동기의 한 상당 2차 저항은 0.08[Ω], 한 상당 철손은 10[W], 1차 동손은 2차 동손의 2배이다.)

① 219

② 230

③ 240

④ 263

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 슬립과 2차 동손 관계를 이용해 한 상당 1차 입력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 슬립 $s = 0.05$, 한 상당 2차 전류 $I_2 = 12A$, 한 상당 2차 저항 $r_2 = 0.08\Omega$, 한 상당 철손 10 W이다.
구해야 할 값은 한 상당 1차 입력이다.
주의할 조건은 1차 동손이 2차 동손의 2배이므로 2차 동손만 구하고 끝내면 안 된다는 점이다.

사용할 공식

유도전동기에서 한 상당 2차 동손은 $P_{c2} = I_2^2 r_2$이다.
슬립은 $s = \frac{P_{c2}}{P_2}$이므로 한 상당 2차 입력은 $P_2 = \frac{P_{c2}}{s}$이다.
한 상당 1차 입력은 $P_1 = P_2 + P_{c1} + P_i$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 슬립이 2차 입력 대비 2차 동손의 비율이기 때문이다.

계산 과정

1. 한 상당 2차 동손은 $P_{c2} = 12^2 \times 0.08 = 11.52W$이다.
2. 한 상당 2차 입력은 $P_2 = \frac{11.52}{0.05} = 230.4W$이다.
3. 한 상당 1차 동손은 $P_{c1} = 2 \times 11.52 = 23.04W$이다.
4. 한 상당 1차 입력은 $P_1 = 230.4 + 23.04 + 10 = 263.44W$이다.
5. 근삿값은 263 W이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

219 W는 $230.4 - 11.52 = 218.88W$를 반올림한 값으로, 한 상당 기계적 출력에 해당한다.

틀린 표현은 1차 입력으로 본 점이다. 올바르게는 219 W는 회전자에서 기계적으로 변환되는 출력에 가깝다.

② X

230 W는 한 상당 2차 입력 P_2만 본 값이다.

틀린 표현은 1차 입력으로 본 점이다. 올바르게는 230 W는 공극을 건너 회전자에 전달된 입력이다.

③ X

240 W는 한 상당 2차 입력 230.4 W에 철손 10 W만 더한 값에 가깝다.

틀린 표현은 1차 동손 23.04 W를 빠뜨린 점이다. 올바르게는 1차 입력에는 2차 입력, 1차 동손, 철손이 모두 포함된다.

④ O

한 상당 1차 입력은 $230.4 + 23.04 + 10 = 263.44W$이므로 근삿값은 263 W이다.

오답 포인트

슬립으로부터 구한 230.4 W를 바로 1차 입력으로 착각하기 쉽다. ①은 기계적 출력, ②는 2차 입력, ③은 1차 동손 누락값이므로 각 전력의 위치를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 전력 계산은 2차 동손 계산, 슬립으로 2차 입력 환산, 추가 손실 반영의 순서로 판단한다. 슬립이 주어지면 먼저 $s = P_{c2}/P_2$를 떠올리면 된다.

암기 포인트

슬립은 2차 동손/2차 입력이고, 1차 입력은 2차 입력에 1차 동손과 철손을 더한 값이다.

NoteBase

문 11. 직류 분권 발전기의 특성 곡선에 대한 설명 중 가장 옳은 것은? (단, E: 유기기전력, V: 단자전압, I_f: 계자전류, I_a: 전기자 전류, I: 부하전류이다.)

① 무부하 특성 곡선: 정격 회전속도이고 무부하 상태일 때, I_f와 V의 관계 곡선

② 부하 특성 곡선: 정격속도에서 I를 정격값으로 유지할 때, I_f와 E의 관계 곡선

③ 외부 특성 곡선: 정격속도에서 정격전압 V가 되도록 I_f를 조정했을 때, I와 V의 관계 곡선

④ 계자 조정 곡선: 정격속도에서 V를 일정하게 유지할 때, V와 E의 관계 곡선

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권 발전기의 무부하 특성, 부하 특성, 외부 특성, 계자 조정 곡선의 조건과 좌표축을 정확히 구분할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

무부하 특성 곡선은 정격속도, 무부하에서 I_f를 바꿀 때 유기기전력 E가 어떻게 변하는지를 보는 곡선이다.
부하 특성 곡선은 정격속도에서 부하전류 I를 일정하게 유지할 때 I_f와 단자전압 V의 관계를 보는 곡선이다.
외부 특성 곡선은 정격속도에서 계자조건을 정해 둔 상태에서 부하전류 I와 단자전압 V의 관계를 보는 곡선이다.
계자 조정 곡선은 정격속도에서 단자전압 V를 일정하게 유지하기 위해 부하전류 I에 따라 필요한 계자전류 I_f가 어떻게 달라지는지를 보는 곡선이다.

