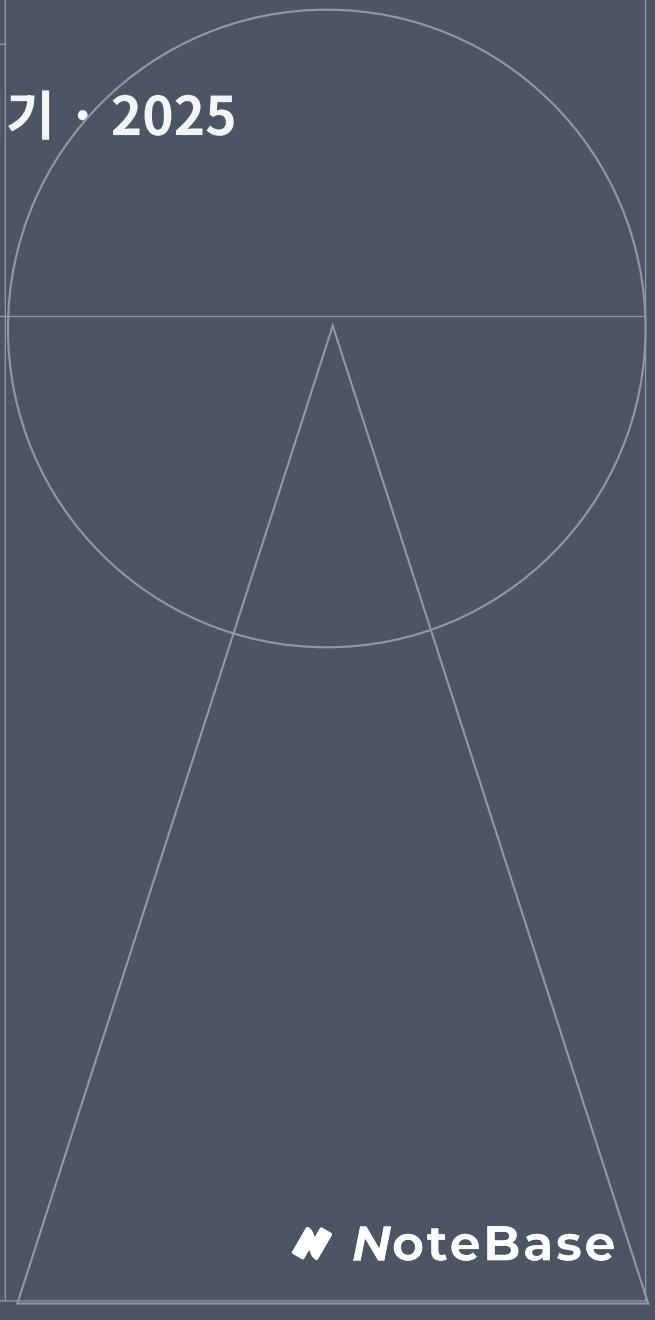
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2025

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2025

1. 변압기의 권선비가 20이고 2차측 저항이 0.2 [Ω]이다. 이 변압기의 2차측 저항을 1차측으로 환산한 값 [Ω]으로 적절한 것은?
① 10
② 20
③ 40
④ 80

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 2차측 저항을 1차측으로 환산할 때 권수비의 제곱을 곱한다는 원리를 이용해 환산 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 권수비 $a = 20$, 2차측 저항 $R_2 = 0.2\Omega$이다.
구해야 할 값: 2차측 저항을 1차측으로 환산한 저항 R_2'이다.
주의할 조건: 임피던지는 권수비 자체가 아니라 권수비의 제곱에 비례하여 환산된다.

사용할 공식

$R_2' = a^2 R_2$

1차측 전압과 전류의 비가 각각 권수비와 권수비의 역수로 변하므로, 저항 $R = V/I$은 권수비의 제곱에 따라 변한다. 따라서 2차측 저항을 1차측으로 옮길 때 a^2을 곱한다.

계산 과정

1. 권수비의 제곱은 $20^2 = 400$이다.
2. 2차측 저항에 권수비의 제곱을 곱한다.
$R_2' = 20^2 \times 0.2 = 400 \times 0.2 = 80\Omega$
3. 계산 결과는 80Ω이므로 ④와 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10Ω은 $R_2' = a^2 R_2$로 계산한 값과 일치하지 않는다. 올바르게는 80Ω이다.
② X — 20Ω은 권수비의 제곱 400을 0.2Ω에 곱한 결과가 아니다. 올바르게는 80Ω이다.
③ X — 40Ω은 정확한 환산값 $400 \times 0.2 = 80\Omega$의 절반이다. 올바르게는 80Ω이다.
④ O — $20^2 \times 0.2 = 80\Omega$이므로 1차측으로 환산한 저항과 일치한다.

오답 포인트

권수비가 20이라는 이유로 저항도 단순히 20배로 환산하면 안 된다. 저항과 임피던지는 권수비의 제곱인 $20^2 = 400$배로 환산된다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 어느 측의 값을 어느 측으로 환산하는지 확인한다. 2차측에서 1차측으로 환산하면 a^2을 곱하고, 1차측에서 2차측으로 환산하면 a^2으로 나눈 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

저항·임피던지 환산은 권수비의 제곱이다: 2차→1차는 a^2을 곱하고, 1차→2차는 a^2으로 나눈다.

NoteBase

2. 단락전류의 크기가 정격전류의 25배인 변압기의 %임피던스 강하[%]로 가장 적절한 것은?
① 25
② 12.5
③ 4
④ 2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 단락전류 배수와 퍼센트 임피던스 강하의 반비례 관계를 이용해 퍼센트 임피던스 강하를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단락전류의 크기는 정격전류의 25배이다.
구해야 할 값: 퍼센트 임피던스 강하 $\%Z$이다.
주의할 조건: 단락전류 배수가 커질수록 $\%Z$는 작아진다.

사용할 공식

$\frac{I_s}{I_n} = \frac{100}{\%Z}$
따라서
$\%Z = \frac{100}{I_s/I_n}$
정격전압에서 단락이 발생할 때 전류는 변압기 임피던스에 의해 제한되므로, 단락전류의 정격전류에 대한 배수는 퍼센트 임피던스 강하와 반비례한다.

계산 과정

단락전류 배수는 $I_s/I_n = 25$이다. 이를 공식에 대입하면
$\%Z = \frac{100}{25} = 4\%$
따라서 퍼센트 임피던스 강하는 4%이다.

선지 판단

① X — 25는 단락전류의 배수이지 퍼센트 임피던스 강하가 아니다. ‘25’는 ‘4’로 고쳐야 한다.
② X — 100/25 = 4이므로 12.5는 계산 결과와 다르다. ‘12.5’는 ‘4’로 고쳐야 한다.
③ O — $\%Z$ = 100/25 = 4%이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 100/25 = 4이므로 2는 계산 결과와 다르다. ‘2’는 ‘4’로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

단락전류가 정격전류의 25배라는 표현에서 25를 그대로 퍼센트 임피던스 강하로 선택하면 ①을 고르게 된다. 25는 임피던스의 퍼센트값이 아니라 전류의 배수이므로 반드시 100을 그 배수로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락전류가 정격전류의 k배이면 먼저 $I_s/I_n = k$로 정리하고, $\%Z = 100/k$를 적용해 계산 결과와 선지를 비교한다.

암기 포인트

단락전류 배수와 퍼센트 임피던스 강하의 곱은 100이다: $(I_s/I_n) \times \%Z = 100$.

NoteBase

3. 용량이 5[kVA]인 단상 변압기에 전부하를 연결했을 때 동손은 100[W]이고 철손도 100[W]이다. 이 변압기에 지상역률 0.8인 전부하가 연결되어 있을 때의 효율[%]로 가장 적절한 것은?
① 95.2
② 97.8
③ 98.5
④ 99.2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기의 전부하 출력과 동손·철손을 이용하여 효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격용량 $5kVA$, 역률 0.8, 전부하 동손 $100W$, 철손 $100W$이다.
구해야 할 값: 전부하 효율 η이다.
주의할 조건: kVA는 피상전력이므로 유효출력은 역률을 곱해 W로 환산하며, 입력은 출력과 총손실의 합이다.

사용할 공식

$P_{out} = S\cos\phi$
$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_c + P_i} \times 100$
여기서 P_c는 동손, P_i는 철손이다. 변압기의 효율은 유효출력을 유효출력과 손실의 합으로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전부하 유효출력을 구한다.
$P_{out} = 5kVA \times 0.8 = 4kW = 4{,}000W$
2. 총손실을 구한다.
$P_{loss} = 100W + 100W = 200W$
3. 효율을 계산한다.
$\eta = \frac{4{,}000}{4{,}000 + 200} \times 100 = 95.238\ldots\% \approx 95.2\%$

NoteBase

선지 판단

① O — 계산값 95.238…%를 소수 첫째 자리로 반올림하면 95.2%이므로 맞다.
② X — 97.8%는 계산값과 다르다. 올바르게는 총손실 200W를 입력에 포함하여 95.2%이다.
③ X — 98.5%는 계산값과 다르다. 올바르게는 피상전력 5kVA에 역률 0.8을 곱한 출력 4,000W를 사용하여 95.2%이다.
④ X — 99.2%는 계산값과 다르다. 올바르게는 동손과 철손을 모두 더한 총손실 200W를 반영하여 95.2%이다.

