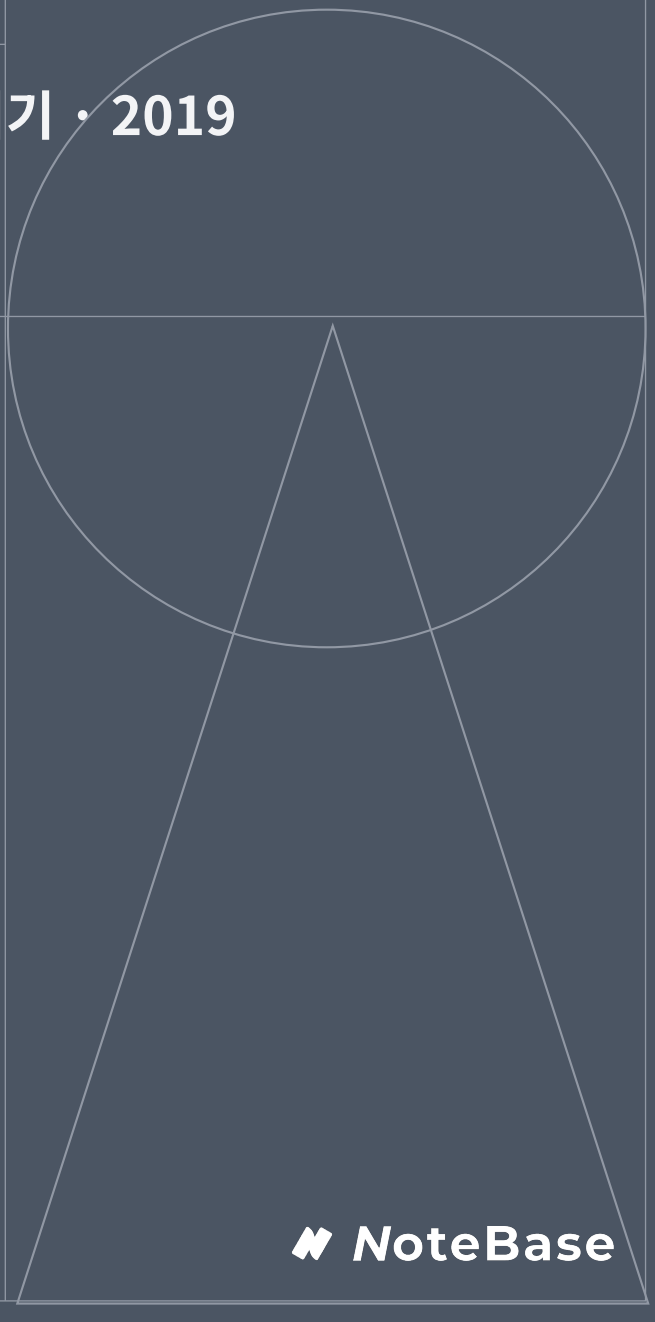
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2019

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2019

문 1. 전부하 슬립이 2[%]일 때, 2차 저항손이 80[W]인 3상 유도전동기가 있다. 이 전동기의 동기속도가 2,000[rpm]일 때, 토크[$N \cdot m$]는?

① $\frac{3}{\pi}$
② $\frac{30}{\pi}$
③ $\frac{60}{\pi}$
④ $\frac{120}{\pi}$

정답 3번

출제 포인트

유도전동기의 2차 동손과 슬립의 관계 $P_{cu2} = sP_2$, 그리고 토크식 $T = P_2/\omega_s$를 이용해 토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 슬립 $s = 0.02$, 2차 저항손 $P_{cu2} = 80W$, 동기속도 $n_s = 2000rpm$이다.
구해야 할 값: 토크 T이다.
주의할 조건: 2차 저항손은 공극전력의 s배이고, 토크는 공극전력을 동기각속도로 나누어 구한다.

사용할 공식

$P_{cu2} = sP_2$, $T = P_2/\omega_s$, $\omega_s = 2\pi n_s/60$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 2차 저항손과 슬립이 주어지면 공극전력 P_2를 먼저 구할 수 있고, 유도전동기의 토크는 그 공극전력을 동기각속도로 나누어 계산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $P_2 = \frac{P_{cu2}}{s} = \frac{80}{0.02} = 4000W$이다.
2. $\omega_s = 2\pi \times \frac{2000}{60} = \frac{200\pi}{3} rad/s$이다.
3. $T = \frac{P_2}{\omega_s} = \frac{4000}{200\pi/3} = \frac{60}{\pi} N \cdot m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ①의 $3/\pi$는 계산값과 다르다. 2차 저항손 $80W$에서 슬립 2%를 나누어 공극전력 $4000W$를 구해야 하므로, 올바른 값은 $60/\pi$이다.
② X: ②의 $30/\pi$는 계산값의 절반이어서 맞지 않는다. 문제 조건에서 공극전력을 절반으로 볼 근거가 없으므로, 올바른 값은 $60/\pi$이다.
③ O: $P_{cu2} = sP_2$로 공극전력을 구한 뒤 $T = P_2/\omega_s$를 적용하면 $T = 60/\pi N \cdot m$가 되므로 옳다.
④ X: ④의 $120/\pi$는 계산값의 두 배이므로 맞지 않는다. 동기각속도와 슬립 관계를 정확히 적용한 올바른 값은 $60/\pi$이다.

오답 포인트

2차 저항손 $80W$를 그대로 토크식에 넣거나, 슬립 2%를 곱할지 나눌지를 거꾸로 잡으면 오답이 된다. 또 rpm을 rad/s로 바꾸는 $\omega_s = 2\pi n_s/60$를 빠뜨리면 수치가 크게 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 계산형은 2차 동손에서 공극전력을 먼저 구하고, 그다음 동기각속도로 나누어 토크를 구하는 순서로 판단한다. 슬립은 동손이 공극전력에서 차지하는 비율이라는 점을 먼저 확인하면 식 선택이 바로 정리된다.

암기 포인트

2차 동손은 슬립× 공극전력이고, 토크는 공극전력/동기각속도이다.

NoteBase

문 2. 변압기의 2차측 부하전류가 I_2[A]일 때, 철손 10[W], 동손 20[W]이었다. 이 변압기가 최대효율이 되는 2차측 부하전류 I_2'[A]는? (단, 전압과 역률은 일정하며, 표유부하손은 무시한다)

① $\frac{I_2}{\sqrt{2}}$
② $\frac{I_2}{2}$
③ $\sqrt{2}I_2$
④ I_2

정답 1번

출제 포인트

변압기의 최대효율 조건인 철손과 동손의 일치를 이용해 2차측 부하전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 2차측 부하전류가 I_2일 때 철손은 10 W이다.
- 2차측 부하전류가 I_2일 때 동손은 20 W이다.

구해야 할 값:
- 최대효율이 되는 2차측 부하전류 I_2'

주의할 조건:
- 전압과 역률은 일정하다.
- 표유부하손은 무시한다.
- 철손은 거의 일정하고 동손은 전류의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

최대효율 조건은 철손 = 동손이다.
동손은 전류의 제곱에 비례하므로
$P_{cu}' = P_{cu}\left(\frac{I_2'}{I_2}\right)^2$
이다.
이 공식을 쓰는 이유:
변압기 효율은 부하가 변할 때 동손만 전류에 따라 변하고, 최대효율은 가변손인 동손이 고정손인 철손과 같아지는 지점에서 발생하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 최대효율 조건에서 동손은 철손과 같으므로 $P'_{cu} = 10W$이다.
2. 원래 부하전류 I_2에서 동손은 20 W이므로
$20\left(\frac{I'_2}{I_2}\right)^2 = 10$
이다.
3. 정리하면
$\left(\frac{I'_2}{I_2}\right)^2 = \frac{1}{2}$
이므로
$\frac{I'_2}{I_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
이다.
4. 따라서
$I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{2}}$
이다.

선지별 해설

① O
- 최대효율에서는 동손이 철손 10 W와 같아져야 한다.
- $20\left(\frac{I'_2}{I_2}\right)^2 = 10$을 만족하는 전류는 $\frac{I_2}{\sqrt{2}}$이므로 옳다.

② X
- $I'_2 = \frac{I_2}{2}$이면 동손은 $20 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 5W$가 된다.
- 이는 철손 10 W와 같지 않으므로 틀리다.
- 틀린 표현은 $\frac{I_2}{2}$이고, 올바르게는 $I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{2}}$이다.