선지별 해설

1번: X. 무부하 특성 곡선의 본래 정의는 정격속도, 무부하에서 I_f와 유기기전력 E의 관계이다. 무부하에서는 $V \approx E$라서 헷갈리기 쉽지만, 이 문제는 E와 V를 구분하여 제시했으므로 I_f-V라고 한 부분이 틀렸다. 틀린 표현은 "I_f와 V의 관계"이고, 올바르게는 "I_f와 E의 관계"이다.
2번: X. 부하 특성 곡선은 정격속도에서 부하전류 I를 일정하게 유지할 때 I_f와 단자전압 V의 관계를 나타낸다. 틀린 표현은 "I_f와 E의 관계"이고, 올바르게는 "I_f와 V의 관계"이다.
3번: O. 외부 특성 곡선은 정격속도에서 정격전압이 되도록 계자를 맞춘 뒤 부하전류 I가 변할 때 단자전압 V가 어떻게 변하는지를 나타내는 I-V 곡선이다. 보기의 조건과 좌표축이 외부 특성의 정의와 맞는다.
4번: X. 계자 조정 곡선은 정격속도에서 V를 일정하게 유지할 때 부하전류 I에 따라 필요한 계자전류 I_f의 관계를 나타낸다. 틀린 표현은 "V와 E의 관계"이고, 올바르게는 "I와 I_f의 관계"이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 곡선 이름보다 좌표축과 고정 조건을 섞어 놓은 데 있다. 특히 1번은 무부하에서 V와 E가 거의 같다는 점 때문에 맞는 말처럼 보이지만, 시험에서는 무부하 특성의 정의를 I_f-E로 구분한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 무엇을 일정하게 두는지 본다. 그다음 가로축과 세로축의 조합을 확인한다. 무부하는 I_f-E, 부하 특성은 I 일정에서 I_f-V, 외부 특성은 I-V, 계자 조정 곡선은 V 일정에서 I-I_f로 정리하면 빠르게 판단된다.

암기 포인트

무부하 I_f-E, 부하 I_f-V, 외부 I-V, 계자조정 I-I_f이다.

NoteBase

문 12. 동기 전동기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 정격주파수와 정격전압으로 기동 중 동기속도의 95% 정도에서 토크를 공칭 인입 토크라 한다.

② 여자 전류의 조정에 따라 역률을 조정할 수 있다.

③ 난조를 방지하는 방법 중의 하나로 제동권선을 설치한다.

④ 안정도를 증진하기 위하여 설계상 회전자의 관성을 작게 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기의 기동·여자·난조 방지·안정도에 관한 기본 성질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

인입 토크는 동기전동기가 거의 동기속도까지 올라온 상태에서 동기화되어 끌려 들어갈 수 있는 최대 부하 토크이다.
여자 전류는 동기전동기의 역률을 좌우하므로 과여자·부족여자에 따라 지상 또는 진상 운전이 가능하다.
제동권선은 기동을 돕고 난조를 억제하는 역할을 한다.
안정도를 높이려면 회전자의 관성을 너무 작게 하지 않고, 속도 변동을 완화할 수 있는 방향으로 본다.

선지별 해설

① O
정격전압, 정격주파수에서 거의 동기속도에 도달한 상태에서 동기화될 수 있는 최대 토크를 인입 토크라 한다. 보통 동기속도의 약 95% 부근에서 동기화 가능 여부를 본다는 설명과 부합한다.

② O
동기전동기는 여자 전류를 조정하여 역률을 변화시킬 수 있다. 부족여자이면 지상역률, 과여자이면 진상역률 쪽으로 운전할 수 있으므로 설명이 맞다.

③ O
제동권선은 동기전동기의 기동 보조와 난조 방지에 사용된다. 난조는 회전자 진동 성분이 커지는 현상인데, 제동권선이 이를 감쇠시키므로 옳다.