오답 포인트

정격용량 5kVA를 그대로 유효출력으로 사용하거나 동손과 철손 중 하나만 반영하면 효율이 실제보다 높아진다. 또한 효율의 분모는 손실만이 아니라 출력과 총손실을 합한 입력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 효율 문제는 먼저 $P_{out} = S\cos\phi$로 유효출력을 구하고, 동손과 철손을 합한 뒤, 유효출력을 유효출력과 총손실의 합으로 나누는 순서로 계산한다.

암기 포인트

변압기 효율은 $\eta = P_{out}/(P_{out} + P_c + P_i) \times 100$이다.

NoteBase

4. 변류기(CT)에 결선된 전류계가 고장이 나서 교환하려 할 때 가장 중요한 것은?
① 접지를 하고 한다.
② 피뢰기를 달고 한다.
③ CT의 2차를 단락시키고 한다.
④ CT의 2차를 개방시키고 한다.

정답 3번

출제 포인트

변류기(CT) 2차측에 연결된 전류계를 교체할 때 CT 2차측을 개방하지 않고 안전하게 작업하는 방법을 묻는 문제이다.

핵심 개념

변류기(CT)는 1차측의 큰 전류를 계기에서 측정할 수 있는 작은 2차 전류로 변환하는 기기이다. 1차측에 전류가 흐르는 상태에서 2차측을 개방하면 2차 전류가 만드는 감자 작용이 사라져 철심의 자속이 크게 증가하고, 2차측에 위험한 고전압이 유기되어 절연 파괴·과열·감전의 위험이 생긴다. 따라서 전류계를 분리하기 전에 CT 2차측을 먼저 단락하여 폐회로를 유지해야 한다.

선지별 해설

① X — '접지를 하고 한다'는 것만으로는 계기를 떼는 순간 CT 2차측이 개방되는 것을 막지 못한다. 접지는 별도의 보호 조치이며, 올바르게는 전류계를 교체하기 전에 CT 2차측을 단락시켜야 한다.
② X — '피뢰기를 달고 한다'는 CT 2차측 개방으로 발생하는 유기 고전압을 막는 교체 절차가 아니다. 올바르게는 피뢰기를 설치하는 것이 아니라 CT 2차측을 단락시킨 뒤 전류계를 교체해야 한다.
③ O — CT 2차측을 단락하면 전류계를 떼어도 2차 전류가 흐를 폐회로가 유지되므로 개방에 따른 위험한 고전압을 방지할 수 있다.
④ X — 'CT의 2차를 개방시키고 한다'는 표현이 반대로 되어 있다. 통전 중 CT 2차측을 개방하면 위험한 고전압과 과열이 발생할 수 있으므로, 올바르게는 CT 2차측을 단락시키고 작업해야 한다.

오답 포인트

접지나 피뢰기도 전기 안전과 관련된 조치이므로 그럴듯해 보이지만, 이 문항의 직접적인 위험은 전류계 분리로 CT 2차측이 개방되는 것이다. 특히 ④의 '개방'은 전압 변성기(PT) 2차측 단락 금지 원리와 혼동하도록 만든 표현이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

계기용 변성기의 2차측 취급 문제에서는 기기 종류를 먼저 구분한다. CT는 2차측 개방을 금지하므로 계기 교체 전에 단락하고, PT는 2차측 단락을 금지한다.

암기 포인트

CT 2차는 개방 금지·교체 전 단락, PT 2차는 단락 금지이다.

NoteBase

5. 직류 직권 전동기의 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 정격 속도일 때의 회전력에 비하여 기동 회전력이 크다.
② 토크 변동이 심한 부하에 적당하다.
③ 계자권선을 전기자와 직렬로 연결한다.
④ 정속도용 전동기로 많이 사용된다.

정답 4번

출제 포인트

직류 직권 전동기의 결선 방식과 토크·속도 특성, 대표 용도를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류 직권 전동기는 계자권선과 전기자권선을 직렬로 연결하여 두 권선에 같은 전류가 흐르는 전동기이다.
부하가 커져 전기자전류가 증가하면 자속도 함께 증가하므로 큰 기동 토크를 얻지만, 부하 변화에 따라 속도가 크게 변하여 정속도 운전에는 적합하지 않다. 토크는 포화 전까지 대체로 $T \propto \Phi I_a$의 관계를 따른다.

선지별 해설

① O
기동할 때는 전기자전류와 계자 자속이 모두 커지므로 기동 토크가 매우 크며, 정격속도에서의 운전 토크보다 큰 기동 토크를 낼 수 있다.

② O
부하가 변하면 전기자전류와 자속이 함께 변하여 토크가 크게 변하므로, 큰 기동 토크와 부하 대응 토크가 필요한 부하에 적합하다.

③ O
직권 전동기는 계자권선을 전기자와 직렬로 연결한다. 따라서 계자권선과 전기자권선에 같은 전류가 흐른다.

④ X
틀린 표현은 '정속도용 전동기로 많이 사용된다'이다. 직권 전동기는 부하에 따라 속도 변동이 크므로 정속도용에 적합하지 않으며, 전기철도·기중기·권상기처럼 큰 기동 토크가 필요한 용도에 주로 사용된다.

NoteBase

오답 포인트

큰 기동 토크와 정속도 특성을 같은 장점으로 묶는 것이 함정이다. 직권 전동기는 기동 토크는 크지만 속도 변동률도 크므로 ④의 '정속도용'이 성립하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

'계자와 전기자의 직렬 연결 → 부하전류가 자속에도 영향 → 기동 토크가 크고 속도 변동이 큼'의 순서로 판단한다. 따라서 견인·권상 용도는 맞고 정속도 용도는 틀리다고 판별한다.

암기 포인트

직권 전동기는 '직렬 결선, 큰 기동 토크, 큰 속도 변동, 견인·권상용'으로 기억한다.

NoteBase

6. 직류 분권전동기에 220 [V]를 인가할 때 전기자 전류가 20 [A]가 흐르고 회전자의 회전각속도 ω_m이 40 [rad/s]라면 이 전동기의 토크 [N·m]의 값으로 가장 적절한 것은? (단, 전동기의 전기자 저항은 0.1 [Ω]이다)
① 109
② 218
③ 452
④ 467

정답 1번

출제 포인트

직류 분권전동기의 역기전력과 전자기적 출력의 관계를 이용하여 발생 토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압 $V = 220V$, 전기자전류 $I_a = 20A$, 회전각속도 $\omega_m = 40rad/s$, 전기자저항 $R_a = 0.1\Omega$ 이다.
구해야 할 값: 전동기의 발생 토크 T이다.
주의할 조건: 전기자저항에서 생기는 전압강하 I_aR_a를 단자전압에서 빼서 역기전력을 먼저 구한다.

사용할 공식

역기전력은
$E = V - I_aR_a$
이고, 전자기적 변환전력과 발생 토크의 관계는
$P_m = EI_a = T\omega_m$
이므로
$T = \frac{EI_a}{\omega_m}$
이다. 전동기에서 전원으로부터 받은 전력 중 전기자 동손을 제외한 전자기적 변환전력이 회전축의 발생 토크와 각속도의 곱이기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전기자 전압강하는 $I_aR_a = 20 \times 0.1 = 2V$이다.
2. 역기전력은 $E = 220 - 2 = 218V$이다.
3. 전자기적 변환전력은 $P_m = EI_a = 218 \times 20 = 4{,}360W$이다.
4. 발생 토크는
$T = \frac{4{,}360}{40} = 109N \cdot m$
이다.

선지 판단

① O — 계산한 발생 토크가 $109N \cdot m$이므로 옳다.
② X — 218은 토크가 아니라 전기자 전압강하를 뺀 역기전력의 수치이다. 틀린 값 218 → 올바른 토크는 $109N \cdot m$이다.
③ X — 452는 $T = EI_a/\omega_m$로 계산한 값과 일치하지 않는다. 틀린 값 452 → 올바른 토크는 $109N \cdot m$이다.
④ X — 467도 전자기적 변환전력을 각속도로 나눈 값과 일치하지 않는다. 틀린 값 467 → 올바른 토크는 $109N \cdot m$이다.
따라서 계산 결과가 109이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

역기전력 218을 구한 뒤 이를 곧바로 토크로 고르는 것이 핵심 함정이다. 역기전력에는 전기자전류를 곱하여 전자기적 변환전력을 구하고, 다시 각속도로 나누어야 토크가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기의 토크 문제는 $E = V - I_aR_a$로 역기전력을 구한 뒤 $P_m = EI_a$, $T = P_m/\omega_m$의 순서로 판단한다. 마지막에는 $W/(rad/s) = N \cdot m$의 단위 관계를 확인한다.