③ X
- $I'_2 = \sqrt{2}I_2$이면 동손은 $20 \times (\sqrt{2})^2 = 40W$가 된다.
- 동손이 철손보다 훨씬 커져 최대효율 조건을 벗어나므로 틀리다.
- 틀린 표현은 $\sqrt{2}I_2$이고, 올바르게는 $I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{2}}$이다.

④ X
- $I'_2 = I_2$이면 동손은 그대로 20 W이다.
- 철손 10 W와 일치하지 않으므로 최대효율점이 아니다.
- 틀린 표현은 I_2이고, 올바르게는 $I'_2 = \frac{I_2}{\sqrt{2}}$이다.

NoteBase

오답 포인트

최대효율 조건을 철손 = 동손으로 두지 않고 단순히 현재 동손 20 W를 그대로 쓰는 경우가 많다. 또 동손이 전류에 비례한다고 착각하면 $\frac{I_2}{2}$나 I_2 같은 선택지를 고르기 쉽다. 이 문제의 함정은 동손이 전류의 제곱에 비례한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 최대효율 문제는 먼저 철손 = 동손 조건을 세운다. 그다음 현재 동손을 기준으로 전류비의 제곱을 연결해 $\left(\frac{I'}{I}\right)^2$를 구하면 된다.

암기 포인트

변압기 최대효율 조건은 철손 = 동손, 동손은 I^2에 비례한다.

NoteBase

문 3. 정격출력 6[kW], 단자전압 300[V]인 직류 분권발전기의 계자저항이 60[Ω]이다. 이 발전기의 무부하전압이 310[V]일 때, 전기자저항[Ω]은? (단, 전기자반작용과 브러시 접촉저항에 의한 전압강하는 무시한다)

① 0.4

② 0.5

③ 0.6

④ 0.7

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권발전기에서 부하전류, 계자전류, 전기자전류의 관계를 잡은 뒤 내부 전압강하로 전기자저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격출력 $6kW$, 단자전압 $300V$, 계자저항 60Ω, 무부하전압 $310V$이다.
구해야 할 값: 전기자저항 R_a이다.
주의할 조건: 전기자반작용과 브러시 접촉저항에 의한 전압강하를 무시하므로 내부 유기기전력은 무부하전압 $310V$로 본다. 분권발전기이므로 $I_a = I_L + I_f$이다.

사용할 공식

사용할 공식: $P = VI_L$, $I_f = V/R_f$, $I_a = I_L + I_f$, $E = V + I_aR_a$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직류 분권발전기는 출력과 단자전압으로 부하전류를 구하고, 계자전류를 더해 전기자전류를 만든 뒤, 유기기전력과 단자전압의 차이를 전기자저항에 걸리는 내부 전압강하로 보기 때문이다.

계산 과정

1. 부하전류는 $I_L = P/V = 6000/300 = 20A$이다.
2. 계자전류는 $I_f = V/R_f = 300/60 = 5A$이다.
3. 전기자전류는 $I_a = I_L + I_f = 20 + 5 = 25A$이다.
4. 무부하전압이 $310V$, 부하 시 단자전압이 $300V$이므로 전기자회로 내부 전압강하는 $10V$이다.
5. 따라서 $R_a = (310 - 300)/25 = 10/25 = 0.4\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 0.4Ω이므로 옳다.
② X: 0.5Ω는 10/20처럼 부하전류만 쓰고 분권계자전류 5A를 빠뜨렸을 때 나오는 값이다. 전기자전류는 25A이므로 전기자저항은 0.4Ω이어야 한다.
③ X: 0.6Ω는 전기자전류나 내부 전압강하를 잘못 잡아 나온 오답이다. 이 문항에서는 내부강하가 10V, 전기자전류가 25A이므로 올바른 값은 0.4Ω이다.
④ X: 0.7Ω는 분권발전기의 전류관계를 잘못 적용한 값이다. 분권발전기에서는 $I_a = I_L + I_f$이므로 전기자전류를 더 크게 잡아야 하며, 올바른 전기자저항은 0.4Ω이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 전기자전류를 부하전류 20A로만 보는 것이다. 분권발전기는 계자전류도 전기자에서 나와 단자 쪽으로 흐르므로 반드시 $I_a = I_L + I_f$로 잡아야 한다. 또 무부하전압과 단자전압의 차이 10V를 내부강하로 보는 조건을 놓치면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

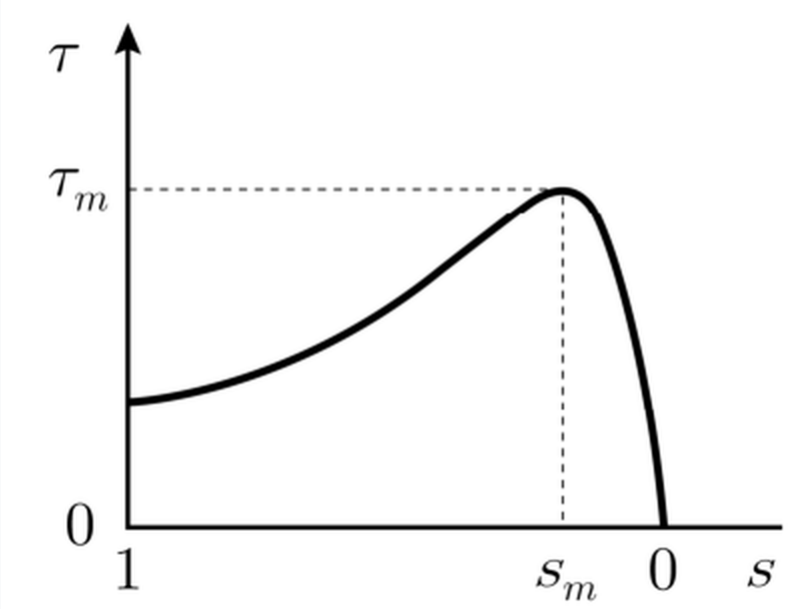
직류 분권발전기 저항 계산 문제는 먼저 P/V로 부하전류를 구하고, V/R_f로 계자전류를 구한 뒤, 분권발전기 관계식 $I_a = I_L + I_f$를 적용한다. 그다음 무부하전압과 부하전압의 차이를 내부강하로 두고 $R = \Delta V/I_a$로 마무리하면 된다.

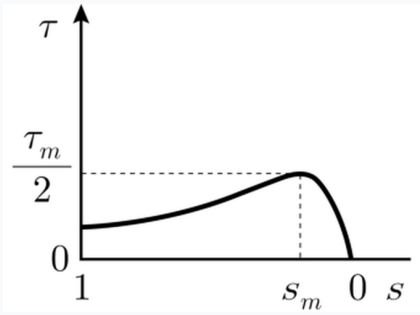
암기 포인트

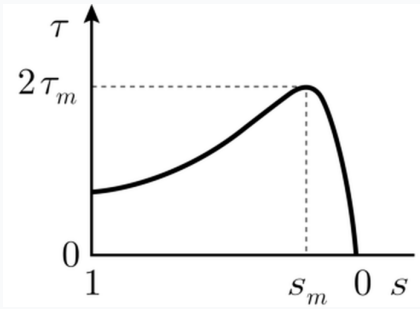
분권발전기에서는 $I_a = I_L + I_f$, 전기자저항은 $R_a = (E - V)/I_a$로 정리된다.

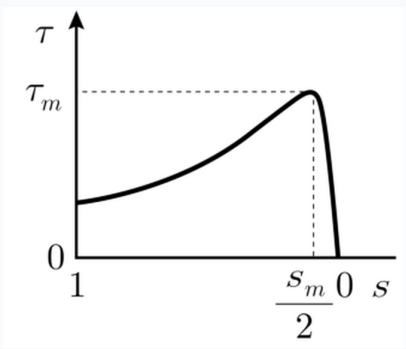
NoteBase

문 4. 다음은 3상 권선형 유도전동기의 2차저항이 r[Ω/phase]일 때의 슬립-토크 특성이다. 이 전동기의 2차저항을 $2r$[Ω/phase]로 변화시킨 경우, 슬립-토크 특성에 해당하는 것은? (단, τ는 토크이며, s는 슬립이다)



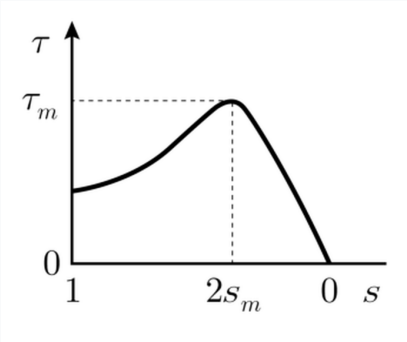
① 

② 

③ 

NoteBase

④



정답 4번

출제 포인트

권선형 유도전동기에서 2차저항이 변할 때 최대토크 T_m는 일정하고, 최대토크가 생기는 슬립 s_m은 2차저항에 비례하여 변한다는 점을 묻는 문제이다.

