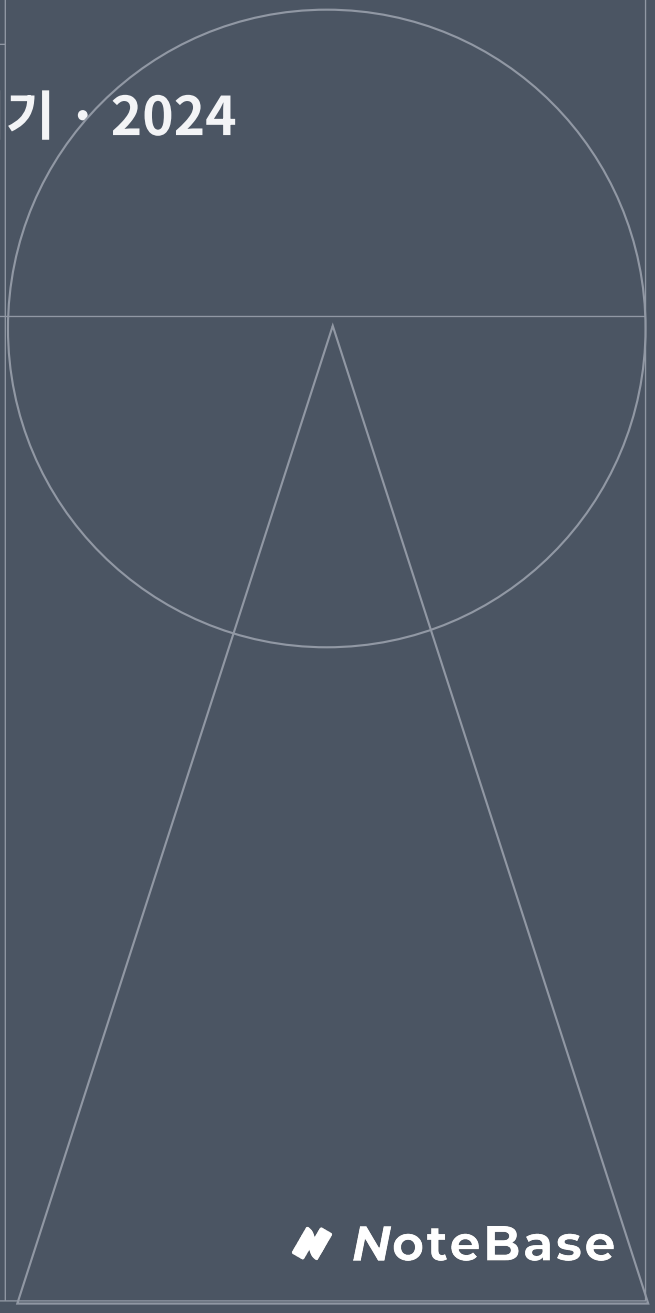
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2024

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2024

문 1. 60[Hz], 12극인 3상 유도 전동기의 전부하에서 회전수가 576[rpm]이다. 이때 슬립의 값[%]은?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도를 먼저 구한 뒤 슬립 s를 백분율로 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 60 Hz, 극수 12, 전부하 회전수 576rpm
구해야 할 값: 슬립의 값[%]
주의할 조건: 슬립은 실제 회전수와 동기속도의 차이를 동기속도로 나눈 값이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$, 슬립은 $s = \frac{N_s - N}{N_s} \times 100$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 유도전동기의 슬립은 실제 회전수 N와 동기속도 N_s의 차이로 정의되므로 먼저 동기속도를 구해야 한다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{12} = 600rpm$이다.
2. 속도차는 $600 - 576 = 24rpm$이다.
3. 슬립은 $s = \frac{24}{600} \times 100 = 4$이므로 4%이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 슬립은 1%가 아니다. 1%는 속도차 24rpm을 동기속도 600rpm으로 나누지 않고 잘못 축소해서 판단한 값에 가깝다. 올바르게는 슬립 4%이다.
2번 X: 슬립은 2%가 아니다. 속도차 24rpm을 기준속도와 잘못 대응시키면 나올 수 있는 오답이다. 올바르게는 $\frac{24}{600} \times 100 = 4$이다.
3번 X: 슬립은 3%가 아니다. 백분율 환산이나 분모 설정을 잘못하면 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 동기속도를 분모로 써서 4%로 계산한다.
4번 O: 동기속도 600rpm, 실제 회전수 576rpm이므로 슬립은 $\frac{600-576}{600} \times 100 = 4$이다.

오답 포인트

슬립 문제에서 가장 흔한 함정은 동기속도 공식을 먼저 쓰지 않고 실제 회전수만 보고 감으로 비율을 잡는 점이다. 또 슬립의 분모를 실제 회전수 576rpm로 두면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 슬립 문제는 동기속도 계산 → 속도차 계산 → 동기속도를 분모로 한 백분율 계산 순서로 판단한다.

암기 포인트

동기속도는 $\frac{120f}{P}$, 슬립은 $\frac{N_s - N}{N_s} \times 100$으로 정리된다.

NoteBase

문 2. 권수비가 a인 변압기에서 1차측 저항의 크기가 r_1일 때, 1차측을 2차측으로 환산한 등가회로에서 1차측 저항의 환산된 값은? (단, 권수비 a는 1차측 권선수를 2차측 권선수로 나눈 값이다.)

① r_1

② $a^2 r_1$

③ $\frac{r_1}{a}$

④ $\frac{r_1}{a^2}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 권수비 $a = N_1/N_2$일 때 1차측 저항을 2차측으로 환산하는 공식을 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 1차측 저항 r_1, 권수비 $a = N_1/N_2$이다.
구해야 할 값: 1차측 저항을 2차측으로 환산한 값이다.
주의할 조건: 권수비가 N_1/N_2로 정의되었으므로 1차에서 2차로 환산할 때는 $(N_2/N_1)^2 = (1/a)^2$를 곱한다.

사용할 공식

1차측 저항을 2차측으로 환산하면
$r_1' = r_1\left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 = \frac{r_1}{a^2}$
이 공식을 쓰는 이유는 변압기 저항 환산값이 권수비의 제곱에 따라 변하고, 이 문제의 권수비 정의가 $a = N_1/N_2$이기 때문이다.

계산 과정

1. 권수비 정의에서 $a = N_1/N_2$이므로 $N_2/N_1 = 1/a$이다.
2. 1차측 저항을 2차측으로 환산하면 $r_1' = r_1(N_2/N_1)^2$이다.
3. 따라서 $r_1' = r_1(1/a)^2 = r_1/a^2$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: r_1은 환산 전의 원래 1차측 저항이다. 틀린 표현은 '2차측 환산값이 r_1이다'이고, 올바르게는 '2차측 환산값은 r_1/a^2이다'이다.
2번 X: $a^2 r_1$은 방향이 반대일 때 나오는 값이다. 틀린 표현은 '1차를 2차로 옮길 때 a^2를 곱한다'이고, 올바르게는 '1차를 2차로 옮길 때는 a^2로 나눈다'이다.
3번 X: r_1/a는 권수비를 한 번만 적용한 값이라 제곱이 빠졌다. 틀린 표현은 '저항 환산은 권수비에 비례한다'이고, 올바르게는 '저항 환산은 권수비의 제곱에 비례한다'이다.
4번 O: 1차측 저항의 2차측 환산값은 $r_1(N_2/N_1)^2 = r_1/a^2$이므로 옳다. 계산 결과가 r_1/a^2이므로 정답은 4번이다.