암기 포인트

전동기는 '단자전압에서 전기자 전압강하를 빼면 역기전력, 역기전력×전기자전류를 각속도로 나누면 토크'이다.

NoteBase

7. 출력이 5π [kW], 4극, 60 [Hz]인 3상 유도전동기가 슬립 0.1인 상태에서 회전할 때 토크 [N·m]의 값으로 가장 적절한 것은?
① 45.8
② 65.8
③ 92.6
④ 118.5

정답 3번

출제 포인트

동기속도와 슬립으로 유도전동기의 실제 회전속도를 구한 뒤, 출력과 각속도의 관계 $P = T\omega$를 이용해 토크를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 출력 $P = 5\pi kW = 5000\pi W$, 극수 $p = 4$, 주파수 $f = 60Hz$, 슬립 $s = 0.1$이다.
구해야 할 값: 축의 실제 회전속도에서 발생하는 토크 T이다.
주의할 조건: 동기속도가 아니라 슬립을 반영한 실제 회전속도를 토크 계산에 사용하며, 출력은 W, 회전속도는 rad/s로 환산한다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{p}$이고, 실제 회전속도는 $N = (1 - s)N_s$이다. 회전 출력과 토크의 관계는
$P = T\omega, \quad \omega = \frac{2\pi N}{60}$이다.
슬립이 주어진 유도전동기는 회전자 속도가 동기속도보다 낮으므로 먼저 실제 속도를 구해야 하며, 회전 동력은 토크와 실제 각속도의 곱이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 동기속도를 구한다.
$N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$
2. 슬립 0.1을 반영한 실제 회전속도를 구한다.
$N = (1 - 0.1) \times 1800 = 1620rpm$
3. 실제 회전속도를 각속도로 바꾼다.
$\omega = \frac{2\pi \times 1620}{60} = 54\pi rad/s$
4. 출력 $5\pi kW$를 $5000\pi W$로 환산하여 토크를 구한다.
$T = \frac{P}{\omega} = \frac{5000\pi}{54\pi} = 92.59\ldots N \cdot m$
따라서 가장 가까운 값은 $92.6N \cdot m$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $45.8N \cdot m$는 $T = P/\omega$에 실제 각속도 $54\pi rad/s$와 출력 $5000\pi W$를 대입한 결과가 아니다. 올바른 값은 약 $92.6N \cdot m$이다.
② X — $65.8N \cdot m$ 역시 계산값 $92.59\ldots N \cdot m$와 일치하지 않는다. 올바르게는 약 $92.6N \cdot m$이다.
③ O — $5000\pi/(54\pi) = 92.59\ldots$이므로 반올림하면 $92.6N \cdot m$가 된다.
④ X — $118.5N \cdot m$는 슬립을 반영한 실제 회전속도로 계산한 값이 아니다. 올바른 값은 약 $92.6N \cdot m$이다.
계산 결과가 $92.6N \cdot m$이므로 정답은 ③이다.

오답 포인트

출력의 $5\pi kW$를 단순히 $5kW$로 읽거나, $1800rpm$의 동기속도를 그대로 토크 계산에 넣는 것이 함정이다. 반드시 슬립을 반영하여 $1620rpm$을 구하고, 이를 $54\pi rad/s$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기의 토크 계산은 '동기속도 N_s 계산 → 슬립으로 실제 속도 N 계산 → rad/s 환산 → $T = P/\omega$ 적용 → 단위와 반올림 확인'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

$N_s = 120f/p$, $N = (1 - s)N_s$, $T = P/\omega$이다. 슬립은 실제 속도에 반영한다.

NoteBase

8. 교류발전기의 출력에서 발생하는 고조파를 감소시키기 위한 권선법으로 가장 효율적인 것은?
① 파권
② 단층권
③ 단절권
④ 사구

정답 3번

출제 포인트

교류발전기의 출력 전압에 포함되는 고조파를 줄이기 위해 코일 간격을 조절하는 권선법을 묻는 문제이다.

핵심 개념

단절권은 코일 간격을 한 극 간격보다 짧게 하는 권선법이다. 코일 양쪽에서 유기되는 특정 고조파 기전력이 서로 상쇄되도록 코일 간격을 정할 수 있어 출력 전압의 고조파를 효과적으로 줄인다. 다만 기본파 기전력도 조금 감소할 수 있다.

선지별 해설

① X — 파권은 코일을 파도 모양으로 이어 접속하는 전기자 권선 방식으로, 교류발전기 출력 전압의 고조파를 줄이는 대표적인 방법이 아니다. 틀린 선택은 '파권'이며, 올바르게는 '단절권'이다.
② X — 단층권은 한 슬롯에 한 층의 코일 변만 배치하는 구조상의 분류일 뿐, 그 자체가 특정 고조파 기전력을 상쇄하지는 않는다. 틀린 선택은 '단층권'이며, 올바르게는 '단절권'이다.
③ O — 단절권은 코일 간격을 극 간격보다 짧게 하여 코일 양쪽의 특정 고조파 기전력이 상쇄되게 하므로 고조파 감소에 가장 효과적이다.
④ X — 사구는 슬롯을 비스듬하게 하여 슬롯 고조파, 소음 및 진동 등을 줄이는 데 도움이 되지만, 출력 전압의 고조파를 권선으로 억제하는 가장 효율적인 방법을 묻는 이 문항의 답은 아니다. 틀린 선택은 '사구'이며, 올바르게는 '단절권'이다.

오답 포인트

사구도 고조파와 소음 감소 효과가 있어 ④와 혼동하기 쉽다. 그러나 문제는 교류발전기 출력 전압의 고조파를 줄이는 가장 효율적인 권선법을 묻고 있으므로, 코일 간격으로 고조파 기전력을 직접 상쇄하는 단절권을 고른다.

다시 나오면 이렇게 판단

'출력 전압의 고조파 감소'와 '권선법'이 함께 제시되면 코일 간격을 극 간격보다 짧게 하여 고조파 기전력을 상쇄하는 단절권을 우선 판단한다. 슬롯 고조파·소음·진동 감소가 중심이면 사구를 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

단절권은 코일 간격을 줄여 고조파를 상쇄하고, 사구는 슬롯을 비스듬히 하여 슬롯 고조파와 소음·진동을 줄인다.

NoteBase

9. 다음 단상 유도전동기 중에서 회전자가 회전방향을 바꿀 수 없는 전동기는?
① 분상 기동형
② 셰이딩 코일형
③ 콘덴서 기동형
④ 콘덴서 운전형

정답 2번

출제 포인트

단상 유도전동기의 기동 방식에 따라 회전방향을 바꿀 수 있는지를 구분하는 문제이다. 여기서 '바꿀 수 없는' 전동기를 찾아야 한다.

핵심 개념

분상형과 콘덴서형은 주권선과 보조권선이 만드는 회전자계로 기동하며, 두 권선 중 한 권선의 접속을 반대로 하면 회전방향을 바꿀 수 있다.
셰이딩 코일형은 자극 일부를 감싼 단락 코일로 자속의 위상차를 만들어 기동한다. 회전방향이 셰이딩 코일의 물리적 위치에 의해 정해지므로 일반적인 단자 접속 변경만으로는 역회전시킬 수 없다.

선지별 해설

① X — 분상 기동형은 주권선과 보조권선 중 한 권선의 접속을 반대로 하면 회전자계의 방향이 바뀌므로 역회전이 가능하다. 틀린 판단인 '회전방향을 바꿀 수 없는 형식'은 '권선 접속을 바꾸어 회전방향을 바꿀 수 있는 형식'으로 고쳐야 한다.
② O — 셰이딩 코일형은 자극에 설치된 셰이딩 코일의 위치에 따라 기동 방향이 정해진다. 권선 단자를 서로 바꾸는 일반적인 방법으로 회전방향을 바꿀 수 없으므로 문제의 조건에 해당한다.
③ X — 콘덴서 기동형은 기동 시 콘덴서가 연결된 보조권선과 주권선의 상대적인 접속을 바꾸면 회전자계 방향이 반전되어 역회전이 가능하다. 틀린 판단인 '회전방향을 바꿀 수 없는 형식'은 '한 권선의 접속을 반대로 하여 회전방향을 바꿀 수 있는 형식'으로 고쳐야 한다.
④ X — 콘덴서 운전형도 주권선과 보조권선을 사용하므로 두 권선 중 한 권선의 접속을 반대로 하면 회전방향을 바꿀 수 있다. 틀린 판단인 '회전방향을 바꿀 수 없는 형식'은 '권선의 상대 접속을 바꾸어 회전방향을 바꿀 수 있는 형식'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'단상 유도전동기는 모두 스스로 회전자계를 만들기 어렵다'는 공통점만 보고 모든 형식의 역회전 방법도 같다고 생각하기 쉽다. 특히 ③과 ④는 콘덴서의 사용 시점만 다를 뿐 보조권선의 상대 접속을 바꾸어 역회전할 수 있다. 반면 ②는 셰이딩 코일의 설치 위치 자체가 방향을 정한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

주권선과 보조권선의 상대 접속을 바꿀 수 있는 구조이면 역회전이 가능하다고 판단한다. 자극의 셰이딩 코일 위치로 방향이 정해지는 구조이면 단자 접속만으로는 역회전할 수 없다고 판단한다.

