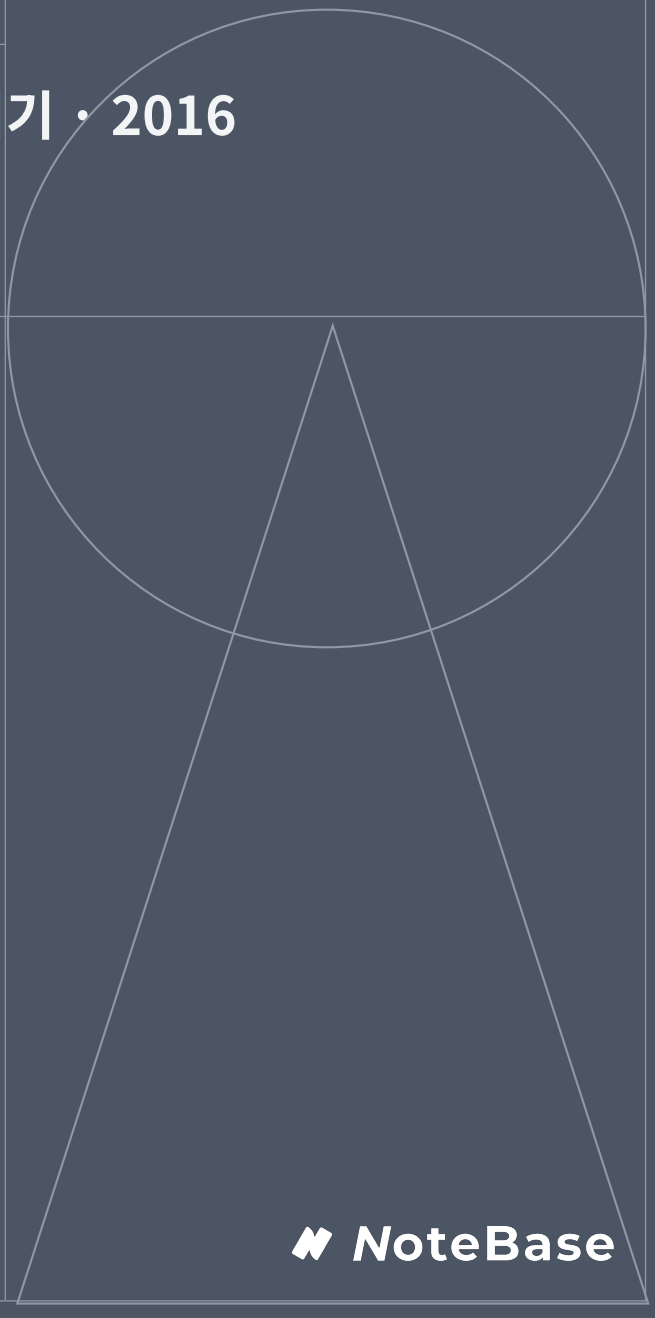
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2016

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2016

문 1. 정격출력 15[kW], 정격전압 200[V]의 직류 타여자 발전기가 있다. 전기자저항 0.08[Ω], 브러시의 총 전압강하 2[V]라면, 이 발전기의 전압변동률[%]은? (단, 발전기의 회전수, 여자전류는 부하의 대소에 관계없이 일정하다)

① 2.5

② 3.5

③ 4.0

④ 5.0

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 타여자 발전기의 전압변동률을 내부 전압강하와 브러시 전압강하를 반영해 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
정격출력 15 kW, 정격전압 200 V, 전기자저항 0.08 Ω, 브러시 총 전압강하 2 V이다.
구해야 할 값:
전압변동률이다.
주의할 조건:
회전수와 여자전류가 일정하므로 발생기 유기기전력은 부하의 대소와 무관하게 일정하다.

사용할 공식

전부하 전류는 $I = \frac{P}{V}$이다.
유기기전력은 $E = V + I_a R_a + V_b$이다.
전압변동률은 $\frac{E_0 - V}{V} \times 100$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
직류 타여자 발전기는 속도와 여자전류가 일정하면 유기기전력 E가 일정하고, 부하가 걸리면 전기자저항 강하와 브러시 강하만큼 단자전압이 떨어지기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 정격전류를 구하면 $I = \frac{15{,}000}{200} = 75A$이다.
2. 전기자 내부 전압강하는 $I_a R_a = 75 \times 0.08 = 6V$이다.
3. 브러시 전압강하 2 V를 더하면 전부하에서의 총 내부 강하는 $6 + 2 = 8V$이다.
4. 따라서 무부하 유기기전력은 $E_0 = 200 + 8 = 208V$이다.
5. 전압변동률은 $\frac{208 - 200}{200} \times 100 = 4.0\%$이다.

선지별 해설

① X

2.5%는 계산 결과인 4.0%와 다르다. 틀린 값은 2.5%이고, 올바르게는 4.0%이다.

② X

3.5%는 계산 결과인 4.0%와 다르다. 틀린 값은 3.5%이고, 올바르게는 4.0%이다.

③ O

전압변동률은 $\frac{208 - 200}{200} \times 100 = 4.0\%$이므로 옳다.

④ X

5.0%는 총 전압강하를 실제보다 크게 잡아야 나오는 값이다. 틀린 값은 5.0%이고, 올바르게는 4.0%이다.

오답 포인트

출력 15 kW를 이용해 전류를 먼저 구하지 않거나, 전기자저항 강하 6 V에 브러시 강하 2 V를 더하지 않으면 오답이 나온다. 이 문제의 함정은 전압변동률을 단자전압 기준으로 계산하면서 내부 강하를 빠뜨리기 쉽다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 발전기 전압변동률 문제는 정격전류 계산, 내부 강하 $I_a R_a$ 계산, 브러시 강하 반영, 무부하전압 산출, 전압변동률 계산의 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

직류 발전기 전압변동률은 무부하전압이 단자전압보다 내부 강하만큼 크다는 점만 잡으면 $\frac{E_0 - V}{V} \times 100$으로 바로 계산된다.

NoteBase

문 2. 다이오드를 사용한 브릿지형 단상전파 정류회로에서 평균 직류전압 90[V]를 얻으려고 한다. 다이오드에 걸리는 최대 역전압 [V]으로 가장 가까운 값은? (단, 다이오드 내 전압강하는 무시한다)

① 100

② 141

③ 200

④ 282

정답 2번

출제 포인트

브리지형 단상전파 정류회로에서 평균 직류전압 V_{dc}와 입력 정현파 최대값 V_m, 그리고 다이오드 최대 역전압의 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 평균 직류전압 $V_{dc} = 90V$이다.
구해야 할 값은 다이오드 1개에 걸리는 최대 역전압이다.
다이오드 내 전압강하는 무시하므로 이상적인 브리지형 전파정류로 본다.

사용할 공식

브리지형 단상전파 정류회로의 평균 직류전압은 $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi}$이다.
브리지형에서 다이오드 1개에 걸리는 최대 역전압은 $PIV = V_m$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제의 회로가 브리지형 단상전파 정류회로이므로 평균값은 전파정류 평균식으로 구하고, 브리지형의 PIV는 입력 전압의 최대값 1배이기 때문이다.

계산 과정

평균 직류전압 식에서 최대값 V_m를 구하면
$V_m = \frac{\pi}{2}V_{dc} = \frac{\pi}{2} \times 90 \approx 141.37V$
이다.
따라서 다이오드 최대 역전압은
$PIV = V_m \approx 141.37V$
이다.
선지에서는 141 V가 가장 가깝다.

NoteBase

선지 판단

① X

100 V는 계산값과 맞지 않는다. $100V$는 $V_{dc} = 0.9V_{rms}$에서 $V_{rms} = 100V$만 구하고, 브리지형 PIV를 최대값 $V_m = \sqrt{2}V_{rms}$로 바꾸지 않은 값이다. 올바르게는 약 $141V$이다.

② O

계산 결과 $PIV \approx 141.37V$이므로 141 V가 가장 가깝다.

③ X

200 V는 계산값과 맞지 않는다. $V_{rms} = 100V$를 구한 뒤 PIV를 $2V_{rms}$로 오인한 값에 가깝다. 올바르게는 브리지형에서 $PIV = V_m \approx 141V$이다.

④ X

282 V는 2×141로, 브리지형이 아니라 양파정류 회로의 센터탭형에서 쓰는 $PIV = 2V_m$를 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 브리지형에서는 $PIV = V_m \approx 141V$이다.