오답 포인트

변압기 환산 문제에서는 어느 측에서 어느 측으로 옮기는지와 권수비 정의를 뒤집어 읽기 쉽다. 특히 저항과 임피던스는 권수비 자체가 아니라 권수비의 제곱으로 환산된다는 점을 놓치면 2번이나 3번 같은 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 환산 문제는 먼저 권수비가 N_1/N_2인지 N_2/N_1인지 확인하고, 다음으로 어느 측으로 환산하는지 정한 뒤, 저항과 임피던스는 권수비의 제곱으로 변한다는 규칙을 적용해 판단한다.

암기 포인트

1차→2차 환산은 $Z_1' = Z_1(N_2/N_1)^2$, 2차→1차 환산은 $Z_2' = Z_2(N_1/N_2)^2$이다.

NoteBase

문 3. 동기 발전기의 권선을 분포권으로 했을 때의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?

① 집중권에 비하여 합성 유도 기전력이 감소한다.

② 기전력의 고조파가 증가하여 파형이 나빠진다.

③ 권선의 누설 리액턴스가 감소한다.

④ 전기자 권선에 의한 열이 고르게 분포되어 과열이 방지된다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기 발전기의 분포권이 집중권에 비해 가지는 기본파 기전력, 고조파, 누설 리액턴스, 발열 분포의 변화를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

분포권은 한 상의 권선을 여러 슬롯에 나누어 배치한 권선으로, 분포계수 때문에 기본파 합성 기전력은 다소 줄지만 고조파가 줄고 열 분포가 고르게 된다. 집중권은 권선이 한 곳에 집중되어 기본파 기전력은 크기 쉽지만 고조파와 국부 발열이 커지기 쉽다.

선지별 해설

1번 O: 분포권은 분포계수 때문에 집중권보다 합성 유도 기전력이 감소한다. 기본파 전압만 보면 집중권보다 작아지는 특성이 맞다.
2번 X: 틀린 부분은 '고조파가 증가하여 파형이 나빠진다'이다. 분포권은 각 슬롯에 분산된 코일의 고조파 성분이 서로 상쇄되어 기전력의 고조파가 감소하고 파형이 더 좋아진다. 올바르게는 '기전력의 고조파가 감소하여 파형이 좋아진다'이다.
3번 O: 분포권은 권선이 분산 배치되어 누설 자속의 집중이 완화되므로 권선의 누설 리액턴스가 감소하는 특성이 있다. 따라서 이 선지는 옳다.
4번 O: 전기자 권선이 여러 슬롯에 퍼져 있으므로 발생 열도 비교적 고르게 분포된다. 그 결과 특정 부분에 열이 몰리는 과열을 방지하는 데 유리하다.

오답 포인트

분포권은 기본파 기전력은 줄어들지만 고조파도 함께 줄어든다는 점을 헷갈리기 쉽다. ①의 '기전력 감소'만 보고 ②도 같은 방향으로 판단하면 틀린다. 기본파 크기와 파형 왜곡은 서로 다른 판단 항목이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

분포권과 집중권 비교 문항은 먼저 '기본파 전압은 증가하는가 감소하는가', 다음으로 '고조파와 파형은 좋아지는가 나빠지는가', 마지막으로 '누설 리액턴스와 발열 분포는 어떻게 변하는가'를 순서대로 나누어 판단하면 된다.

암기 포인트

분포권은 기본파 전압은 조금 줄고, 고조파·누설 리액턴스·국부 과열은 줄어든다.

NoteBase

문 4. 단자전압 $V = 100[V]$, 전기자 전류 $I_a = 20[A]$, 전기자 저항 $R_a = 0.5[\Omega]$, 정격속도 $N = 1,200[rpm]$으로 전부하 운전할 때, 직류 분권전동기의 토크의 근삿값$[N \cdot m]$은? (단, π는 3.14로 계산한다.)

① 14.33

② 15.92

③ 0.24

④ 0.27

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기에서 역기전력과 전기자 변환전력을 이용해 토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압 100 V, 전기자 전류 20 A, 전기자 저항 0.5 Ω, 속도 1,200 rpm이다.
구해야 할 값: 전부하 토크이다.
주의할 조건: 토크는 입력전력 VI_a가 아니라 기계적으로 변환되는 전력 EI_a를 써야 하고, rpm은 각속도 ω로 바꾸어야 한다.

사용할 공식

$E = V - I_aR_a$, $\omega = \frac{2\pi N}{60}$, $T = \frac{EI_a}{\omega}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직류 전동기의 토크는 전기자에서 기계적으로 변환되는 전력 EI_a를 각속도 ω로 나눈 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 역기전력은 $E = V - I_aR_a = 100 - (20 \times 0.5) = 90V$ 이다.
2. 각속도는 $\omega = \frac{2\pi N}{60} = \frac{2 \times 3.14 \times 1200}{60} = 125.6rad/s$ 이다.
3. 토크는 $T = \frac{EI_a}{\omega} = \frac{90 \times 20}{125.6} = 14.33N \cdot m$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 14.33 N·m이므로 맞다.
② X: 15.92 N·m는 EI_a 대신 입력전력 VI_a를 그대로 써서 구한 값이다. 전기자 동손 $I_a^2R_a$를 빼지 않은 것이 틀린 부분이다. 토크는 15.92 N·m가 아니라 14.33 N·m이다.
③ X: 0.24 N·m는 각속도를 $2\pi N$으로 두어 rpm을 초당 회전수로 바꾸는 60을 빠뜨리면 나오는 값이다. 각속도는 $\frac{2\pi N}{60}$으로 계산해야 하므로 토크는 0.24 N·m가 아니라 14.33 N·m이다.
④ X: 0.27 N·m는 입력전력 VI_a를 쓰면서 동시에 각속도 변환의 60까지 빠뜨린 값이다. 전력 선택과 속도 변환을 바로잡으면 토크는 14.33 N·m가 된다.

오답 포인트

직류 전동기 토크 문제에서는 단자 입력전력과 전기자 변환전력을 혼동하기 쉽다. 또한 rpm을 그대로 쓰고 $\omega = \frac{2\pi N}{60}$의 60을 빼먹으면 ③, ④ 같은 작은 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 토크는 먼저 $E = V - I_aR_a$로 역기전력을 구하고, 다음에 변환전력 EI_a를 만든 뒤, 속도를 $\omega = \frac{2\pi N}{60}$으로 바꾸어 나누면 된다.

암기 포인트

직류 전동기 토크는 역기전력 × 전기자전류 ÷ 각속도이다. VI_a와 rpm을 그대로 대입하면 오답이 된다.

NoteBase

문 5. 단상 전파 정류회로에서 $120[V]$의 직류 전압을 얻으려고 한다. 이때 변압기의 2차측 상전압의 근삿값 $[V]$은? (단, 부하는 순 저항이고, 변압기 내의 전압 강하는 무시하며, 정류기 내의 전압 강하는 $30[V]$이다. $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.4$로 계산한다.)

① 84

② 168

③ 236

④ 252

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단상 전파 정류회로의 평균 직류전압 식과 정류기 내부 전압 강하를 반영해 변압기 2차측 상전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 직류 출력전압 120 V, 정류기 내 전압 강하 30 V, $\pi = 3.14$, $\sqrt{2} = 1.4$이다. 구해야 할 값은 변압기 2차측 상전압의 근삿값이다. 단상 전파 정류이므로 평균 직류전압은 2차측 실효값에 약 0.9를 곱한 값에서 정류기 전압 강하를 뺀다.

사용할 공식

사용 공식은 $V_{dc} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V_2 - V_{drop}$이다. 여기서 $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} \approx \frac{2 \times 1.4}{3.14} \approx 0.89 \approx 0.9$이다. 이 문제는 단상 전파 정류회로에서 저항부하의 평균 직류전압을 묻고 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

출력 직류전압이 120 V이므로 $120 = 0.9V_2 - 30$이다. 따라서 $0.9V_2 = 150$이다. 그러므로 $V_2 = \frac{150}{0.9} \approx 166.7V$이다. 보기에서는 이에 가장 가까운 값이 168 V이다.