암기 포인트

분상·콘덴서형은 권선 접속으로 역회전, 셰이딩 코일형은 코일 위치로 방향 고정이다.

NoteBase

10. 유도전동기의 고정자에서 발생하는 회전자계의 방향과 회전자가 회전하는 방향이 다른 경우 유도전동기의 슬립(s)의 범위로 적절한 것은?
① $s < -1$
② $-1 \leq s \leq 0$
③ $0 \leq s \leq 1$
④ $s > 1$

정답 4번

출제 포인트

유도전동기의 동기속도와 회전자 속도의 방향을 부호에 반영하여 슬립의 범위를 판단하는 문제이다.

조건 정리

동기속도 N_s의 방향을 양(+)의 방향으로 정한다. 회전자가 회전자계와 반대 방향으로 회전하므로 회전자 속도 N은 음수이다. 구해야 할 값은 슬립 s의 범위이다.

사용할 공식

슬립은 다음과 같다.

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

이 공식은 회전자계의 동기속도와 회전자 속도의 차이가 동기속도에서 차지하는 비율을 나타낸다. 속도의 방향이 반대이면 $N < 0$으로 대입해야 한다.

계산 과정

회전자의 반대 방향 속력의 크기를 $|N|$이라 하면 $N = -|N|$이다. 따라서

$$s = \frac{N_s - (-|N|)}{N_s} = \frac{N_s + |N|}{N_s} = 1 + \frac{|N|}{N_s}$$

회전자가 실제로 회전하고 있으므로 $|N| > 0$이고, 이에 따라 $s > 1$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $s < -1$은 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 동기속도의 2배보다 빠르게 회전할 때 가능한 범위이다. 반대 방향으로 회전하는 경우에는 $s > 1$로 고쳐야 한다.

② X — $-1 \leq s \leq 0$은 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 동기속도 이상, 동기속도의 2배 이하로 회전하는 범위이다. 반대 방향인 경우에는 $s > 1$로 고쳐야 한다.

③ X — $0 \leq s \leq 1$은 회전자가 정지해 있거나 회전자계와 같은 방향으로 동기속도 이하로 회전하는 범위이다. 회전자계와 반대 방향으로 회전하는 경우에는 $s > 1$로 고쳐야 한다.

④ O — 반대 방향의 회전자 속도는 $N < 0$이므로 $s = 1 - N/N_s > 1$이다.

오답 포인트

회전 방향이 반대라는 조건을 속도의 크기만으로 처리하면 $0 \leq s \leq 1$로 잘못 판단하기 쉽다. 슬립 공식의 N은 방향을 포함한 속도이므로 반대 방향에서는 반드시 음수로 대입한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전자계 방향을 양(+)으로 정한 뒤 회전자 속도에 부호를 붙이고 $s = (N_s - N)/N_s$에 대입한다. 같은 방향이면 $N > 0$, 반대 방향이면 $N < 0$이므로 반대 방향에서는 곧바로 $s > 1$로 판단한다.

암기 포인트

회전자계와 반대 방향으로 회전하면 상대속도가 동기속도보다 커지므로 슬립은 1보다 크다.

NoteBase

11. 단자전압 210 [V], 전기자 전류 100 [A], 회전수 1000 [rpm]로 운전 중인 타여자 직류 전동기가 있다. 동일한 부하 토크에서 1250 [rpm]으로 동작하기 위해 인가해야 할 단자 전압 [V]의 값으로 적절한 것은? (단, 전기자 저항은 0.1 [Ω], 전기자 반작용은 무시한다)
① 260
② 240
③ 220
④ 200

정답 1번

출제 포인트

타여자 직류 전동기에서 자속과 부하 토크가 일정할 때 전기자 전류가 일정하다는 점을 이용하여, 역기전력의 속도 비례 관계로 새 단자전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 처음 단자전압 $V_1 = 210V$, 전기자 전류 $I_a = 100A$, 처음 회전수 $n_1 = 1000rpm$, 목표 회전수 $n_2 = 1250rpm$, 전기자 저항 $R_a = 0.1\Omega$이다.
구해야 할 값: 목표 회전수에서의 단자전압 V_2이다.
주의할 조건: 타여자 전동기에서 계자 조건이 같고 전기자 반작용을 무시하므로 자속 ϕ는 일정하다. 또한 부하 토크가 같으므로 $T = k\phi I_a$에 따라 전기자 전류도 처음과 같은 $100A$이다.

사용할 공식

전동기의 전압 방정식은 $V = E + I_aR_a$이고, 역기전력은 $E = k\phi n$이다. 따라서 자속이 일정하면 다음 관계가 성립한다.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

같은 부하 토크에서 전기자 전류가 일정하고, 일정한 자속에서 역기전력이 회전수에 비례하기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 처음 역기전력을 구한다.

$E_1 = V_1 - I_a R_a = 210 - (100)(0.1) = 200V$

2. 회전수 비로 목표 역기전력을 구한다.

$E_2 = E_1 \frac{n_2}{n_1} = 200 \times \frac{1250}{1000} = 250V$

3. 전기자 저항의 전압강하를 더하여 새 단자전압을 구한다.

$V_2 = E_2 + I_a R_a = 250 + (100)(0.1) = 260V$

선지 판단

① O — 계산 결과 필요한 단자전압은 $260V$이므로 맞는다.

② X — $240V$는 $V_2 = E_2 + I_a R_a$를 만족하지 않는다. 틀린 값 $240V$ → 올바르게는 $260V$이다.

③ X — $220V$는 목표 역기전력 $250V$보다도 작아 $1250rpm$ 운전 조건을 만족할 수 없다. 틀린 값 $220V$ → 올바르게는 $260V$이다.

④ X — $200V$는 처음 운전점의 역기전력 E_1일 뿐, 목표 회전수에 필요한 단자전압이 아니다. 틀린 값 $200V$ → 올바르게는 $260V$이다.

오답 포인트

처음 단자전압 $210V$을 역기전력으로 바로 사용하거나, 최종 역기전력 $250V$에 전기자 저항의 전압강하 $I_a R_a = 10V$를 더하지 않는 것이 핵심 함정이다. 전동기에서는 단자전압이 역기전력과 전기자 전압강하의 합이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 토크식으로 전기자 전류의 변화를 판단하고, $E_1 = V_1 - I_a R_a$로 처음 역기전력을 구한다. 그다음 $E \propto \phi n$으로 새 역기전력을 구한 뒤, 마지막에 $V_2 = E_2 + I_a R_a$를 적용한다.

암기 포인트

타여자·자속 일정·동일 토크이면 I_a는 일정하고, 속도는 역기전력에 비례한다. 전동기 단자전압은 $V = E + I_a R_a$이다.

NoteBase

12. 동기발전기의 자기여자는 단자전압 상승으로 절연파괴가 일어날 수 있다. 자기여자 방지 대책으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 단락비가 큰 발전기를 사용한다.
② 수전단 리액턴스가 작은 변압기를 사용한다.
③ 동기조상기를 부족여자로 사용한다.
④ 발전기를 병렬운전한다.

정답 2번

출제 포인트

동기발전기의 자기여자로 인한 단자전압 상승을 억제하는 대책과 각 대책의 작용 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

자기여자는 발전기가 용량성 부하에 전력을 공급할 때 진상전류가 계자작용을 강화하여 단자전압이 비정상적으로 상승하는 현상이다. 대책의 핵심은 발전기의 전압변동을 작게 하고, 용량성 무효전력을 흡수하며, 계통을 강하게 만드는 데 있다. 발전기는 동기 리액턴스가 작을수록 유리하므로 단락비가 큰 기종을 사용하고, 변압기는 누설 리액턴스를 크게 하여 용량성 전류를 억제한다.

선지별 해설

① O — 단락비가 큰 발전기는 동기 리액턴스가 작아 부하 변화에 따른 단자전압 변동이 작으므로 전압 상승 억제에 적절하다.
② X — 틀린 표현은 '누설 리액턴스가 작은 변압기'이다. 실제로는 누설 리액턴스가 큰 변압기를 사용하여 용량성 전류를 제한하는 것이 자기여자 방지에 적절하다.
③ O — 동기조상기를 부족여자로 운전하면 지상 무효전력을 흡수하여 용량성 부하의 진상 무효전력을 상쇄하므로 단자전압 상승을 억제한다.
④ O — 발전기를 병렬운전하면 계통의 단락용량이 커지고 전압이 안정되어 자기여자에 따른 단자전압 상승을 억제할 수 있다.

오답 포인트

①의 '단락비가 크다'를 모든 리액턴스가 커야 한다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 발전기는 단락비가 클수록 동기 리액턴스가 작아 유리하지만, 변압기는 누설 리액턴스가 커야 용량성 전류를 억제하므로 ②의 '작은'이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기여자 방지 대책은 발전기 전압변동 감소, 용량성 무효전력 흡수, 계통 강화의 세 방향으로 판단한다. 단락비가 큰 발전기, 부족여자 동기조상기, 발전기 병렬운전은 이에 해당하며, 변압기의 누설 리액턴스는 크게 해야 한다.

