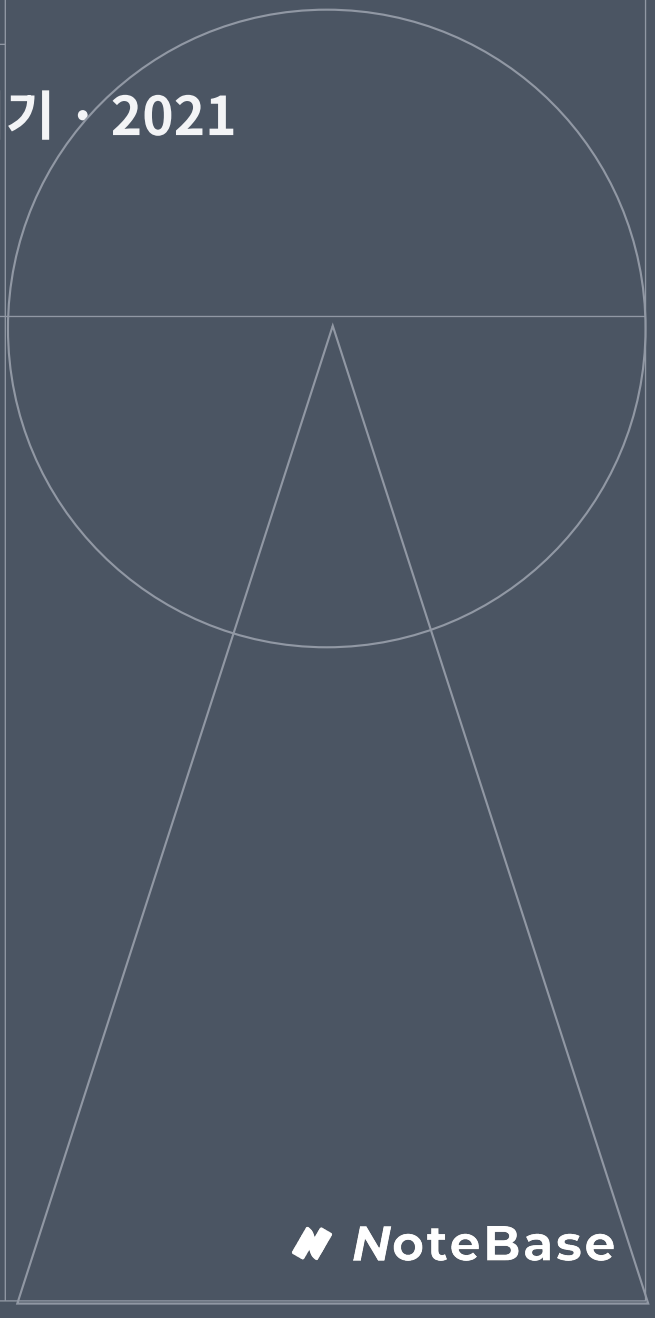
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2021

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2021

1. **직류전동기의 전기자반작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?**

① 공극 자속분포가 왜곡된다.
② 보극에 의해 영향을 줄일 수 있다.
③ 자기적 중성점이 회전 반대방향으로 이동한다.
④ 회전속도가 감소하게 된다.
⑤ 보상권선을 사용하여 상쇄시킬 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

직류전동기에서 전기자전류가 만드는 자계가 주자계를 왜곡·약화할 때 나타나는 현상과 그 보상 방법을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기자반작용은 전기자전류가 만든 자계가 주자계에 영향을 주어 공극 자속분포를 왜곡하고 유효 자속을 감소시키는 현상이다.
직류전동기에서는 자기적 중성점이 회전 반대방향으로 이동한다. 유효 자속이 감소하면 전동기 속도식 $n \propto (V - I_a R_a)/\Phi$에 따라 다른 조건이 같을 때 회전속도는 증가하는 방향으로 변한다.
보극은 정류구역의 전기자반작용을 억제하고, 보상권선은 극면 아래의 전기자 자계를 상쇄한다.

선지별 해설

① O — 전기자 자계가 주자계와 합성되면서 한쪽 극단의 자속은 강해지고 반대쪽은 약해져 공극 자속분포가 왜곡된다.
② O — 보극이 정류구역에 전기자반작용과 반대 방향의 자계를 만들어 그 영향을 줄이고 정류를 개선한다.
③ O — 직류전동기의 자기적 중성점은 회전 반대방향으로 이동한다. 발전기에서는 회전방향으로 이동하므로 둘을 구분해야 한다.
④ X — 틀린 표현은 '회전속도가 감소하게 된다'이다. 전기자반작용으로 유효 자속 Φ가 감소하면, 공급전압과 전기자회로 전압강하가 같다는 조건에서 회전속도는 증가하게 된다.
⑤ O — 보상권선에 전기자전류와 비례하는 전류를 흘리면 극면 아래의 전기자 자계와 반대 방향의 자계가 생겨 전기자반작용을 상쇄할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

④에서 '자속이 약해지면 토크가 약해지므로 속도도 감소한다'고 단순 연결하기 쉽다. 직류전동기의 속도는 유효 자속에 반비례하므로 전기자반작용에 의한 감자 효과는 속도를 증가시키는 방향으로 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기의 전기자반작용은 '자속분포 왜곡, 유효 자속 감소, 중성점은 회전 반대방향 이동, 속도 증가'의 연결로 판단한다. 억제 수단은 정류구역의 보극과 극면 아래의 보상권선으로 구분한다.

암기 포인트

전동기 중성점은 회전 반대방향, 자속은 감소, 속도는 증가한다.

NoteBase

2. 직류기의 기전력 E, 자속 ϕ, 출력 P, 토크 T 사이의 관계식으로 옳은 것은?

① $E \propto \sqrt{\phi}(P/T)$
② $E \propto \sqrt{\phi}(P/T)^2$
③ $E \propto \phi(P/T)$
④ $E \propto \phi(P/T)^2$
⑤ $E \propto \phi^2(P/T)$

정답 3번

출제 포인트

직류기의 기전력식 $E = k_e\phi N$과 회전 출력식 $P = T\omega$를 결합하여 기전력 E, 자속 ϕ, 출력 P, 토크 T의 비례 관계를 구하는 문제이다.

조건 정리

기전력 E는 자속 ϕ와 회전속도 N에 각각 비례한다. 회전 출력 P는 토크 T와 각속도 ω의 곱이고, 각속도 ω는 회전속도 N에 비례한다. 비례 관계를 묻는 문제이므로 기기 상수와 단위 환산 상수는 하나의 비례상수로 처리한다.

사용할 공식

직류기의 기전력식은
$E = k_e\phi N$
이고, 회전 출력식은
$P = T\omega = T\left(\frac{2\pi N}{60}\right)$
이다. 따라서 $P \propto TN$이므로 $N \propto P/T$이다. 두 식이 공통으로 회전속도 N을 포함하므로 이를 소거하여 네 물리량의 관계를 구한다.

계산 과정

1. $P \propto TN$에서 회전속도를 정리하면 $N \propto P/T$이다.
2. 이를 $E \propto \phi N$에 대입하면
$E \propto \phi\left(\frac{P}{T}\right)$
가 된다.
3. 자속 ϕ와 출력·토크의 비 P/T가 모두 1차로 들어가므로 ③과 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\sqrt{\phi}$가 잘못된 표현이다. 기전력은 자속의 제곱근이 아니라 자속에 직접 비례하므로, 올바른 관계는 $E \propto \phi(P/T)$이다.
② X — $\sqrt{\phi}$와 $(P/T)^2$가 모두 잘못된 표현이다. 자속과 P/T는 각각 1차로 들어가므로, 올바른 관계는 $E \propto \phi(P/T)$이다.
③ O — $N \propto P/T$를 $E \propto \phi N$에 대입하면 $E \propto \phi(P/T)$가 된다.
④ X — $(P/T)^2$가 잘못된 표현이다. 출력은 $P \propto TN$이므로 $N \propto P/T$이며, 올바른 관계는 $E \propto \phi(P/T)$이다.
⑤ X — ϕ^2가 잘못된 표현이다. 기전력식에서 자속은 1차이므로, 올바른 관계는 $E \propto \phi(P/T)$이다.