선지 판단

1번 X: 84 V는 계산값 166.7 V와 크게 다르다. 전파 정류의 계수 0.9를 쓰지 않거나 전압 강하 30 V를 잘못 처리하면 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 2차측 전압이 84 V라는 점이고, 올바르게는 약 168 V이다.
2번 O: $V_2 \approx 166.7V$이므로 근삿값 168 V가 맞다.
3번 X: 236 V는 계산값보다 과대하다. 전압 강하를 더하지 않거나 전파 정류 평균전압식을 잘못 뒤집으면 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 2차측 전압이 236 V라는 점이고, 올바르게는 약 168 V이다.
4번 X: 252 V는 계산값과 맞지 않는다. 최대값과 실효값을 혼동해 $\sqrt{2}$를 잘못 곱하면 나올 수 있는 값이다. 틀린 표현은 2차측 전압이 252 V라는 점이고, 올바르게는 약 168 V이다.

NoteBase

오답 포인트

단상 전파 정류를 단상 반파 정류로 착각해 평균전압 계수를 0.45로 쓰거나, 정류기 전압 강하 30 V를 빼야 할 항에 더하는 실수가 자주 나온다. 실효값과 최대값을 혼동해 $\sqrt{2}$를 한 번 더 곱하는 실수도 잦다.

다시 나오면 이렇게 판단

정류회로 계산형은 먼저 반파인지 전파인지 구분하고, 평균 직류전압 식의 계수를 정한 뒤, 내부 전압 강하를 반영하여 미지수 전압을 푼다. 마지막에는 구한 값이 실효값인지 최대값인지 다시 확인한다.

암기 포인트

단상 전파 정류의 평균 직류전압은 대략 $0.9V_2$이고, 반파 정류의 평균 직류전압은 대략 $0.45V_2$이다.

NoteBase

문 6. 회전수가 N, 계자전류가 I_f인 포화되지 않은 직류 발전기가 있다. 이 발전기의 회전수가 $\frac{1}{3}N$이 되었을 때, 기전력을 일정하게 유지하기 위한 계자 전류의 크기는?

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

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 비포화 직류발전기에서 기전력 E가 회전수 N와 계자자속 Φ에 비례하고, 비포화 영역에서 Φ가 계자전류 I_f에 비례한다는 관계를 이용해 필요한 계자전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 초기 회전수는 N, 초기 계자전류는 I_f이다.
구해야 할 값: 회전수를 $\frac{1}{3}N$으로 낮췄을 때 기전력을 일정하게 유지하는 계자전류이다.
주의할 조건: 비포화이므로 자속은 계자전류에 비례한다.

사용할 공식

직류발전기의 기전력은 $E \propto \Phi N$이고, 비포화에서는 $\Phi \propto I_f$이므로 $E \propto NI_f$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 비포화 조건을 주었으므로 자속을 계자전류로 바로 바꿔 기전력과 회전수, 계자전류의 비례관계를 세울 수 있다.

계산 과정

초기 기전력을 E_0라 두면 $E_0 \propto NI_f$이다.
회전수를 $\frac{1}{3}N$으로 낮춘 뒤에도 기전력을 같게 유지하려면 $E_0 \propto \frac{1}{3}N \cdot I_f'$가 되어야 한다.
따라서 $NI_f = \frac{1}{3}NI_f'$이고, 정리하면 $I_f' = 3I_f$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과 필요한 계자전류는 $3I_f$이므로 옳다.
2번 X: $\frac{1}{3}I_f$이면 $E \propto NI_f$에서 기전력이 원래의 $\frac{1}{9}$가 된다. 틀린 표현은 계자전류를 함께 줄이면 된다는 판단이고, 올바르게는 회전수가 $\frac{1}{3}$이 되면 계자전류는 3배로 늘어나야 한다.
3번 X: $\sqrt{3}I_f$이면 기전력은 원래의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배가 되어 일정하지 않다. 틀린 표현은 계자전류가 제곱근 비율로 변한다는 판단이고, 올바르게는 비포화에서는 자속이 계자전류에 정비례하므로 3배가 필요하다.
4번 X: $\frac{1}{\sqrt{3}}I_f$이면 기전력은 더 작아져 일정하게 유지되지 않는다. 틀린 표현은 정비례 관계를 제곱근 관계로 본다는 판단이고, 올바르게는 기전력 일정 조건에서는 NI_f의 곱을 일정하게 맞춘다.

오답 포인트

비포화 조건을 놓치면 자속과 계자전류의 관계를 잘못 잡기 쉽다. 또 기전력 일정 조건을 N과 I_f의 반비례 관계로 보지 않고 둘을 같은 방향으로 줄이거나 제곱근 비율로 착각하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 계산형은 먼저 $E \propto \Phi N$을 세우고, 비포화이면 $\Phi \propto I_f$를 대입해 $E \propto NI_f$로 바꾼다. 그다음 일정하게 유지되는 양이 무엇인지 확인한 뒤 비례식으로 바로 푼다.

암기 포인트

비포화 직류발전기에서는 $E \propto NI_f$이므로 회전수가 $\frac{1}{k}$가 되면 기전력 유지를 위해 계자전류는 k배가 된다.

NoteBase

문 7. 3상 유도전동기에서 고정자 권선 기자력에 의한 회전자계의 기본파가 시계방향으로 회전하고 있을 때, 5차 고조파와 7차 고조파의 회전방향을 옳게 짝지은 것은?

① 5차: 시계방향, 7차: 시계방향
② 5차: 시계방향, 7차: 반시계방향
③ 5차: 반시계방향, 7차: 시계방향
④ 5차: 반시계방향, 7차: 반시계방향

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 권선의 공간고조파에서 $6k-1$차는 기본파와 반대 방향, $6k+1$차는 기본파와 같은 방향으로 회전한다는 규칙을 묻는다.

핵심 개념

5차 고조파는 $6k-1$차 역상분이라 기본파와 반대 방향으로 도는 회전자계이다. 7차 고조파는 $6k+1$차 정상분이라 기본파와 같은 방향으로 도는 회전자계이다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 표현은 "5차 시계방향"이다. 5차 고조파는 역상분이므로 기본파가 시계방향이면 반시계방향으로 회전한다. 7차 시계방향은 맞지만 5차 판단이 틀려 전체는 오답이다.
2번: X. 틀린 표현은 "5차 시계방향"과 "7차 반시계방향"이다. 실제로는 5차는 반시계방향, 7차는 시계방향이다.
3번: O. 5차는 $6k-1$차 역상분이라 반시계방향이고 7차는 $6k+1$차 정상분이라 시계방향이다. 기본파가 시계방향일 때 맞는 조합이다.
4번: X. 틀린 표현은 "7차 반시계방향"이다. 7차 고조파는 정상분이므로 기본파와 같은 시계방향으로 회전한다. 5차 반시계방향만 맞고 전체 조합은 틀리다.

오답 포인트

홀수 고조파가 모두 기본파와 같은 방향으로 돈다고 묶어 외우면 틀린다. 3상 권선에서는 5차와 7차를 한 쌍으로 보아 5차는 역상, 7차는 정상이라는 구분이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 공간고조파는 차수를 $6k\pm1$ 꼴로 먼저 본다. $6k-1$차이면 기본파와 반대 방향, $6k+1$차이면 기본파와 같은 방향으로 바로 판단할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

3상 고조파 방향은 5차 역상, 7차 정상으로 정리된다.

NoteBase

문 8. 전기자 저항이 $0.5[\Omega]$인 타여자 직류전동기가 단자전압 $220[V]$, 전기자 전류 $120[A]$, 회전속도 $1,100[rpm]$으로 동작하고 있다. 단자전압이 $200[V]$로 감소하였을 때, 회전속도의 값$[rpm]$은? (단, 부하는 정토크 부하이고, 계자전류는 일정하며, 전기자 반작용은 무시한다.)