NoteBase

암기 포인트

자기여자 방지는 ‘발전기 단락비는 크게, 변압기 누설 리액턴스도 크게, 조상기는 부족여자, 발전기는 병렬운전’으로 정리한다.

NoteBase

13. 동기전동기가 동기이탈하지 않고 안정적으로 운전할 수 있는 방법으로 적절하지 않은 것은?
① 동기임피던스를 크게 한다.
② 관성모멘트를 크게 한다.
③ 단락비를 크게 한다.
④ 속응여자방식을 채택한다.

정답 1번

출제 포인트

동기전동기의 안정도를 높이는 설계·운전 요소와 동기임피던스의 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

동기전동기의 안정도는 부하나 계통 상태가 변해도 동기를 잃지 않고 운전을 계속하는 능력이다. 원통형 동기기의 전력각 특성을 단순화하면 $P = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$이므로, 동기리액턴스 X_s가 작을수록 최대 출력과 안정도 여유가 커진다. 따라서 동기임피던스를 크게 하는 것은 안정도 향상 방법이 아니다.

선지별 해설

① X — '동기임피던스를 크게 한다'가 틀린 표현이다. 동기임피던스가 커지면 같은 내부기전력과 단자전압에서 전달 가능한 최대 출력이 작아져 안정도가 낮아진다. 올바르게는 동기임피던스를 작게 한다.
② O — 관성모멘트가 크면 급격한 부하 변동 때 회전자 속도와 전력각의 변화가 완만해져 동기 이탈을 억제하는 데 유리하다.
③ O — 단락비가 크다는 것은 일반적으로 동기리액턴스가 작다는 뜻이므로 최대 출력과 안정도 여유가 커진다.
④ O — 속응여자방식은 계자전류와 내부기전력을 빠르게 조절하여 외란 뒤의 동기화력을 높이고 안정도를 개선한다.

오답 포인트

'임피던스가 크면 전류가 제한되어 안전하다'는 일반적인 인상을 동기기의 안정도에 그대로 적용하기 쉽다. 이 문항에서는 전류 제한이 아니라 전력각 특성의 최대 출력이 기준이므로 동기임피던스가 작을수록 유리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

안정도 문제에서는 최대 출력이 X_s에 반비례한다는 관계를 먼저 적용한다. 동기임피던스 감소, 단락비 증가, 관성모멘트 증가, 빠른 여자 제어는 모두 동기 이탈을 줄이는 방향이다.

암기 포인트

안정도 향상은 동기임피던스는 작게, 단락비·관성모멘트는 크게, 여자는 빠르게이다.

NoteBase

14. 동기조상기의 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 무부하상태에서 무효전력을 조정할 수 있다.
② 연속적으로 제어가 가능하다.
③ 과여자를 하면 지상으로 동작한다.
④ 진상 또는 지상전력을 공급한다.

정답 3번

출제 포인트

동기조상기의 여자 정도에 따른 진상·지상 운전 특성과 무효전력 조정 기능을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기조상기는 기계적 부하 없이 운전하는 동기전동기의 계자전류를 조절하여 계통과 무효전력을 주고받고 역률과 전압을 조정하는 설비이다. 과여자하면 진상전류를 취하는 진상 운전, 부족여자하면 지상전류를 취하는 지상 운전을 한다.

선지별 해설

① O — 동기조상기는 축에 기계적 부하를 연결하지 않은 무부하 상태에서 계자전류를 조절하여 무효전력을 조정한다.
② O — 계자전류를 변화시키면 무효전력을 단계식이 아니라 연속적으로 조정할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '과여자를 하면 지상으로 동작한다'이다. 과여자하면 진상전류를 취하는 진상 운전을 하며, 지상 운전은 부족여자할 때 나타난다.
④ O — 여자 정도를 조절하면 진상 또는 지상으로 운전할 수 있으므로 계통과 필요한 방향으로 무효전력을 주고받을 수 있다.

오답 포인트

③은 과여자와 부족여자의 운전 상태를 서로 바꾸어 놓은 선지이다. '과여자→진상, 부족여자→지상'의 대응을 반대로 기억하면 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기조상기 선지는 먼저 무부하 동기전동기인지 확인하고, 여자전류가 크면 과여자·진상 운전, 작으면 부족여자·지상 운전이라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

동기조상기: 무부하 운전, 연속 무효전력 조정, 과여자·진상, 부족여자·지상이다.

NoteBase

15. 변압기의 운전, 시험, 효율 등에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 단락시험은 변압기의 철손을 측정하기 위한 시험이다.
② 부하가 걸린 상태에서 변압기의 1차 측 전압은 항상 일정하다.
③ 단상 변압기의 효율은 부하가 증가할수록 항상 증가한다.
④ 부하시 탭 절환 변압기는 부하 운전 중에도 전압 조정이 가능하다.

정답 4번

출제 포인트

변압기의 단락시험 목적, 부하에 따른 효율 변화, 부하시 탭 절환장치의 전압 조정 기능을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

단락시험: 한쪽 권선을 단락하고 낮은 전압을 인가하여 주로 동손과 등가 임피던스를 구하는 시험이다. 철손은 정격 전압을 인가하는 무부하시험에서 주로 구한다.
변압기 효율: 부하가 증가하면 처음에는 효율이 높아지지만, 동손이 철손과 같을 때 최대가 되고 그 이후에는 동손 증가로 낮아진다.
부하시 탭 절환 변압기: 부하를 차단하지 않고 권선의 탭을 바꾸어 권수비와 전압을 조정할 수 있는 변압기이다. 무부하시 탭 절환기는 정전 후에만 탭을 바꿀 수 있다.

선지별 해설

① X — '단락시험은 변압기의 철손을 측정하기 위한 시험'이라는 부분이 틀렸다. 단락시험에서는 인가 전압이 낮아 철손이 매우 작으므로 주로 동손과 등가 임피던스를 구한다. 철손은 무부하시험으로 구한다.
② X — '부하가 걸린 상태에서 1차 측 전압은 항상 일정하다'라는 표현이 틀렸다. 1차 단자전압은 전원 전압과 전원 측 임피던스 등의 영향을 받으므로 부하 상태와 무관하게 항상 일정하다고 할 수 없다. 일정한 전압의 전원에 접속하여 1차 전압을 일정하게 유지하는 운전 조건에서만 일정하게 취급한다.
③ X — '부하가 증가할수록 항상 증가한다'라는 표현이 틀렸다. 효율은 부하 증가에 따라 최대효율점까지 증가하지만, 동손과 철손이 같아지는 최대효율점을 지나면 동손 증가 때문에 감소한다.
④ O — 부하시 탭 절환 변압기는 부하를 공급하는 운전 상태에서도 탭을 절환하여 권수비를 바꾸고 전압을 조정할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

①은 단락시험과 무부하시험의 측정 대상을 바꾸어 놓았고, ③은 최대효율점 이후의 효율 감소를 숨긴 채 ‘항상’이라고 단정했다. ④의 ‘부하시’는 부하가 연결된 운전 중에도 탭 절환이 가능하다는 핵심 표지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

시험 문제에서는 ‘단락시험은 동손·임피던스, 무부하시험은 철손’을 먼저 대응시킨다. 효율은 최대점의 존재를 확인하고, 탭 절환은 ‘부하시’이면 운전 중 가능, ‘무부하시’이면 정전 후 가능으로 구분한다.

암기 포인트

단락시험은 동손, 무부하시험은 철손, 최대효율은 동손과 철손이 같을 때, 부하시 탭 절환은 운전 중 전압 조정이다.

NoteBase

16. Y-Y-Δ 방식 3권선 변압기의 3차권선에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 제3고조파 제거에 이용된다.
② 한 철심에 3개의 권선이 있다.
③ 조상설비 채용용으로 사용가능하다.
④ 전력공급용으로 활용할 수 없다.

정답 4번

출제 포인트

Y-Y-Δ 방식 3권선 변압기에서 Δ결선 3차권선의 구조와 용도를 묻는 문제이다.

핵심 개념

3권선 변압기는 한 철심에 1차·2차·3차의 세 권선을 둔 변압기이다. Y-Y-Δ 방식의 Δ결선 3차권선은 제3고조파 전류가 순환할 폐회로를 만들고, 조상설비를 접속하거나 필요하면 부하에 전력을 공급하는 용도로도 활용된다.

선지별 해설

① O — Δ결선 3차권선은 제3고조파 전류가 내부에서 순환할 통로를 제공하여 상전압 파형의 왜곡을 줄이는 데 이용된다.
② O — 3권선 변압기는 같은 철심에 1차권선, 2차권선, 3차권선의 세 권선을 두는 구조이다.
③ O — 3차권선에는 동기조상기나 전력용 콘덴서 등의 조상설비를 접속하여 무효전력을 조정할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '전력공급용으로 활용할 수 없다'이다. 3차권선은 필요한 전압과 용량으로 설계하면 소내 부하나 별도 부하에 전력을 공급하는 용도로 활용할 수 있다.