④ X
틀린 부분은 "회전자의 관성은 작게 한다"이다. 실제로는 안정도를 높이려면 회전자의 관성을 크게 하여 속도 변동과 난조를 완화하는 쪽이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

4번은 제어 응답을 빠르게 하려면 관성이 작을수록 좋다는 일반론과 동기전동기의 안정도 개념을 섞어 놓은 함정이다. 이 문항은 안정도 증진을 묻고 있으므로, 속도 변동을 완충하는 큰 관성이 유리하다는 점을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기 선지는 기능별로 나누어 판단한다. 여자 전류는 역률 조정, 제동권선은 기동 보조와 난조 방지, 인입 토크는 거의 동기속도에서의 동기화 가능 토크, 안정도는 관성 증가와 감쇠 효과의 방향으로 연결하면 된다.

암기 포인트

동기전동기에서는 여자 전류는 역률, 제동권선은 난조 방지, 큰 관성은 안정도 향상으로 연결된다.

NoteBase

문 13. 변압기 무부하 시험에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 2차측에는 전류가 흐르지 않는다.

② 1차측의 여자 전류는 매우 큰 값을 갖는다.

③ 권선 저항에 의한 전력손실은 매우 작은 값을 갖는다.

④ 철손을 측정하기 위한 시험이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 변압기 무부하시험에서 2차 개방 상태, 여자전류의 크기, 철손과 동손의 상대적 크기를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

무부하시험은 2차측을 개방한 상태에서 1차측에 정격전압을 가해 철손과 무부하전류를 확인하는 시험이다.
여자전류는 철심에 자속을 만들기 위해 1차측에 흐르는 전류이며 정격전류에 비해 매우 작은 값이다.
무부하시험에서는 입력전력의 대부분이 철손으로 나타나고, 권선 저항에 의한 동손은 무부하전류가 작아서 매우 작다.

선지별 해설

① O: 무부하시험에서는 2차측을 개방하므로 2차전류는 흐르지 않는다.
② X: 틀린 부분은 "매우 큰 값"이다. 무부하시험의 1차측 여자전류는 철심 자화를 위한 전류일 뿐이므로 정격전류에 비해 매우 작은 값이다.
③ O: 권선 저항에 의한 전력손실은 동손인데, 무부하시험에서는 무부하전류가 작으므로 동손도 매우 작다.
④ O: 무부하시험은 정격전압을 인가하여 철심의 히스테리시스손과 와전류손을 포함한 철손을 측정하는 시험이다.

오답 포인트

무부하시험과 단락시험을 서로 바꿔 기억하면 ②에 걸리기 쉽다. 큰 전류가 흐르고 동손이 중심이 되는 쪽은 단락시험이며, 무부하시험은 2차 개방 상태라 여자전류만 작게 흐른다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 시험 문제가 나오면 먼저 2차측이 개방인지 단락인지부터 본다. 2차측이 개방이면 $I_2 = 0$, 1차측 무부하전류는 작고, 입력전력은 거의 철손이라고 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

무부하 = 2차 개방, 여자전류 작음, 철손 측정이다.

NoteBase

문 14. 단중 중권으로 감긴 정류자 권선을 가진 4극 직류기가 있다. 권회수가 2이며 코일이 120개로 이루어져 있다. 극당 자속은 0.01[Wb]이다. 이 직류기가 1,500[rpm]으로 회전하고 있다면, 브러시 양단에 나타나는 직류 전압[V]의 값은? (단, 브러시는 횡축에 위치해 있다.)

① 120

② 220

③ 240

④ 320

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 발전기의 유기기전력 공식과 중권의 병렬회로수, 전체 도체수를 이용해 브러시 양단 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
극수 $P = 4$, 극당 자속 $\phi = 0.01\text{Wb}$, 회전수 $N = 1500\text{rpm}$
코일 수 120개, 권회수 2이므로 한 코일의 도체수는 $2 \times 2 = 4$개이다.
따라서 전체 도체수는 $Z = 120 \times 4 = 480$이다.
단층 중권이므로 병렬회로수는 $A = P = 4$이다.
브러시가 횡축에 있다는 조건은 정류가 정상이라는 뜻으로, 전압 계산식 자체는 그대로 적용된다.

사용할 공식

직류기의 유기기전력은
$E = \frac{P\phi ZN}{60A}$
이다.
이 문제는 극수, 자속, 도체수, 회전수, 병렬회로수가 모두 주어졌으므로 이 공식을 바로 적용하는 상황이다.