① 960

② 962.5

③ 965

④ 967.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 타여자 직류전동기에서 계자자속이 일정할 때 역기전력과 회전속도가 비례한다는 관계를 이용해 전압 강하 후의 회전속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전기자 저항 0.5Ω, 초기 단자전압 220 V, 전기자 전류 120A, 초기 회전속도 1,100rpm, 변경 단자전압 200 V이다.
구해야 할 값은 전압이 200 V로 감소했을 때의 회전속도이다.
주의할 조건은 부하가 정토크 부하이고 계자전류가 일정하므로 자속이 일정하고, 따라서 토크식에 따라 전기자 전류도 일정하다는 점이다.

사용할 공식

직류전동기의 역기전력은 $E = V - I_a R_a$이다.
계자자속이 일정하면 회전속도는 역기전력에 비례하므로 $n \propto E$, 즉 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{E_2}{E_1}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 타여자 전동기에서 계자전류가 일정하면 자속 Φ가 일정하고, 정토크 부하 조건 때문에 $T \propto \Phi I_a$에서 I_a도 일정하게 유지되기 때문이다.

계산 과정

초기 역기전력은 $E_1 = 220 - 120 \times 0.5 = 160$V이다.
전압 강하 후에도 전기자 전류는 120A로 유지되므로 새로운 역기전력은 $E_2 = 200 - 120 \times 0.5 = 140$V이다.
따라서 회전속도는 $n_2 = 1100 \times \frac{140}{160} = 962.5$rpm이다.

NoteBase

선지별 해설

1번(X): 960rpm은 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 '960rpm'이고, 올바르게는 '962.5rpm'이다. 역기전력 비례식을 적용할 때 전기자 저항강하를 정확히 반영하지 않으면 이런 오차가 생긴다.
2번(O): 초기 역기전력 160 V, 변경 후 역기전력 140 V이므로 회전속도는 $1100 \times \frac{140}{160} = 962.5$rpm이 된다. 따라서 962.5rpm이 맞다.
3번(X): 965rpm은 계산 결과보다 크다. 틀린 표현은 '965rpm'이고, 올바르게는 '962.5rpm'이다. 전기자 저항강하를 고려한 뒤 역기전력 비로 속도를 구해야 하며, 전압 감소분을 단순 감각적으로 보정하면 오답이 된다.
4번(X): 967.5rpm도 계산 결과와 다르다. 틀린 표현은 '967.5rpm'이고, 올바르게는 '962.5rpm'이다.
단자전압만 보고 속도를 추정하면 과대 계산되기 쉽고, 반드시 $E = V - I_a R_a$를 먼저 계산해야 한다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 단자전압이 아니라 역기전력이 속도에 비례한다는 점을 놓치는 데 있다. 특히 '정토크 부하'와 '계자전류 일정'이라는 조건을 읽지 않으면 전기자 전류가 그대로 유지된다는 사실을 놓쳐 전기자 저항강하를 잘못 처리하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 속도 계산 문제는 먼저 자속 일정 여부와 토크 조건을 확인하고, 다음에 $E = V - I_a R_a$로 역기전력을 구한 뒤, 마지막에 속도비 $\frac{n_2}{n_1} = \frac{E_2}{E_1}$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

타여자 직류전동기에서 자속 일정이면 속도는 역기전력에 비례하고, 정토크 부하이면 전기자 전류는 일정하게 본다.

NoteBase

문 9. 60[Hz], 6, 600/220[V], 12[kVA]**인 단상변압기가 있다. 역률이 0.9일 때 전압변동률이 2[%]이다. 이 단상변압기에 역률 0.9의 전부하를 인가할 때 1차측 단자전압의 값**[V]**은?**

① 6,632

② 6,732

③ 6,832

④ 6,932

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 변압기 전압변동률의 정의를 이용해, 전부하 시 정격 2차전압을 그대로 유지하려면 1차측 단자전압을 정격값보다 얼마나 높여 인가해야 하는지를 구하는 문제이다. 전압변동률 ε은 무부하 2차전압 V_{20}과 정격(전부하) 2차전압 V_{2n}의 차이를 정격값으로 나눈 비율로, $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100[\%]$ 로 정의된다.

조건 정리

주어진 값: 정격전압은 6,600/220 V, 역률 0.9에서 전압변동률은 2%이다.
구해야 할 값: 역률 0.9 전부하에서 2차전압을 정격 220 V로 유지하기 위해 인가해야 할 1차측 단자전압이다.
주의할 조건: 전압변동률 2%는 1차에 정격전압을 가했을 때 부하를 걸면 2차전압이 정격보다 2% 낮아진다는 뜻이다. 따라서 부하 시에도 2차전압을 정격으로 유지하려면 그 강하분만큼 1차전압을 2% 높여 인가해야 한다.

사용할 공식

전압변동률 정의 $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100$에서 전부하 시 2차전압이 ε만큼 떨어지므로, 이를 보상해 정격 2차전압을 유지하려면 인가 1차전압을 같은 비율만큼 높여야 한다.
$V_1 = V_{1n}\left(1 + \frac{\varepsilon}{100}\right)$
권수비가 일정하므로 2차측에서 필요한 보상 비율(2%)이 1차측 단자전압에 그대로 반영되어, 정격 1차전압 V_{1n}에 전압변동률만큼 가산하면 된다.

계산 과정

1. 정격 1차전압은 $V_{1n} = 6{,}600$ V이다.
2. 전압변동률 2%를 보상하면 필요한 1차전압은 $V_1 = 6{,}600 \times (1 + 0.02)$이다.
3. 보상분은 $6{,}600 \times 0.02 = 132$ V이므로,
$V_1 = 6{,}600 + 132 = 6{,}732$ V 이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 6,632 V는 보상분을 132 V가 아니라 32 V로 잡아 과소 보정한 값이다. 올바른 보상분은 $6{,}600 \times 0.02 = 132$ V이므로 1차측 단자전압은 6,732 V이다.
2번 O: $6{,}600 \times 1.02 = 6{,}732$ V로, 전압변동률 2%를 정격 1차전압에 정확히 반영한 값이다.
3번 X: 6,832 V는 보상분을 232 V로 잡아 100 V만큼 과대 보정한 값이다. 올바른 보상분은 132 V이므로 6,732 V이다.
4번 X: 6,932 V는 보상분을 332 V로 잡아 200 V만큼 과대 보정한 값으로, 전압변동률을 2%보다 크게 적용한 결과이다. 올바른 값은 6,732 V이다.

오답 포인트

전압변동률을 2차측 220 V에 직접 더해 1차전압을 잘못 환산하거나, 보상분 132 V를 32 V·232 V·332 V처럼 100 V 단위로 잘못 잡으면 오답이 된다. 기준은 정격 1차전압 6,600 V이며, 여기에 2%(=132 V)를 가산하는 것이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압변동률 문제는 먼저 전압변동률이 무부하 대비 전부하 시 2차전압 강하 비율 $\varepsilon = (V_{20} - V_{2n})/V_{2n} \times 100$임을 확인하고, 전부하에서도 정격 2차전압을 유지하려는 상황이면 정격 1차전압에 $(1 + \varepsilon/100)$을 곱해 인가 전압을 구한다.

암기 포인트

전압변동률이 ε이면 정격 2차전압 유지를 위한 보상 후 인가전압은 정격전압 $\times(1 + \varepsilon/100)$이다.

NoteBase

문 10. 유도전동기 회전자계의 기본파가 N_s의 속도로 시계방향으로 회전하고 있을 때, 회생제동 동작 시 회전자의 속도(N)와 회전자의 회전방향을 나타낸 것으로 가장 옳게 짝지은 것은?