선지별 해설

1번: X. 최대토크가 $T_m/2$로 줄어든다고 본 점이 틀렸다. 2차저항을 r에서 $2r$로 늘려도 최대토크 T_m 자체는 변하지 않고, 최대토크가 생기는 슬립만 s_m에서 $2s_m$로 커진다.
2번: X. 최대토크가 $2T_m$로 커진다고 본 점이 틀렸다. 최대토크는 그대로 T_m이며, 꼭대기 위치도 s_m에 머무는 것이 아니라 $2s_m$로 바뀐다.
3번: X. 최대토크가 그대로라는 점은 맞지만, 최대토크 슬립이 $s_m/2$로 줄어든다고 본 점이 틀렸다. 최대토크 슬립은 2차저항에 비례하므로 절반이 아니라 두 배가 된다.
4번: O. 최대토크 조건은 $s_m = r_2/x_2$이므로 2차저항을 두 배로 하면 최대토크가 생기는 슬립도 $2s_m$이 된다. 반면 최대토크 T_m는 변하지 않으므로, 같은 높이의 꼭대기가 $2s_m$ 위치로 이동한 4번 그래프가 맞다.

오답 포인트

2차저항이 커지면 토크 곡선 전체 높이가 함께 커진다고 착각하기 쉽다. 이 문제의 핵심은 최대토크의 크기 변화가 아니라, 최대토크가 나타나는 슬립 위치가 s_m에서 $2s_m$로 이동한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기의 2차저항 변화 문제는 먼저 최대토크 슬립이 $s_m \propto r_2$인지, 최대토크 크기는 일정한지를 확인한 뒤 그래프에서 꼭대기의 높이와 위치만 비교하면 된다.

암기 포인트

2차저항 증가: 최대토크는 그대로, 최대토크 슬립은 비례 증가이다.

NoteBase

문 5. 3상의 출력이 100[kW]인 3상 비돌극형 동기발전기가 부하각 30°로 운전되고 있다. 1상의 단자전압이 400[V]일 때, 1상의 무부하 유도기전력[kV]은? (단, 1상의 동기리액턴스는 3[Ω]이고, 전기자저항의 크기는 무시한다)

① 0.45

② 0.50

③ 1.45

④ 1.50

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 3상 비돌극형 동기발전기의 전력각 공식 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$를 이용해 1상의 무부하 유도기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 3상 출력 100 kW, 전력각 $\delta = 30^\circ$, 1상 단자전압 $V = 400V$, 1상 동기리액턴스 $X_s = 3\Omega$
구해야 할 값: 1상의 무부하 유도기전력 E
주의할 조건: 전기자저항은 무시하므로 비돌극형 동기기의 전력각 식을 그대로 적용한다. 또한 문제의 전압은 1상 전압이므로 선간전압으로 바꾸지 않는다.

사용할 공식

$P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$
이 공식을 쓰는 이유: 비돌극형 동기발전기에서 전기자저항을 무시하면 3상 출력은 내부 유도기전력 E, 단자전압 V, 동기리액턴스 X_s, 전력각 δ로 이 식에 따라 결정된다.

계산 과정

1. 식을 E에 대해 정리하면 $E = \frac{PX_s}{3V\sin\delta}$ 이다.
2. 값을 대입하면 $E = \frac{100000 \times 3}{3 \times 400 \times \sin 30^\circ}$ 이다.
3. $\sin 30^\circ = 0.5$ 이므로 $E = \frac{300000}{600} = 500V = 0.50kV$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- 0.45 kV는 계산값과 다르다. 올바르게는 $0.50kV$이다.

② O

- 계산 결과가 $0.50kV$이므로 옳다.

③ X

- 1.45 kV는 계산값과 다르다. 올바르게는 $0.50kV$이다.

④ X

- 1.50 kV는 3상 출력식의 계수 3을 빠뜨리면 나오는 값이다. 이 문제는 3상 출력 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$를 써야 하므로 올바르게는 $0.50kV$이다.

오답 포인트

3상 총출력 식에서 계수 3을 빠뜨리거나, 문제에서 이미 1상 단자전압을 주었는데 선간전압으로 바꾸어 다시 계산하면 오답이 된다. 전력각 30 °에서 $\sin\delta$를 넣는 점도 자주 놓친다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 계산형 문제는 먼저 1상 값인지 3상 값인지 구분하고, 전기자저항 무시 여부를 확인한 뒤, 전력각 공식에 그대로 대입해 계산한다. 마지막에는 단위가 V인지 kV인지까지 검산한다.

암기 포인트

비돌극형 동기기에서 전기자저항을 무시하면 3상 출력은 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$ 이고, 1상 유도기전력은 $E = \frac{PX_s}{3V\sin\delta}$로 바로 정리된다.

NoteBase

문 6. 2차측에 저항부하를 연결한 단상변압기가 있다. 1차전류 1[A]가 흐를 때, 2차전류 4[A]와 부하 양단전압 200[V]가 발생하였다. 이 변압기의 저항부하 크기가 2배로 증가할 경우, 1차전류[A]는? (단, 1차측 공급전압은 일정하며, 변압기의 임피던스 및 손실은 무시한다)

① 0.5

② 1.0

③ 1.5

④ 2.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 이상변압기에서 1차 전압이 일정할 때 2차 저항부하 변화에 따라 2차전류와 1차전류가 어떻게 바뀌는지를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 초기 1차전류는 1A이다.
- 초기 2차전류는 4A이다.
- 초기 부하전압은 200V이다.

구해야 할 값:
- 저항부하가 2배가 되었을 때의 1차전류이다.

주의할 조건:
- 1차측 공급전압은 일정하다.
- 변압기 임피던스와 손실은 무시하므로 이상변압기로 본다.

사용할 공식

이상변압기에서는 입력전력과 출력전력이 같으므로 $V_1 I_1 = V_2 I_2$이다. 또한 1차 전압이 일정하고 변압기 내부 전압강하가 없으므로 2차 전압도 일정하게 유지된다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 손실과 임피던스를 무시한다고 했으므로 부하가 바뀌어도 전압비는 일정하고, 전류는 부하저항 변화에 따라 바뀐다.

NoteBase

계산 과정

1. 처음 부하저항은 $R = \frac{V_2}{I_2} = \frac{200}{4} = 50\Omega$이다.
2. 저항부하가 2배가 되면 새로운 저항은 100Ω이다.
3. 2차 전압은 그대로 200V이므로 새로운 2차전류는 $I_2' = \frac{200}{100} = 2A$이다.
4. 처음 조건에서 전력은 $V_2 I_2 = 200 \times 4 = 800$이므로 1차 전압은 $V_1 = \frac{800}{1} = 800V$이다.
5. 새로운 1차전류는 $I_1' = \frac{V_2 I_2'}{V_1} = \frac{200 \times 2}{800} = 0.5A$이다.

선지 1

① O

계산 결과 새로운 1차전류는 0.5A이다. 저항이 2배가 되면 2차전류는 절반이 되고, 이상변압기에서는 1차전류도 같은 비율로 절반이 된다.

선지 2

② X

1.0A는 부하저항이 바뀌어도 1차전류가 그대로라고 본 값이다. 이 문제에서는 2차 전압이 일정하므로 저항이 2배가 되면 2차전류가 4A에서 2A로 감소하고, 1차전류도 함께 줄어야 한다.

틀린 표현은 '1차전류가 그대로 1.0A이다'이고, 올바르게는 '1차전류는 0.5A로 감소한다'이다.

선지 3

③ X

1.5A는 저항 증가와 전류 감소의 반비례 관계를 제대로 적용하지 못한 값이다. 이상변압기에서는 부하저항이 2배가 되면 2차전류가 정확히 절반이 되어야 하므로 1차전류도 1A의 절반인 0.5A가 된다.

틀린 표현은 '1차전류가 1.5A이다'이고, 올바르게는 '1차전류는 0.5A이다'이다.

선지 4

④ X

2.0A는 저항이 2배가 되면 전류도 2배가 된다고 거꾸로 판단한 값이다. 저항부하에서는 $I = \frac{V}{R}$이므로 전압이 일정할 때 저항이 커지면 전류는 감소한다.