오답 포인트

기전력식과 출력식을 각각 암기한 뒤 지수를 임의로 붙이는 것이 함정이다. E는 ϕN에 비례하고 P는 TN에 비례하므로, 자속과 P/T에는 제곱이나 제곱근이 생기지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기의 기전력 관계에서는 먼저 $E \propto \phi N$을 세우고, 회전 출력 관계 $P \propto TN$에서 $N \propto P/T$를 구한 다음 대입한다. 각 물리량의 지수가 1차인지 끝에서 검산한다.

암기 포인트

$E \propto \phi N$, $P \propto TN$이므로 $E \propto \phi(P/T)$이다.

NoteBase

3. 동기기의 안정도를 향상시키기 위하여 설계상 고려할 사항으로 옳지 않은 것은?

① 동기리액턴스를 크게 한다.
② 계자기자력을 크게 한다.
③ 회전자의 관성을 크게 한다.
④ 공극을 크게 한다.
⑤ 속응(고속 응답) 여자방식을 채용한다.

정답 1번

출제 포인트

동기기의 안정도를 높이는 설계 요소와 동기리액턴스의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기기의 안정도는 부하나 계통에 변화가 생겨도 동기 운전을 유지하는 능력이다. 원통형 동기기의 전력각 특성은 대체로 $P = EV/X_s \sin\delta$로 나타낼 수 있으므로, 내부기전력 E와 단자전압 V가 같다면 동기리액턴스 X_s가 작을수록 최대 전달전력이 커져 안정도가 향상된다. 또한 큰 계자기자력, 큰 회전자 관성, 큰 공극 및 제동권선은 안정도 향상에 유리하다.

선지별 해설

① X — 동기리액턴스를 크게 하면 최대 전달전력이 감소하여 안정도가 낮아진다. 틀린 표현은 '동기리액턴스를 크게 한다'이며, 올바르게는 '동기리액턴스를 작게 한다'이다.
② O — 계자기자력을 크게 하면 내부기전력이 증가하여 최대 전달전력이 커지므로 안정도 향상에 유리하다.
③ O — 회전자의 관성을 크게 하면 외란이 발생했을 때 회전자 속도와 전력각의 변화가 완만해져 과도안정도 향상에 유리하다.
④ O — 공극을 크게 하면 전기자반작용이 약해지고 동기리액턴스가 작아지는 방향으로 작용하므로 안정도 향상에 유리하다.
⑤ O — 속응 여자방식은 외란 시 여자전류를 빠르게 조절하여 내부기전력과 동기화력을 회복하므로 안정도 향상에 유리하다.

오답 포인트

'리액턴스가 크면 전류를 잘 제한하므로 안정적일 것'이라고 생각하기 쉽다. 그러나 이 문항의 안정도는 동기 운전 유지 능력이며, 동기리액턴스가 커지면 전력각 특성의 최대 전달전력이 작아진다는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 안정도 문제에서는 먼저 $P_{max} \propto E/X_s$를 적용한다. 계자기자력과 내부기전력은 클수록, 동기리액턴스는 작을수록 안정도에 유리하며, 회전자 관성·공극·여자 응답 속도도 함께 확인한다.

암기 포인트

안정도 향상은 '여자는 강하고 빠르게, 관성과 공극은 크게, 동기리액턴스는 작게'로 정리한다.

NoteBase

4. 1350[kVA], 2극, 3600[rpm], 11[kV]인 터빈발전기가 있다. 역률 80[%]인 전부하에서 효율이 96[%]일 때, 발전기의 손실[kW]은?

① 25
② 35
③ 37
④ 45
⑤ 56

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정격 피상전력과 역률로 발전기의 유효출력을 구한 뒤, 효율을 이용하여 전부하 손실을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격 피상전력 $S = 1350kVA$, 역률 $\cos\phi = 0.8$, 효율 $\eta = 0.96$이다.
구해야 할 값: 전부하에서의 발전기 손실 P_{loss}이다.
주의할 조건: 발전기의 유효출력은 피상전력에 역률을 곱해 구하며, 극수·회전수·정격전압은 이 손실 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

발전기의 유효출력은
$P_{out} = S\cos\phi$
이고, 발전기 효율과 손실의 관계는
$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}, \qquad P_{loss} = P_{in} - P_{out}$
이다. 발전기는 기계적 입력을 전기적 출력으로 바꾸므로 효율의 분자가 전기적 유효출력이다.

계산 과정

1. 전부하 유효출력을 구한다.
$P_{out} = 1350 \times 0.8 = 1080kW$
2. 효율식으로 입력을 구한다.
$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1080}{0.96} = 1125kW$
3. 입력과 출력의 차이로 손실을 구한다.
$P_{loss} = 1125 - 1080 = 45kW$

NoteBase

선지 판단

① X — 계산된 손실은 $45kW$이므로 $25kW$가 아니다. 올바르게는 발전기 손실이 $45kW$이다.
② X — 입력 $1125kW$와 출력 $1080kW$의 차이는 $45kW$이므로 $35kW$가 아니다. 올바르게는 발전기 손실이 $45kW$이다.
③ X — 효율식 $P_{in} = P_{out}/\eta$를 적용한 손실은 $45kW$이므로 $37kW$가 아니다. 올바르게는 발전기 손실이 $45kW$이다.
④ O — $P_{out} = 1080kW$, $P_{in} = 1125kW$이므로 손실은 $1125 - 1080 = 45kW$이다.
⑤ X — 입력과 출력의 차이는 $45kW$이므로 $56kW$가 아니다. 올바르게는 발전기 손실이 $45kW$이다.

오답 포인트

정격용량 $1350kVA$를 곧바로 유효출력으로 사용하면 안 된다. 먼저 역률 0.8을 곱해 $1080kW$로 바꿔야 한다. 또한 발전기 효율은 출력/입력이므로 입력을 구할 때 효율로 나누며, 손실률 4%를 적용하려면 출력이 아니라 입력을 기준으로 해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

발전기 전부하 손실 문제는 피상전력에 역률을 곱해 유효출력을 구하고, 그 출력을 효율로 나누어 입력을 구한 다음, 입력에서 출력을 빼는 순서로 판단한다.

암기 포인트

발전기는 $P_{out} = S\cos\phi$, $P_{in} = P_{out}/\eta$, $P_{loss} = P_{in} - P_{out}$의 순서로 계산한다.

NoteBase

5. 동일 용량의 단상변압기 3대를 △−△ 결선으로 운전하는 변전소에서 부하의 증가로 동일한 변압기 1대를 증설하여 V결선 2뱅크로 하였다. 권선의 과부하 없이 공급할 수 있는 최대 부하 용량은 1대의 단상 변압기 용량의 몇 배인가?

① $\sqrt{3}$ 배
② 2 배
③ 3 배
④ 4 배
⑤ $2\sqrt{3}$ 배

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기 2대로 구성한 V결선의 3상 출력 용량을 구하고, 2뱅크의 용량을 합산하는 문제이다.

조건 정리

단상 변압기 1대의 정격용량을 S라고 둔다.
증설 후 동일한 단상 변압기 4대를 사용하여, 2대씩 구성된 V결선 뱅크 2개를 운전한다.
각 권선에 과부하가 생기지 않도록 각 변압기의 부담은 정격용량 S 이하여야 한다.

사용할 공식

단상 변압기 1대의 정격용량이 S일 때 V결선 1뱅크의 3상 출력 용량은 다음과 같다.
$P_V = \sqrt{3}S$
V결선에서는 두 변압기의 출력이 벡터적으로 합성되므로 단순 합인 $2S$가 아니라 $\sqrt{3}S$가 된다.

계산 과정

1. V결선 1뱅크의 최대 부하 용량은 $\sqrt{3}S$이다.
2. 동일한 V결선이 2뱅크이므로 전체 최대 부하 용량은 다음과 같다.

$P_{\text{total}} = 2 \times \sqrt{3}S = 2\sqrt{3}S$

3. 이를 단상 변압기 1대의 용량 S로 나누면 용량비는 $2\sqrt{3}$배이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\sqrt{3}$배는 V결선 1뱅크만의 용량이다. 이 문제는 2뱅크이므로 올바른 값은 $2\sqrt{3}$배이다.
② X — 2배는 뱅크 수만 반영하고 각 V결선 뱅크의 $\sqrt{3}$배 출력을 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 $2\sqrt{3}$배이다.
③ X — 3배는 단상 변압기 3대로 구성한 종전 △결선 1뱅크의 용량이다. 증설 후 V결선 2뱅크의 올바른 값은 $2\sqrt{3}$배이다.
④ X — 4배는 변압기 4대의 정격용량을 단순히 더한 값이다. V결선 1뱅크의 이용률은 $\sqrt{3}/2$이므로 올바른 값은 $2\sqrt{3}$배이다.
⑤ O — V결선 1뱅크의 용량 $\sqrt{3}S$를 2배 하면 $2\sqrt{3}S$이므로 단상 변압기 1대 용량의 $2\sqrt{3}$배이다.