① $N_s > N$, 반시계방향

② $N_s > N$, 시계방향

③ $N_s < N$, 반시계방향

④ $N_s < N$, 시계방향

정답 4번

출제 포인트

유도전동기 회생제동의 조건은 회전자 속도가 동기속도보다 커져 슬립이 음수가 되고, 회전방향은 회전자계와 같다는 점이다.

핵심 개념

전동운전은 회전자가 회전자계보다 느리게 돌아 $N < N_s$, 슬립 $s = (N_s - N)/N_s > 0$인 상태이다. 회생제동은 외력 때문에 회전자가 회전자계보다 빨라져 $N > N_s$, 슬립 $s < 0$가 되어 기계적 에너지를 전원측으로 되돌리는 상태이다. 두 경우 모두 회전방향은 회전자계와 같다.

선지별 해설

① X: $N_s > N$와 반시계방향이 모두 틀린 표현이다. 회생제동은 회전자가 동기속도보다 빨라야 하므로 실제로는 $N_s < N$이다. 또한 회전방향은 회전자계와 같은 시계방향이다.
② X: 시계방향은 맞지만 $N_s > N$가 틀린 표현이다. 실제로는 회생제동에서 슬립이 음수가 되도록 $N > N_s$이어야 한다.
③ X: $N_s < N$는 맞지만 반시계방향이 틀린 표현이다. 회생제동은 제동 상태여도 회전방향이 반대로 바뀌지 않고 회전자계와 같은 시계방향으로 돈다.
④ O: 회생제동은 회전자가 동기속도보다 빠르게 같은 방향으로 돌 때 생기므로 $N_s < N$, 시계방향이 맞다.

오답 포인트

제동이라는 말 때문에 회전방향이 반대로 바뀐다고 오해하기 쉽다. 유도전동기의 회생제동은 방향이 바뀌는 제동이 아니라, 같은 방향으로 도는 상태에서 회전자가 동기속도를 앞질러 슬립 부호만 음수로 바뀌는 제동이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 제동 문제는 먼저 회전방향 유지 여부와 동기속도 대비 속도 크기를 본다. 회생제동이면 회전방향은 회전자계와 같고, 속도는 $N > N_s$, 슬립은 음수이다.

NoteBase

암기 포인트

회생제동은 같은 방향, 더 빠른 속도, 음의 슬립이다.

NoteBase

문 11. 2대의 동일한 동기발전기 G_A, G_B가 같은 여자전류, 같은 속도로 병렬 운전되고 있다. G_A 발전기의 여자전류를 증가시켰을 때, 두 발전기의 역률 변화에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① G_A 발전기는 역률이 나빠지고, G_B 발전기는 역률이 좋아진다.

② G_A 발전기는 역률이 좋아지고, G_B 발전기는 역률이 나빠진다.

③ G_A, G_B 발전기 모두 역률이 좋아진다.

④ G_A, G_B 발전기 모두 역률이 나빠진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기 병렬운전에서 여자전류는 무효전력 분담과 역률을, 원동기 입력은 유효전력 분담을 좌우한다는 점을 묻는다.

핵심 개념

동기발전기 병렬운전에서 원동기 입력을 바꾸면 유효전력 분담이 바뀌고, 여자전류를 바꾸면 무효전력 분담과 역률이 바뀐다. 따라서 G_A의 여자전류를 올리면 G_A가 무효전력을 더 부담하여 역률이 나빠지고, G_B는 무효전력 부담이 줄어 역률이 좋아진다.

선지별 해설

1번: O. G_A의 여자전류를 증가시키면 G_A의 유기기전력이 커져 G_A가 무효전력을 더 많이 부담한다. 그 결과 G_A의 전류 위상은 더 어긋나 역률이 나빠지고, G_B는 무효전력 부담이 줄어 역률이 좋아진다.
2번: X. 틀린 부분은 "G_A 발전기는 역률이 좋아지고, G_B 발전기는 역률이 나빠진다"이다. 실제로는 여자전류를 올린 G_A가 무효전력을 더 부담하므로 역률이 나빠지고, G_B는 그만큼 부담이 줄어 역률이 좋아진다.
3번: X. 틀린 부분은 "모두 역률이 좋아진다"이다. 여자전류 변화는 두 발전기 사이의 무효전력 분담을 재배분하는 것이므로 한쪽이 더 부담하면 다른 쪽은 덜 부담한다. 올바르게는 G_A는 역률이 나빠지고 G_B는 역률이 좋아진다.
4번: X. 틀린 부분은 "모두 역률이 나빠진다"이다. 여자전류를 한 대만 증가시킨 경우 두 발전기가 동시에 같은 방향으로 역률이 악화되지 않는다. 올바르게는 G_A는 역률이 나빠지고 G_B는 역률이 좋아진다.

오답 포인트

여자전류를 올리면 출력이 전부 커진다고 생각하면 틀린다. 병렬운전에서는 여자전류 변화가 유효전력이 아니라 무효전력 분담을 바꾸므로 두 발전기의 역률 변화 방향이 서로 반대로 나타난다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 병렬운전 문제는 먼저 무엇을 조정했는지를 본다. 원동기 입력 변화이면 유효전력 분담, 여자전류 변화이면 무효전력 분담과 역률 변화로 바로 연결하면 된다.

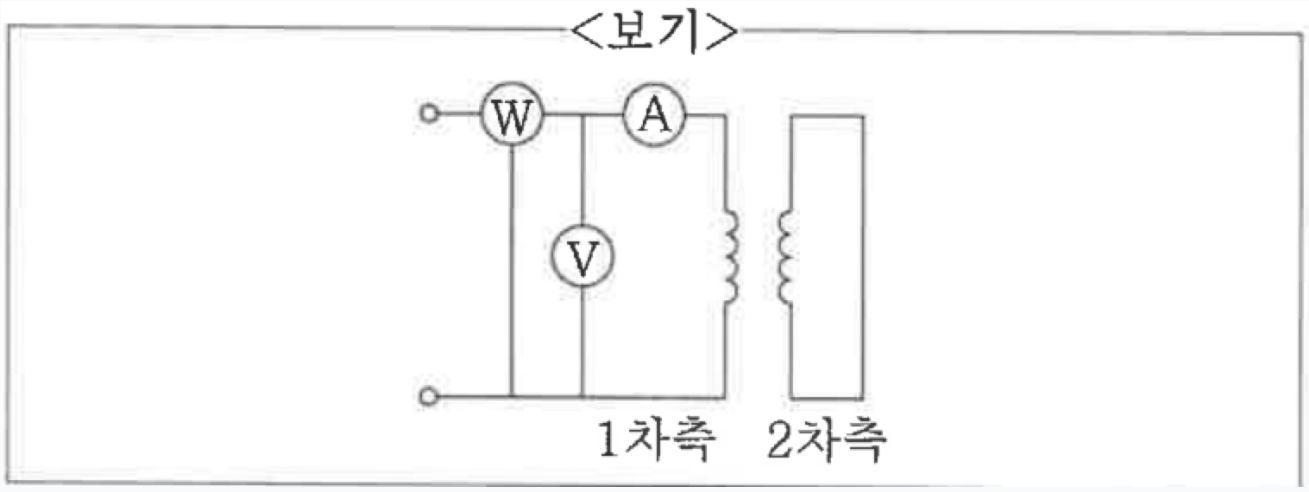
암기 포인트

동기기 병렬운전은 출력은 원동기, 역률은 여자전류가 결정한다.

NoteBase

문 12. 변압기를 <보기>와 같이 접속하고 1차측 전류가 정격전류에 도달하도록 1차측에 정격주파수의 전압을 인가하였을 때 구할 수 있는 것은? (단, Ⓐ는 전류계, Ⓦ는 전력계, Ⓥ는 전압계이다.)