오답 포인트

3차권선을 제3고조파의 순환 통로로만 생각하면 ④를 맞는 설명으로 오인하기 쉽다. 3차권선은 고조파 억제뿐 아니라 조상설비 접속과 전력 공급에도 이용될 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

Δ결선 3차권선의 기능을 '제3고조파 순환, 조상설비 접속, 필요 시 전력 공급'의 세 가지로 나누어 판단한다. '전력공급이 불가능하다'처럼 용도를 절대적으로 부정하는 표현은 틀린 설명이다.

암기 포인트

Δ 3차권선은 고조파 순환·조상설비·전력 공급에 활용된다.

NoteBase

17. 동기전동기에 직결된 직류발전기에 10kW의 부하를 연결하였을 때 효율은 80 [%]이고 동기전동기의 효율은 95 [%], 역률은 0.8이라고 하면 동기전동기의 입력 [kVA]은 약 얼마인가?
① 10.53
② 12.5
③ 16.45
④ 17.2

정답 3번

출제 포인트

발전기 효율과 전동기 효율을 차례로 적용해 전동기의 유효전력 입력을 구한 뒤, 역률로 나누어 피상전력 입력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 직류발전기의 부하 출력은 $10kW$, 발전기 효율은 0.8, 동기전동기 효율은 0.95, 역률은 0.8이다.
구해야 할 값: 동기전동기의 전기적 입력인 피상전력 S_m이다.
주의할 조건: 발전기의 기계적 입력은 전동기의 기계적 출력과 같으며, 전동기의 효율로 유효전력 입력을 구한 다음 역률을 적용해야 한다.

사용할 공식

효율의 정의는 $\eta = P_{out}/P_{in}$이므로 $P_{in} = P_{out}/\eta$이다. 또한 단상·삼상 여부와 관계없이 유효전력과 피상전력의 관계는 $P = S\cos\phi$이므로 $S = P/\cos\phi$이다.
발전기의 전기적 출력에서 전동기의 전기적 입력까지 거슬러 올라가야 하므로 각 효율을 나누어 적용하고, 마지막에 역률로 나눈다.

NoteBase

계산 과정

1. 직류발전기의 기계적 입력은
$P_{G,in} = \frac{10}{0.8} = 12.5kW$
이다. 이 값이 동기전동기의 기계적 출력이다.
2. 동기전동기의 유효전력 입력은
$P_{M,in} = \frac{12.5}{0.95} \approx 13.158kW$
이다.
3. 동기전동기의 피상전력 입력은
$S_M = \frac{P_{M,in}}{0.8} = \frac{10}{0.8 \times 0.95 \times 0.8} \approx 16.45kVA$
이다.

선지 판단

① X — 10.53은 10/0.95 ≈ 10.53으로 전동기 효율만 반영한 수치이며, 발전기 효율과 역률을 반영하지 않았다. 올바른 입력은 16.45kVA이다.
② X — 12.5kVA는 발전기의 기계적 입력 12.5kW에서 계산을 멈춘 값으로, 전동기 효율과 역률을 반영하지 않았다. 올바른 입력은 16.45kVA이다.
③ O — 모든 효율과 역률을 적용한 계산 결과가 약 16.45kVA이므로 맞다.
④ X — 17.2kVA는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 10/(0.8 × 0.95 × 0.8) ≈ 16.45kVA이다.

오답 포인트

발전기 입력 12.5kW를 곧바로 전동기 입력으로 선택하는 것이 핵심 함정이다. 12.5kW는 전동기의 기계적 출력일 뿐이며, 전동기 효율로 나누어 유효전력 입력을 구하고 다시 역률로 나누어 kVA로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

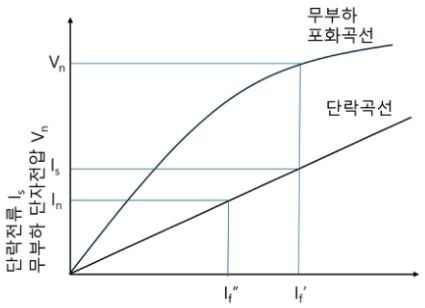
부하에서 전원 쪽으로 거슬러 올라갈 때는 출력값을 각 기기의 효율로 차례로 나눈다. 마지막 요구 단위가 kVA이면 유효전력 kW를 역률로 한 번 더 나눈다.

암기 포인트

발전기 부하출력 ÷ 발전기 효율 ÷ 전동기 효율 ÷ 역률 = 전동기 입력 kVA이다.

NoteBase

18. 정격용량 P_n이 $2000\sqrt{3}$ [kVA], 정격전압 V_n이 5000 [V]인 3상 동기발전기에서 계자전류 I_f'가 240 [A]이고, 단락전류 I_s는 600 [A]일 때 발전기의 단락비는?



① 1.5
② $1.5\sqrt{3}$
③ 1.2
④ $1.2\sqrt{3}$

정답 1번

출제 포인트

3상 동기발전기의 정격전류를 구한 뒤, 단락특성곡선의 선형 관계를 이용하여 단락비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격용량 $P_n = 2000\sqrt{3}kVA$, 정격전압 $V_n = 5000V$, 계자전류 $I_f' = 240A$일 때 단락전류 $I_s = 600A$이다.
구해야 할 값: 단락비 K_s이다.
주의할 조건: 3상 정격전류를 계산할 때 $\sqrt{3}$을 포함하며, 단락특성곡선은 직선이므로 단락전류와 계자전류가 비례한다.

사용할 공식

3상 정격전류는
$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}V_n}$
이고, 단락비는
$K_s = \frac{I_f'}{I_f''} = \frac{I_s}{I_n}$
이다. 여기서 I_f'는 무부하에서 정격전압을 만드는 계자전류이고, I_f''는 단락상태에서 정격전류를 만드는 계자전류이다. 단락특성곡선이 원점을 지나는 직선이므로 계자전류의 비를 그에 대응하는 단락전류의 비로 바꿀 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 정격용량을 VA로 환산하여 정격전류를 구한다.
$I_n = \frac{2000\sqrt{3} \times 1000}{\sqrt{3} \times 5000} = 400A$
2. $I_f' = 240A$일 때 단락전류가 $600A$이므로, 정격전류 $400A$에 대응하는 계자전류는
$I_f'' = 240 \times \frac{400}{600} = 160A$
이다.
3. 따라서 단락비는
$K_s = \frac{I_f'}{I_f''} = \frac{240}{160} = \frac{600}{400} = 1.5$
이다.

선지 판단

① O — 계산된 단락비가 1.5이므로 옳다.
② X — $1.5\sqrt{3}$은 3상 정격전류 계산에 이미 반영된 $\sqrt{3}$을 단락비에 다시 붙인 값이다. 틀린 표현 $1.5\sqrt{3}$은 1.5로 고쳐야 한다.
③ X — 단락비는 $I_s/I_n = 600/400 = 1.5$이므로 1.2가 아니다. 틀린 표현 1.2는 1.5로 고쳐야 한다.
④ X — 전류비는 무차원 값 1.5이며 별도의 $\sqrt{3}$ 인자가 남지 않는다. 틀린 표현 $1.2\sqrt{3}$은 1.5로 고쳐야 한다.

오답 포인트

정격용량이 $2000\sqrt{3}kVA$로 주어졌다는 이유로 최종 단락비에도 $\sqrt{3}$을 남기는 것이 함정이다. $\sqrt{3}$은 3상 정격전류 공식의 분모에 있는 $\sqrt{3}$과 약분되어 $I_n = 400A$가 된다. 또한 $240A$는 정격전류가 아니라 계자전류이므로 600/240으로 계산하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $I_n = P_n/(\sqrt{3}V_n)$으로 정격전류를 구하고, 단락특성곡선이 직선이면 $K_s = I_f'/I_f'' = I_s/I_n$으로 바꾸어 계산한다. 마지막에 단락비가 무차원인지 확인한다.

암기 포인트

동기발전기의 단락비는 '정격전압 계자전류/정격전류 계자전류'이며, 단락곡선이 직선이면 '그 계자전류에서의 단락전류/정격전류'로 계산할 수 있다.

NoteBase

19. 60 [Hz]로 설계된 유도전동기를 50 [Hz]로 운전하면 일어나는 현상으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 회전속도가 감소한다.
② 여자전류가 증가한다.
③ 손실이 증가한다.
④ 효율이 높아진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 60*Hz*로 설계된 유도전동기를 같은 전압에서 50*Hz*로 운전할 때 회전속도, 자속, 여자전류, 손실 및 효율이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

유도전동기의 동기속도는 $N_s = 120f/P$이므로 극수 P가 같을 때 주파수 f가 낮아지면 회전속도도 낮아진다. 또한 공급전압을 그대로 두고 주파수만 낮추면 V/f가 커져 자속이 증가하고 철심이 포화되기 쉬워진다. 그 결과 여자전류와 손실이 증가하므로 효율은 일반적으로 낮아진다.