오답 포인트

V결선 2뱅크를 변압기 4대의 정격용량 합인 $4S$로 계산하면 안 된다. V결선은 변압기 2대의 합계 정격용량 $2S$ 중 $\sqrt{3}S$만 3상 부하에 공급할 수 있으며, 이 문제에서는 그 뱅크가 2개라는 점을 함께 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 변압기 1대 용량을 S로 두고, V결선 1뱅크당 $\sqrt{3}S$를 적용한 뒤 뱅크 수를 곱한다. 마지막으로 문제에서 요구한 기준인 변압기 1대 용량 S로 나누어 배수를 판단한다.

암기 포인트

V결선 1뱅크는 변압기 2대로 구성되며 용량은 $\sqrt{3}S$, 이용률은 $\sqrt{3}/2 = 0.866$이다. V결선 2뱅크의 용량은 $2\sqrt{3}S$이다.

NoteBase

6. 변압기의 1차, 2차 단위법 임피던스를 각각 Z_{1pu}, Z_{2pu}라하고, 권선비 a를 N_1/N_2라 할 때, 1차측으로 환산한 단위법 임피던스Z_{pu}는? (단, N_1과 N_2는 각각 1차와 2차의 권선수이다)

① $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$

② $Z_{pu} = a^2 Z_{1pu} + Z_{2pu}$

③ $Z_{pu} = Z_{1pu} + a^2 Z_{2pu}$

④ $Z_{pu} = Z_{1pu}/a^2 + Z_{2pu}$

⑤ $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}/a^2$

정답 1번

출제 포인트

변압기 임피던스를 다른 권선 측으로 환산할 때 실제 임피던스와 기준 임피던스가 모두 권선비의 제곱만큼 변하므로, 퍼유닛 임피던스는 변하지 않는다는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차와 2차의 퍼유닛 임피던스는 각각 Z_{1pu}, Z_{2pu}이고, 권선비는 $a = N_1/N_2$이다.
구해야 할 값: 2차 임피던스를 1차측으로 환산한 뒤 1차 임피던스와 합한 전체 퍼유닛 임피던스 Z_{pu}이다.
주의할 조건: 실제 임피던스만 환산하면 a^2이 붙지만, 퍼유닛값에서는 기준 임피던스도 함께 a^2배가 된다.

사용할 공식

실제 2차 임피던스를 1차측으로 환산하면
$Z'_2 = a^2 Z_2$
이다. 같은 기준용량을 사용하고 기준전압을 변압기 권선비에 맞추면
$V_{B1} = aV_{B2}, \qquad Z_{B1} = \frac{V_{B1}^2}{S_B} = a^2 Z_{B2}$
가 된다. 따라서 1차측으로 환산한 2차 퍼유닛 임피던스는
$Z'_{2pu} = \frac{Z'_2}{Z_{B1}} = \frac{a^2 Z_2}{a^2 Z_{B2}} = Z_{2pu}$
이다. 실제 임피던스와 기준 임피던스에 생기는 a^2이 약분되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 2차 실제 임피던스를 1차측으로 환산하면 $Z'_2 = a^2 Z_2$이다.
2. 1차측 기준 임피던스도 $Z_{B1} = a^2 Z_{B2}$이므로, 환산된 2차 퍼유닛 임피던스는 $Z'_{2pu} = Z_{2pu}$이다.
3. 1차와 환산된 2차 임피던스는 직렬로 합산되므로 $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z'_{2pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① O — $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$로, 퍼유닛 임피던스는 권선비의 제곱을 따로 곱하거나 나누지 않고 합산한다.
② X — $a^2 Z_{1pu}$가 잘못된 표현이다. 1차 퍼유닛 임피던스는 이미 1차측 기준값이므로 올바른 식은 $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$이다.
③ X — $a^2 Z_{2pu}$가 잘못된 표현이다. a^2은 실제 2차 임피던스의 1차측 환산에 적용되지만 기준 임피던스에도 동일하게 적용되어 약분되므로, 올바른 항은 Z_{2pu}이다.
④ X — Z_{1pu}/a^2가 잘못된 표현이다. 1차 퍼유닛 임피던스를 다시 환산할 필요가 없으므로 올바른 식은 $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$이다.
⑤ X — Z_{2pu}/a^2가 잘못된 표현이다. 퍼유닛 기준을 권선비에 맞춰 잡으면 환산된 2차 퍼유닛값은 그대로 Z_{2pu}이므로, 올바른 식은 $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$이다.
따라서 계산 결과 $Z_{pu} = Z_{1pu} + Z_{2pu}$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

③처럼 실제 임피던스의 환산식 $Z'_2 = a^2 Z_2$을 퍼유닛 임피던스에 그대로 적용하는 것이 핵심 함정이다. 퍼유닛값을 구할 때는 분자인 실제 임피던스뿐 아니라 분모인 기준 임피던스도 a^2배가 되므로 권선비 항이 소거된다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 양측의 퍼유닛 임피던스를 공통 기준으로 합산하는 문제에서는 먼저 기준용량이 같고 기준전압비가 권선비와 일치하는지 확인한다. 이 조건이면 권선 측을 바꾸어도 퍼유닛 임피던스는 동일하므로 각 권선의 퍼유닛값을 그대로 더한다.

암기 포인트

실제 임피던스 환산에는 a^2, 퍼유닛 임피던스 환산에는 권선비 항이 남지 않는다.

NoteBase

7. 입력 61[kW], 고정자 손실 1[kW], 슬립 5[%]로 회전하는 3상 유도전동기의 기계적 출력(P_0[kW])과 회전자 동손(P_{2c}[kW])은?

	P_0	P_{2c}
①	57	1
②	57	3
③	60	1
④	60	2
⑤	60	3

정답 2번

출제 포인트

3상 유도전동기의 전력 흐름에서 고정자 손실을 제외해 회전자 입력을 구하고, 슬립을 이용해 회전자 동손과 기계적 출력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력 $P_1 = 61kW$, 고정자 손실 $P_{sL} = 1kW$, 슬립 $s = 5\% = 0.05$이다.
구해야 할 값: 기계적 출력 P_0과 회전자 동손 P_{2c}이다.
주의할 조건: 고정자 손실을 먼저 제외한 회전자 입력을 기준으로 슬립 비율을 적용한다.

사용할 공식

회전자 입력은
$P_2 = P_1 - P_{sL}$
이다. 회전자 입력은 회전자 동손과 기계적 출력으로 나뉘므로
$P_{2c} = sP_2, \quad P_0 = (1 - s)P_2$
가 된다. 슬립 s는 회전자 입력 중 회전자 동손이 차지하는 비율이기 때문에 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 회전자 입력을 구한다.
$P_2 = 61 - 1 = 60kW$
2. 회전자 동손을 구한다.
$P_{2c} = 0.05 \times 60 = 3kW$
3. 기계적 출력을 구한다.
$P_0 = (1 - 0.05) \times 60 = 57kW$
따라서 $P_0 = 57kW$, $P_{2c} = 3kW$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $P_0 = 57kW$는 맞지만 $P_{2c} = 1kW$가 틀리다. $1kW$는 고정자 손실이며, 회전자 동손은 $3kW$이다. 올바르게는 $(P_0, P_{2c}) = (57, 3)kW$이다.
② O — 회전자 입력 $60kW$에 슬립 0.05를 적용하면 $P_{2c} = 3kW$, $P_0 = 57kW$가 되므로 두 값이 모두 맞다.
③ X — $P_0 = 60kW$가 틀리다. $60kW$는 고정자 손실을 제외한 회전자 입력이며, 여기서 회전자 동손을 다시 제외해야 기계적 출력이 된다. 또한 $P_{2c} = 1kW$도 틀리며 올바르게는 $(57, 3)kW$이다.
④ X — $P_0 = 60kW$, $P_{2c} = 2kW$가 모두 틀리다. 슬립 5%에 따른 회전자 동손은 $60 \times 0.05 = 3kW$이고 기계적 출력은 $57kW$이므로, 올바르게는 $(57, 3)kW$이다.
⑤ X — $P_{2c} = 3kW$는 맞지만 $P_0 = 60kW$가 틀리다. $60kW$에서 회전자 동손 $3kW$를 제외하므로 올바르게는 $P_0 = 57kW$이다.