오답 포인트

브리지형과 센터탭형의 최대 역전압 공식을 뒤섞으면 ④처럼 $2V_m$를 고르게 된다. 또 평균 직류전압에서 바로 실효값 V_{rms}만 구해 두고, 이를 최대값 V_m로 바꾸지 않으면 ①이나 ③ 같은 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

정류회로 계산형은 먼저 회로 종류를 구분한 뒤 평균 직류전압 식으로 V_m 또는 V_{rms}를 구하고, 마지막에 해당 회로의 PIV 공식을 대입해 판단한다. 브리지형인지 센터탭형인지가 PIV를 가르는 핵심 기준이다.

암기 포인트

브리지형 전파정류는 $V_{dc} = \frac{2V_m}{\pi}$, 다이오드 최대 역전압은 $PIV = V_m$이다.

NoteBase

문 3. 변압기의 1차측에 정현파 전압이 인가되면 자속은 정현파이지만, 여자전류에는 주로 3차 고조파에 의한 왜곡이 발생한다. 그 이유로 옳은 것은?

① 자기포화 현상

② 와전류 손실

③ 누설 리액턴스

④ 1차측 권선저항

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기 여자전류가 정현파가 되지 않고 3차 고조파 성분으로 왜곡되는 직접 원인이 철심의 비선형 자화특성, 즉 자기포화 현상임을 묻는다.

핵심 개념

자기포화는 자속을 조금 더 늘리기 위해 필요한 자화전류가 급격히 커지는 철심의 비선형 상태이다. 와전류 손실은 철손의 한 종류이고, 누설 리액턴스는 권선이 결합하지 못한 자속 때문에 생기는 리액턴스이며, 1차측 권선저항은 동손을 만드는 저항 성분이다. 여자전류 왜곡의 차이축은 손실이나 임피던스가 아니라 철심의 자화곡선 비선형성이다.

선지별 해설

1번 O: 정현파 전압을 인가해도 철심의 $B-H$ 곡선은 선형이 아니므로 자속이 최대 부근에 갈수록 자화전류가 급증한다. 이 비선형성 때문에 여자전류에 주로 3차 고조파가 포함되므로 자기포화 현상이 원인이다.
2번 X: 틀린 부분은 "와전류 손실"이다. 와전류 손실은 철심 내부에 유도되는 순환전류로 생기는 손실 성분일 뿐, 여자전류 파형을 3차 고조파 중심으로 왜곡시키는 직접 원인은 아니다. 올바르게는 철심의 비선형 자화특성 또는 자기포화가 원인이다.
3번 X: 틀린 부분은 "누설 리액턴스"이다. 누설 리액턴스는 결합하지 않는 누설자속 때문에 생겨 전압강하와 단락임피던스에 영향을 주지만, 무부하 여자전류의 파형 왜곡을 만드는 주원인은 아니다. 올바르게는 여자전류 왜곡은 철심의 포화 특성에서 나온다.
4번 X: 틀린 부분은 "1차측 권선저항"이다. 1차측 권선저항은 I^2R 형태의 동손과 전압강하에 관계할 뿐, 자화전류에 3차 고조파가 생기는 이유가 아니다. 올바르게는 권선저항이 아니라 철심 포화에 따른 비선형 자화전류가 원인이다.

오답 포인트

철손, 동손, 누설 리액턴스처럼 변압기의 손실·임피던스 요소를 모두 여자전류 왜곡 원인으로 섞으면 틀린다. 이 문항은 "고조파가 왜 생기느냐"를 묻는 문제이므로 철심의 비선형 자화특성을 바로 떠올려야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기에서 정현파 전압인데 전류파형만 왜곡된다고 하면 먼저 철심 자화곡선의 선형 여부를 본다. 파형 왜곡·고조파 발생은 포화 같은 비선형 특성 문제이고, 저항·누설 리액턴스·와전류는 주로 손실이나 전압강하 문제로 구분하면 된다.

암기 포인트

정현파 전압, 정현파 자속, 왜곡된 여자전류의 연결고리는 철심 포화이다.

NoteBase

문 4. 이상적인 변압기의 조건으로 옳지 않은 것은?

① 철심의 자기포화나 철손이 없다.

② 철심의 투자율이 0이다.

③ 권선의 저항이 없다.

④ 누설자속이 없다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기의 가정 조건을 알고 있는지, 특히 철심의 투자율과 자기회로의 이상 조건을 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상적인 변압기는 권선 저항이 0, 누설자속이 0, 철손이 0이고, 철심은 자기포화가 없으며 투자율이 무한대라고 가정한 변압기이다.
투자율이 무한대라는 뜻은 아주 작은 자화력으로도 자속이 잘 생긴다는 뜻이며, 반대로 투자율이 0이면 자속이 거의 형성되지 않아 이상 철심 조건과 정반대가 된다.

선지별 해설

① O
철심의 자기포화가 없고 철손도 없다고 보는 것은 이상적인 변압기의 대표 조건이므로 옳다.

② X
틀린 표현은 '철심의 투자율이 0이다'이다.
실제로는 철심의 투자율이 무한대이다. 투자율이 0이면 자속이 잘 통하지 못하므로 이상적인 자기회로가 될 수 없다.

③ O
권선의 저항이 없다고 가정하므로 동손이 발생하지 않는다. 이상적인 변압기의 조건에 맞는 설명이다.

④ O
누설자속이 없다는 것은 1차 권선이 만든 자속이 모두 2차 권선과 결합한다는 뜻이므로 이상적인 변압기의 조건에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

철심의 투자율과 자기저항을 반대로 외우면 ②에서 틀리기 쉽다. 이상적인 철심은 자속이 매우 잘 통해야 하므로 투자율은 작아지는 것이 아니라 무한대로 가정하고, 자기저항은 0으로 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적인 변압기 조건 문제는 동손, 철손, 누설자속, 자화특성을 차례로 점검하면 된다. 전기적 손실은 없고, 자속은 완전 결합하며, 철심은 자화가 매우 잘된다고 보면 투자율은 무한대라는 판단이 바로 나온다.

암기 포인트

이상 변압기 = 권선저항 0, 철손 0, 누설자속 0, 철심 투자율 무한대이다.

NoteBase

문 5. 단상 전동기의 종류에서 작동원리가 다른 것은?

① 분상 전동기(split-phase motor)

② 커패시터기동 전동기(capacitor-start motor)

③ 유니버셜 전동기(universal motor)

④ 세이드폴 전동기(shaded-pole motor)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단상 전동기의 종류를 기동 방식이 아니라 작동원리로 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

분상 전동기, 커패시터기동 전동기, 세이드폴 전동기는 모두 단상 전원을 받아 회전자에 유도전류를 생기게 하여 토크를 얻는 단상 유도전동기 계열이다.
유니버설 전동기는 정류자와 브러시를 사용하는 직권 정류자전동기로서, 계자와 전기자 전류의 상호작용으로 토크를 만든다는 점에서 유도전동기와 작동원리가 다르다.
판단축은 유도전동기인가, 정류자전동기인가이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
분상 전동기는 주권선과 보조권선의 위상차를 이용해 기동하는 단상 유도전동기이다.
틀린 판단은 이 선지를 '작동원리가 다른 것'으로 보는 점이다.
올바르게는 ①은 ②, ④와 같은 유도전동기 계열이다.

② X
커패시터기동 전동기는 보조권선에 커패시터를 넣어 위상차를 크게 만들어 기동토크를 높인 단상 유도전동기이다.
틀린 판단은 이 선지를 '작동원리가 다른 것'으로 보는 점이다.
올바르게는 ②도 유도작용으로 회전하는 단상 유도전동기이다.

③ O
유니버설 전동기는 직권 정류자전동기이다.
정류자와 브러시를 사용하며 교류와 직류 모두에서 운전할 수 있고, 토크 발생 원리가 나머지 단상 유도전동기와 다르므로 정답이다.

④ X
세이드폴 전동기는 차폐환이 만든 자속의 시간차로 약한 회전자계를 형성해 기동하는 단상 유도전동기이다.
틀린 판단은 이 선지를 '작동원리가 다른 것'으로 보는 점이다.
올바르게는 ④도 기동 방식만 다를 뿐 ①, ②와 같은 단상 유도전동기 계열이다.

오답 포인트

분상, 커패시터기동, 세이드폴은 기동 방식이 서로 달라서 다른 종류처럼 보이지만 모두 단상 유도전동기라는 공통점이 있다. 출제자는 여기에 유니버설 전동기를 섞어 넣어 '단상 전동기'라는 큰 분류만 보고 고르게 만드는 함정을 만든 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 전동기 분류 문제에서는 먼저 유도전동기와 정류자전동기를 갈라서 본다. 보조권선, 커패시터, 차폐환이 보이면 단상 유도전동기 쪽이고, 정류자, 브러시, 직권, 교직류 겸용이 보이면 유니버설 전동기 쪽이라고 판단하면 된다.