선지별 해설

① O — 주파수가 60*Hz*에서 50*Hz*로 감소하면 동기속도가 주파수에 비례하여 감소하므로 실제 회전속도도 감소한다.
② O — 전압이 같은 상태에서 주파수가 낮아지면 V/f가 증가하여 자속과 철심 포화가 커지므로 여자전류가 증가한다.
③ O — 자속 증가와 철심 포화로 여자전류가 커지고 동손·철손 등 손실이 증가한다.
④ X — 틀린 표현은 '효율이 높아진다'이다. 손실이 증가하므로 올바르게는 '효율이 낮아진다'이다. 따라서 가장 적절하지 않은 것은 ④이다.

오답 포인트

주파수가 낮아져 회전속도가 감소한다는 사실만 보고 운전이 여유로워져 효율도 높아진다고 판단하기 쉽다. 그러나 같은 전압에서는 주파수 저하가 V/f 상승을 일으켜 자속·여자전류·손실을 증가시키므로 ④의 방향은 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압이 일정한 유도전동기에서 주파수가 낮아지면 먼저 $N_s \propto f$로 속도 감소를 판단하고, 이어서 $\Phi \propto V/f$로 자속 증가를 판단한다. 자속 증가에서 여자전류 증가와 손실 증가, 효율 감소를 연속해서 연결한다.

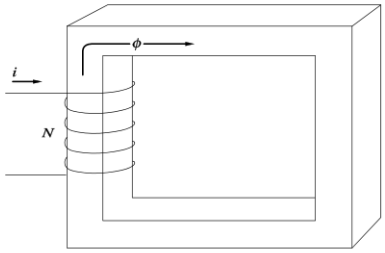
NoteBase

암기 포인트

같은 전압에서 주파수 감소: 속도↓, V/f·자속·여자전류·손실↑, 효율↓이다.

NoteBase

20. 그림과 같은 철심에 $v = 4.44 \times 60\sqrt{2}\sin 120\pi t$의 전압을 인가하여 전류 i가 흐른다. 이때 자속 Φ가 10 [mWb]가 되기 위한 권선수 N [turn]은?



① 150
② 100
③ 45
④ 30

정답 2번

출제 포인트

정현파 전압식에서 주파수와 실효값을 읽고, 변압기 유기기전력식 $E = 4.44fN\Phi_m$을 이용하여 권선수 N을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전압은 $v = 4.44 \times 60\sqrt{2}\sin 120\pi t$이다. 정현파의 일반형 $v = \sqrt{2}V\sin\omega t$와 비교하면 실효값은 $V = 4.44 \times 60V$, 각주파수는 $\omega = 120\pi rad/s$이다. 따라서 $f = \omega/(2\pi) = 60Hz$이다. 최대 자속은 $\Phi_m = 10mWb = 0.01Wb$이고, 구해야 할 값은 권선수 N이다.

사용할 공식

정현파 자속이 쇄교하는 권선의 유기기전력 실효값은

$E = 4.44fN\Phi_m$

이다. 철심 권선에 정현파 전압을 인가한 정상상태에서는 인가전압의 실효값과 유기기전력의 크기를 같게 두므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 전압식에서 실효값과 주파수를 구한다.

$E = 4.44 \times 60V, \qquad f = 60Hz$

2. 자속의 단위를 환산한다.

$\Phi_m = 10mWb = 10 \times 10^{-3}Wb = 0.01Wb$

3. 유기기전력식에 대입한다.

$4.44 \times 60 = 4.44 \times 60 \times N \times 0.01$

$N = \frac{1}{0.01} = 100turn$

따라서 필요한 권선수는 100회이다.

선지 판단

① X — 150회는 계산 결과 100회와 일치하지 않는다. '150회'는 '100회'로 고쳐야 한다.

② O — 유기기전력식에 주어진 값을 대입하면 $N = 100turn$이므로 옳다.

③ X — 45회는 계산 결과 100회와 일치하지 않는다. '45회'는 '100회'로 고쳐야 한다.

④ X — 30회는 계산 결과 100회와 일치하지 않는다. '30회'는 '100회'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

전압식의 계수 $4.44 \times 60\sqrt{2}$를 실효값으로 그대로 쓰는 것이 함정이다. 이 값은 최댓값이므로 $\sqrt{2}$로 나눈 $4.44 \times 60V$가 실효값이다. 또한 $10mWb$를 $0.01Wb$로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $v = \sqrt{2}V\sin 2\pi ft$와 비교하여 V와 f를 구하고, 자속을 Wb로 환산한 뒤 $N = E/(4.44f\Phi_m)$에 대입한다.

암기 포인트

정현파 권선에서는 $E = 4.44fN\Phi_m$이고, 순간값의 진폭은 실효값의 $\sqrt{2}$배이다.

NoteBase

21. 양방향으로 동작하는 전력소자는?
① DIAC
② IGBT
③ GTO
④ SCR

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전력용 반도체 소자를 주전류의 도통 방향에 따라 구분하는 문제이다.

핵심 개념

DIAC은 두 단자를 가진 양방향 스위칭 소자로, 어느 극성에서도 브레이크오버 전압에 이르면 도통한다.
IGBT는 게이트로 켜고 끄는 전력용 트랜지스터이며, 기본 소자 자체의 주전류 도통은 단방향이다.
GTO와 SCR은 모두 기본적으로 애노드에서 캐소드 방향으로 전류가 흐르는 단방향 사이리스터이다. GTO는 게이트 신호로 턴오프할 수 있지만, SCR은 일반적으로 게이트로 턴온한 뒤 주전류를 유지전류 아래로 낮추어 턴오프한다.

선지별 해설

① O — DIAC은 인가 전압의 극성이 어느 방향이든 브레이크오버 전압을 넘으면 도통하는 양방향 소자이다.
② X — 틀린 부분은 IGBT를 양방향 동작 소자로 보는 것이다. 올바르게는 IGBT는 게이트로 턴온·턴오프할 수 있지만 기본 소자 자체의 주전류 도통 방향은 단방향이다.
③ X — 틀린 부분은 GTO를 양방향 동작 소자로 보는 것이다. 올바르게는 GTO는 게이트로 턴오프할 수 있는 단방향 사이리스터이다.
④ X — 틀린 부분은 SCR을 양방향 동작 소자로 보는 것이다. 올바르게는 SCR은 애노드에서 캐소드 방향으로 도통하는 단방향 사이리스터이다.

오답 포인트

게이트로 턴온·턴오프할 수 있는지와 주전류가 양방향으로 흐르는지는 서로 다른 구분 기준이다. GTO의 게이트 턴오프 기능이나 IGBT의 제어 용이성을 양방향 도통 특성으로 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

소자 이름마다 먼저 주전류의 도통 방향을 확인한다. 양방향 도통이면 DIAC·TRIAC 계열을, 기본적으로 한 방향 도통이면 IGBT·GTO·SCR 계열을 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

DIAC은 양방향, IGBT·GTO·SCR은 기본적으로 단방향이다.

NoteBase

22. 3상 유도전동기의 기동토크를 1/2로 낮추기 위해서 기동전압을 약 몇 배로 해야 하는가? (단, $\sqrt{2}$ = 1.414)
① 0.25
② 0.52
③ 0.57
④ 0.707

정답 4번

출제 포인트

3상 유도전동기의 기동토크가 기동전압의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 필요한 전압의 배수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변경 후 기동토크는 원래 기동토크의 1/2이다.
구해야 할 값: 변경 후 기동전압과 원래 기동전압의 비이다.
주의할 조건: 기동토크는 전압에 단순 비례하는 것이 아니라 전압의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

기동전압의 배수를 $k = V'/V$라고 하면

$$\frac{T_s'}{T_s} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2 = k^2$$

이다. 유도전동기의 기동 시 주파수와 전동기 정수가 같으면 기동토크가 인가전압의 제곱에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

토크비를 1/2로 놓으면

$k^2 = \frac{1}{2}$

이다. 따라서

$k = \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1.414}{2} = 0.707$

이므로 기동전압을 원래의 약 0.707배로 해야 한다.

선지 판단

① X — 전압을 0.25배로 하면 토크는 $(0.25)^2 = 0.0625$배가 되므로 1/2이 아니다. 0.25가 아니라 0.707로 고쳐야 한다.
② X — 전압을 0.52배로 하면 토크는 $(0.52)^2 = 0.2704$배가 되므로 1/2이 아니다. 0.52가 아니라 0.707로 고쳐야 한다.
③ X — 전압을 0.57배로 하면 토크는 $(0.57)^2 = 0.3249$배가 되므로 1/2이 아니다. 0.57이 아니라 0.707로 고쳐야 한다.
④ O — 전압을 0.707배로 하면 토크는 $(0.707)^2 \approx 0.5$배가 되어 요구 조건을 만족한다.
계산 결과 필요한 전압의 배수는 약 0.707이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

기동토크를 절반으로 만들기 위해 전압도 곧바로 절반으로 낮추는 실수가 핵심 함정이다. 토크비는 전압비의 제곱이므로, 원하는 토크비에 제곱근을 취해 전압비를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $T_s \propto V^2$를 세우고, 목표 토크비에 제곱근을 취해 전압비를 구한 뒤 그 전압비를 다시 제곱하여 검산한다.