<보기>



① 철손

② 여자전류

③ 전부하 동손

④ 여자 어드미턴스

정답 3번

출제 포인트

이 문항은 변압기 단락시험 회로를 도식에서 식별하고, 정격전류 조건에서 무엇을 구할 수 있는지 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① X: 철손은 무부하시험에서 2차측을 개방하고 1차측에 정격전압을 가했을 때 구한다. 이 회로는 2차측이 단락되어 있으므로 틀리다. 틀린 표현은 '철손'이고, 올바르게는 '단락시험에서는 전부하 동손을 구한다'이다.
② X: 여자전류는 무부하시험에서 정격전압을 인가할 때 흐르는 전류이다. 이 회로의 조건은 정격전류가 되도록 저전압을 가하는 단락시험이므로 틀리다. 틀린 표현은 '여자전류'이고, 올바르게는 '단락시험 전류는 부하전류에 해당하는 정격전류이다'이다.
③ O: 2차측을 단락하고 1차측 전류를 정격전류로 맞춘 단락시험에서는 철손이 매우 작아 전력계 지시값을 전부하 동손으로 본다. 따라서 정답이다.
④ X: 여자 어드미턴스는 무부하시험에서 정격전압과 여자전류 관계로 구하는 값이다. 이 회로는 자속을 정격으로 만드는 시험이 아니라 단락전류를 맞추는 시험이므로 틀리다. 틀린 표현은 '여자 어드미턴스'이고, 올바르게는 '단락시험에서는 등가임피던스나 전부하 동손을 구한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

2차측이 비어 보인다는 이유만으로 무부하시험으로 오인하기 쉽다. 이 그림의 핵심은 2차측 권선 양 끝이 도선으로 이어져 단락되어 있다는 점과, 1차 전류를 정격전류로 맞춘다는 조건이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 시험 회로는 먼저 2차측이 개방인지 단락인지 본다. 2차 개방과 정격전압이면 무부하시험, 2차 단락과 정격전류이면 단락시험으로 판단하면 된다.

암기 포인트

무부하시험은 철손, 단락시험은 전부하 동손이라는 대응으로 정리된다.

NoteBase

문 13. 최대 허용온도가 130[℃]인 전동기의 절연 등급은?

① A종

② E종

③ B종

④ F종

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 전동기 절연등급을 최대 허용온도와 정확히 대응시킬 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

절연등급은 권선 절연물이 견딜 수 있는 최대 허용온도로 구분된다. A종은 105°C, E종은 120°C, B종은 130°C, F종은 155°C이다.

선지별 해설

1번 X: A종은 최대 허용온도 130°C가 아니다. 틀린 부분은 "A종"이다. 실제로 A종의 최대 허용온도는 105°C이다.
2번 X: E종은 최대 허용온도 130°C가 아니다. 틀린 부분은 "E종"이다. 실제로 E종의 최대 허용온도는 120°C이다.
3번 O: B종의 최대 허용온도는 130°C이므로 옳다. 절연등급과 허용온도를 정확히 짝지으면 정답이 된다.
4번 X: F종은 최대 허용온도 130°C가 아니다. 틀린 부분은 "F종"이다. 실제로 F종의 최대 허용온도는 155°C이다.

오답 포인트

절연등급은 알파벳 순서만 보고 고르면 틀리기 쉽다. 특히 B종 130°C와 F종 155°C를 서로 바꾸거나 E종 120°C를 130°C로 착각하는 함정이 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

절연등급 문제는 문자 자체를 외우기보다 등급별 허용온도를 짝으로 확인하면 된다. 제시된 온도가 130°C이면 B종인지부터 먼저 대조하면 빠르게 판단된다.

암기 포인트

A 105, E 120, B 130, F 155로 이어진다.

NoteBase

문 14. 유도전동기의 무부하 시험으로부터 얻을 수 있는 회로 정수는?

① 고정자 상저항

② 2차측 환산저항

③ 1차측 누설 리액턴스

④ 여자 임피던스

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기 등가회로에서 무부하 시험으로 구하는 여자분로 정수와 다른 시험으로 구하는 직렬분로 정수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

무부하 시험은 회전 손실과 철손을 포함한 무부하 전류를 이용해 여자분로의 성질, 즉 여자 임피던스나 여자 어드미턴스를 구하는 시험이다.
고정자 상저항은 보통 직류 저항 시험으로 구한다.
2차측 환산저항과 누설 리액턴스 성분은 구속 시험으로 구하는 직렬분로 정수이다.

선지별 해설

① X: 고정자 상저항은 권선의 저항값이므로 직류 저항 시험으로 구하는 것이 기본이다. 틀린 표현은 '무부하 시험으로부터'이다. 올바르게는 '고정자 상저항은 직류 저항 시험으로 구한다'이다.
② X: 2차측 환산저항은 회전자측 저항을 1차측으로 환산한 직렬분로 정수이다. 무부하 시험에서는 회전자 전류가 매우 작아 이 값을 직접 구하지 못한다. 틀린 표현은 '2차측 환산저항'이다. 올바르게는 '2차측 환산저항은 구속 시험으로 구한다'이다.
③ X: 1차측 누설 리액턴스는 직렬 누설 리액턴스의 일부로서 구속 시험에서 얻는 값이다. 무부하 시험은 누설분로보다 여자분로 파악에 쓰인다. 틀린 표현은 '1차측 누설 리액턴스'이다. 올바르게는 '누설 리액턴스 성분은 구속 시험으로 구한다'이다.
④ O: 무부하 시험에서는 입력전력, 전류, 전압으로부터 철손과 자화전류 성분을 반영한 여자분로 정수를 구할 수 있으므로 여자 임피던스를 얻을 수 있다.

오답 포인트

무부하 시험과 구속 시험이 모두 등가회로 정수 산정에 쓰인다는 점 때문에 직렬분로와 여자분로를 섞기 쉽다. 특히 ②와 ③은 등가회로 정수라는 점은 맞지만 시험 종류가 다르다는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 시험 문제가 나오면 먼저 무부하 시험은 여자분로, 구속 시험은 직렬분로, 직류 시험은 고정자 저항이라는 대응을 대입하면 된다. 여자, 철손, 자화전류가 보이면 무부하 시험 쪽으로 판단하면 된다.

암기 포인트

무부하는 여자, 구속은 누설과 환산저항, 직류는 고정자 저항이다.

NoteBase

문 15. 영구자석 동기전동기의 일반적인 장점으로 가장 옳지 않은 것은?

① 계자권선을 갖지 않으므로 구조가 단순해진다.

② 사이즈를 줄일 수 있기 때문에 전동기 중에서 가장 싸다.

③ 계자권선보다 공간을 덜 차지하므로 기기를 작게 만들 수 있다.

④ 계자손실이 일어나지 않으므로 효율이 높다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 영구자석 동기전동기가 계자권선형 동기전동기에 비해 갖는 일반적인 장점과 비용상 한계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

영구자석 동기전동기는 회전자에 영구자석을 사용하여 별도의 계자권선과 계자전원이 필요 없는 동기전동기이다. 계자권선형 동기전동기와 비교하면 계자권선, 슬립링, 브러시가 없어 구조가 단순하고 계자동손이 없어 효율이 높다. 다만 영구자석 재료비가 들어가므로 일반적으로 가장 싼 전동기라고 보기는 어렵다.