계산 과정

1. 전체 도체수를 구하면 $Z = 120 \times 2 \times 2 = 480$이다.
2. 단층 중권이므로 병렬회로수는 $A = 4$이다.
3. 공식을 대입하면
$E = \frac{4 \times 0.01 \times 480 \times 1500}{60 \times 4} = 120\text{V}$
이다.
따라서 브러시 양단 전압은 120 V이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
계산 결과가 120 V이므로 옳다.

② X
220 V는 계산 결과와 일치하지 않는다. 틀린 표현은 브러시 양단 전압을 220 V로 본 점이다. 올바르게는 브러시 양단 전압은 120 V이다.

③ X
240 V는 중권에서 병렬회로수 $A = P = 4$를 놓치고 파권처럼 계산할 때 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 전압을 240 V로 본 점이다. 올바르게는 중권이므로 $A = 4$를 써서 120 V가 된다.

④ X
320 V는 주어진 조건으로는 나올 수 없는 값이다. 틀린 표현은 전압을 320 V로 본 점이다. 올바르게는 전체 도체수 $Z = 480$, 병렬회로수 $A = 4$를 대입하면 120 V이다.

오답 포인트

권회수 2를 보고 도체수를 $120 \times 2 = 240$으로만 잡거나, 중권의 병렬회로수를 $A = P$로 두지 않는 실수가 자주 나온다. 이 문항의 함정은 코일 수, 권회수, 중권의 의미를 한 번에 정확히 연결하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 계산 문제는 먼저 Z와 A를 정리한 뒤 유기기전력 공식 $E = \frac{P\phi ZN}{60A}$에 대입해 판단한다. 특히 중권은 $A = P$, 파권은 $A = 2$라는 구분을 먼저 확인하면 된다.

암기 포인트

직류기 유기기전력은 $E = \frac{P\phi ZN}{60A}$이고, 단층 중권은 병렬회로수 $A = P$이다.

NoteBase

문 15. 4극 60[Hz]**, 3상 권선형 유도전동기에서 전부하시의 회전수는** 1, 710[rpm]**이다. 동일 토크로 속도를** 1, 350[rpm]**으로 하기 위해 2차 회로에 삽입하여야 하는 외부저항**[Ω]**의 값은? (단, 2차 회로는 Y결선이고, 각 상의 저항은** 0.2[Ω]**이다.)**

① 0.4

② 0.6

③ 0.8

④ 1.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 권선형 유도전동기에서 동일 토크일 때 슬립이 2차 회로의 총저항에 비례한다는 관계를 이용해 외부저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 극수 4극, 주파수 60 Hz
- 전부하시 회전수 1710rpm
- 목표 회전수 1350rpm
- 2차 1상 저항 0.2Ω

구해야 할 값:
- 2차 회로에 삽입할 외부저항

주의할 조건:
- 동기속도를 먼저 구한 뒤 슬립을 계산해야 한다.
- 각 상의 외부저항을 묻고 있으므로 1상 기준으로 계산한다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
같은 토크를 낼 때 정상 운전 영역에서는 $s \propto R_2$이므로 $\frac{s_1}{s_2} = \frac{R_{21}}{R_{22}}$로 본다.
이 공식을 쓰는 이유:
권선형 유도전동기에서 2차 외부저항을 넣어 속도를 낮추는 경우, 같은 토크를 유지하면 슬립 증가율만큼 2차 총저항도 같은 비율로 커진다.

NoteBase

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$이다.
2. 전부하시 슬립은 $s_1 = \frac{1800 - 1710}{1800} = 0.05$이다.
3. 목표 속도에서 슬립은 $s_2 = \frac{1800 - 1350}{1800} = 0.25$이다.
4. 같은 토크이므로 R_22R_21 = (s_2)/(s_1) = (0.25)/(0.05) = 5이다.
5. 따라서 새로운 2차 총저항은 $R_{22} = 0.2 \times 5 = 1.0\Omega$이다.
6. 외부저항은 $R_{ext} = 1.0 - 0.2 = 0.8\Omega$이다.

선지별 해설

① X
- 0.4Ω은 총저항을 0.6Ω으로 본 값이라서 슬립비 $\frac{s_2}{s_1} = 5$를 반영하지 못한 값이다.
- 틀린 표현은 외부저항을 작게 본 점이다. 올바르게는 외부저항이 0.8Ω이어야 한다.