암기 포인트

분상·커패시터기동·세이드폴은 단상 유도전동기, 유니버설은 정류자 직권전동기이다.

NoteBase

문 6. 이상적인 단상변압기의 1차측 권선수는 100[회], 2차측 권선수는 400[회]이고, 1차측 권선이 200[V], 60[Hz] 전원에 연결되어 있다. 2차측 권선이 지상역률 0.8, 10[A]의 부하에 연결될 때, 1차측 전류[A]와 부하에서 소비되는 전력[kW]은?

① 1차측 전류[A]: 40, 부하에서 소비되는 전력[kW]: 6.4

② 1차측 전류[A]: 32, 부하에서 소비되는 전력[kW]: 8.0

③ 1차측 전류[A]: 40, 부하에서 소비되는 전력[kW]: 8.0

④ 1차측 전류[A]: 32, 부하에서 소비되는 전력[kW]: 6.4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 단상변압기의 권수비를 이용해 2차 전압, 1차 전류, 부하 유효전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 1차 권선수 $N_1 = 100$
- 2차 권선수 $N_2 = 400$
- 1차 전압 $V_1 = 200V$
- 2차 전류 $I_2 = 10A$
- 지상역률 $\cos\phi = 0.8$

구해야 할 값:
- 1차 전류 I_1
- 부하에서 소비되는 전력 P

주의할 조건:
- 이상적인 변압기이므로 입력과 출력의 피상전력이 같고 손실이 없다.

사용할 공식

권수비와 전압비는 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$ 이고, 이상적인 변압기에서는 $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 이다.
부하 유효전력은 $P = V_2 I_2 \cos\phi$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 권선수, 1차 전압, 2차 전류, 역률이 주어졌으므로 먼저 권수비로 2차 전압을 구하고, 이상변압기 전력관계로 1차 전류를 구한 뒤, 유효전력 공식을 적용할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 2차 전압은 $V_2 = V_1 \times \frac{N_2}{N_1} = 200 \times \frac{400}{100} = 800V$ 이다.
2. 1차 전류는 $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 에서 $I_1 = \frac{V_2 I_2}{V_1} = \frac{800 \times 10}{200} = 40A$ 이다.
3. 부하 유효전력은 $P = V_2 I_2 \cos\phi = 800 \times 10 \times 0.8 = 6400W = 6.4kW$ 이다.

선지별 해설

① O

- 계산 결과 1차 전류는 $40A$, 부하 유효전력은 $6.4kW$ 이므로 옳다.

② X

- 1차 전류 $32A$ 는 유효전력 $6.4kW$ 를 1차 전압 $200V$ 로 나눈 값으로, 역률을 1차측에도 다시 곱한 실수에서 나온다.
- 이상적인 변압기의 1차 전류는 $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 로 구하므로 $40A$ 가 맞다.
- 틀린 표현은 "1차측 전류 32, 부하전력 8.0" 이고, 올바르게는 "1차측 전류 $40A$, 부하전력 $6.4kW$" 이다.

③ X

- 1차 전류 $40A$ 는 맞지만, 부하전력 $8.0kW$ 는 역률 0.8 을 누락하고 800×10 만 계산한 값이다.
- 부하에서 실제 소비되는 유효전력은 $800 \times 10 \times 0.8 = 6.4kW$ 이다.
- 틀린 표현은 "부하에서 소비되는 전력 8.0" 이고, 올바르게는 "부하에서 소비되는 전력 $6.4kW$" 이다.

④ X

- 부하전력 $6.4kW$ 는 맞지만, 1차 전류 $32A$ 는 역률을 중복 반영한 오답값이다.
- 이상적인 변압기에서는 1차 입력전력도 $6.4kW$ 이지만, 전류는 $I_1 = \frac{V_2 I_2}{V_1} = 40A$ 로 계산한다.
- 틀린 표현은 "1차측 전류 32" 이고, 올바르게는 "1차측 전류 $40A$" 이다.

오답 포인트

역률 0.8 을 어디에 적용하는지 혼동하면 $8.0kW$ 또는 $32A$ 가 나온다. 부하 유효전력에서만 역률을 곱하고, 이상변압기 1차 전류는 권수비 또는 $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 관계로 따로 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 계산형 문제는 권수비로 2차 전압을 먼저 구하고, 이상변압기 전력관계로 1차 전류를 구한 뒤, 마지막에 역률을 반영해 유효전력을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

이상변압기는 V 는 권수비대로 변하고, I 는 권수비의 역으로 변하며, 유효전력은 $VI\cos\phi$ 로 정리된다.

NoteBase

문 7. 3상 유도전동기의 입력전력이 60[kW]이고, 고정자 동손이 1[kW]이다. 이 전동기가 10[%]의 슬립으로 운전하고 있을 때 발생되는 기계적 출력[kW]과 회전자 동손[kW]은? (단, 철손은 무시한다)

① 기계적 출력[kW]: 52.4, 회전자 동손[kW]: 5.9

② 기계적 출력[kW]: 52.4, 회전자 동손[kW]: 7.4

③ 기계적 출력[kW]: 53.1, 회전자 동손[kW]: 5.9

④ 기계적 출력[kW]: 53.1, 회전자 동손[kW]: 7.4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 공극전력과 슬립의 관계를 이용해 발생 기계적 출력과 회전자 동손을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력전력 $60kW$, 고정자 동손 $1kW$, 슬립 10%이다.
구해야 할 값: 발생 기계적 출력과 회전자 동손이다.
주의할 조건: 철손은 무시하므로 공극전력은 입력전력에서 고정자 동손만 뺀 값이다.

사용할 공식

공극전력 P_g는 $P_g = P_{in} - P_{cu1}$이다.
회전자 동손 P_{cu2}는 $P_{cu2} = sP_g$이다.
발생 기계적 출력 P_m은 $P_m = (1 - s)P_g$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 유도전동기에서 슬립 s는 공극전력 중 회전자 동손이 차지하는 비율이므로, 공극전력을 먼저 구하면 회전자 동손과 발생 기계적 출력을 바로 나눌 수 있다.

계산 과정

1. 공극전력은 $P_g = 60 - 1 = 59kW$이다.
2. 회전자 동손은 $P_{cu2} = sP_g = 0.1 \times 59 = 5.9kW$이다.
3. 발생 기계적 출력은 $P_m = (1 - s)P_g = 0.9 \times 59 = 53.1kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 회전자 동손 5.9kW는 맞지만 발생 기계적 출력 52.4kW는 계산값과 다르다. 틀린 표현은 기계적 출력 52.4kW이며, 올바르게는 53.1kW이다.
② X: 기계적 출력 52.4kW, 회전자 동손 7.4kW는 둘 다 틀리다. 회전자 동손은 입력전력이 아니라 공극전력 59kW의 10%를 써야 하므로 5.9kW가 맞고, 발생 기계적 출력은 53.1kW가 맞다. 틀린 표현은 기계적 출력 52.4kW, 회전자 동손 7.4kW이며, 올바르게는 각각 53.1kW, 5.9kW이다.
③ O: 공극전력 59kW에 슬립 0.1을 적용하면 회전자 동손은 5.9kW, 발생 기계적 출력은 53.1kW가 된다. 계산 결과와 정확히 일치한다.
④ X: 발생 기계적 출력 53.1kW는 맞지만 회전자 동손 7.4kW는 틀리다. 회전자 동손은 공극전력의 10%인 5.9kW이다. 틀린 표현은 회전자 동손 7.4kW이며, 올바르게는 5.9kW이다.