오답 포인트

고정자 손실을 제외한 $60kW$를 곧바로 기계적 출력으로 보는 것이 핵심 함정이다. $60kW$는 회전자 입력이며, 슬립에 해당하는 회전자 동손 $3kW$를 추가로 제외해야 기계적 출력 $57kW$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 전력 문제는 입력에서 고정자 손실을 빼 회전자 입력을 구한 뒤, 회전자 입력을 sP_2와 $(1-s)P_2$로 나누어 각각 회전자 동손과 기계적 출력을 판단한다.

암기 포인트

회전자 입력 P_2은 동손 sP_2과 기계적 출력 $(1-s)P_2$으로 나뉜다.

NoteBase

8. 양수량이 10[m³/s]이고, 양수 높이가 24[m]인 급수탱크에 물을 공급하기 위해 설치하는 펌프 구동용 유도전동기의 최소 소요출력[kW]은? (단, 펌프의 효율은 80[%], 중력가속도는 10[m/s²]이다)

① 1.8
② 2.1
③ 2.4
④ 2.7
⑤ 3.0

정답 5번

출제 포인트

펌프가 물에 전달해야 하는 수동력과 펌프 효율을 이용해 유도전동기의 최소 소요출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

양수량: $Q = 10m^3/s$
양수 높이: $H = 24m$
펌프 효율: $\eta = 0.8$
중력가속도: $g = 10m/s^2$
물의 밀도: $\rho = 1000kg/m^3$
구해야 할 값은 펌프 입력에 필요한 유도전동기의 최소 출력이다.

사용할 공식

물에 실제로 전달되는 수동력은 $P_w = \rho gQH$이고, 펌프 효율이 $\eta = P_w/P_{in}$이므로 필요한 입력은 다음과 같다.
$P_{in} = \frac{\rho gQH}{\eta}$
효율이 80%이므로 수동력을 0.8로 나누어야 한다.

계산 과정

먼저 수동력을 계산한다.
$P_w = 1000 \times 10 \times 10 \times 24 = 2.4 \times 10^6 W$
펌프 효율을 반영하면 필요한 입력은 다음과 같다.
$P_{in} = \frac{2.4 \times 10^6}{0.8} = 3.0 \times 10^6 W$
따라서 최소 소요출력은 $3000kW = 3.0MW$이다.

NoteBase

선지 판단

이미지의 발문 단위 [kW]를 그대로 적용하면 계산값은 3000kW이므로 제시된 1.8부터 3.0까지의 수치 중 일치하는 선지가 없다. 공식답 ⑤는 발문의 단위를 [MW]로 보정하거나 선지 수치를 MW 단위로 해석할 때 성립한다.

① X — 1.8MW로 해석해도 필요한 입력 3.0MW보다 작다.

② X — 2.1MW로 해석해도 효율을 반영한 입력 3.0MW와 일치하지 않는다.

③ X — 2.4MW는 효율을 고려하기 전의 수동력이다. 펌프 입력은 이를 0.8로 나눈 3.0MW이어야 한다.

④ X — 2.7MW로 해석해도 2.4/0.8 = 3.0의 계산 결과와 다르다.

⑤ O — 공식답의 단위 해석에 따르면 필요한 입력은 3.0MW이므로 수치 3.0과 일치한다. 다만 이미지의 발문 단위 [kW]를 그대로 따르면 3.0은 3.0kW이므로 계산값 3000kW와 일치하지 않는다.

오답 포인트

③의 2.4는 펌프가 물에 전달하는 수동력일 뿐 전동기가 공급해야 하는 입력이 아니다. 효율이 80%이면 입력이 수동력보다 커지므로 0.8을 곱하는 것이 아니라 0.8로 나눈다. 또한 3.0MW는 3000kW와 같은 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

양수 문제에서는 먼저 ρgQH로 수동력을 구하고, 구동기의 최소 입력을 묻는 경우 그 값을 효율로 나눈 뒤 W, kW, MW 단위를 맞춰 판단한다.

암기 포인트

펌프 입력은 $P_{in} = \rho gQH/\eta$이다. 효율이 1보다 작으므로 입력은 수동력보다 항상 크다.

NoteBase

9. 정격주파수 60[Hz]의 농형 유도전동기에서 1차 전압의 크기는 정격 값으로 유지하고, 주파수는 50[Hz]로 사용하는 경우에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 속도 감소
② 철손 감소
③ 여자전류 증가
④ 역률 저하
⑤ 운전 온도 상승

정답 2번

출제 포인트

정격 주파수보다 낮은 주파수를 인가하면서 1차 전압을 그대로 유지할 때, 전압·주파수비와 자속의 증가가 농형 유도전동기의 특성에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격 주파수는 $60Hz$, 사용 주파수는 $50Hz$이고 1차 전압은 정격값으로 일정하다.
주의할 조건: 주파수만 낮추고 전압을 낮추지 않았으므로 V/f가 커져 과자속 상태가 된다.

사용할 공식

동기속도는 $n_s = 120f/P$이고, 유기기전력은 $E_1 = 4.44fN_1\Phi_m$이다. 1차 전압과 유기기전력이 거의 같다고 보면 $\Phi_m \propto V_1/f$이다.
철손은 히스테리시스손 $P_h \propto fB_m^n$과 와전류손 $P_e \propto f^2B_m^2$으로 구성된다. 이 공식들은 주파수 변화에 따른 속도, 자속 및 철손의 방향을 판단하는 데 사용된다.

계산 과정

1. 동기속도의 비는 $n_{s,50}/n_{s,60} = 50/60 = 5/6$이므로 속도가 감소한다.
2. 자속의 비는 $\Phi_{50}/\Phi_{60} = 60/50 = 1.2$이므로 자속이 약 20% 증가한다.
3. $B_m \propto 1/f$를 철손식에 적용하면 히스테리시스손은 $P_h \propto f^{1-n}$이 되어 증가하고, 와전류손은 이상적인 관계에서는 거의 일정하다. 실제로는 자속 증가와 자기포화의 영향까지 받아 철손이 감소하지 않으며 대체로 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① O — $n_s = 120f/P$이므로 극수가 같을 때 주파수가 $60Hz$에서 $50Hz$로 낮아지면 동기속도와 실제 운전속도가 감소한다.
② X — '철손 감소'가 틀린 표현이다. 전압을 그대로 둔 채 주파수를 낮추면 자속밀도가 증가하므로 철손은 감소하지 않고 대체로 증가한다.
③ O — V/f 증가로 주자속이 커지고 철심이 포화에 가까워지므로 이를 만드는 여자전류가 증가한다.
④ O — 여자전류는 주로 무효전류이므로 그 비중이 커지면 입력전류의 무효분이 증가하여 역률이 저하된다.
⑤ O — 과자속과 여자전류 증가로 철손 및 동손이 커지고 냉각 여건도 불리해질 수 있으므로 운전 온도가 상승한다.

오답 포인트

주파수가 낮아졌다는 사실만 보고 ②의 철손도 감소한다고 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항은 전압을 정격값으로 유지하므로 V/f가 증가한다. 따라서 자속밀도 증가를 먼저 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기의 주파수가 변하면 먼저 전압도 같은 비율로 변하는지 확인한다. 전압이 일정한 채 주파수만 감소하면 '속도 감소 → V/f 증가 → 자속·여자전류 증가 → 역률 저하·발열 증가'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

정전압에서 주파수 감소는 속도는 낮추고 자속은 높인다. 저주파 운전에서는 전압도 함께 낮춰 V/f를 일정하게 유지해야 한다.

NoteBase

10. 입력 25[kVA], 역률 80[%], 20[마력]의 동력을 발생하는 전동기의 효율[%]은? (단, 1[마력] = 746[W]이다)

① 64.0
② 69.3
③ 74.6
④ 80.0
⑤ 85.2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 피상전력과 역률로 입력 유효전력을 구하고, 마력을 와트로 환산한 출력과 비교하여 전동기의 효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 입력 피상전력은 25kVA, 역률은 0.8, 출력은 20마력이다.
구해야 할 값: 전동기의 효율 η이다.
주의할 조건: 입력의 kVA는 피상전력이므로 역률을 곱해 유효전력으로 바꾸고, 출력의 마력은 1마력 = 746W를 이용해 전력 단위로 바꾼다.