② X
- 0.6Ω은 총저항을 0.8Ω으로 본 값인데, 이는 목표 슬립 0.25에 필요한 총저항 1.0Ω보다 작다.
- 틀린 표현은 증가 배율을 부족하게 적용한 점이다. 올바르게는 기존 0.2Ω의 5배인 1.0Ω이 총저항이 된다.

③ O
- 계산 결과 외부저항은 0.8Ω이다.
- 기존 2차 저항 0.2Ω에 외부저항 0.8Ω을 더하면 총저항이 1.0Ω이 되어 슬립 0.25에서 같은 토크를 낼 수 있다.

④ X
- 1.0Ω은 외부저항이 아니라 새로운 2차 총저항 값이다.
- 틀린 표현은 총저항과 외부저항을 혼동한 점이다. 올바르게는 외부저항은 총저항 1.0Ω에서 내부저항 0.2Ω을 뺀 0.8Ω이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 1.0Ω을 바로 정답으로 고르는 것이다. 문제는 삽입해야 하는 외부저항을 묻는데, 계산 중간에 얻는 1.0Ω은 2차 회로의 총저항이다. 또 동기속도를 1800rpm으로 잡지 않으면 슬립 계산이 모두 어긋난다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기 속도제어 문제는 동기속도 계산 → 기존 슬립과 목표 슬립 계산 → 같은 토크이면 슬립비만큼 총저항도 증가 → 마지막에 내부저항을 빼서 외부저항 산정의 순서로 판단한다.

암기 포인트

같은 토크의 권선형 유도전동기 속도제어는 슬립비 = 2차 총저항비이다.

NoteBase

문 16. 단상 변압기가 정격 2차 전압 200[V]에서 2차 전류 250[A]일 때의 전체손실이 1,525[W]이고, 2차 전류가 150[A]일 때 전체손실이 1,125[W]이다. 이 변압기의 무부하 손실 [W]의 값은?

① 400

② 525

③ 576

④ 900

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 전체손실을 무부하손실과 부하손실로 분리하고, 부하손실이 전류의 제곱에 비례한다는 관계로 무부하손실을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2차 전류 250 A일 때 전체손실은 1,525 W이고, 2차 전류 150 A일 때 전체손실은 1,125 W이다.
구해야 할 값: 무부하손실이다.
주의할 조건: 무부하손실은 거의 일정하고, 부하손실은 전류의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

전체손실은 무부하손실과 부하손실의 합이므로 $P_t = P_0 + P_c$ 이다. 또한 부하손실은 전류의 제곱에 비례하므로 전류가 I일 때 P_c=P_c,기준≤ft((I)/(I_기준))^2 로 둔다.
이 공식을 쓰는 이유: 변압기 철손은 전압이 일정하면 거의 일정하고, 동손은 권선전류의 제곱에 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 2차 전류 250 A일 때의 부하손실을 $P_{c,250}$, 무부하손실을 P_0라 두면 $P_0 + P_{c,250} = 1525$ 이다.
2. 2차 전류 150 A일 때 부하손실은 $P_{c,150} = P_{c,250}\left(\frac{150}{250}\right)^2 = 0.36P_{c,250}$ 이므로 $P_0 + 0.36P_{c,250} = 1125$ 이다.
3. 두 식을 빼면 $0.64P_{c,250} = 400$ 이므로 $P_{c,250} = 625$ 이다.
4. 따라서 무부하손실은 $P_0 = 1525 - 625 = 900W$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 400 W는 두 운전점의 전체손실 차이일 뿐 무부하손실이 아니다. 틀린 표현은 '무부하손실이 400 W이다'라는 판단이고, 올바르게는 '400 W는 손실 차이이며 무부하손실은 900 W이다'이다.
② X: 525 W는 동손이 전류에 선형 비례한다고 잘못 보면 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 '전류비 150/250를 그대로 곱한다'는 판단이고, 올바르게는 '동손은 전류의 제곱비 $(150/250)^2$를 적용한다'이다.
③ X: 576 W는 제곱비 적용이나 연립식 정리가 잘못된 값으로, $P_0 + P_{c,\,250} = 1525$ 와 $P_0 + 0.36P_{c,\,250} = 1125$ 를 동시에 만족하지 못한다. 틀린 표현은 '무부하손실이 576 W이다'라는 판단이고, 올바르게는 '두 식을 빼서 부하손실 625 W를 먼저 구하면 무부하손실은 900 W이다'이다.
④ O: 계산 결과 무부하손실은 $900W$이므로 옳다.