틀린 표현은 '1차전류가 2.0A이다'이고, 올바르게는 '저항이 2배가 되면 1차전류는 0.5A로 감소한다'이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 '1차측 공급전압은 일정'과 '임피던스 및 손실 무시' 조건을 놓치는 데 있다. 이 조건이면 2차 전압도 일정하게 보고, 저항이 2배이면 전류는 절반이라는 기본 관계를 바로 적용해야 한다. 저항 증가를 전류 증가로 거꾸로 연결하면 ④ 같은 오답이 나온다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

이상변압기 계산형 문제는 먼저 고정되는 전압이 무엇인지 확인하고, 다음에 $R = \frac{V}{I}$, $I = \frac{V}{R}$, $V_1 I_1 = V_2 I_2$ 순서로 연결해 판단한다. 전압이 일정한 저항부하에서는 저항과 전류가 반비례한다.

암기 포인트

이상변압기 + 전압 일정 + 저항 2배이면 전류는 1/2이다.

NoteBase

문 7. 3상 동기발전기의 출력단자에 대용량 커패시터가 부하로 연결되어 있을 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 증자작용이 발생한다.

② 전압변동률의 부호는 음(-)이다.

③ 전기자전류가 무부하 유도기전력에 비해 90° 앞선다.

④ 전기자전류에 의해 발생한 자속은 계자자속과 반대방향으로 형성된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기에 커패시터 부하가 연결될 때 전기자반작용의 방향, 전압변동률의 부호, 전류 위상관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기발전기에 대용량 커패시터가 부하로 연결되면 전기자전류는 진상전류가 되고, 이 전류가 만드는 전기자자속은 계자자속을 돕는 방향으로 작용하여 증자작용이 된다. 이때 단자전압은 상승하는 경향이 있어 전압변동률은 음(-)이 될 수 있다.

선지별 해설

① O. 커패시터 부하는 진상전류를 흘리므로 동기발전기에서는 전기자반작용이 계자자속을 보강하는 증자작용으로 나타난다.
② O. 커패시터 부하에서는 부하 시 단자전압이 무부하 전압보다 높아질 수 있으므로 전압변동률의 부호는 음(-)이 된다.
③ O. 순수 커패시터 부하를 가정하면 전기자전류는 단자전압보다 90° 앞선다. 이때 무부하 유도기전력 E_0는 단자전압과 거의 같은 기준축으로 보이므로 전기자전류가 E_0보다 90° 앞선다고 본다.
④ X. 틀린 부분은 "계자자속과 반대방향"이다. 커패시터 부하의 진상전류가 만드는 전기자자속은 계자자속을 약화시키는 것이 아니라 보강하므로, 올바르게는 "전기자전류에 의해 발생한 자속은 계자자속과 같은 방향으로 형성되어 증자작용을 한다"이다.

오답 포인트

지상전류일 때의 감자작용만 기계적으로 외우면 ④를 맞는 말로 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 부하가 커패시터라는 점이며, 커패시터 부하에서는 진상전류가 흘러 계자자속을 돕는 방향으로 전기자반작용이 생긴다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

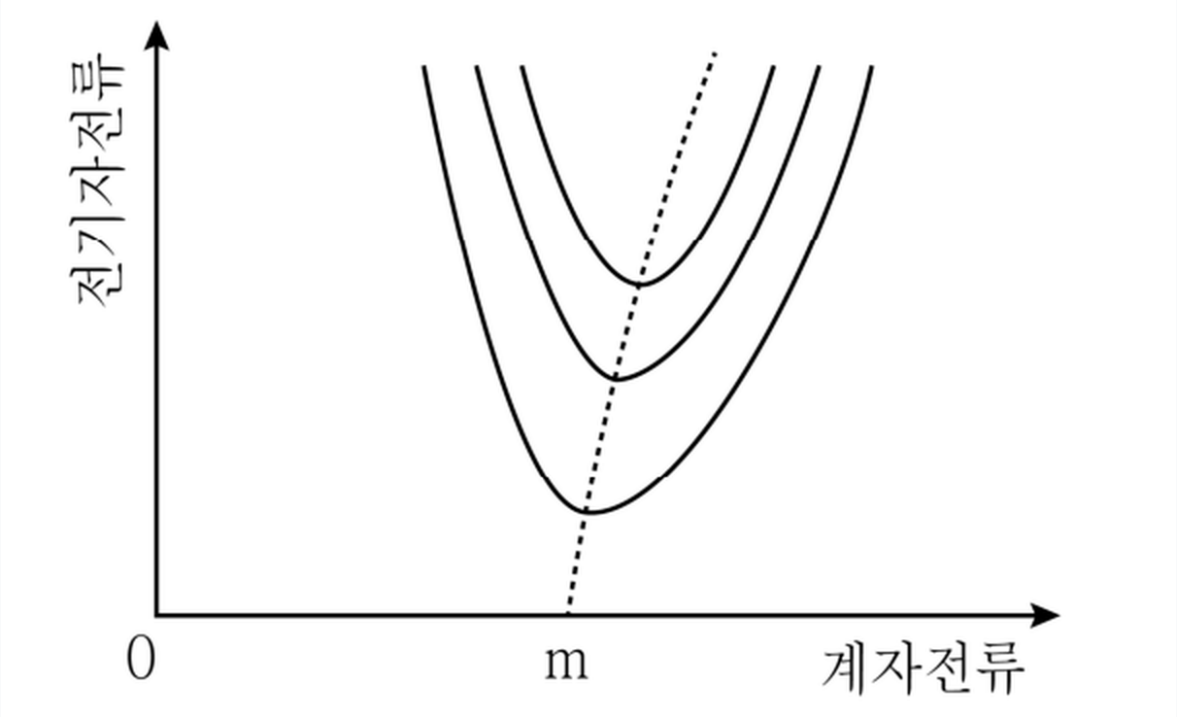
먼저 부하가 진상인지 지상인지로 전기자전류의 위상을 판단한다. 그다음 그 전류가 계자자속을 보강하는지 약화시키는지를 보면 증자작용과 감자작용, 전압변동률의 부호를 함께 정리할 수 있다.

암기 포인트

동기발전기에서 커패시터 부하 = 진상전류 = 증자작용 = 전압변동률 음(-)이다.

NoteBase

문 8. 그림과 같은 동기전동기의 V곡선에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 공급전압, 동기임피던스, 부하의 크기 및 1상분의 출력은 일정하고, m의 궤적은 역률 1에 해당한다)



① m보다 계자전류를 낮추면 부하각이 증가하여 전기자전류는 앞선전류가 된다.

② m보다 계자전류를 낮추면 부하각이 감소하여 전기자전류는 뒤진전류가 된다.

③ m보다 계자전류를 높이면 부하각이 증가하여 전기자전류는 뒤진전류가 된다.

④ m보다 계자전류를 높이면 부하각이 감소하여 전기자전류는 앞선전류가 된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기의 V곡선에서 최소 전기자전류점 *m*이 역률 1이라는 점을 기준으로, 계자전류 변화에 따른 부하각과 전기자전류의 위상 변화를 연결할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: m보다 계자전류를 낮추면 부족여자 상태가 되어 전기자전류는 뒤진전류가 된다. 또한 출력이 일정하면 내부 유기기전력 E가 작아지므로 부하각은 증가한다. 틀린 표현은 '앞선전류가 된다'이고, 올바르게는 '뒤진전류가 된다'이다.
2번 X: m보다 계자전류를 낮추면 부족여자이므로 전기자전류가 뒤진전류가 되는 점은 맞다. 그러나 출력이 일정할 때 E가 감소하면 $\sin\delta$가 커져야 하므로 부하각은 감소가 아니라 증가한다. 틀린 표현은 '부하각이 감소하여'이고, 올바르게는 '부하각이 증가하여'이다.
3번 X: m보다 계자전류를 높이면 과여자 상태가 되어 전기자전류는 앞선전류가 된다. 또한 E가 커지면 같은 출력을 내기 위한 부하각은 감소한다. 틀린 표현은 '부하각이 증가하여 전기자전류는 뒤진전류가 된다'이고, 올바르게는 '부하각이 감소하여 전기자전류는 앞선전류가 된다'이다.
4번 O: m보다 계자전류를 높이면 과여자 상태가 되어 동기전동기는 앞선전류를 취한다. 또 $P=\frac{VE}{X_s}\sin\delta$에서 출력 P, 공급전압 V, 동기임피던스가 일정하면 E가 증가할수록 부하각 δ는 감소한다. 따라서 '부하각이 감소하여 전기자전류는 앞선전류가 된다'는 설명이 맞다.