사용할 공식

입력 유효전력은 $P_{\text{in}} = S\cos\phi$이고, 출력은 P_out=(마력)× 746 W이다. 따라서 효율은 $\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$이다.
피상전력 자체가 실제로 소비되는 유효전력은 아니므로 역률을 곱해 입력 유효전력을 먼저 구해야 한다.

계산 과정

1. 입력 유효전력을 계산한다.
$P_{\text{in}} = 25\text{kVA} \times 0.8 = 20\text{kW} = 20{,}000\text{W}$
2. 출력 동력을 와트로 환산한다.
$P_{\text{out}} = 20 \times 746 = 14{,}920\text{W}$
3. 효율을 계산한다.
$\eta = \frac{14{,}920}{20{,}000} \times 100\% = 74.6\%$

NoteBase

선지 판단

① X — 64.0%는 계산값 74.6%와 일치하지 않는다. 올바르게는 74.6%이다.
② X — 69.3%는 출력 14,920W를 입력 유효전력 20,000W로 나눈 결과가 아니다. 올바르게는 74.6%이다.
③ O — 14,920/20,000 × 100 = 74.6%이므로 계산 결과와 정확히 일치한다.
④ X — 80.0%는 문제에 주어진 역률이며 효율이 아니다. 올바르게는 역률이 80.0%, 효율이 74.6%이다.
⑤ X — 85.2%는 계산값 74.6%와 일치하지 않는다. 올바르게는 74.6%이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 역률 80%를 곧바로 효율로 보는 것이다. 역률은 피상전력에서 입력 유효전력을 구할 때 사용하는 값이고, 효율은 출력 유효동력을 입력 유효전력으로 나눈 값이다. 또한 마력을 와트로 환산하지 않으면 입력과 출력의 단위가 맞지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

전동기 효율 문제는 피상전력에 역률을 곱해 입력 유효전력을 구하고, 출력 동력을 같은 단위로 환산한 뒤 $\eta = P_{out}/P_{in} \times 100\%$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

입력 유효전력은 kVA×역률, 효율은 출력/입력× 100\%이다.

NoteBase

11. 직류 직권전동기에서 단자전압이 일정할 때 부하토크가 2배가 되면 부하전류는 몇 배로 되는가? (단, 자기포화는 무시한다)

① $1/2$ 배
② $1/\sqrt{2}$ 배
③ $\sqrt{2}$ 배
④ 2 배
⑤ 4 배

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 자기포화를 무시한 직류 직권전동기에서 토크와 부하전류의 관계를 이용해 전류의 변화 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압은 일정하고 부하토크는 2배가 된다.
구해야 할 값: 부하전류의 배율이다.
주의할 조건: 자기포화를 무시하므로 직권계자 자속 Φ는 전기자전류 I_a에 비례한다. 직권전동기에서는 부하전류와 전기자전류가 같다.

사용할 공식

직류전동기의 토크식은 $T = k\Phi I_a$이다. 자기포화를 무시한 직권전동기에서는 $\Phi \propto I_a$이므로 $T \propto I_a^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직권계자와 전기자가 직렬로 연결되어 같은 전류가 흐르고, 비포화 영역에서는 그 전류에 따라 자속도 비례하여 증가하기 때문이다.

계산 과정

처음과 나중의 토크 및 전류를 각각 T_1, T_2, I_1, I_2라 한다.
$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$
부하토크가 2배이므로
$2 = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$
전류는 크기의 비를 구하므로 양의 제곱근을 취하면
$\frac{I_2}{I_1} = \sqrt{2}$
따라서 부하전류는 $\sqrt{2}$배가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1/2배는 토크 증가와 반대로 전류가 감소하는 값이다. 올바르게는 $\sqrt{2}$배이다.
② X — $1/\sqrt{2}$배는 토크가 절반으로 감소할 때의 전류 비이다. 토크가 2배일 때는 올바르게 $\sqrt{2}$배이다.
③ O — $T \propto I_a^2$이므로 토크가 2배가 되면 부하전류는 $\sqrt{2}$배가 된다.
④ X — 2배는 토크와 전류가 정비례한다고 잘못 적용한 값이다. 올바르게는 토크가 전류의 제곱에 비례하므로 $\sqrt{2}$배이다.
⑤ X — 4배는 제곱 관계를 반대로 적용한 값이다. 올바르게는 $I_2/I_1 = \sqrt{T_2/T_1} = \sqrt{2}$배이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 직권전동기의 토크가 전류에 단순 비례한다고 보고 ④의 2배를 고르는 것이다. 자기포화를 무시하면 자속 자체도 전류에 비례하므로 토크식의 자속과 전류가 각각 한 번씩 작용하여 $T \propto I_a^2$가 된다. 단자전압 일정 조건은 이 토크비 계산에서 전류의 선형 관계로 바꾸는 조건이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

직권전동기에서 자기포화를 무시한다는 조건을 확인한 뒤 $\Phi \propto I_a$, $T \propto I_a^2$의 순서로 관계를 세운다. 따라서 토크 배율의 제곱근이 전류 배율이 된다.

암기 포인트

비포화 직권전동기에서는 $T \propto I_a^2$이므로 '토크 배율의 제곱근 = 전류 배율'이다.

NoteBase

12. 직류 분권전동기가 운전 중에 있다. 계자권선의 저항을 증가시킬 때 토크와 회전속도의 변화로 옳은 것은? (단, 단자전압과 전기자전류는 일정하며, 전기자반작용은 무시한다)

	토크	회전속도
①	증가	증가
②	감소	감소
③	일정	일정
④	증가	감소
⑤	감소	증가

정답 5번

출제 포인트

직류 분권전동기에서 계자권선 저항이 증가할 때 계자전류와 자속이 어떻게 변하며, 그 결과 토크와 회전속도가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

단자전압 V와 전기자전류 I_a는 일정하다. 전기자반작용은 무시하므로 자속 변화는 계자전류 변화로 판단한다. 계자권선 저항 R_f를 증가시키면 계자전류 I_f가 감소하고 자속 Φ도 감소한다.

사용할 공식

계자전류는 $I_f = V/R_f$이고, 토크는 $T = k\Phi I_a$이다. 회전속도는 $n = E_a/(k\Phi) = (V - I_aR_a)/(k\Phi)$에 비례한다. 분권전동기는 계자권선이 전원에 병렬로 연결되므로 단자전압이 일정할 때 계자저항의 증가는 계자전류와 자속을 감소시킨다.

계산 과정

1. R_f가 증가하면 $I_f = V/R_f$에 따라 I_f가 감소하고, 이에 따라 Φ가 감소한다.
2. I_a가 일정하므로 $T = k\Phi I_a$에서 자속이 감소하면 토크가 감소한다.
3. V, I_a, R_a가 일정하므로 역기전력 $E_a = V - I_aR_a$는 일정하다. 따라서 $n = E_a/(k\Phi)$에서 분모인 자속이 감소하면 회전속도는 증가한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 회전속도의 '증가'는 맞지만 토크의 '증가'가 틀리다. 자속이 감소하므로 올바르게는 '토크 감소, 회전속도 증가'이다.
② X — 토크의 '감소'는 맞지만 회전속도의 '감소'가 틀리다. 자속이 감소하면 회전속도는 증가하므로 올바르게는 '토크 감소, 회전속도 증가'이다.
③ X — 토크 '일정'과 회전속도 '일정'이 모두 틀리다. 전기자전류가 일정해도 자속이 감소하므로 올바르게는 '토크 감소, 회전속도 증가'이다.
④ X — 토크 '증가'와 회전속도 '감소'가 모두 실제 변화와 반대이다. 올바르게는 '토크 감소, 회전속도 증가'이다.
⑤ O — 계자저항 증가로 자속이 감소하면 토크는 감소하고 회전속도는 증가한다.

오답 포인트

전기자전류가 일정하다는 조건만 보고 토크도 일정하다고 판단하면 ③을 고르기 쉽다. 토크는 전기자전류뿐 아니라 자속에도 비례한다. 또한 속도는 자속에 반비례하므로 자속 감소를 속도 감소로 연결하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

계자저항 증가 → 계자전류 감소 → 자속 감소의 순서로 정리한 뒤, $T \propto \Phi I_a$와 $n \propto E_a/\Phi$에 각각 대입하면 토크 감소와 속도 증가를 판단할 수 있다.