선지별 해설

1번 O: 영구자석형은 회전자에 계자권선을 감지 않으므로 계자전류를 공급하기 위한 장치가 줄어 구조가 단순해진다.
2번 X: 틀린 부분은 "전동기 중에서 가장 싸다"이다. 영구자석 동기전동기는 소형화에는 유리할 수 있지만 영구자석 자체의 가격 때문에 일반적으로 가장 저렴한 전동기라고 할 수 없다. 올바르게는 "사이즈를 줄일 수 있는 장점은 있으나 영구자석 비용 때문에 반드시 가장 싸지는 않다"이다.
3번 O: 영구자석은 계자권선과 그 부속 구조를 대체하므로 회전자 공간을 더 효율적으로 사용할 수 있어 기기를 소형화하기 쉽다.
4번 O: 계자권선에 전류를 흘리지 않으므로 계자동손이 발생하지 않아 효율이 높아지는 장점이 있다.

오답 포인트

소형화가 가능하다는 장점을 곧바로 가격이 가장 싸다는 결론으로 연결하면 2번에 속기 쉽다. 이 문항은 크기와 효율의 장점은 맞지만 자석 재료비까지 고려하면 가격 경쟁력은 별개라는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

영구자석 동기전동기 문제가 나오면 먼저 계자권선 유무를 본다. 계자권선이 없으면 구조 단순, 계자손실 감소, 고효율, 소형화는 장점으로 판단하고, 가격은 영구자석 재료비 때문에 무조건 저렴하다고 판단하지 않는다.

NoteBase

암기 포인트

영구자석형은 계자권선이 없어 단순·소형·고효율이고, 가격은 자석값 때문에 항상 유리한 것은 아니다.

문 16. 일반적인 DC 서보모터의 제어로 가장 옳지 않은 것은?

① 역률제어
② 속도제어
③ 토크제어
④ 위치제어

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 DC 서보모터의 대표 제어 대상이 무엇인지와 교류 전력 개념인 역률을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

위치제어는 목표 위치에 정확히 도달하도록 제어하는 방식이고, 속도제어는 회전속도를 일정하게 맞추는 방식이며, 토크제어는 발생 토크를 원하는 값으로 유지하는 방식이다. 역률제어는 교류 회로에서 전압과 전류의 위상관계를 조정해 역률을 개선하는 개념이므로 일반적인 DC 서보모터의 대표 제어로 보지 않는다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "역률제어"이다. 역률은 교류 회로의 유효전력 이용 정도를 나타내는 개념이어서 일반적인 DC 서보모터의 제어 항목이 아니다. 올바르게는 위치제어, 속도제어, 토크제어가 대표 제어이다.
② O: 속도제어는 서보모터의 기본 제어 방식이다. 목표 속도를 추종하도록 전압이나 전류를 조절하므로 옳다.
③ O: 토크제어도 서보모터의 대표 제어 방식이다. 부하 변화에 대응해 필요한 회전력을 제어하는 데 사용되므로 옳다.
④ O: 위치제어는 서보모터의 가장 전형적인 용도 중 하나이다. 피드백을 이용해 목표 각도나 목표 위치에 도달하게 하므로 옳다.

오답 포인트

서보모터라는 말에만 집중하면 제어 관련 용어는 모두 가능하다고 오해하기 쉽다. 그러나 역률은 DC 기기의 기계량 제어가 아니라 AC 전력계통의 위상 특성 개념이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

서보모터 문제에서는 먼저 제어 대상이 위치, 속도, 토크 같은 기계량인지 확인한다. 선택지에 역률, 주파수 보상처럼 교류 전력 품질 개념이 나오면 일반적인 DC 서보모터 제어와 구분해 판단한다.

암기 포인트

DC 서보모터는 위치·속도·토크를 제어하고, 역률은 AC 회로 개념이다.

NoteBase

문 17. 변압기 절연유와 관련된 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 열화방지를 위해 콘서베이터(conservator)를 설치한다.

② 공기나 습기에 노출되면 절연유의 절연내력이 저하된다.

③ 점도가 높고 비열이 큰 절연유를 선택한다.

④ 장기간에 걸친 열화방지를 위해 질소봉입기를 사용한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기 절연유의 요구 성질과 열화 방지 방법을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

절연유는 권선과 철심을 절연하면서 동시에 열을 외부로 운반하는 유체이다. 따라서 절연내력은 높아야 하고, 냉각을 위해서는 유동이 쉬운 낮은 점도가 유리하며, 산화와 수분 혼입은 억제되어야 한다.

선지별 해설

1번: O. 콘서베이터는 유온 변화에 따른 유면 변동을 흡수하고 외기와의 직접 접촉을 줄여 절연유의 산화와 흡습을 억제하므로 열화 방지에 도움이 된다.
2번: O. 절연유가 공기나 습기에 노출되면 수분과 산화생성물이 늘어나 절연내력이 저하된다.
3번: X. 틀린 부분은 "점도가 높고"이다. 절연유는 냉각을 위해 순환이 잘되어야 하므로 점도는 낮은 것이 유리하고, 비열은 큰 것이 유리하다. 올바르게는 "점도가 낮고 비열이 큰 절연유를 선택한다"이다.
4번: O. 질소봉입기는 절연유가 장기간 공기와 접촉하며 산화되는 것을 줄여 열화 방지에 사용된다.

오답 포인트

3번에서 절연 성능만 떠올리면 점도도 높을수록 좋다고 오해하기 쉽다. 그러나 절연유는 절연재이면서 냉각매체이므로 점도는 낮아야 순환과 방열이 유리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

절연유 선지는 절연 성능과 냉각 성능을 함께 본다. 절연내력은 높을수록 좋고, 냉각과 순환에 관련된 점도는 낮을수록 좋으며, 산화와 수분 혼입을 막는 장치가 함께 나오면 옳은 진술일 가능성이 크다.

암기 포인트

절연유는 절연내력은 높게, 점도는 낮게, 수분과 공기 접촉은 적게가 핵심이다.

NoteBase

문 18. 동기전동기의 특성 및 활용에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 전동기 철심은 자기포화되지 않으며, 출력이 일정한 상태이다.)

① 동기전동기는 전력계통에서 역률 보상형 동기 커패시터로 활용할 수 있다.

② 동기전동기를 전력계통의 역률 보상에 활용할 때에는 전동기의 정격 부하를 유지하여 운전해야 한다.

③ 계자전류를 조정하여 동기전동기의 운전 효율을 개선할 수 있어 전력변환기의 가격을 낮출 수 있다.

④ 부족여자 상태로 계자전류가 조정되면 동기전동기는 유도성 부하가 된다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기의 여자 상태에 따른 역률 특성과 동기조상기 활용 조건을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

동기조상기는 기계적 부하를 거의 걸지 않은 동기기를 여자 조정으로 무효전력을 공급하거나 흡수하게 하여 계통 역률을 보상하는 장치이다.
과여자 동기전동기는 진상전류를 흘려 커패시터처럼 동작하고, 부족여자 동기전동기는 지상전류를 흘려 유도성 부하처럼 동작한다.
출력이 일정할 때는 계자전류에 따라 전기자전류와 역률이 달라지며, 적정 여자점에서 전기자전류가 최소가 되어 변환기 용량 부담을 줄일 수 있다.

선지별 해설

1번: O. 동기전동기는 과여자 운전 시 진상 무효전력을 공급할 수 있으므로 전력계통에서 역률 보상용 동기조상기, 즉 동기 커패시터처럼 활용할 수 있다.
2번: X. 틀린 표현은 "정격 부하를 유지하여"이다. 역률 보상용으로 활용할 때의 핵심은 기계적 정격부하 유지 여부가 아니라 여자 조정에 따른 무효전력 제어이다. 실제로는 무부하 또는 경부하 상태에서 동기조상기로 운전하는 경우가 일반적이며, 정격 부하를 유지해야 하는 것은 아니다.
3번: O. 출력이 일정하고 철심이 포화되지 않는다면 계자전류 조정으로 역률을 개선하여 전기자전류를 줄일 수 있다. 그러면 같은 유효전력을 처리할 때 전력변환기가 감당해야 하는 전류 정격을 낮출 수 있어 변환기 용량과 가격을 줄일 수 있다.
4번: O. 부족여자 상태의 동기전동기는 지상전류를 흡수하므로 계통에서 보면 유도성 부하로 동작한다.