오답 포인트

슬립은 입력전력이나 축출력에 직접 거는 비율이 아니라 공극전력에 적용하는 비율이라는 점이 함정이다. 먼저 고정자 동손을 빼서 공극전력 59kW를 만든 뒤, 그중 10%가 회전자 동손이고 나머지 90%가 발생 기계적 출력이라는 구조를 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

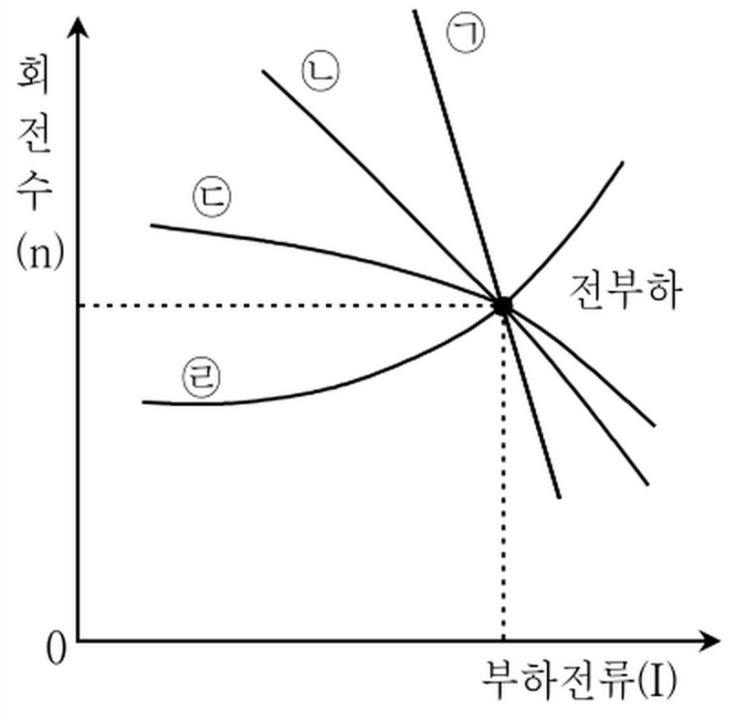
유도전동기 손실 계산 문제는 입력전력에서 고정자 측 손실을 먼저 빼 공극전력을 구한 다음, 슬립 s로 회전자 동손 sP_g를 구하고 나머지 $(1-s)P_g$를 발생 기계적 출력으로 판단한다.

암기 포인트

유도전동기는 $P_g = P_{cu2} + P_m$, 그리고 $P_{cu2} = sP_g$, $P_m = (1-s)P_g$의 관계로 정리된다.

NoteBase

문 8. 그림은 직류전동기 종류에 따른 부하전류와 회전수의 관계를 비교한 특성곡선이다. ㉣ 곡선과 같은 회전수 특성을 갖는 직류전동기는?



① 직권전동기

② 분권전동기

③ 가동복권전동기

④ 차동복권전동기

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 부하전류가 증가할수록 회전수가 오히려 상승하는 속도특성 곡선을 보고 차동복권전동기를 판별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 직권전동기는 부하전류가 증가하면 자속이 커져 회전수가 크게 떨어지는 특성이다. 틀린 표현은 ㄹ 곡선에 대응시킨 점이며, 올바르게는 부하 증가에 따라 급하게 하강하는 곡선에 가깝다.
② X: 분권전동기는 계자자속이 거의 일정하므로 부하가 늘어도 회전수 변화가 작다. 틀린 표현은 ㄹ처럼 우상향 특성으로 본 점이며, 올바르게는 거의 일정하거나 완만하게 하강하는 특성이다.
③ X: 가동복권전동기는 직권계자가 분권계자를 도와 자속이 증가하므로 속도특성이 분권전동기와 직권전동기의 중간 정도로 나타난다. 틀린 표현은 부하 증가 시 회전수가 상승한다고 본 점이며, 올바르게는 완만한 하강 특성이다.
④ O: 차동복권전동기는 직권계자가 분권계자를 감자하므로 부하전류가 증가할수록 전체 자속이 줄어 회전수가 상승할 수 있다. 따라서 ㄹ과 같은 우상향 속도특성에 해당한다.

오답 포인트

직권전동기는 속도 변화가 가장 크다는 점만 기억하면 ①로 오인하기 쉽다. 이 문항의 핵심은 변화량이 아니라 방향이며, ㄹ은 부하가 늘수록 회전수가 올라가는 곡선이라는 점이 결정적이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 속도곡선은 먼저 부하 증가 방향에서 회전수가 내려가는지 올라가는지를 본다. 올라가면 차동복권전동기이고, 거의 수평이면 분권전동기, 크게 내려가면 직권전동기, 그 중간이면 가동복권전동기이다.

암기 포인트

우상향 속도특성은 차동복권전동기, 거의 일정한 속도는 분권전동기, 급한 하강은 직권전동기이다.

NoteBase

문 9. 유도발전기와 동기발전기의 차이점에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유도발전기는 동기속도 이상으로 운전할 수 있다.

② 유도발전기의 주파수는 회전속도와는 관계없다.

③ 유도발전기는 동일 출력의 동기발전기에 비해 가격이 높다.

④ 유도발전기의 단락전류는 동기발전기에 비해 적다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도발전기와 동기발전기의 차이, 특히 운전속도·주파수 결정 방식·경제성·단락특성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

유도발전기는 유도기의 원리로 발전하는 기기이며 발전 시에는 회전속도가 동기속도보다 약간 커진다. 계통에 접속되면 주파수는 계통이 정하고, 구조가 단순하여 같은 출력에서 일반적으로 가격이 낮다.
동기발전기는 계자여자에 의해 자속을 만들고 회전자가 동기속도로 정확히 회전하는 발전기이다. 주파수는 회전속도와 극수로 결정되며, 구조가 상대적으로 복잡하고 단락전류도 크게 나타난다.

선지별 해설

① O: 유도발전기는 발전기로 동작하려면 회전자가 동기속도보다 빨라야 한다. 즉 슬립이 음수가 되는 영역에서 전력을 계통으로 보내므로 옳다.
② O: 유도발전기는 보통 계통에 접속되어 운전하므로 주파수는 계통 주파수에 의해 정해지고 회전속도와 직접 비례하지 않는다. 틀린 표현으로 바꾸면 '유도발전기의 주파수는 회전속도에 의해 직접 결정된다'가 된다.
③ X: 틀린 부분은 '가격이 높다'이다. 유도발전기는 브러시 없는 농형 구조 등으로 제작이 단순하여 동일 출력의 동기발전기보다 일반적으로 가격이 낮다.
④ O: 유도발전기는 단락 시 여자원이 따로 없고 자속 유지 능력이 약하여 단락전류가 동기발전기보다 작다. 따라서 이 설명은 옳다.

오답 포인트

②의 '주파수'와 ①의 '회전속도'를 같은 개념으로 섞어 보면 판단이 흔들리기 쉽다. 유도발전기는 발전 시 속도는 동기속도보다 커지지만, 계통연계 운전에서는 주파수는 계통이 정한다. ③은 구조가 단순한 기기를 오히려 더 비싸다고 뒤집어 놓은 선택지라서 경제성 비교를 정확히 기억하지 않으면 속기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유도발전기 문제가 나오면 먼저 '속도는 동기속도보다 큰가', '주파수는 누가 정하는가', '구조가 단순한가', '단락전류가 큰가 작은가'의 네 축으로 나누어 판단하면 된다. 속도는 유도발전기 쪽이 크고, 주파수는 계통이 정하며, 가격과 단락전류는 동기발전기보다 작다고 보면 정리가 된다.

암기 포인트

유도발전기: 동기속도 초과 운전, 계통주파수 추종, 구조 단순, 저가, 단락전류 작음이다.

NoteBase

문 10. 설계등급이 A급인 3상 유도전동기가 주파수 60[Hz], 정격 회전수 1746[rpm]으로 운전되고 있다. 이 전동기의 극수와 전부하 슬립[%]은?

① 극수: 2, 전부하 슬립[%]: 2

② 극수: 4, 전부하 슬립[%]: 2

③ 극수: 4, 전부하 슬립[%]: 3

④ 극수: 2, 전부하 슬립[%]: 3

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도와 슬립 공식을 이용해 극수와 전부하 슬립을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 주파수 $60Hz$, 정격 회전수 $1746rpm$이다.
구해야 할 값은 극수와 전부하 슬립이다.
주의할 조건은 실제 회전수보다 조금 큰 동기속도를 먼저 찾아 극수를 정한 뒤 슬립을 계산해야 한다는 점이다.

사용할 공식

동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$이고, 슬립은 $s = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100\%$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 유도전동기의 극수가 주파수와 동기속도의 관계로 결정되고, 슬립은 동기속도와 실제 회전수의 차이로 정의되기 때문이다.