암기 포인트

분권전동기의 약계자 운전은 '자속 감소 → 토크 감소, 속도 증가'이다.

NoteBase

13. 동기기의 제동권선에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전동기로 사용할 때는 기동권선의 역할을 한다.
② 불평형 부하일 경우 회전자의 진동을 크게 하는 단점이 있다.
③ 동기속도로 운전될 때는 아무런 역할도 하지 않는다.
④ 농형유도기의 회전자도체의 구조와 유사하다.
⑤ 난조를 방지한다.

정답 2번

출제 포인트

동기기의 제동권선이 기동할 때, 동기속도로 운전할 때, 부하가 변동할 때 각각 어떤 역할을 하는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

제동권선은 동기기 회전자에 설치한 단락 권선으로, 구조가 농형 유도전동기의 회전자 도체와 유사하다. 동기전동기의 기동 시에는 유도전동기처럼 기동 토크를 만들고, 운전 중에는 회전자 속도의 흔들림으로 유도된 전류가 제동 토크를 만들어 난조와 진동을 억제한다. 정상적인 동기속도에서는 회전자와 회전자계 사이의 상대속도가 없으므로 제동권선에 유도기전력이 생기지 않아 작용하지 않는다.

선지별 해설

① O — 동기전동기를 기동할 때 제동권선에 유도전류가 흘러 유도전동기의 기동권선과 같은 역할을 하며 기동 토크를 만든다.
② X — 틀린 표현은 '회전자의 진동을 크게 한다'이다. 불평형 부하나 부하 변동으로 속도 흔들림이 생기면 제동권선은 이를 억제하는 제동 토크를 발생시키므로, 올바르게는 '회전자의 진동을 줄이고 운전을 안정시킨다'이다.
③ O — 정상적인 동기속도에서는 회전자와 회전자계의 상대속도가 0이므로 제동권선에 유도기전력과 전류가 발생하지 않아 아무런 역할을 하지 않는다.
④ O — 제동권선은 회전자 표면의 슬롯에 도체봉을 넣고 양 끝을 단락한 구조이므로 농형 유도전동기의 회전자 구조와 유사하다.
⑤ O — 회전자가 동기속도를 중심으로 흔들리는 난조가 생기면 제동권선의 유도전류가 흔들림을 반대하는 토크를 만들어 난조를 억제한다.

오답 포인트

②는 부하 불평형이나 변동이 진동을 일으킬 수 있다는 사실과 제동권선의 작용을 뒤섞은 선지이다. 제동권선은 그 진동을 키우는 원인이 아니라 진동과 난조를 억제하는 장치이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

제동권선의 기능을 기동·정상 운전·동요 발생의 세 상태로 나누어 판단한다. 기동 시에는 유도전동기 작용, 정상 동기속도에서는 무작용, 동요 발생 시에는 제동 작용을 한다.

암기 포인트

제동권선은 '기동 때 돌리고, 동기속도에서는 쉬고, 흔들릴 때 잡는다'로 정리된다.

NoteBase

14. 6극 60[Hz]의 3상 동기발전기가 있다. 회전자 주변속도를 180[m/s] 이하로 하기 위한 회전자의 최대 지름[m]은? (단, π는 3으로 한다)

① 1
② 2
③ 3
④ 4
⑤ 5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기의 동기속도를 구한 뒤 회전자의 주변속도 공식에 적용하여 허용되는 최대 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

극수는 6극, 주파수는 $60Hz$, 주변속도 제한은 $180m/s$, 원주율은 $\pi = 3$이다. 구해야 하는 값은 회전자의 최대 지름 D이다. 동기속도의 단위 rpm을 주변속도 공식에 넣기 전에 초당 회전수 rps로 변환해야 한다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$ (rpm)이고, 회전자의 주변속도는 $v = \pi D\frac{N_s}{60}$이다. 회전자 바깥둘레의 한 점은 한 바퀴에 원주 πD만큼 이동하므로, 여기에 초당 회전수 $N_s/60$을 곱하면 주변속도가 된다.

계산 과정

1. 동기속도를 구한다.

$N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200rpm$

2. 초당 회전수로 변환한다.

$\frac{1200}{60} = 20rps$

3. 주변속도가 $180m/s$ 이하가 되는 조건을 적용한다.

$3\times$ D$\times 20 \leq 180$

$60D \leq 180 \Rightarrow D \leq 3$ m

따라서 회전자의 최대 지름은 $3m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $1m$일 때 주변속도는 $60m/s$로 제한 이내이지만 가능한 최대 지름은 아니다. 최대 지름은 $3m$이다.
② X — $2m$일 때 주변속도는 $120m/s$로 제한 이내이지만 가능한 최대 지름은 아니다. 최대 지름은 $3m$이다.
③ O — $D = 3m$이면 주변속도는 $3 \times 3 \times 20 = 180m/s$로 제한값과 같으므로 최대 지름에 해당한다.
④ X — $D = 4m$이면 주변속도가 $240m/s$가 되어 제한값을 초과한다. 허용되는 최대 지름은 $3m$이다.
⑤ X — $D = 5m$이면 주변속도가 $300m/s$가 되어 제한값을 초과한다. 허용되는 최대 지름은 $3m$이다.

오답 포인트

동기속도 $1200rpm$을 그대로 주변속도 공식에 넣으면 분당 이동속도를 구하게 된다. 반드시 60으로 나누어 $20rps$로 바꿔야 한다. 또한 ①과 ②도 속도 제한은 만족하지만, 문제는 단순히 가능한 지름이 아니라 최대 지름을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

극수와 주파수로 동기속도 $N_s = 120f/P$를 구하고, rpm을 rps로 변환한 뒤 $v = \pi Dn$에 대입한다. 속도가 '이하'라는 조건은 부등식으로 세워 경계값에서 최대 지름을 결정한다.

암기 포인트

동기속도는 $N_s = 120f/P$, 주변속도는 '원주 × 초당 회전수'인 $v = \pi Dn$이다.

NoteBase

15. 전압변동률이 작은 동기발전기에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 전기자반작용이 크다.
② 동기임피던스가 크다.
③ 단락비가 작다.
④ 과부하 내량이 작다.
⑤ 안정도가 높다.

정답 5번

출제 포인트

전압변동률이 작은 동기발전기의 동기 임피던스, 단락비, 과부하 내량 및 안정도 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전압변동률은 부하 변화에 따라 발전기 단자전압이 얼마나 달라지는지를 나타내며, 전압변동률이 작을수록 부하가 변해도 단자전압이 잘 유지된다.
동기 임피던스가 작으면 내부 전압강하가 작아 전압변동률이 작아진다. 이때 단락비는 커지고, 과부하 내량과 안정도는 높아지는 경향이 있다.

선지별 해설

① X — '전기자반작용이 크다'가 틀린 표현이다. 전기자반작용이 크면 부하에 따른 전압 변화가 커지므로, 전압변동률이 작은 발전기는 전기자반작용의 영향이 작다고 본다.
② X — '동기임피던스가 크다'가 틀린 표현이다. 동기 임피던스가 크면 부하전류에 의한 내부 전압강하가 커지므로, 전압변동률이 작은 발전기는 동기 임피던스가 작다.
③ X — '단락비가 작다'가 틀린 표현이다. 단락비는 동기 리액턴스와 대체로 반비례하므로, 동기 임피던스가 작고 전압변동률이 작은 발전기는 단락비가 크다.
④ X — '과부하 내량이 작다'가 틀린 표현이다. 단락비가 큰 동기기는 과부하를 견디는 능력이 크므로 과부하 내량이 크다.
⑤ O — 전압변동률이 작다는 것은 동기 임피던스가 작고 단락비가 큰 특성과 연결되며, 이 경우 동기화력이 커져 안정도가 높다.

오답 포인트

전압변동률이 작다는 표현을 단순히 출력 변화가 작다는 뜻으로만 보면 ④나 ⑤를 놓치기 쉽다. 핵심 함정은 동기 임피던스와 단락비의 관계를 반대로 제시한 ②와 ③이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전압변동률이 작으면 내부 전압강하가 작다고 판단한다. 따라서 동기 임피던스는 작고 단락비는 크며, 과부하 내량과 안정도는 높다는 관계로 연결한다.

암기 포인트

전압변동률 작음 → 동기 임피던스 작음 → 단락비 큼 → 과부하 내량·안정도 높음이다.