오답 포인트

V곡선의 좌우를 단순히 전류 크기 변화만으로 보면 틀리기 쉽다. m의 왼쪽은 부족여자이므로 뒤진전류이고 부하각은 커지며, 오른쪽은 과여자이므로 앞선전류이고 부하각은 작아진다는 묶음으로 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 m을 역률 1의 최소 전기자전류점으로 잡는다. 그다음 왼쪽이면 계자전류 감소이므로 부족여자·뒤진전류, 오른쪽이면 계자전류 증가이므로 과여자·앞선전류로 판단한다. 마지막으로 출력 일정식 $P=\frac{VE}{X_s}\sin\delta$를 적용해 E가 커지면 δ는 작아지고, E가 작아지면 δ는 커진다고 정리하면 된다.

암기 포인트

동기전동기 V곡선은 왼쪽 부족여자·뒤진전류·부하각 증가, 오른쪽 과여자·앞선전류·부하각 감소이다.

NoteBase

문 9. 다음은 3상 교류전동기의 회전자계에 대한 설명이다. ㉠~㉢에 들어갈 내용을 바르게 연결한 것은?

고정자에 3상 권선을 배치할 때, 각 상이 (㉠)적으로 전기각 120° 차이를 갖도록 배치하고, 각 상에 (㉡)적으로 전기각 120° 위상차를 갖는 평형 3상 전류를 인가하면, 각 상의 기자력 크기의 (㉢)배가 되는 합성기자력 크기를 갖고 한 방향으로 회전하는 자계가 발생한다. (단, 각 상의 턴 수 및 각 상의 전류 크기는 동일하고 권선계수는 1이다)

① ㉠: 시간, ㉡: 공간, ㉢: $\frac{3}{2}$
② ㉠: 공간, ㉡: 시간, ㉢: $\frac{2}{3}$
③ ㉠: 공간, ㉡: 시간, ㉢: $\frac{3}{2}$
④ ㉠: 시간, ㉡: 공간, ㉢: $\frac{2}{3}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 교류전동기의 회전자계에서 공간각과 시간 위상차를 구분하고, 합성기자력의 크기가 각 상 기자력의 $\frac{3}{2}$배가 된다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

공간: 고정자 3상 권선이 물리적으로 슬롯에 배치되는 위치 차이로, 각 상 권선축은 전기각 120도 공간적으로 떨어져 있다.
시간: 각 상에 인가되는 평형 3상 전류의 시간적 위상차로, 전류는 서로 전기각 120도 시간적으로 어긋난다.
합성기자력: 각 상 기자력이 합쳐져 일정한 크기로 회전하는 자계이며, 조건이 같으면 그 크기는 각 상 기자력의 $\frac{3}{2}$배이다. 즉 $F_r = \frac{3}{2}F_m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ㄱ을 시간, ㄴ을 공간으로 둔 부분이 틀리다.
- 고정자 권선 배치는 물리적 배치이므로 공간적 120도 차이이고, 전류의 위상차는 시간적 120도 차이이다.
- ㄷ의 $\frac{3}{2}$ 자체는 맞지만 ㄱ, ㄴ 연결이 틀려서 오답이다.

② X
- ㄷ의 $\frac{2}{3}$이 틀리다.
- 공간 배치와 시간 위상차의 연결은 맞지만, 합성기자력은 각 상 기자력의 $\frac{2}{3}$배가 아니라 $\frac{3}{2}$배이다.

③ O
- ㄱ은 공간, ㄴ은 시간으로 연결되어 맞다.
- 고정자 3상 권선은 공간적으로 전기각 120도 차이를 두고 배치되고, 평형 3상 전류는 시간적으로 전기각 120도 위상차를 가진다.
- 이때 합성기자력은 일정 크기의 회전자계를 만들며 크기는 각 상 기자력의 $\frac{3}{2}$배이므로 ㄷ도 맞다.

④ X
- ㄱ을 시간, ㄴ을 공간으로 바꾼 부분과 ㄷ의 $\frac{2}{3}$이 모두 틀리다.
- 올바르게는 ㄱ은 공간, ㄴ은 시간이며, 합성기자력의 크기는 각 상 기자력의 $\frac{3}{2}$배이다.

오답 포인트

이 문항은 공간각과 시간 위상차를 서로 바꿔 외우면 바로 틀리도록 만든 문제이다. 또 합성기자력의 배수를 $\frac{2}{3}$처럼 역수로 착각하기 쉽다는 점도 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선의 배치 위치를 묻으면 공간, 전류의 위상차를 묻으면 시간으로 판단한다. 그다음 3상 평형 전류가 만드는 회전자계의 합성기자력 크기는 각 상 기자력의 $\frac{3}{2}$배라는 기준으로 선지를 걸러내면 된다.

암기 포인트

3상 회전자계는 공간 120도, 시간 120도, 합성기자력은 $\frac{3}{2}$배로 정리된다.

NoteBase

문 10. 10[kVA], 3,300/200[V] 단상변압기의 %저항강하는 3[%]이고, %리액턴스강하는 4[%]이다. 이 변압기가 지상역률 60[%]에서 무부하 운전 시, 2차 단자전압[V]은?

① 190.0

② 190.4

③ 209.6

④ 210.0

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 전압변동률 식 $\%VR = \%R\cos\phi + \%X\sin\phi$를 이용해 무부하 시 2차 단자전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $\%R = 3\%$, $\%X = 4\%$, 지상역률 $\cos\phi = 0.6$
구해야 할 값: 무부하 시 2차 단자전압
주의할 조건: 지상역률이므로 리액턴스항을 더하고, 정격 2차 전압 $200V$를 기준으로 무부하 전압을 계산한다.

사용할 공식

전압변동률은 $\%VR = \%R\cos\phi + \%X\sin\phi$
이다.
지상역률에서는 저항강하와 리액턴스강하가 모두 전압강하 방향으로 작용하므로 두 항을 더한다. 또한 $\%VR = \frac{E_2 - V_2}{V_2} \times 100$이므로 무부하 전압 E_2는 부하전압 V_2보다 커진다.

계산 과정

1. 역률각에 대해 $\sin\phi = \sqrt{1 - 0.6^2} = 0.8$이다.
2. 전압변동률은 $\%VR = 3 \times 0.6 + 4 \times 0.8 = 1.8 + 3.2 = 5\%$이다.
3. 무부하 시 2차 단자전압은 $E_2 = V_2(1 + 0.05) = 200 \times 1.05 = 210.0V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과 무부하 전압은 $210.0V$이므로 $190.0V$와 맞지 않는다. 이 값은 전압강하 방향을 반대로 보아 정격 전압에서 빼는 식으로 처리한 오류에 가깝다. 틀린 표현은 $190.0V$이고, 올바르게는 $210.0V$이다.
② X: 계산 결과와 비교하면 $190.4V$는 오답이다. 지상역률에서 리액턴스항을 더해야 하는데 부호를 잘못 처리해 무부하 전압을 낮게 잡으면 이런 방향의 오답이 나온다. 틀린 표현은 $190.4V$이고, 올바르게는 $210.0V$이다.
③ X: 계산 결과와 비교하면 $209.6V$도 일치하지 않는다. 이는 전압변동률을 5%가 아니라 근사치로 잘못 계산하거나 중간 반올림을 잘못한 경우의 값이다. 틀린 표현은 $209.6V$이고, 올바르게는 $210.0V$이다.
④ O: 전압변동률이 5%이므로 무부하 전압은 $200 \times 1.05 = 210.0V$이다. 계산 결과와 정확히 일치하므로 옳다.

오답 포인트

지상역률과 진상역률을 혼동하면 리액턴스항의 부호를 반대로 넣게 된다. 또 전압변동률 정의에서 E_2가 무부하 전압, V_2가 부하 시 단자전압이라는 점을 놓치면 $200V$에서 빼는 오답으로 흐르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압변동 문제는 역률의 종류를 먼저 확인한 뒤 $\sin\phi$를 구하고, $\%R\cos\phi$와 $\%X\sin\phi$의 부호를 정한 다음, 마지막에 무부하 전압이 부하전압보다 큰지 작은지까지 검산하면 된다.

암기 포인트

지상역률이면 $\%R\cos\phi + \%X\sin\phi$, 진상역률이면 $\%R\cos\phi - \%X\sin\phi$이다.

NoteBase

문 11. 무부하전압 $210[V]$인 직류 분권전동기가 $\frac{3,000}{\pi}[rpm]$으로 회전하고 있을 때, $210[N \cdot m]$의 토크가 발생하고 있다. 이때, 전기자전류 $[A]$는? (단, 전기자반작용 및 브러시 접촉저항에 의한 전압강하, 철심의 자기포화현상은 무시한다)

① 100

② 200

③ 300

④ 400

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 무부하전압과 회전속도로 $k\Phi$를 구한 뒤 토크식 $T = k\Phi I_a$로 전기자전류를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 무부하전압 $E_0 = 210V$, 회전속도 $n = 3000/\pi rpm$, 토크 $T = 210N \cdot m$
구해야 할 값: 전기자전류 I_a
주의할 조건: 전기자반작용과 자기포화를 무시하므로 자속 Φ는 일정하다.