계산 과정

1. 극수 후보별 동기속도를 계산하면 $P = 2$일 때 $n_s = 3600rpm$, $P = 4$일 때 $n_s = 1800rpm$, $P = 6$일 때 $n_s = 1200rpm$이다.
2. 실제 회전수 $1746rpm$와 가장 가까우면서 더 큰 동기속도는 $1800rpm$이므로 극수는 4이다.
3. 슬립은 $s = \frac{1800 - 1746}{1800} \times 100\% = 3\%$이므로 전부하 슬립은 3%이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 2극이면 동기속도가 3600*rpm*이 되어 실제 회전수 1746*rpm*와 차이가 너무 크고, 슬립도 51.5%가 된다. 틀린 표현은 '2극, 2'이고 올바르게는 '4극, 3'이다.
② X: 4극은 맞지만 4극의 동기속도는 1800*rpm*이므로 슬립은 3%이다. 틀린 표현은 '2'이고 올바르게는 '3'이다.
③ O: 4극이면 동기속도는 1800*rpm*이고, 1746*rpm*에서의 슬립은 3%이므로 맞다.
④ X: 슬립 3%는 맞지만 2극이면 동기속도가 3600*rpm*이므로 극수가 틀렸다. 틀린 표현은 '2극'이고 올바르게는 '4극'이다.

오답 포인트

1746이라는 실제 회전수만 보고 바로 슬립부터 계산하면 분모에 어떤 속도를 넣어야 하는지 흔들리기 쉽다. 먼저 동기속도를 정해 극수를 확정한 뒤 슬립을 계산해야 ②처럼 극수는 맞고 슬립만 틀린 선지와 ④처럼 슬립은 맞고 극수만 틀린 선지를 구분할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 극수 문제는 실제 회전수보다 약간 큰 동기속도를 $n_s = 120f/P$로 찾고, 그다음 $s = (n_s - n)/n_s$로 슬립을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

60Hz에서 동기속도는 2극 3600*rpm*, 4극 1800*rpm*, 6극 1200*rpm* 순서이며, 유도전동기 회전수는 항상 동기속도보다 조금 낮다.

NoteBase

문 11. 변압기에서 발생하는 손실에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 와전류 손실은 주파수의 제곱에 비례한다.

② 히스테리시스 손실은 주파수에 비례한다.

③ 부하전류가 일정하면 동손은 변하지 않는다.

④ 철손은 무부하손으로서 주파수와 무관하다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 손실을 철손과 동손으로 구분하고, 철손을 이루는 히스테리시스 손실과 와전류 손실의 주파수 의존성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

철손은 철심에서 생기는 무부하손으로 히스테리시스 손실과 와전류 손실의 합이다. 동손은 권선에서 생기는 손실로 $P_c = I^2R$ 관계를 따른다. 주파수와의 관계는 와전류 손실이 일반적으로 $P_e \propto f^2$, 히스테리시스 손실이 일반적으로 $P_h \propto f$로 정리하는 것이 핵심이다.

선지별 해설

① O

와전류 손실은 철심 내부에 유도되는 전류 때문에 생기는 손실이며 일반적으로 $P_e \propto f^2B_m^2$로 본다. 따라서 주파수의 제곱에 비례한다는 설명은 옳다.

② O

히스테리시스 손실은 자화가 반복되면서 생기는 손실이며 일반적으로 $P_h \propto fB_m^n$으로 본다. 따라서 주파수에 비례한다는 설명은 옳다.

③ O

동손은 권선저항이 일정하다는 통상 전제에서 $P_c = I^2R$이다. 부하전류가 일정하면 동손도 변하지 않으므로 옳다.

④ X

틀린 부분은 '주파수와 무관하다'는 표현이다. 철손은 무부하손이기는 하지만 히스테리시스 손실과 와전류 손실로 이루어져 각각 주파수에 비례하거나 주파수의 제곱에 비례하므로 주파수의 영향을 받는다. 올바르게는 '철손은 무부하손이며 주파수와 자속밀도에 따라 달라진다'이다.

NoteBase

오답 포인트

무부하손이라는 말 때문에 철손을 모든 조건과 무관한 상수로 오해하기 쉽다. 그러나 무부하손은 부하전류와 직접 연결되지 않는다는 뜻일 뿐이며, 철손을 구성하는 히스테리시스 손실과 와전류 손실은 주파수의 영향을 받는다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 손실은 먼저 철손과 동손으로 나누어 본다. 철손이 나오면 히스테리시스 손실과 와전류 손실로 다시 나누어 주파수 의존성을 판단하면 되고, 동손이 나오면 I^2R 관계로 부하전류 변화 여부를 판단하면 된다.

암기 포인트

철손은 히스테리시스 손실과 와전류 손실의 합이고, 동손은 I^2R 손실이다. 와전류 손실은 f^2, 히스테리시스 손실은 f에 비례한다.

NoteBase

문 12. 직류 분권전동기가 일정한 속도로 회전하고 있을 때, 계자권선의 저항을 증가시키면 일어나는 현상은?

① 회전속도가 감소한다.

② 회전속도가 증가한다.

③ 회전속도에는 변화가 없다.

④ 전동기가 정지한다.

정답 2번

출제 포인트

직류 분권전동기에서 계자권선 저항 변화가 계자전류, 자속, 회전속도에 어떤 방향으로 작용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

분권전동기는 계자권선이 전원과 병렬로 연결되므로 계자저항이 증가하면 계자전류 I_f가 감소한다.
계자전류가 감소하면 자속 Φ가 약해지고, 속도는 대체로 $n \propto \frac{V - I_a R_a}{\Phi}$의 관계를 가지므로 같은 전압에서 자속이 약해질수록 회전속도는 증가한다.

선지별 해설

① X
- 계자권선 저항을 증가시키면 계자전류가 줄어 자속이 약해지므로 속도는 감소하지 않는다.
- 틀린 표현은 "감소한다"이다. 올바르게는 "회전속도가 증가한다"이다.

② O
- 분권전동기에서 계자저항 증가 → 계자전류 감소 → 자속 약화의 순서가 된다.
- 자속이 약해지면 역기전력을 맞추기 위해 회전속도가 올라가므로 이 선지는 옳다.

③ X
- 계자저항 변화는 자속을 바꾸고, 자속 변화는 곧 속도 변화로 이어지므로 속도에 변화가 없을 수 없다.
- 틀린 표현은 "변화가 없다"이다. 올바르게는 "자속이 약해져 회전속도가 증가한다"이다.

④ X
- 계자저항을 키운다고 계자회로가 끊기는 것은 아니므로 전동기가 즉시 정지하지는 않는다.
- 틀린 표현은 "정지한다"이다. 올바르게는 "계자자속이 약해져 회전속도가 증가한다"이다.

NoteBase

오답 포인트

"저항 증가"를 전기자 회로 저항 증가와 혼동하면 속도 저하로 오판하기 쉽다. 이 문항은 분권전동기의 계자권선 저항을 묻고 있으므로, 핵심은 토크보다 먼저 계자전류 감소와 자속 약화이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 분권전동기에서 계자쪽 변화가 나오면 먼저 계자저항, 계자전류, 자속의 방향을 연결해서 본다. 그다음 Φ가 줄면 속도는 올라가고, Φ가 커지면 속도는 내려간다는 기준으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

분권전동기는 계자약화 시 속도상승, 계자강화 시 속도하강이다.

NoteBase

문 13. 8극, 60[Hz], 100[kW] 유도전동기의 전부하 슬립이 5[%]라면, 전부하 회전수[rpm]는?

① 45

② 855

③ 900

④ 945

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도와 슬립 공식을 이용해 전부하 회전수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 8극, 60 Hz, 슬립 5%이다.
구해야 할 값은 전부하 회전수이다.
주의할 조건은 슬립은 동기속도에서 차감되는 비율이라는 점이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = 120f/P$이다.
전부하 회전수는 $N = N_s(1 - s)$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 유도전동기의 실제 회전수는 동기속도보다 슬립만큼 작기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = 120f/P$이다.
2. $N_s = 120 \times 60/8 = 900rpm$이다.
3. 슬립 $s = 0.05$이므로 전부하 회전수는 $N = 900(1 - 0.05) = 900 \times 0.95 = 855rpm$이다.

선지별 해설

① X. 45는 전부하 회전수가 아니라 $900 - 855 = 45rpm$인 슬립 속도이다. 틀린 표현은 '전부하 회전수 45 rpm'이며, 올바르게는 '슬립 속도 45 rpm'이다.
② O. 계산 결과 전부하 회전수는 855 rpm이므로 옳다.
③ X. 900은 슬립을 적용하기 전의 동기속도이다. 틀린 표현은 '전부하 회전수 900 rpm'이며, 올바르게는 '동기속도 900 rpm'이다.
④ X. 945는 슬립을 빼지 않고 더한 값으로, 유도전동기 회전수가 동기속도보다 커질 수 없다는 점에 어긋난다. 틀린 표현은 '전부하 회전수 945 rpm'이며, 올바르게는 '전부하 회전수 855 rpm'이다.