NoteBase

16. 정격출력 1000[kVA]인 변압기의 1차 전압은 22.9[kV]이고, 2차 전압은 220[V]이며, 철손은 5[kW], 전부하 동손은 38[kW]이다. 이 변압기를 하루 동안 무부하로 8시간, 1/2 부하로 8시간, 전부하로 8시간 운전할 때의 전일효율[%]은? (단, 역률은 100[%]로 가정한다)

① 93
② 94
③ 95
④ 96
⑤ 97

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 부하별 출력전력량과 손실전력량을 합산하여 변압기의 전일효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

정격용량: $1000kVA$
역률: 1이므로 전부하 출력은 $1000kW$이다.
철손: 부하와 관계없이 $5kW$가 24시간 계속 발생한다.
전부하 동손: $38kW$이다. 동손은 부하율의 제곱에 비례하므로 1/2 부하 동손은 $38 \times (1/2)^2 = 9.5kW$이다.
운전 시간: 무부하 8시간, 1/2 부하 8시간, 전부하 8시간이다.

사용할 공식

전일효율은 하루 동안의 총 출력전력량을 총 입력전력량으로 나눈 값이다.
$\eta_{all-day} = \frac{W_{out}}{W_{out} + W_{iron} + W_{copper}} \times 100$
부하율을 x라 하면 동손은 $P_{cu} = x^2 P_{cu,FL}$이다. 철손은 부하와 무관하게 계속 발생하고 동손은 부하전류의 제곱에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 하루 총 출력전력량은 무부하 구간에서는 0이고, 1/2 부하와 전부하 구간에서 발생한다.
$W_{out} = 0 + (500kW)(8h) + (1000kW)(8h) = 12000kWh$
2. 하루 철손전력량은 다음과 같다.
$W_{iron} = (5kW)(24h) = 120kWh$
3. 하루 동손전력량은 무부하에서 0이고, 1/2 부하에서 9.5kW, 전부하에서 38kW이다.
$W_{copper} = 0 + (9.5kW)(8h) + (38kW)(8h) = 380kWh$
4. 하루 총손실전력량은 120 + 380 = 500kWh이다. 따라서 전일효율은 다음과 같다.
$\eta_{all-day} = \frac{12000}{12000+500} \times 100 = 96\%$

선지 판단

① X — 93%는 계산 결과 96%와 일치하지 않는다. '93'은 틀린 값이며 올바른 전일효율은 96%이다.
② X — 94%는 총 출력전력량 12000kWh과 총손실전력량 500kWh을 적용한 결과가 아니다. '94'는 틀린 값이며 올바른 값은 96%이다.
③ X — 95%는 계산 결과와 일치하지 않는다. '95'는 틀린 값이며 올바른 값은 96%이다.
④ O — 총 입력전력량은 12000 + 500 = 12500kWh이므로 전일효율은 12000/12500 × 100 = 96%이다.
⑤ X — 97%는 계산 결과보다 높다. '97'은 틀린 값이며 올바른 값은 96%이다.
계산 결과가 96%이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

철손을 부하가 걸린 16시간에만 계산하면 안 된다. 철손은 무부하 시간을 포함한 24시간 동안 발생한다. 또한 1/2 부하의 동손을 전부하 동손의 1/2인 19kW로 계산하면 안 되며, 부하율의 제곱을 적용한 9.5kW로 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전일효율 문제는 각 운전 구간의 출력전력량을 먼저 합산하고, 철손은 전체 운전시간에 대해 계산하며, 동손은 각 구간의 부하율 제곱을 적용하여 합산한 뒤 출력전력량/(출력전력량+손실전력량)으로 판단한다.

암기 포인트

철손은 시간에 비례하고, 동손은 부하율의 제곱에 비례한다. 전일효율은 전력이 아니라 하루 동안의 전력량으로 계산한다.

NoteBase

17. 지상 역률 0.8인 정격부하 시 출력전압이 200[V]인 변압기의 무부하 출력전압[V]은? (단, 백분율 저항강하는 2[%], 백분율 리액턴스강하는 4[%]이다)

① 196
② 200
③ 204
④ 208
⑤ 212

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 저항강하율과 리액턴스강하율을 부하의 역률각에 따라 합성하여 전압변동률을 구한 뒤 무부하 출력전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격부하 출력전압 $V_2 = 200V$, 지상 역률 $\cos\phi = 0.8$, 저항강하율 $p = 2\%$, 리액턴스강하율 $q = 4\%$이다.
구해야 할 값: 같은 1차 전압에서의 무부하 출력전압 V_0이다.
주의할 조건: 지상 역률이므로 리액턴스강하 성분을 더하며, $\sin\phi = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$이다.

사용할 공식

지상 역률 부하에서 전압변동률은
$\varepsilon = p\cos\phi + q\sin\phi$
이고, 전압변동률의 정의는
$\varepsilon = \frac{V_0 - V_2}{V_2} \times 100\%$
이다. 저항에 의한 전압강하는 역률의 동상 성분, 리액턴스에 의한 전압강하는 직교 성분에 대응하므로 역률각에 따라 두 강하율을 합성한다.

NoteBase

계산 과정

1. 역률각의 사인값은 $\sin\phi = 0.6$이다.
2. 전압변동률은
$\varepsilon = 2\% \times 0.8 + 4\% \times 0.6 = 1.6\% + 2.4\% = 4\%$
이다.
3. 따라서 무부하 출력전압은
$V_0 = V_2(1 + \frac{\varepsilon}{100}) = 200V \times 1.04 = 208V$
이다.

선지 판단

① X — $196V$는 $200V$에서 저항강하율 2%만 빼서 얻은 값으로, 지상 역률에 따른 강하율 합성과 무부하 전압의 방향을 모두 잘못 적용한 값이다. '$196V$'는 '$208V$'로 고쳐야 한다.
② X — $200V$는 부하 시 출력전압을 그대로 쓴 값이므로 전압변동률 4%를 반영하지 않았다. '$200V$'는 '$208V$'로 고쳐야 한다.
③ X — $204V$는 저항강하율 2%만 출력전압에 더한 값으로, 리액턴스강하율과 역률각을 반영하지 않았다. '$204V$'는 '$208V$'로 고쳐야 한다.
④ O — 지상 역률에서 전압변동률은 4%이고, $200V \times 1.04 = 208V$이므로 옳다.
⑤ X — $212V$는 저항강하율 2%와 리액턴스강하율 4%를 역률각과 관계없이 단순히 더한 6%를 적용한 값이다. '$212V$'는 '$208V$'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

저항강하율 2%와 리액턴스강하율 4%를 그대로 더하면 안 된다. 지상 역률에서는 각각 $\cos\phi$와 $\sin\phi$를 곱해 합성해야 한다. 또한 전압변동률은 부하 시 전압을 기준으로 무부하 전압이 얼마나 높은지를 나타내므로, 구한 4%를 $200V$에 더한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 역률에서 $\sin\phi$를 구하고, 지상 부하는 $p\cos\phi + q\sin\phi$, 진상 부하는 $p\cos\phi - q\sin\phi$로 전압변동률을 계산한다. 그다음 $V_0 = V_2(1 + \varepsilon/100)$에 대입하고 단위를 검산한다.

암기 포인트

변압기 전압변동률은 지상에서 $+q\sin\phi$, 진상에서 $-q\sin\phi$이며, 무부하 전압은 부하 전압에 전압변동분을 더해 구한다.

NoteBase

18. 농형 유도전동기를 전전압으로 기동할 때 기동토크 및 기동전류는 전부하인 경우의 1.8배 및 4.5배이다. 기동보상기를 사용해서 전동기에 인가하는 전압을 1/3로 줄여 기동하면 기동토크(T_s)와 기동전류(I_s)는 각각 전부하인 경우의 몇 배가 되는가?

	T_s	I_s
①	0.2 배	0.5 배
②	0.2 배	1.5 배
③	0.3 배	0.5 배
④	0.3 배	1.0 배
⑤	0.3 배	1.5 배

정답 2번

출제 포인트

유도전동기의 기동토크는 인가전압의 제곱에 비례하고, 전동기 기동전류는 인가전압에 비례한다는 관계로 감압기동 시의 토크와 전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

전전압 기동토크: 전부하 토크의 1.8배
전전압 기동전류: 전부하 전류의 4.5배
전압비: $k = V'/V = 1/3$
구해야 할 값: 감압 기동토크 T_s와 전동기 기동전류 I_s의 전부하 대비 배수

사용할 공식

$T_s = k^2 T_{s0}$
$I_s = k I_{s0}$

유도전동기의 기동 시 회전자 회로 조건이 같으면 기동토크는 전압의 제곱에 비례하고, 전동기에 흐르는 기동전류는 전압에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 기동토크를 계산한다.
$T_s = 1.8\left(\frac{1}{3}\right)^2 = 1.8 \times \frac{1}{9} = 0.2$
따라서 기동토크는 전부하 토크의 0.2배이다.