오답 포인트

역률 보상이라는 말을 보면 막연히 "부하를 정상적으로 많이 걸고 운전해야 보상이 된다"고 연결하기 쉽다.
그러나 이 문항의 함정은 기계적 부하 운전과 무효전력 보상 운전을 구분하지 못하게 만드는 데 있다. 동기조상기 용도에서는 정격 부하 유지가 본질 조건이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기 활용 문제가 나오면 먼저 여자 상태를 본다. 과여자이면 진상 무효전력 공급, 부족여자이면 지상 무효전력 흡수로 판단한다. 이어서 역률 보상 용도인지 기계적 동력 공급 용도인지를 나누면 정격 부하 유지 같은 표현의 옳고 그름이 정리된다.

암기 포인트

동기전동기에서 과여자는 커패시터, 부족여자는 인덕터, 동기조상기는 무부하·경부하 역률 보상이다.

NoteBase

문 19. 슬립이 0이 아닌 채로 운전 중인 유도기에 대하여 <보기>의 (가), (나)에 해당하는 부등호를 옳게 짝지은 것은?

<보기>
• 유도발전기: 회전자 속도 (가) 회전자계 속도
• 유도전동기: 회전자 속도 (나) 회전자계 속도

① (가): ≤, (나): ≤
② (가): ≤, (나): >
③ (가): <, (나): >
④ (가): >, (나): <

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 슬립의 부호에 따라 유도발전기와 유도전동기에서 회전자 속도와 회전자계 속도의 대소관계를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

유도발전기는 회전자가 동기속도보다 더 빨라서 전력을 계통으로 내보내는 운전 상태이며 슬립이 음수이므로 회전자 속도는 회전자계 속도보다 크다. 유도전동기는 회전자가 회전자계를 따라가며 기계출력을 내는 운전 상태이며 슬립이 양수이므로 회전자 속도는 회전자계 속도보다 작다. 이 문제는 슬립이 0이 아니라고 했으므로 등호는 성립하지 않는다.

선지별 해설

1번: X. 유도발전기에서 회전자 속도를 회전자계 속도 이하로 둔 부분이 틀리다. 발전 운전은 음의 슬립 상태이므로 회전자 속도 > 회전자계 속도이다. 또한 유도전동기에서 비록 회전자 속도 <= 회전자계 속도라고 쓰면 범위상 포함은 되지만, 문제에서 슬립이 0이 아니라고 했으므로 정확한 표현은 회전자 속도 < 회전자계 속도이다.
2번: X. 유도발전기 쪽의 부등호가 틀리다. 발전 운전은 동기속도를 넘어선 초동기속도 운전이므로 회전자 속도 > 회전자계 속도이다. 전동기 쪽의 >도 틀리다. 전동기는 양의 슬립으로 운전하므로 회전자 속도 < 회전자계 속도이다.
3번: X. 두 경우가 모두 반대로 짝지어져 있다. 유도발전기는 <가 아니라 >이고, 유도전동기는 >가 아니라 <이다.
4번: O. 유도발전기는 음의 슬립이어서 회전자 속도 > 회전자계 속도이고, 유도전동기는 양의 슬립이어서 회전자 속도 < 회전자계 속도이다.

NoteBase

오답 포인트

유도기의 슬립 정의는 $s = (n_s - n)/n_s$이므로 전동기에서는 $s > 0$, 발전기에서는 $s < 0$가 된다. 이 부호를 놓치면 발전기와 전동기의 대소관계를 서로 뒤집어 고르기 쉽다. 또한 슬립이 0이 아니라고 했으므로 <=처럼 등호가 포함된 표현도 정확한 정답이 될 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도기 속도 비교 문제는 먼저 슬립의 부호를 본다. $s > 0$이면 전동기이므로 회전자 속도 < 동기속도이고, $s < 0$이면 발전기이므로 회전자 속도 > 동기속도이다. 발문에 슬립이 0이 아니라는 조건이 있으면 등호는 모두 제외된다.

암기 포인트

전동기는 동기속도보다 느리고, 발전기는 동기속도보다 빠르다.

NoteBase

문 20. 3, 150/210[V]**인 두 변압기의 용량이 각각** 300[kVA]**와** 200[kVA]**이고, %임피던스 강하가 각각 2[%]와 3[%]일 때, 두 변압기의 병렬 합성용량의 근삿값**[kVA]**은?**

① 233

② 333

③ 433

④ 533

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 %임피던스가 다른 두 변압기를 병렬 운전할 때 부하 분담비와 과부하 한계를 이용해 병렬 합성용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 변압기 1은 300kVA, 2%이고 변압기 2는 200kVA, 3%이다.
구해야 할 값: 두 변압기의 최대 병렬 합성용량이다.
주의할 조건: 병렬 운전 시 부하분담은 실제 임피던스에 반비례하며, 같은 전압비에서는 실제 임피던스가 %Z/S에 비례한다.

사용할 공식

같은 전압비의 변압기 병렬 운전에서 부하분담비는
$\frac{S_1'}{S_2'} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{Z_{2\%}S_1}{Z_{1\%}S_2}$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 변압기의 2차 전압이 같으면 병렬 시 전류는 실제 임피던스에 반비례하고, %임피던스는 각자 정격 기준값이므로 같은 전압 기준의 실제 임피던스로 바꿔 비교해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 부하분담비를 구하면
$\frac{S_1'}{S_2'} = \frac{3 \times 300}{2 \times 200} = \frac{900}{400} = 2.25$
이다.
2. 따라서 두 변압기의 분담은 $S_1' : S_2' = 2.25 : 1$이다.
3. 정격비는 $300 : 200 = 1.5 : 1$인데 실제 분담비는 2.25:1이므로 300kVA 변압기가 먼저 정격에 도달한다.
4. $S_1' = 300$kVA일 때 $S_2' = 300/2.25 = 133.3$kVA이다.
5. 최대 병렬 합성용량은 $300 + 133.3 = 433.3$kVA이므로 근삿값은 433kVA이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 233kVA는 계산된 최대 병렬 합성용량 433.3kVA와 맞지 않는다. 올바르게는 약 433kVA이다.
2번 X: 333kVA는 부하분담비 2.25:1을 반영하지 못한 값이다. 올바르게는 300kVA 변압기가 먼저 한계에 도달할 때의 합계인 약 433kVA이다.
3번 O: 부하분담비가 2.25 : 1이므로 300kVA 변압기가 먼저 정격이 되고, 그때 다른 변압기는 133.3kVA를 부담하므로 합성용량은 약 433kVA이다.
4번 X: 533kVA는 두 변압기 정격 300kVA와 200kVA를 단순 합산한 값인데, %임피던스가 달라 부하가 정격비대로 나뉘지 않으므로 병렬 최대용량이 이렇게 되지 않는다. 올바르게는 약 433kVA이다.

오답 포인트

정격용량 300kVA와 200kVA를 그대로 더해 500kVA 근처로 보는 실수가 잦다. 이 문제의 함정은 %임피던스가 서로 달라 큰 변압기에 부하가 더 많이 몰린다는 점이며, 따라서 큰 변압기가 먼저 과부하가 된다는 판단이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 운전 용량 문제는 먼저 S/%Z 비로 부하분담 방향을 판단하고, 그다음 어느 변압기가 먼저 정격에 도달하는지를 본 뒤 그 시점의 다른 변압기 부담분을 더해 총용량을 구하면 된다.

암기 포인트

병렬 운전 최대용량은 단순 합이 아니라 부하분담비로 먼저 한계에 닿는 변압기를 찾는 문제이다.

NoteBase