NoteBase

오답 포인트

슬립 5%를 보고 45 rpm만 따로 답으로 고르거나, 동기속도 900 rpm을 그대로 고르는 실수가 잦다. 또 슬립을 차감하지 않고 더해 945 rpm으로 계산하면 유도전동기의 실제 회전수가 동기속도보다 커지는 모순이 생긴다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 회전수 문제는 먼저 $N_s = 120f/P$로 동기속도를 구한 뒤, 슬립이 주어지면 $N = N_s(1 - s)$로 실제 회전수를 계산한다. 슬립은 더하는 값이 아니라 동기속도에서 빼는 비율로 판단한다.

암기 포인트

유도전동기는 항상 실제 회전수 < 동기속도이며, 회전수는 $N_s(1 - s)$로 계산된다.

NoteBase

문 14. 직류발전기의 전력은 기계적인 입력(P_m)과 전기적인 출력(P_e) 및 손실(P_l)로 구분될 수 있다. 직류발전기의 규약효율(η_G)을 구하는 식은?

① $\frac{P_e}{P_e + P_l}$
② $\frac{P_e}{P_e - P_l}$
③ $\frac{P_e + P_l}{P_e}$
④ $\frac{P_e - P_l}{P_e}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류발전기의 규약효율을 기계적 입력과 전기적 출력, 손실의 관계로 식으로 나타낼 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 관계는 기계적 입력이 P_m, 전기적 출력이 P_e, 손실이 P_l라는 점이다.
구해야 할 값은 직류발전기의 규약효율 η_G이다.
입력은 출력과 손실의 합이므로 $P_m = P_e + P_l$가 된다.

사용할 공식

규약효율은 출력/입력의 비이므로 $\eta_G = \frac{P_e}{P_m}$이다.
이 문제는 이미 입력, 출력, 손실의 관계를 주었으므로 입력 P_m를 $P_e + P_l$로 바꾸어 쓰면 된다.

계산 과정

1. 직류발전기의 입력과 출력 관계를 정리하면 $P_m = P_e + P_l$이다.
2. 규약효율 정의를 쓰면 $\eta_G = \frac{P_e}{P_m}$이다.
3. 여기에 $P_m = P_e + P_l$를 대입하면 $\eta_G = \frac{P_e}{P_e + P_l}$가 된다.

선지 판단

1번: O. $\eta_G = \frac{P_e}{P_m}$이고 $P_m = P_e + P_l$이므로 $\frac{P_e}{P_e + P_l}$가 맞다.
2번: X. 분모를 $P_e - P_l$로 두면 입력이 출력에서 손실을 뺀 값이 되는데, 실제 입력은 출력에 손실을 더한 값이다. 틀린 표현은 $P_e - P_l$이며, 올바르게는 $P_e + P_l$이다.
3번: X. $\frac{P_e + P_l}{P_e}$는 효율의 역수 형태라서 출력보다 입력이 큰 발전기 효율을 1보다 크게 만들 수 있다. 틀린 표현은 분자와 분모의 위치이며, 올바르게는 $\frac{P_e}{P_e + P_l}$이다.
4번: X. $\frac{P_e - P_l}{P_e}$는 손실을 출력에서 빼고 다시 출력으로 나눈 형태로 효율 정의와 맞지 않는다. 틀린 표현은 출력에서 손실을 빼는 부분이며, 올바르게는 입력을 $P_e + P_l$로 두고 $\frac{P_e}{P_e + P_l}$로 써야 한다.

NoteBase

오답 포인트

효율을 출력/입력으로 보지 않고 입력/출력으로 뒤집거나, 입력을 출력과 손실의 합이 아니라 차로 처리하면 틀린다. 특히 손실 P_l은 입력에서 빠져나가는 항이므로 입력을 만들 때는 더해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

효율 문제는 먼저 효율 = 유효출력입력을 세운 뒤, 입력과 손실의 관계를 정리해 대입하는 순서로 판단한다. 발전기는 입력이 기계적 입력이고 출력이 전기적 출력이라는 점을 같이 확인하면 된다.

암기 포인트

발전기 효율은 항상 출력/입력이며, 입력은 출력 + 손실이다.

NoteBase

문 15. 직류기의 전기자반작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 보상권선은 전기자권선과 직렬로 접속한다.

② 보상권선으로 계자극의 자속분포를 변화시킬 수 있다.

③ 보극은 정류개선 효과를 얻게 한다.

④ 전기자반작용에 의한 감자현상을 보상하는 효과는 보상권선보다 보극이 크다.

정답 4번

출제 포인트

직류기 전기자반작용에서 보상권선과 보극의 설치 목적과 효과 차이를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

보상권선은 주극의 극면에 설치되어 전기자권선과 직렬로 접속되고, 극면 아래에서 생기는 전기자반작용에 의한 자속왜곡을 직접 상쇄하는 권선이다.
보극은 주극 사이에 설치되어 전기자권선과 직렬로 접속되고, 정류구역에서 리액턴스 전압을 줄여 정류를 좋게 하는 보조극이다.

선지별 해설

① O. 보상권선은 부하전류에 따라 보상작용도 함께 커져야 하므로 전기자권선과 직렬로 접속한다.
② O. 보상권선은 주극 극면 아래의 전기자반작용을 상쇄하여 공극과 계자극 주변의 자속분포 왜곡을 보정할 수 있다.
③ O. 보극은 정류 중 코일에 필요한 정류기전력을 제공하여 리액턴스 전압을 상쇄하므로 정류개선 효과를 얻는다.
④ X. 틀린 부분은 '보상권선보다 보극이 크다'이다. 감자작용과 자속왜곡을 직접 보상하는 효과는 보상권선 쪽이 더 크고, 보극의 주된 역할은 정류개선이다.

오답 포인트

보상권선과 보극은 모두 전기자권선과 직렬로 연결되므로 같은 장치처럼 섞어 외우기 쉽다. 그러나 보상권선은 주극 극면 전체의 자속왜곡 보상이 중심이고, 보극은 중성축 부근의 정류개선이 중심이라는 차이가 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 보조회로 문제가 나오면 먼저 설치 위치와 주기능을 구분한다. 주극 극면 전체에서 전기자반작용을 상쇄하면 보상권선이고, 주극 사이에서 정류를 좋게 하면 보극이다.

NoteBase

암기 포인트

보상권선은 극면 전체 보상, 보극은 정류구역 보정이다.

NoteBase

문 16. 동기전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 난조가 발생할 가능성이 있다.

② 여자장치가 필요하다.

③ 기동토크가 작다.

④ 역률을 조정할 수 없다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기의 운전 특성과 유도전동기와 구별되는 핵심 성질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기전동기는 회전자계를 전원 주파수와 같은 동기속도로 회전시키는 전동기이며, 계자여자로 자속을 만든다.
동기전동기는 계자여자 조절로 역률을 지상, 1, 진상 쪽으로 바꿀 수 있다는 점이 핵심 특징이다.
반면 기동 시에는 스스로 기동하지 못하므로 별도의 기동 대책이 필요하고, 부하 변동이 크면 난조가 생길 수 있다.

선지별 해설

① O: 동기전동기는 부하가 급변하거나 동기화가 불안정해지면 회전각이 흔들리는 난조가 발생할 수 있다. 동기운전 안정도와 관련된 올바른 설명이다.
② O: 동기전동기는 계자에 직류여자를 공급해야 하므로 여자장치가 필요하다. 계자여자가 있어야 동기자계와의 동기 운전이 가능하다.
③ O: 동기전동기는 자체 기동토크가 매우 작거나 사실상 자력 기동이 되지 않으므로 기동 특성이 좋지 않다. 따라서 기동토크가 작다는 설명은 맞다.
④ X: 틀린 부분은 '역률을 조정할 수 없다'는 표현이다. 동기전동기는 계자전류를 조절하여 지상역률, 역률 1, 진상역률로 운전할 수 있으므로 역률 조정이 가능하다.

오답 포인트

기동이 어렵다는 특징과 역률 조정 능력을 함께 떠올리지 못하면 ③과 ④를 혼동하기 쉽다. 동기전동기는 기동 성능은 나쁘지만 여자 조절로 역률 개선에 활용된다는 점이 자주 엇갈려 출제된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기 선지는 먼저 '여자가 필요한가', '자력 기동이 되는가', '역률 조정이 가능한가'를 기준으로 본다. 여자 필요, 기동 어려움, 역률 조정 가능이 함께 나오면 동기전동기의 전형적인 특징으로 판단된다.