2. 기동전류를 계산한다.
$I_s = 4.5\left(\frac{1}{3}\right) = 1.5$
따라서 전동기 기동전류는 전부하 전류의 1.5배이다.

선지 판단

① X — $T_s = 0.2$배는 맞지만 $I_s = 0.5$배가 틀리다. 전동기 기동전류에는 전압비를 한 번 적용하므로 올바르게는 $I_s = 1.5$배이다.

② O — $T_s = 0.2$배, $I_s = 1.5$배로 두 계산 결과가 모두 일치한다.

③ X — $T_s = 0.3$배와 $I_s = 0.5$배가 모두 틀리다. 올바르게는 전압비의 제곱을 적용한 $T_s = 0.2$배, 전압비를 한 번 적용한 $I_s = 1.5$배이다.

④ X — $T_s = 0.3$배와 $I_s = 1.0$배가 모두 틀리다. 올바르게는 $T_s = 0.2$배, $I_s = 1.5$배이다.

⑤ X — $I_s = 1.5$배는 맞지만 $T_s = 0.3$배가 틀리다. 토크에는 전압비의 제곱을 적용하므로 올바르게는 $T_s = 0.2$배이다.

오답 포인트

기동토크와 기동전류에 같은 전압비를 적용하는 것이 함정이다. 전압을 1/3로 낮추면 전류는 1/3이 되지만 토크는 $(1/3)^2 = 1/9$이 된다. 또한 ①의 0.5배는 기동보상기 1차측 전원전류의 감소 관계와 전동기 자체의 기동전류 관계를 혼동할 때 선택하기 쉽다. 이 문항의 I_s는 전동기에 흐르는 기동전류이므로 1.5배이다.

다시 나오면 이렇게 판단

감압비를 k라고 두고 토크에는 k^2, 전동기 전류에는 k를 곱한다. 기동보상기 문제에서는 전동기 기동전류와 전원측 선전류 중 무엇을 묻는지도 함께 구분한다.

암기 포인트

유도전동기 감압 기동은 '토크는 전압의 제곱, 전동기 전류는 전압에 비례'로 정리된다.

NoteBase

19. 6극, 3상 유도전동기가 950[rpm]으로 운전되고 있을 때 2차 효율이 95[%]이다. 이 전동기의 회전자전류의 주파수[Hz]는? (단, 회전자 철손과 기계손은 무시한다)

① 2.5
② 3.0
③ 3.5
④ 4.0
⑤ 4.5

정답 1번

출제 포인트

회전자 철손과 기계손을 무시할 때 2차 효율과 슬립의 관계를 이용하여 회전자전류의 주파수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 6$, 회전속도 $n = 950rpm$, 2차 효율 $\eta_2 = 0.95$이다.
구해야 할 값: 회전자전류의 주파수 f_2이다.
주의할 조건: 회전자 철손과 기계손을 무시하므로 2차 효율은 $\eta_2 = 1 - s$로 나타낼 수 있다.

사용할 공식

$\eta_2 = 1 - s$
$n = (1 - s)N_s$
$N_s = \frac{120f_1}{P}$
$f_2 = sf_1$
여기서 s는 슬립, N_s는 동기속도, f_1은 전원 주파수이다. 손실을 무시한 유도전동기의 2차 효율은 공극전력 중 기계적으로 변환되는 비율이므로 $1 - s$와 같고, 회전자전류의 주파수는 전원 주파수에 슬립을 곱한 값이 된다.

계산 과정

1. 슬립을 구한다.
$s = 1 - \eta_2 = 1 - 0.95 = 0.05$
2. 동기속도를 구한다.
$N_s = \frac{n}{1 - s} = \frac{950}{0.95} = 1000rpm$
3. 전원 주파수를 구한다.
$f_1 = \frac{PN_s}{120} = \frac{6 \times 1000}{120} = 50Hz$
4. 회전자전류의 주파수를 구한다.
$f_2 = sf_1 = 0.05 \times 50 = 2.5Hz$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $2.5Hz$이므로 옳다.
② X — $3.0Hz$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $2.5Hz$이다.
③ X — $3.5Hz$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $2.5Hz$이다.
④ X — $4.0Hz$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $2.5Hz$이다.
⑤ X — $4.5Hz$는 계산 결과와 다르다. 올바른 값은 $2.5Hz$이다.

오답 포인트

2차 효율 95%를 슬립으로 그대로 대입하면 안 된다. 손실을 무시할 때 $\eta_2 = 1 - s$이므로 슬립은 95%가 아니라 5%이다. 또한 문제에서 묻는 것은 전원 주파수 $f_1 = 50Hz$가 아니라 회전자전류의 주파수 $f_2 = sf_1$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전자 철손과 기계손을 무시한 유도전동기 문제에서는 먼저 $s = 1 - \eta_2$로 슬립을 구하고, $n = (1 - s)N_s$와 $N_s = 120f_1/P$로 전원 주파수를 구한 뒤 $f_2 = sf_1$을 적용한다.

암기 포인트

손실 무시 시 2차 효율은 $1 - s$, 회전자 주파수는 sf_1이다.

NoteBase

20. 3상 다이오드 전파정류기의 직류측 평균전압(E_d)과 교류측 실효전압(E)의 비율(E_d/E)은? (단, $\sqrt{2}$는 1.4, π는 3으로 한다)

① 1.1
② 1.2
③ 1.3
④ 1.4
⑤ 1.5

정답 4번

출제 포인트

3상 다이오드 전파정류기의 평균 직류전압과 교류측 선간 실효전압의 관계를 이용해 E_d/E를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\sqrt{2} = 1.4$, $\pi = 3$이다.
구해야 할 값: 직류측 평균전압 E_d와 교류측 실효전압 E의 비 E_d/E이다.
주의할 조건: E는 3상 교류측의 선간 실효전압이며, 다이오드 전압강하와 중첩각은 고려하지 않는다.

사용할 공식

3상 다이오드 전파정류기의 평균 직류전압은
$E_d = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}E$
이다. 3상 전파정류기에서는 각 시점의 최대·최소 상전압에 연결된 다이오드 쌍이 순차적으로 도통하므로, 선간전압의 6개 구간을 평균한 이 공식을 사용한다.

계산 과정

공식의 양변을 E로 나누면
$\frac{E_d}{E} = \frac{3\sqrt{2}}{\pi}$
이다. 문제에서 준 근삿값을 대입하면
$\frac{E_d}{E} = \frac{3 \times 1.4}{3} = 1.4$
가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1.1은 계산값 1.4와 다르다. 1.1이 아니라 $E_d/E = 1.4$가 옳다.
② X — 1.2는 계산값 1.4와 다르다. 1.2가 아니라 $E_d/E = 1.4$가 옳다.
③ X — 1.3은 계산값 1.4와 다르다. 1.3이 아니라 $E_d/E = 1.4$가 옳다.
④ O — $3\sqrt{2}/\pi$에 $\sqrt{2} = 1.4$, $\pi = 3$을 대입하면 정확히 1.4가 된다.
⑤ X — 1.5는 계산값 1.4와 다르다. 1.5가 아니라 $E_d/E = 1.4$가 옳다.

오답 포인트

단상 전파정류기의 평균값 관계와 혼동하거나, 3상 전파정류기의 계수 $3\sqrt{2}/\pi$에서 3 또는 $\sqrt{2}$를 빠뜨리면 오답이 된다. 이 문항에서는 분자의 3과 문제에서 제시한 근삿값을 그대로 대입해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

교류측 전압이 선간 실효전압 E로 주어진 3상 다이오드 전파정류기에서는 먼저 $E_d = (3\sqrt{2}/\pi)E$를 적용한 뒤, 양변을 E로 나누어 요구한 비를 계산한다.

암기 포인트

3상 다이오드 전파정류기는 $E_d/E = 3\sqrt{2}/\pi \approx 1.35$이며, 이 문제의 근삿값으로는 1.4이다.

NoteBase