사용할 공식

$E = k\Phi\omega$, $T = k\Phi I_a$
같은 직류기에서 자속이 일정하면 전압식과 토크식의 $k\Phi$가 공통으로 유지되므로, 무부하전압으로 $k\Phi$를 구해 토크식에 바로 대입할 수 있다.

계산 과정

1. 각속도를 구하면 $\omega = 2\pi n/60 = 2\pi \times (3000/\pi)/60 = 100rad/s$이다.
2. 무부하전압으로부터 $k\Phi = E_0/\omega = 210/100 = 2.1$이다.
3. 토크식에 대입하면 $I_a = T/(k\Phi) = 210/2.1 = 100A$이다.

선지 판단

1번 O: 계산 결과 전기자전류는 $100A$이므로 맞다.
2번 X: $200A$이면 토크가 $T = k\Phi I_a = 2.1 \times 200 = 420N \cdot m$가 되어 주어진 $210N \cdot m$와 맞지 않는다. 전기자전류는 $200A$가 아니라 $100A$이다.
3번 X: $300A$이면 토크가 $630N \cdot m$가 되어 조건보다 3배 크다. 전기자전류는 $300A$가 아니라 $100A$이다.
4번 X: $400A$이면 토크가 $840N \cdot m$가 되어 조건과 전혀 맞지 않는다. 전기자전류는 $400A$가 아니라 $100A$이다.

NoteBase

오답 포인트

회전속도 rpm를 각속도 rad/s로 바꾸지 않으면 $k\Phi$를 잘못 구하게 된다. 또 무부하전압에서 얻은 $k\Phi$를 토크식으로 연결하지 못하면 숫자만 보고 큰 전류를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

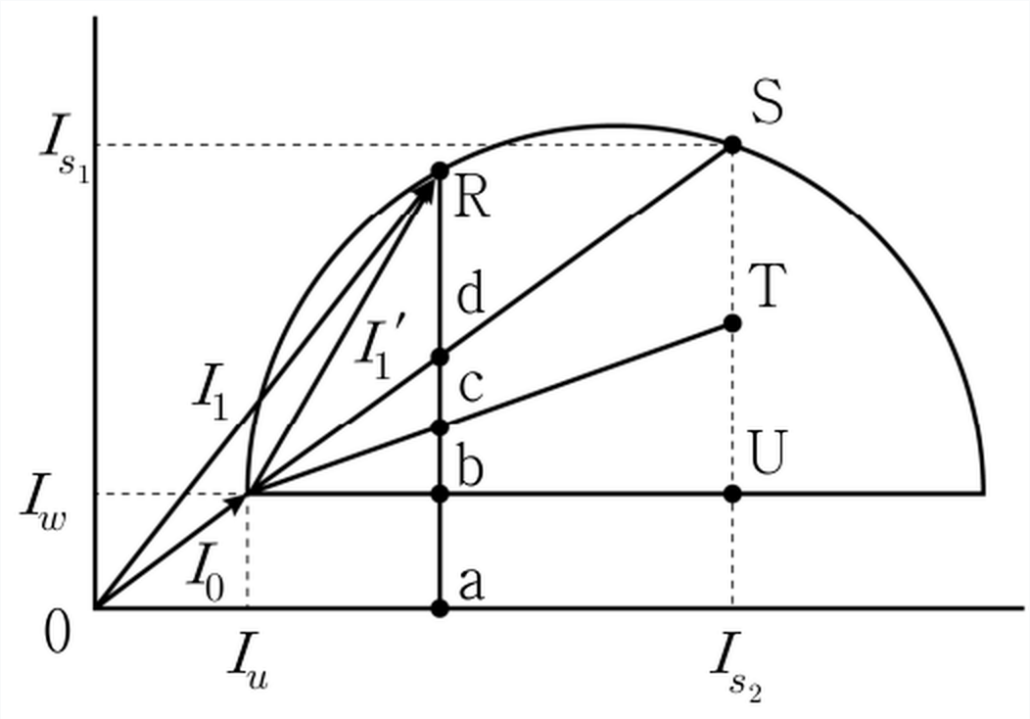
직류기 계산형은 먼저 $rpm \rightarrow rad/s$ 변환을 하고, 다음에 $E = k\Phi\omega$로 $k\Phi$를 구한 뒤, 마지막에 $T = k\Phi I_a$로 전류를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직류기에서 자속이 일정하면 E와 T는 같은 $k\Phi$로 연결되므로, 무부하전압으로 $k\Phi$를 구해 토크식에 넘기면 된다.

NoteBase

문 12. 다음은 3상 유도전동기의 원선도이다. 전동기가 R점에서 운전 중일 때, 슬립과 전체효율은? (단, I_w, I_u, I_{s1}, I_{s2}는 유도전동기의 특성시험에 의해서 구해진 무부하전류 및 구속전류의 유효분과 무효분이며, 기계손은 무시한다)



① 슬립: $\frac{\overline{cd}}{\overline{Rc}}$, 전체효율: $\frac{\overline{Rd}}{\overline{Ra}}$
② 슬립: $\frac{\overline{bc}}{\overline{Rb}}$, 전체효율: $\frac{\overline{Rd}}{\overline{Ra}}$
③ 슬립: $\frac{\overline{bc}}{\overline{Rb}}$, 전체효율: $\frac{\overline{Rd}}{\overline{Rc}}$
④ 슬립: $\frac{\overline{cd}}{\overline{Rc}}$, 전체효율: $\frac{\overline{Rd}}{\overline{Rc}}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기 원선도에서 입력, 2차입력, 회전자동손, 출력을 나타내는 선분을 구분하여 슬립 s=(2차동손)/(2차입력)과 전체효율 =(출력)/(입력)을 읽는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

1번: O. R점에서 aR은 입력, cR은 2차입력, cd는 회전자동손, dR은 출력이다. 기계손을 무시하므로 슬립은 $s = \frac{cd}{cR}$, 전체효율은 $\eta = \frac{dR}{aR}$이다.
2번: X. bc는 고정자동손에 해당하므로 슬립의 분자가 아니다. 올바르게는 슬립은 $\frac{cd}{cR}$, 전체효율은 $\frac{dR}{aR}$이다.
3번: X. 슬립을 $\frac{bc}{Rb}$로 둔 것이 틀리고, $\frac{dR}{cR}$는 전체효율이 아니라 2차입력 대비 출력비로서 $1 - s$에 해당한다. 올바르게는 슬립은 $\frac{cd}{cR}$, 전체효율은 $\frac{dR}{aR}$이다.
4번: X. 슬립 $\frac{cd}{cR}$는 맞지만, 전체효율의 분모는 총입력 aR이어야 한다. $\frac{dR}{cR}$는 전체효율이 아니라 회전자 입력 대비 출력비이다. 올바르게는 전체효율은 $\frac{dR}{aR}$이다.

오답 포인트

cR와 aR를 구분하지 않으면 $1 - s$와 전체효율을 혼동한다. 또 bc를 회전자동손으로 잘못 읽으면 슬립을 틀리게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

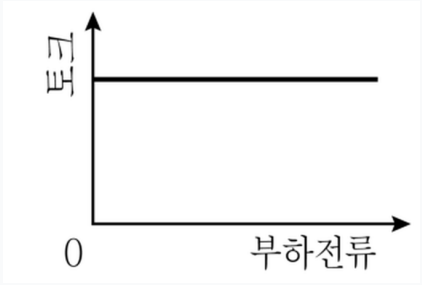
원선도 수직선에서 아래에서 위로 손실과 출력을 나누어 읽는다. 이때 슬립은 회전자동손/2차입력, 전체효율은 출력/입력으로 바로 대응시키면 된다.

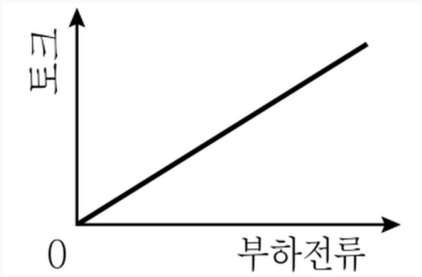
암기 포인트

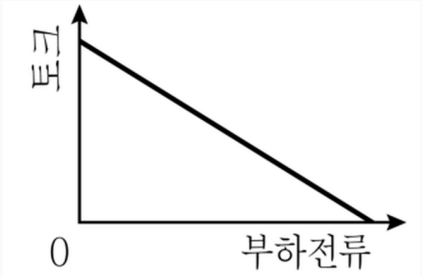
유도전동기 원선도에서는 s=(2차동손)/(2차입력), =(출력)/(입력)이다.