NoteBase

암기 포인트

동기전동기 = 여자 필요, 기동 불리, 역률 조정 가능이다.

NoteBase

문 17. 정격전압 300 [V], 전부하 전기자전류 50 [A], 전기자저항 0.2 [Ω]인 직류 분권전동기가 있다. 이 전동기의 기동전류를 전부하 전기자전류의 120[%]로 제한시키기 위해 필요한 기동저항기의 저항값 [Ω]은?

① 3.5

② 4.8

③ 5.0

④ 5.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기의 기동 시 전기자전류 제한 조건을 이용해 필요한 기동저항 값을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 정격전압 $300V$, 전부하 전기자전류 $50A$, 전기자저항 0.2Ω
- 구해야 할 값: 기동저항기 저항값
- 주의할 조건: 기동전류는 전부하 전기자전류의 120%이므로 $1.2 \times 50 = 60A$이다. 기동 순간에는 역기전력이 0이다.

사용할 공식

기동 시 전기자전류는 $I_a = \frac{V}{R_a + R_s}$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
기동 순간의 직류 전동기는 회전하지 않으므로 역기전력이 없고, 전원전압이 전기자저항과 기동저항에만 걸리기 때문이다.

계산 과정

1. 기동전류를 구하면 $I_a = 1.2 \times 50 = 60A$이다.
2. 전체 저항은 $R_a + R_s = \frac{V}{I_a} = \frac{300}{60} = 5\Omega$이다.
3. 따라서 기동저항은 $R_s = 5 - 0.2 = 4.8\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과는 4.8Ω이므로 3.5Ω는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 저항값 자체이다. 올바르게는 4.8Ω이다.
- 이 값은 기동전류 제한 비율을 잘못 적용하거나 전체 저항 계산을 잘못한 경우에 나올 수 있다.

② O
- $R_s = 4.8\Omega$로 계산되므로 옳다.
- 기동 시에는 역기전력이 없으므로 전원전압을 제한전류로 나눈 전체 저항에서 전기자저항을 빼면 된다.

③ X
- 계산 결과는 4.8Ω이므로 5.0Ω는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 저항값 자체이다. 올바르게는 4.8Ω이다.
- 이 값은 전체 필요 저항 5Ω에서 기존 전기자저항 0.2Ω를 빼지 않은 경우에 해당한다.

④ X
- 계산 결과는 4.8Ω이므로 5.5Ω는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 저항값 자체이다. 올바르게는 4.8Ω이다.
- 이 값은 제한전류를 잘못 잡거나 전기자저항을 반대로 더하는 계산 실수에서 나올 수 있다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 $\frac{300}{60} = 5\Omega$를 바로 기동저항으로 착각하는 점이다. 이 값은 전체 저항이므로 이미 존재하는 전기자저항 0.2Ω를 반드시 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 기동저항 문제는 먼저 기동 순간의 역기전력이 0인지 확인하고, 제한전류로 전체 저항을 구한 뒤 기존 전기자저항을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

기동 시에는 역기전력 0, 따라서 $R_s = \frac{V}{I_{start}} - R_a$로 정리된다.

NoteBase

문 18. 역률 0.9에서 전부하 효율이 90[%]인 30[kVA]의 단상변압기가 $\frac{3}{4}$ 부하일 때 효율이 가장 높다면, 전부하에서의 철손(P_i)과 동손(P_c)의 값[W]은?

① P_i: 1200 W, P_c: 1800 W

② P_i: 1080 W, P_c: 2920 W

③ P_i: 1200 W, P_c: 2800 W

④ P_i: 1080 W, P_c: 1920 W

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 효율식과 최대효율 조건을 이용해 전부하 철손과 동손을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 정격용량은 $30kVA$, 역률은 0.9이다.
- 전부하 효율은 90%이다.
- 3/4부하에서 효율이 최대이므로 그때의 동손과 철손이 같다.
- 구해야 할 값은 전부하 철손 P_i와 전부하 동손 P_c이다.

사용할 공식

=출력출력+손실

$P_{c,x} = x^2 P_c$

최대효율 조건에서는 어떤 부하율 x에서든 그 부하의 동손과 철손이 같으므로, 이 문제에서는 $x = 3/4$일 때 $P_i = (3/4)^2 P_c$를 쓴다.

NoteBase

계산 과정

1. 전부하 출력은 $30 \times 0.9 = 27kW$이다.
2. 전부하 효율이 0.9이므로 입력은 $27/0.9 = 30kW$이고, 전부하 총손실은 $30 - 27 = 3kW = 3000W$이다.
3. 3/4부하에서 효율이 최대이므로 $P_i = (3/4)^2 P_c = \frac{9}{16}P_c$이다.
4. 전부하 총손실은 철손과 전부하 동손의 합이므로

$P_i + P_c = 3000$

$\frac{9}{16}P_c + P_c = 3000$

$\frac{25}{16}P_c = 3000$

$P_c = 1920W$

5. 따라서

$P_i = 3000 - 1920 = 1080W$

이다.

선지별 해설

① X: $P_i = 1200W$, $P_c = 1800W$는 전부하 총손실 $3000W$는 맞지만, 최대효율 조건을 대입하면 $(3/4)^2 \times 1800 = 1012.5W$가 되어 철손과 같지 않다. 틀린 표현은 $P_i = 1200W$, $P_c = 1800W$이며, 올바르게는 $P_i = 1080W$, $P_c = 1920W$이다.

② X: $P_i = 1080W$, $P_c = 2920W$이면 총손실이 $4000W$가 되어 전부하 효율 90% 조건과 맞지 않는다. 틀린 표현은 $P_c = 2920W$이며, 올바르게는 $P_c = 1920W$이다.

③ X: $P_i = 1200W$, $P_c = 2800W$이면 총손실이 $4000W$가 되어 전부하 효율 조건부터 어긋난다. 또한 $(3/4)^2 \times 2800 = 1575W$로 철손과도 일치하지 않는다. 틀린 표현은 두 값 모두이며, 올바르게는 $P_i = 1080W$, $P_c = 1920W$이다.

④ O: $P_i = 1080W$, $P_c = 1920W$이면 총손실이 $3000W$로 전부하 효율 조건을 만족하고, $(3/4)^2 \times 1920 = 1080W$가 되어 최대효율 조건도 정확히 만족한다.

오답 포인트

전부하 효율 90%에서 바로 철손과 동손이 같다고 두면 오답이 된다. 최대효율 조건은 전부하가 아니라 3/4 부하에서의 동손과 철손이 같다는 뜻이며, 동손은 부하율의 제곱에 비례한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

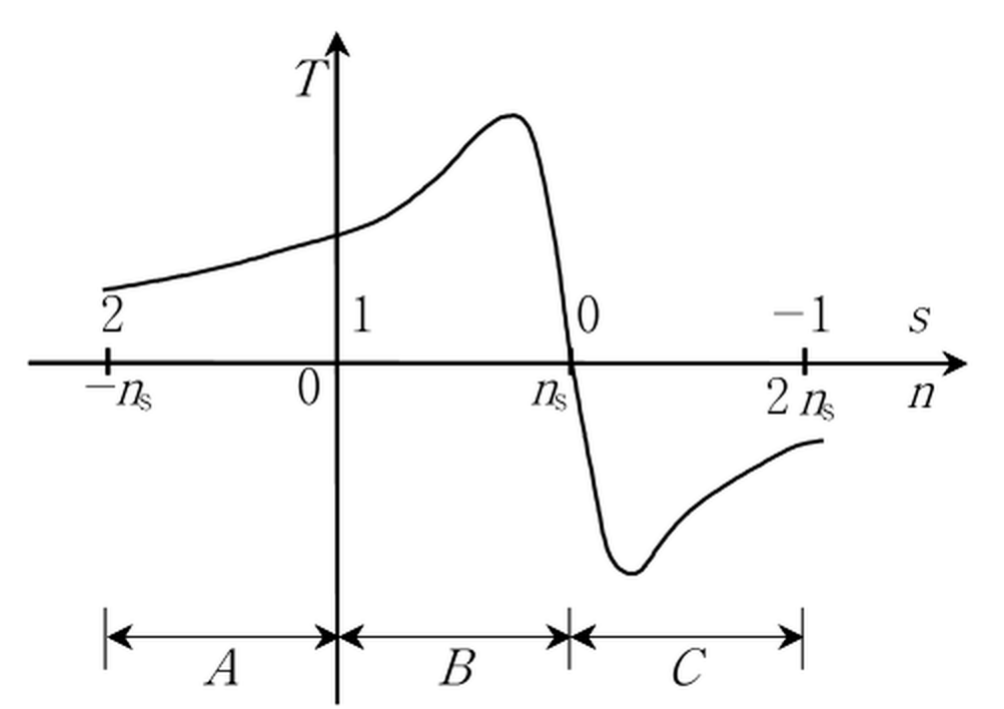
변압기 효율 계산 문제는 먼저 전부하 출력과 총손실을 구하고, 그다음 최대효율이 걸린 부하율에서 $x^2 P_c = P_i$를 세워 연립하면 된다. 총손실식과 최대효율식을 동시에 만족하는지 끝에서 다시 검산하면 된다.