오답 포인트

변압기 손실 문제에서 가장 흔한 실수는 동손을 전류에 비례한다고 보는 점이다. 이 문항은 ②처럼 전류비를 그대로 쓰게 만들고, ①처럼 두 전체손실의 차이를 바로 무부하손실로 오해하게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 손실 문제는 먼저 전체손실을 무부하손실과 부하손실로 분리하고, 무부하손실은 일정하다고 둔다. 그다음 부하손실에만 I^2 비례를 적용해 두 식을 세우고, 식을 빼서 부하손실을 먼저 구한 뒤 무부하손실을 구하면 된다.

암기 포인트

변압기 손실 분리는 철손 일정, 동손 I^2 비례이다.

NoteBase

문 17. 내부상차각(부하각) 45°, $1,000[\mathrm{kW}]$의 출력으로 운전하고 있는 동기 전동기가 있다. 내부상차각이 60°가 된다면 이때의 출력 $[\mathrm{kW}]$ 값은? (단, 단자 전압과 계자 전류는 변하지 않는다.

① 820

② 965

③ 1,225

④ 1,310

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단자 전압과 계자 전류가 일정할 때 동기 전동기 출력이 내부상차각의 사인값에 비례한다는 관계를 이용해 새로운 출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 내부상차각 $\delta_1 = 45^\circ$, 출력 $P_1 = 1{,}000\mathrm{kW}$
구해야 할 값: 내부상차각이 $\delta_2 = 60^\circ$일 때의 출력 P_2
주의할 조건: 단자 전압과 계자 전류가 일정하므로 V와 유기기전력 E를 일정한 값으로 본다.

사용할 공식

동기 전동기의 전력식은 $P = \frac{3VE}{X_s}\sin\delta$ 이다.
이 문제에서는 V, E, X_s가 일정하므로 출력은 $\sin\delta$에 비례한다.

계산 과정

비례식으로 두면 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ}$ 이다.
따라서 $P_2 = 1{,}000 \times \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = 1{,}000 \times \frac{\sqrt{3}/2}{\sqrt{2}/2} \approx 1{,}224.7\mathrm{kW}$ 이다.
따라서 출력은 약 1,225 kW이다.

선지 판단

1번 X: 820 kW는 계산 결과인 약 1,225 kW와 다르다. $\sin 60^\circ / \sin 45^\circ$를 거꾸로 적용하면 비슷한 값이 나오며, 올바르게는 1,225 kW이다.
2번 X: 965 kW는 $P \propto \sin\delta$ 관계를 적용한 값이 아니다. 각도 변화량을 선형으로 보거나 다른 삼각함수를 섞으면 어긋나며, 올바르게는 1,225 kW이다.
3번 O: 계산 결과가 약 1,224.7 kW이므로 반올림하면 1,225 kW가 된다.
4번 X: 1,310 kW는 계산 결과보다 크다. 사인비 대신 각도비를 직접 비례시키면 이런 오차가 생길 수 있으며, 올바르게는 1,225 kW이다.

NoteBase

오답 포인트

내부상차각이 커졌다고 해서 각도 자체에 선형 비례한다고 보면 틀린다. 이 문항은 각도값이 아니라 $\sin\delta$의 비를 써야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기에서 단자 전압과 계자 전류가 일정하다는 조건이 보이면 먼저 $P = \frac{3VE}{X_s}\sin\delta$를 떠올리고, 변하지 않는 항을 묶어 $P \propto \sin\delta$로 단순화해 비례식으로 판단한다.

암기 포인트

동기기 출력각 문제는 전압과 여자상태가 일정하면 출력은 $\sin\delta$에 비례한다고 정리된다.

NoteBase

문 18. 저항 10[Ω], 유도성 리액턴스 10[Ω] 및 용량성 리액턴스 5[Ω]이 직렬 연결된 회로에 전류 $i(t) = 14.14\sin wt[A]$가 흐르고 있다. 회로에 인가된 전압 $V(t)[V]$의 값은? (단, $\tan^{-1}(0.5) = 26^\circ$이다.)

① $\sqrt{2} \times 111.18\sin(wt + 26)$

② $\sqrt{3} \times 111.18\sin(wt + 26)$

③ $2 \times 111.18\sin(wt + 26)$

④ $3 \times 111.18\sin(wt + 26)$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직렬 RLC 회로의 합성임피던스와 전압·전류의 위상관계를 이용해 인가전압 $V(t)$를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 저항 $R = 10\Omega$, 유도성 리액턴스 $X_L = 10\Omega$, 용량성 리액턴스 $X_C = 5\Omega$이다.
전류는 $i(t) = 14.14\sin \omega t[A]$이므로 최대값은 $14.14A$, 실효값은 $10A$이다.
합성 리액턴스는 $X = X_L - X_C = 5\Omega$이므로 회로는 유도성이다.