암기 포인트

유도전동기 기동토크는 전압의 제곱에 비례한다. 토크를 1/2로 만들면 전압은 $1/\sqrt{2} \approx 0.707$배이다.

NoteBase

23. 동기전동기의 운전특성으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 주어진 운전조건에서 여자전류가 증가하면 역률이 변한다.

② 같은 여자조건에서 부하가 변하면 역률이 변한다.

③ 같은 여자조건에서 부하가 변하면 속도가 변한다.

④ 주어진 운전조건에서 입력전압이 증가하면 역률이 변한다.

정답 3번

출제 포인트

동기전동기에서 여자전류·부하·입력전압은 역률에 영향을 주지만, 동기 운전 중인 회전속도는 전원 주파수와 극수로 결정된다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기전동기는 회전자가 고정자의 회전자계와 동기를 이루어 회전하는 전동기이다. 동기속도는 $n_s = 120f/P$로 정해지므로 전원 주파수 f와 극수 P가 일정하면 부하가 변해도 속도는 변하지 않는다. 반면 역률은 전기자전류와 단자전압의 위상관계로 정해지므로 여자전류, 부하, 입력전압의 변화에 따라 달라질 수 있다.

선지별 해설

① O — 여자전류가 증가하면 내부 기전력과 무효전력 상태가 달라져 전기자전류의 위상이 변하므로 역률도 변한다.

② O — 같은 여자조건에서 부하가 변하면 부하각과 전기자전류의 유효분·무효분 관계가 달라지므로 역률이 변한다.

③ X — 틀린 표현은 '부하가 변하면 속도가 변한다'이다. 올바르게는 동기 운전 범위에서 부하가 변하면 부하각과 전기자전류가 변하지만, 속도는 $n_s = 120f/P$인 동기속도로 일정하다.

④ O — 입력전압이 증가하면 내부 기전력과 단자전압의 상대관계 및 전기자전류의 위상이 달라지므로 역률이 변한다.

NoteBase

오답 포인트

유도전동기에서는 부하가 증가하면 슬립이 커져 속도가 낮아질 수 있으므로, 그 특성을 동기전동기에 그대로 적용하기 쉽다. 그러나 ③의 '속도가 변한다'는 동기전동기의 동기속도 불변 특성과 맞지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기의 운전특성 문제에서는 먼저 속도와 역률을 나누어 판단한다. 속도는 주파수와 극수로 결정되고, 역률은 여자전류·부하·입력전압에 따른 전기자전류의 위상 변화로 결정된다.

암기 포인트

동기전동기는 '속도는 동기속도로 일정, 역률은 여자와 운전조건에 따라 변화'로 기억한다.

NoteBase

24. 직류 직권 전동기가 전기자동차에 사용되는 이유로 가장 적절한 것은?
① 속도에 무관하게 토크가 일정하다.
② 속도가 낮을 때 토크가 크다.
③ 기동토크가 크고 토크에 무관하게 속도가 일정하다.
④ 높은 속도에서 토크가 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

직류 직권 전동기의 토크·속도 특성과 전기자동차의 기동 요구를 연결하는 문제이다.

핵심 개념

직류 직권 전동기는 계자권선과 전기자권선이 직렬로 연결되어 계자전류와 전기자전류가 같다. 자기포화 전에는 자속이 전기자전류에 거의 비례하므로 토크는 $T = k\phi I_a$에서 대략 I_a^2에 비례한다. 따라서 기동 시처럼 속도가 낮고 큰 전류가 흐르는 조건에서 큰 토크를 낼 수 있어 전기자동차의 출발과 가속에 적합하다.

선지별 해설

① X — '속도에 무관하게 토크가 일정하다'가 틀린 표현이다. 직권 전동기의 토크는 자속과 전기자전류에 따라 달라지며, 올바르게는 부하가 커져 전류가 증가하면 토크가 커진다.
② O — 기동 시에는 속도가 0이고 역기전력이 없어 큰 전기자전류가 흐르므로 큰 기동토크가 발생한다. 전기자동차는 정지 상태에서 출발할 때 큰 토크가 필요하므로 이 특성이 적합하다.
③ X — '토크에 무관하게 속도가 일정하다'가 틀린 표현이다. 직권 전동기의 속도는 부하와 토크에 따라 크게 변하며, 올바르게는 부하가 감소하면 속도가 크게 상승한다. 무부하 운전에서는 과속 위험도 있다.
④ X — '높은 속도에서 토크가 증가한다'가 틀린 표현이다. 속도가 높아지면 역기전력이 커져 전기자전류와 토크가 대체로 감소하므로, 올바르게는 낮은 속도와 큰 전류 조건에서 큰 토크가 발생한다.

오답 포인트

①과 ③의 '일정하다'라는 표현은 직권 전동기의 부하에 따른 큰 속도 변화를 숨긴 함정이다. 또한 ④는 실제 특성을 반대로 제시한 것으로, 직권 전동기의 장점은 고속에서의 토크 증가가 아니라 기동·저속 영역의 큰 토크이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직권 전동기에서는 계자전류와 전기자전류가 같다는 점에서 출발한다. 기동 시 역기전력이 0이어서 전류가 크고 토크도 크다는 흐름을 적용하면 차량·전차·권상기처럼 큰 기동토크가 필요한 부하에 적합하다고 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

직권 전동기: 저속·기동 시 큰 토크, 무부하 시 과속 위험이다.

NoteBase

25. 정류방식에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 단상 전파 정류 전압의 크기는 단상 반파 정류 전압의 2배이다.
② 3상 전파 정류 전압의 크기는 3상 반파 정류 전압의 2배이다.
③ 단상 반파 정류 맥동률은 3상 반파 정류 맥동률의 2배이다.
④ 3상 전파 정류 효율은 단상 전파 정류 효율의 2배이다.

정답 1번

출제 포인트

단상·3상 및 반파·전파 정류방식의 평균 직류전압, 맥동률, 정류 효율을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

정류전압은 교류를 정류하여 얻는 출력전압의 평균값이다. 단상에서 입력 교류전압의 실효값을 V라 하면 반파 정류의 평균전압은 $0.45V$, 전파 정류는 $0.90V$이다.
맥동률은 직류 출력에 남은 교류 성분의 정도이며 작을수록 출력이 평활하다. 정류 효율은 교류 입력전력 중 직류 출력전력으로 변환된 비율이다.
3상 정류전압은 상전압과 선간전압 중 어느 값을 기준으로 썼는지 먼저 확인해야 한다. 3상 반파는 $1.17V_{ph}$, 3상 전파는 $1.35V_{LL} = 2.34V_{ph}$로 나타낸다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 단상 반파 정류의 평균전압은 $0.45V$, 단상 전파 정류는 $0.90V$이므로 전파 정류전압은 반파 정류전압의 2배이다.

② O(통상적인 동일 전원 기준) — 동일한 3상 전원의 상전압을 V_{ph}라 하면 3상 반파 정류전압은 $1.17V_{ph}$, 3상 전파 정류전압은 $2.34V_{ph}$이므로 그 비는 $2.34/1.17 = 2$이다. 따라서 이 기준에서는 ②도 성립한다. 공식 답은 ①이지만, 원문에는 비교 전압의 기준이 별도로 제시되지 않아 ②와 관련한 복수정답 가능성이 남는다.

③ X — 틀린 부분은 단상 반파 정류 맥동률이 3상 반파의 '2배'라는 것이다. 대표적인 맥동률은 단상 반파가 약 1.21, 3상 반파가 약 0.183이므로 약 6.6배이다. 올바르게는 단상 반파의 맥동률이 3상 반파보다 훨씬 크다고 해야 한다.

④ X — 틀린 부분은 3상 전파 정류 효율이 단상 전파의 '2배'라는 것이다. 이상적인 정류 효율은 단상 전파가 약 81.2%, 3상 전파가 약 99.8%이므로 2배가 아니다. 올바르게는 3상 전파의 정류 효율이 단상 전파보다 높지만 약 1.23배라고 해야 한다.

오답 포인트

②는 3상 반파와 3상 전파의 평균전압을 동일한 전원 조건에서 비교하면 $2.34V_{ph}/1.17V_{ph} = 2$가 되어 성립할 수 있다. 따라서 공식 답 ①과 별개로 원문의 복수정답 가능성을 구분해야 한다. ③과 ④는 '전파·3상이면 무조건 2배'라는 잘못된 일반화를 유도한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 비교 대상의 기준 전압이 같은지 확인한다. 그다음 평균전압은 단상 반파 $0.45V$, 단상 전파 $0.90V$를 적용하고, 맥동률과 정류 효율은 별개의 지표이므로 각각의 대표값으로 판단한다.

암기 포인트

단상 평균전압은 반파 0.45, 전파 0.90이다. 3상은 상전압·선간전압 기준부터 확인하며, 상수가 커졌다고 맥동률이나 효율까지 2배가 되는 것은 아니다.

NoteBase