암기 포인트

변압기 최대효율 조건은 해당 부하에서 철손 = 동손, 동손은 x^2배이다.

NoteBase

문 19. 그림은 유도기의 3가지 동작모드를 나타낸 속도-토크 특성곡선이다. 회생제동(regenerating braking)을 시키기 위한 동작모드 구간으로 옳은 것은?



① A

② B

③ C

④ A와 B

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도기의 속도-토크 곡선에서 슬립 s의 범위와 속도·토크의 부호를 읽어 전동, 역상제동, 회생제동 구간을 구분하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
A구간은 $-n_s < n < 0, 1 < s < 2$ 부근으로 속도와 토크의 방향이 반대가 되어 제동 상태이다. 회생제동 구간이 아니라 역상제동(plugging) 구간이다.
틀린 표현은 "A가 회생제동 구간"이라는 부분이다. 올바르게는 "A는 역상제동 구간"이다.

② X
B구간은 $0 < n < n_s$, $0 < s < 1$ 이고 토크도 진행 방향과 같으므로 정상적인 전동 운전 구간이다. 회생제동은 동기속도보다 빨라져 $s < 0$ 가 되어야 하므로 B는 해당하지 않는다.
틀린 표현은 "B가 회생제동 구간"이라는 부분이다. 올바르게는 "B는 전동 구간"이다.

③ O
C구간은 $n > n_s$ 이고 슬립이 음수여서 $s < 0$ 이다. 이때 회전속도는 동기속도보다 크고 토크는 회전 방향에 반대로 작용하므로 기계적 에너지가 전원 쪽으로 반환되는 회생제동 상태가 된다.

④ X
A와 B를 함께 회생제동으로 보면 동작모드 구분이 무너진다. A는 역상제동이고 B는 전동이므로 둘 다 회생제동 구간이 아니다.
틀린 표현은 "A와 B가 회생제동 구간"이라는 부분이다. 올바르게는 "회생제동 구간은 C만 해당한다"이다.

오답 포인트

학생들이 $s = 0$ 인 $n = n_s$ 를 기준으로 슬립 부호가 바뀐다는 점을 놓치면 B와 C를 혼동하기 쉽다. 회생제동은 단순히 제동 토크가 생기는 구간이 아니라 $n > n_s$, $s < 0$ 이어서 전력이 전원으로 되돌아가는 구간이라는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

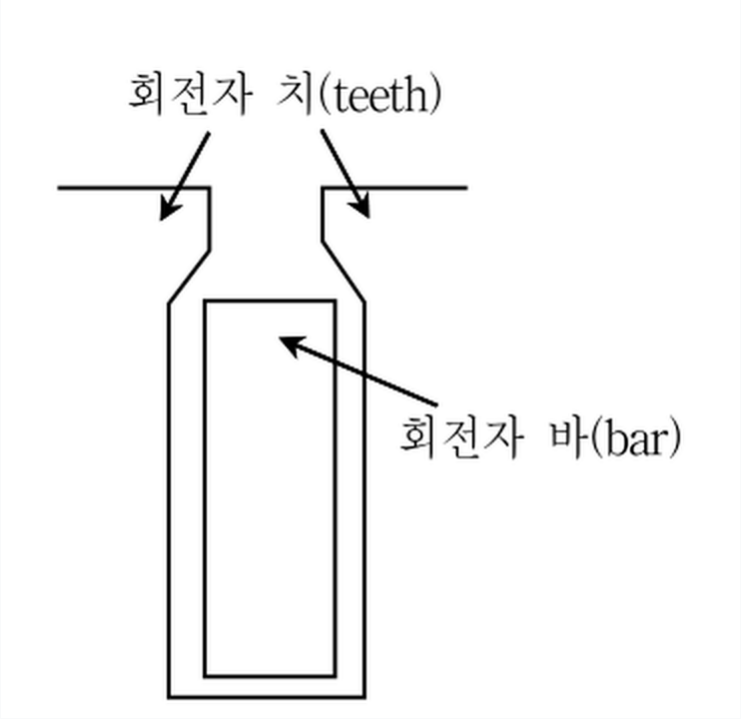
속도-토크 곡선 문제에서는 먼저 $n = n_s$ 에서 $s = 0$ 임을 잡고, $0 < s < 1$ 이면 전동, $s < 0$ 이면 회생제동, $s > 1$ 이면 역상제동으로 분류하면 된다. 그다음 속도와 토크의 방향이 같은지 반대인지로 최종 확인할 수 있다.

암기 포인트

유도기 회생제동은 $n > n_s$, $s < 0$ 이고 전동은 $0 < s < 1$, 역상제동은 $s > 1$ 이다.

NoteBase

문 20. 그림은 폭이 좁고 깊이가 깊은 슬롯 형상을 사용하는 농형 유도전동기의 전형적인 회전자 치/슬롯 형상 예이다. 이와 같은 슬롯 형상을 사용하는 이유로 옳지 않은 것은?



① 표피효과(skin effect)를 이용하여, 농형 유도전동기의 성능을 양호하게 한다.

② 기동 시 회전자 바에 인가되는 높은 주파수에 따른 회전자 저항 감소로 높은 기동토크 확보가 가능하게 한다.

③ 높은 속도에서 효율이 좋아지는데, 이는 회전자 바에 인가되는 낮은 주파수로 인해 침투깊이가 커지기 때문에 가능하다.

④ 기동 시에 회전자전류는 회전자 바의 상부에 집중되고, 정격 속도에서의 회전자전류는 회전자 바 전체에 흐르려는 특성이 있다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 그림의 좁고 깊은 회전자 슬롯이 깊은 슬롯형 농형 회전자임을 파악하고, 표피효과에 따라 기동 시 유효 회전자저항은 커지고 정상 운전 시에는 작아진다는 점을 묻는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
깊은 슬롯형 회전자는 표피효과를 이용하여 기동 특성과 운전 효율을 함께 개선한다. 기동 시에는 전류가 도체 상부에 몰려 유효 저항이 커지고, 운전 시에는 전류가 도체 전체로 퍼져 저항이 작아진다.

② X
기동 시에는 회전자 주파수가 높아 표피효과가 커지므로 회전자전류가 바의 상부에 집중되고 유효 회전자저항이 증가한다. 높은 기동토크는 이 저항 증가에 의해 얻어진다. 틀린 표현은 '회전자 저항 감소'이며, 올바르게는 '회전자 저항 증가'이다.

③ O
속도가 높아지면 슬립이 작아져 회전자 주파수가 낮아지고, 전류의 침투깊이가 커져 회전자 바 전체에 전류가 흐르기 쉬워진다. 그 결과 유효 저항이 감소하여 동손이 줄고 효율이 좋아진다.

④ O
기동 시에는 높은 회전자 주파수 때문에 전류가 회전자 바 상부에 집중된다. 정격 속도 부근에서는 주파수가 낮아져 전류가 바 전체로 분포하려는 특성이 나타난다.

오답 포인트

기동 시와 정상 운전 시의 회전자 주파수 변화를 반대로 기억하면 ②를 옳다고 보기 쉽다. 깊은 슬롯형은 기동 시 저항을 줄이는 구조가 아니라, 기동 시 유효 저항을 키우고 운전 시 다시 줄이는 구조이다.

다시 나오면 이렇게 판단

깊은 슬롯형이나 deep-bar 그림이 보이면 먼저 슬립과 회전자 주파수를 연결한다. 슬립이 큰 기동 상태에서는 주파수가 높아 표피효과가 커지고 유효 저항이 증가하며, 슬립이 작은 운전 상태에서는 주파수가 낮아 전류가 깊게 침투해 유효 저항이 감소한다고 판단하면 된다.

암기 포인트

깊은 슬롯형은 기동 시 상부 집중으로 저항 증가, 운전 시 전체 분포로 저항 감소이다.

NoteBase