사용할 공식

직렬 RLC 회로의 임피던스는 $Z = R + j(X_L - X_C)$ 이고, 크기는 $|Z| = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ 이다.
전압의 최대값은 $V_m = I_m|Z|$이고, 유도성 회로에서는 전압이 전류보다 $\phi = \tan^{-1}(X/R)$만큼 앞선다.
이 문제는 저항과 순리액턴스가 직렬로 주어졌으므로 합성임피던스를 먼저 구한 뒤 전류에 곱하면 전압을 바로 구할 수 있다.

계산 과정

1. 합성 리액턴스는 $X = 10 - 5 = 5\Omega$이다.
2. 임피던스 크기는 $|Z| = \sqrt{10^2 + 5^2} = \sqrt{125} \approx 11.18\Omega$ 이다.
3. 위상각은 $\phi = \tan^{-1}\left(\frac{5}{10}\right) = \tan^{-1}(0.5) = 26^\circ$ 이다.
4. 전압 최대값은 $V_m = I_m|Z| = 14.14 \times 11.18 \approx 158.1V$ 이다.
5. 따라서 $V(t) \approx 158.1\sin(\omega t + 26^\circ)$ 이고, 이는 $\sqrt{2} \times 111.18\sin(\omega t + 26^\circ)$ 형태의 보기와 대응한다.

NoteBase

선지별 해설

① O

합성임피던스의 크기가 약 11.18Ω이고 전류 최대값이 $14.14A$이므로 전압 최대값은 약 $158.1V$이다. 또한 유도성 회로이므로 전압이 전류보다 26° 앞선다. 따라서 $V(t) = \sqrt{2} \times 111.18\sin(\omega t + 26^\circ)$ 형태가 맞다.

② X

$\sqrt{3} \times 111.18$은 전압 최대값을 약 $192.6V$로 만드는 값이어서 계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 계수 $\sqrt{3}$이고, 올바르게는 $\sqrt{2}$이어야 한다.

③ X

$2 \times 111.18 = 222.36$으로 전압 최대값이 실제보다 크게 나온다. 틀린 표현은 앞의 계수 2이고, 올바르게는 $\sqrt{2}$를 곱한 형태이어야 한다.

④ X

$3 \times 111.18 = 333.54$로 계산값과 전혀 맞지 않는다. 틀린 표현은 앞의 계수 3이고, 올바르게는 $\sqrt{2}$를 곱한 형태이어야 한다.

오답 포인트

유도성 리액턴스와 용량성 리액턴스를 더하지 않고 $X_L - X_C$로 순리액턴스를 구해야 한다는 점이 함정이다. 또 $14.14A$를 실효값이 아니라 최대값으로 읽지 못하면 전압 계수를 잘못 골라 ②, ③, ④ 같은 과대값으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

직렬 RLC 파형 문제는 먼저 $X = X_L - X_C$로 순리액턴스를 정리하고, $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$, $\phi = \tan^{-1}(X/R)$, $V_m = I_m Z$ 순서로 계산하면 된다. $X > 0$이면 유도성이므로 전압이 전류보다 앞선다고 판단한다.

암기 포인트

직렬 RLC는 $X_L - X_C \rightarrow Z \rightarrow \phi \rightarrow V_m$ 순서로 정리하며, 유도성이면 전압 선행이다.

NoteBase

문 19. 농형 유도 전동기의 2중 슬롯 회전자에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 공극에서 가까운 도체를 A도체, 공극에서 먼 도체를 B도체라 한다.)

① A도체는 B도체보다 저항률이 낮다.

② A도체는 B도체보다 누설리액턴스가 작다.

③ 기동 시에 대부분의 전류는 A도체로 흐른다.