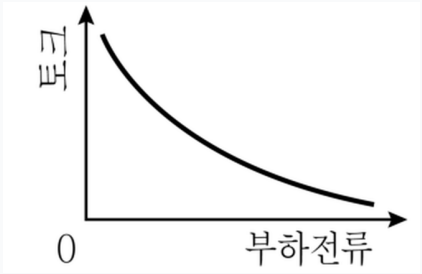
NoteBase

문 13. 직류 타여자전동기의 부하전류에 대한 토크특성으로 옳은 것은? (단, 단자전압, 계자전류 및 전기자저항은 일정하고, 전기자반작용은 무시한다)

① 

② 

③ 

④ 

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 타여자전동기에서 계자자속 ϕ가 일정하고 부하전류를 토크를 만드는 전기자전류로 볼 때, 토크 T가 전류에 비례한다는 관계를 그래프로 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- 수평선은 부하전류가 변해도 토크가 일정하다는 뜻인데, 타여자전동기는 $T = k\phi I_a$이므로 ϕ가 일정하면 토크는 전류와 함께 증가한다.
- 틀린 표현은 '토크가 전류와 무관하게 일정하다'이다. 올바르게는 '토크가 부하전류에 비례하여 직선적으로 증가한다'이다.

② O

- 계자전류가 일정하므로 자속 ϕ는 일정하고, 전기자반작용도 무시하므로 $T = k\phi I_a$에서 토크는 부하전류에 정비례한다. 따라서 원점을 지나는 우상향 직선이 맞다.

③ X

- 우하향 직선은 전류가 커질수록 토크가 감소한다는 뜻인데, 이는 직류 타여자전동기의 전자토크식과 반대이다.
- 틀린 표현은 '부하전류 증가 시 토크 감소'이다. 올바르게는 '부하전류 증가 시 토크 증가'이다.

④ X

- 감소 곡선은 전류 증가에 따라 토크가 비선형으로 줄어드는 특성인데, 문제 조건에서는 자속 변화가 없으므로 이런 감소 특성이 나오지 않는다.
- 틀린 표현은 '비선형 감소 특성'이다. 올바르게는 '자속 일정 조건에서는 원점을 지나는 직선 증가 특성'이다.

오답 포인트

회전속도 특성과 토크 특성을 혼동하면 오답이 된다. 타여자전동기에서는 속도는 $n \propto (V - I_a R_a)/\phi$로 전류가 늘수록 낮아질 수 있지만, 토크는 $T = k\phi I_a$로 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기에서 토크를 묻고 계자전류 일정, 전기자반작용 무시 조건이 보이면 먼저 $T = k\phi I_a$를 적용한다.
그다음 ϕ가 일정한지만 확인하면 토크-전류 그래프는 원점을 지나는 직선 증가로 판단된다.

암기 포인트

타여자전동기 토크는 자속 일정이면 전류 비례, 속도는 전류 증가 시 감소 경향으로 정리된다.

NoteBase

문 14. 1상분의 기전력이 800[V]인 A, B 두 대의 3상 동기발전기를 무부하로 병렬 운전 중 두 발전기의 기전력의 위상차가 30° 발생하였다. 이때 A발전기에서 B발전기로 공급되는 1상의 유효전력이 80[kW]라면, 동기임피던스[Ω]는? (단, 두 발전기의 1상분 기전력의 크기와 파형, 동기임피던스의 크기는 같다)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 위상차가 있는 두 동일 동기발전기 사이의 순환 유효전력을 이용해 동기임피던스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1상 기전력 $E = 800V$, 위상차 $\delta = 30^\circ$, A에서 B로 전달되는 1상 유효전력 $P = 80kW$이다.
구해야 할 값: 각 발전기의 동기임피던스 X_s의 크기이다.
주의할 조건: 두 발전기의 기전력 크기는 같고 동기임피던스도 같으므로 전달 리액턴스는 $X_s + X_s = 2X_s$로 본다.

사용할 공식

1상 기준 순환 유효전력은 $P = \frac{E^2}{2X_s}\sin\delta$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 두 발전기의 내부 기전력 크기는 같고 위상만 δ만큼 다르므로 병렬 운전 시 순환전력이 생긴다. 각 발전기 내부에 X_s가 하나씩 있으므로 등가 전달 리액턴스가 $2X_s$가 된다.

계산 과정

1. $80kW = 80{,}000W$, $\sin 30^\circ = 0.5$이다.
2. 식에 대입하면 $80{,}000 = \frac{800^2 \times 0.5}{2X_s}$이다.
3. 따라서 $X_s = \frac{800^2 \times 0.5}{2 \times 80{,}000} = \frac{640{,}000 \times 0.5}{160{,}000} = 2\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

1번: X. 1Ω가 되려면 분모의 $2X_s$를 잘못 처리하거나 전력식을 한 번 더 절반으로 줄인 셈이 된다. 올바르게는 동기임피던스는 2Ω이다.
2번: O. $X_s = \frac{800^2 \times 0.5}{2 \times 80{,}000} = 2\Omega$이므로 조건과 일치한다.
3번: X. 3Ω는 주어진 수치를 정확히 대입해서는 나오지 않는다. 위상차 30°에서 $\sin 30^\circ = 0.5$를 적용하면 결과는 2Ω이다. 올바르게는 동기임피던스는 2Ω이다.
4번: X. 4Ω는 $P = \frac{E^2}{X_s}\sin\delta$처럼 두 발전기의 전달 리액턴스 $2X_s$를 빠뜨리면 나오는 값이다. 올바르게는 동기임피던스는 2Ω이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 두 발전기가 각각 X_s를 가진다는 점을 놓치고 전달 리액턴스를 $2X_s$가 아니라 X_s로 두는 것이다. 이 실수를 하면 4번이 나온다. 또 문제의 전력이 3상 전체가 아니라 1상 유효전력이라는 점도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일한 두 동기기의 병렬 순환전력 문제는 먼저 1상 기준인지 확인한 다음, $P = \frac{E_1 E_2}{X_{eq}}\sin\delta$에서 $X_{eq} = X_{s1} + X_{s2}$를 넣어 계산하면 된다.

암기 포인트

크기가 같은 두 동기기의 위상차 순환전력은 $P = \frac{E^2}{2X_s}\sin\delta$로 정리된다.

NoteBase

문 15. 전동차를 구동하고 있는 3상 유도전동기를 발전기 모드로 동작시켜 제동하는 조건에 해당하는 것은?

① 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수와 같게 한다.

② 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수보다 작게 한다.

③ 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수보다 크게 한다.

④ 고정자 전원주파수 가변으로는 제동할 수 없다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 전동기 운전과 발전기 운전의 차이, 즉 슬립의 부호가 어떻게 바뀌는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전동기 운전: 고정자 전원주파수가 만드는 동기속도가 회전자 속도보다 큰 상태이다. 키워드는 양의 슬립이다.
발전기 운전(회생제동): 회전자 속도가 동기속도보다 큰 상태로, 유도전동기가 기계적 에너지를 전기적 에너지로 되돌려 보내는 상태이다. 키워드는 음의 슬립이다.
고정자 전원주파수: 동기속도를 결정하는 값이므로 이 주파수를 낮추면 기존에 달리던 회전자 속도가 동기속도보다 커져 회생제동 상태가 될 수 있다.

선지별 해설

① X: 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수와 같게 하면 동기속도와 회전자 속도가 같은 상태가 되어 슬립이 0이 된다. 슬립이 0이면 유도기전력이 생기지 않아 제동 토크를 기대할 수 없다. 틀린 표현은 "같게"이다. 올바르게는 "회전자의 회전주파수보다 작게"이다.
② O: 회생제동은 회전자 속도가 동기속도보다 큰 상태, 즉 슬립이 음수가 되는 상태에서 이루어진다. 따라서 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수보다 작게 하여 동기속도를 낮추면 발전기 모드로 들어가 제동할 수 있다.
③ X: 고정자 전원주파수를 회전자의 회전주파수보다 크게 하면 동기속도가 더 커지므로 보통 양의 슬립의 전동기 운전 상태가 된다. 틀린 표현은 "크게"이다. 올바르게는 "작게"이다.
④ X: 유도전동기의 회생제동은 가변 전원주파수 제어에서 대표적으로 사용된다. 전원주파수를 낮춰 음의 슬립을 만들면 되므로 가변으로는 제동할 수 없다는 말은 틀리다. 틀린 표현은 "제동할 수 없다"이다. 올바르게는 "전원주파수를 가변하여 회생제동할 수 있다"이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 "같게"와 ③의 "크게"를 보면 동기속도와 실제 회전자 속도의 대소관계를 반대로 잡기 쉽다. 회생제동은 속도를 높이는 쪽이 아니라 동기속도를 더 낮춰서 실제 속도가 이를 앞지르게 만드는 운전이라는 점에서 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기의 제동 문제는 먼저 동기속도를 누가 정하는지부터 본다. 동기속도는 고정자 전원주파수가 정하고, 회생제동은 실제 회전자 속도가 그 동기속도보다 큰 음의 슬립 상태이면 성립한다.