④ 기동 시 높은 토크를 얻기 위한 방법이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2중 슬롯 회전자의 A도체와 B도체의 저항률, 누설리액턴스, 기동 시 전류 분포를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

A도체는 공극에 가까운 바깥쪽 도체로 저항률이 높고 누설리액턴스는 작다.
B도체는 공극에서 먼 안쪽 도체로 저항률이 낮고 누설리액턴스는 크다.
따라서 기동 시에는 B도체의 큰 누설리액턴스 때문에 전류가 주로 A도체로 흘러 높은 기동토크를 얻는다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 'A도체는 B도체보다 저항률이 낮다'이다. 2중 슬롯 회전자에서는 바깥쪽 A도체의 저항률을 높게 하고 안쪽 B도체의 저항률을 낮게 하여 기동 성능과 운전 성능을 함께 확보한다. 올바르게는 'A도체는 B도체보다 저항률이 높다'이다.
② O: A도체는 공극 가까이에 있어 누설자속의 영향이 작으므로 B도체보다 누설리액턴스가 작다.
③ O: 기동 시에는 회전자 주파수가 높아 B도체의 큰 누설리액턴스가 전류를 억제하므로 대부분의 전류가 A도체로 흐른다.
④ O: 2중 슬롯 회전자는 기동 시 전류를 외측 고저항률 도체에 집중시켜 높은 기동토크를 얻기 위한 구조이다.

오답 포인트

A도체가 공극에 가깝다는 이유만으로 저항률도 낮다고 섞어 외우면 ①에 걸리기 쉽다. 이 구조에서는 A도체는 저항률이 높고 누설리액턴스는 작으며, B도체는 저항률이 낮고 누설리액턴스는 크다는 짝을 함께 기억해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

2중 슬롯 회전자 문제는 먼저 공극 가까운 A도체가 외측이라는 점을 잡고, 외측은 고저항률·저누설리액턴스, 내측은 저저항률·고누설리액턴스로 대응시키면 기동 시 전류 분포와 토크 특성이 바로 정리된다.

NoteBase

암기 포인트

A는 바깥쪽이라 고저항률·저리액턴스, B는 안쪽이라 저저항률·고리액턴스이다.

NoteBase

문 20. 단권 변압기의 특징에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① %임피던스가 크기 때문에 단락 전류가 작다.

② 권선을 적게 사용하여 크기와 중량을 줄일 수 있고, 조립 및 수송에 유리하다.

③ 고압측과 저압측이 직접 접촉되어 있으므로 저압측도 고압측과 동일한 수준의 절연이 필요하다.

④ 철손이 작고, 동손이 작아 효율이 좋다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단권 변압기의 핵심 특징을 일반 2권선 변압기와 비교해 묻는 문제이다.

핵심 개념

단권 변압기는 1차와 2차가 권선의 일부를 공용하는 변압기이다. 결정 차이축은 권선 공용 여부이다. 키워드는 동량 절감, %임피던스 작음, 절연 비분리이다.

선지별 해설

① X
- 틀린 부분은 "%임피던스가 크기 때문에 단락 전류가 작다"는 표현이다.
- 단권 변압기는 누설 리액턴스와 %임피던스가 작아 단락 전류가 크게 흐르기 쉽다.
- 올바르게는 "%임피던스가 작기 때문에 단락 전류가 크다"이다.

② O
- 단권 변압기는 1차와 2차가 권선 일부를 공용하므로 같은 용량의 2권선 변압기보다 필요한 동량이 적다.
- 권선을 적게 쓰므로 크기와 중량을 줄일 수 있어 조립 및 수송에 유리하다.

③ O
- 단권 변압기는 고압측과 저압측이 전기적으로 직접 이어져 있어 절연 분리가 되지 않는다.
- 따라서 저압측도 고압측 전위에 노출될 위험을 고려한 절연이 필요하므로 절연상 불리하다는 설명이 맞다.

④ O
- 권선이 적어 동손이 줄고 같은 용량을 더 소형으로 만들 수 있어 효율이 좋다.
- 단권 변압기는 일반적으로 철손과 동손이 모두 작아 효율이 높다는 점이 장점이다.

오답 포인트

①의 "크다/작다" 방향을 뒤집으면 틀리기 쉽다. 단권 변압기는 권선을 공용하므로 좋다는 장점만 외우면 ③의 절연 비분리와 단락 전류 증가를 놓치기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단권 변압기 선지는 권선 공용에서 파생되는 결과를 순서대로 연결해 판단한다. 권선 공용이면 동량이 줄어 소형·경량·고효율이 되고, %임피던스가 작아 단락 전류는 커지며, 절연 분리가 없어 절연상 불리해진다.

암기 포인트

단권 변압기 = 동량 적음, %임피던스 작음, 단락 전류 큼, 절연 분리 없음.

NoteBase