암기 포인트

유도전동기 회생제동은 전원주파수를 낮춰 동기속도를 내리고, 실제 속도가 이를 추월하면 성립한다.

NoteBase

문 16. 기전압에 대한 속도비가 $10[\mathrm{rpm}/V]$인 직류 타여자발전기가 있다. 이 발전기에 $10[A]$의 전기자전류가 흐르고 있을 때, 발전기에서 발생하는 역토크 $[N \cdot m]$는? (단, 역토크는 발전기의 회전방향과 반대방향으로 발생하는 토크이다)

① $\frac{0.3}{\pi}$

② $\frac{3}{\pi}$

③ $\frac{30}{\pi}$

④ $\frac{300}{\pi}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 타여자발전기에서 기전력 상수와 토크 상수가 SI 단위에서 같다는 관계를 이용해 역토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기전압에 대한 속도비 $n/E = 10rpm/V$, 전기자전류 $I_a = 10A$이다.
구해야 할 값: 역토크 T이다.
주의할 조건: rpm을 rad/s로 바꾸어 기전력 상수 $K = E/\omega$를 구해야 한다.

사용할 공식

사용 공식은 $E = K\omega$, $T = KI_a$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직류기에서는 SI 단위에서 기전력 상수와 토크 상수가 같으므로, 속도비로부터 K를 구하면 바로 역토크를 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 속도비 $n/E = 10rpm/V$이므로 $E/n = 0.1V/rpm$이다.
2. $\omega = 2\pi n/60$이므로 $K = E/\omega = (E/n)(n/\omega) = 0.1 \times 60/(2\pi) = 3/\pi$이다.
3. 따라서 역토크는 $T = KI_a = (3/\pi) \times 10 = 30/\pi N \cdot m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $0.3/\pi N \cdot m$는 계산값보다 100배 작다. 전기자전류 $10A$를 곱하지 않았거나 기전력 상수를 한 번 더 10으로 나눈 값에 해당한다. 틀린 수치 → 올바르게는 $30/\pi N \cdot m$이다.
② X: $3/\pi N \cdot m$는 기전력 상수 K 자체의 값이다. 토크는 $T = KI_a$이므로 전기자전류 $10A$를 곱해야 한다. 틀린 수치 → 올바르게는 $30/\pi N \cdot m$이다.
③ O: $K = 3/\pi$이고 $I_a = 10A$이므로 $T = (3/\pi) \times 10 = 30/\pi N \cdot m$가 된다. 역토크는 회전방향과 반대방향으로 작용하는 토크이므로 크기는 이 값이 맞다.
④ X: $300/\pi N \cdot m$는 전류를 한 번 더 10배 크게 보거나 $rpm \rightarrow rad/s$ 변환을 반대로 처리한 과대계산이다. 틀린 수치 → 올바르게는 $30/\pi N \cdot m$이다.

오답 포인트

속도비 $10rpm/V$를 곧바로 토크 상수로 쓰면 안 된다. 먼저 E/n으로 뒤집고, 다시 rpm을 rad/s로 환산한 뒤 $T = KI_a$를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 계산형은 n/E 또는 E/n이 주어지면 먼저 $E = K\omega$ 꼴의 상수 K로 바꾼 다음, 발전기 역토크는 $T = KI_a$로 연결해 판단한다.

암기 포인트

직류기에서 SI 단위 기준으로 $E = K\omega$, $T = KI_a$이며, 기전력 상수와 토크 상수는 같은 K를 쓴다.

NoteBase

문 17. 정격용량 20[kVA], **철손** 1,875[W], **동손** 5,000[W]**인 단상변압기가 있다. 이 변압기가 24시간 기준으로 다음과 같이 사용되었을 때, 1일 동안의 전체 출력량**[kWh]**은?**

부하[%]	0	40	80	100
역률(지상)	–	0.60	0.80	0.85
사용시간[h]	8	5	5	6

① 165

② 190

③ 215

④ 240

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 부하율과 역률로 각 시간대의 유효출력을 구한 뒤, 이를 적산하여 1일 전체 출력량을 구하는 문제이다.

조건 정리

정격용량은 $20kVA$이다.
철손 $1,875W$와 동손 $5,000W$는 입력량이나 효율 계산에 쓰이는 값이며, 발문이 묻는 출력량에는 직접 더하지 않는다.
무부하 $8h$, 40% 부하 $5h$, 80% 부하 $5h$, 100% 부하 $6h$이다.
각 부하에서의 역률은 순서대로 없음, 0.60, 0.80, 0.85이다.

사용할 공식

출력 전력은 $P = S \times \cos\theta$이다.
출력량은 $E = P \times t$이다.
이 문제는 변압기의 각 시간대 유효출력을 구해 시간을 곱한 뒤 모두 더하면 되므로, 피상전력 S에 역률을 곱해 유효전력으로 바꾼 후 적산한다.

NoteBase

계산 과정

1. 무부하 $8h$에서는 부하에 전달되는 출력이 없으므로 출력량은 $0kWh$이다.
2. 40% 부하에서는 $P = 20 \times 0.4 \times 0.60 = 4.8kW$이므로 출력량은 $4.8 \times 5 = 24kWh$이다.
3. 80% 부하에서는 $P = 20 \times 0.8 \times 0.80 = 12.8kW$이므로 출력량은 $12.8 \times 5 = 64kWh$이다.
4. 100% 부하에서는 $P = 20 \times 1.0 \times 0.85 = 17kW$이므로 출력량은 $17 \times 6 = 102kWh$이다.
5. 전체 출력량은 $0 + 24 + 64 + 102 = 190kWh$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 전체 출력량은 $190kWh$이다. $165kWh$는 각 부하 구간의 유효출력을 정확히 적산한 값이 아니다. 틀린 표현은 $165kWh$이고, 올바르게는 전체 출력량이 $190kWh$이다.
② O: 40%, 80%, 100% 부하 구간의 출력량이 각각 $24kWh$, $64kWh$, $102kWh$이므로 합계는 $190kWh$이다. 무부하 $8h$는 철손이 발생해도 출력량은 $0kWh$이다.
③ X: 발문은 손실을 포함한 입력량이 아니라 출력량을 묻는다. $215kWh$는 손실값을 출력량 계산에 섞을 때 나올 수 있는 오답이다. 틀린 표현은 $215kWh$이고, 올바르게는 손실을 제외한 부하 출력의 합인 $190kWh$이다.
④ X: $240kWh$는 역률을 무시하고 $8kVA$, $16kVA$, $20kVA$를 그대로 시간에 곱한 값인 $8 \times 5 + 16 \times 5 + 20 \times 6 = 240$에서 나오는 오답이다. 틀린 표현은 $240kWh$이고, 올바르게는 $P = S\cos\theta$를 적용한 $190kWh$이다.

오답 포인트

철손과 동손이 제시되어 있어 입력량이나 손실에너지까지 더하고 싶어지는 함정이 있다. 또 변압기 정격이 kVA이므로 역률을 곱하지 않고 그대로 시간 적산하면 $240kWh$라는 오답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 출력량 문제는 먼저 발문이 출력량인지 입력량인지 구분한 뒤, 각 시간대마다 $S \rightarrow P$로 바꾸기 위해 역률을 곱하고 마지막에 시간 적산을 한다. 손실값은 출력량 문제가 아니면 배제한다.

암기 포인트

변압기 출력량은 kVA를 바로 더하지 않고 반드시 $P = S\cos\theta$로 바꾼 뒤 kWh로 적산한다.

NoteBase

문 18. 단상 유도전동기의 고정자 주권선에서 발생하는 교번자속은 정상분자속과 역상분자속으로 나뉜다. 이 두 자속의 크기와 방향은?

① 크기: 다르다, 방향: 반대방향

② 크기: 다르다, 방향: 동일방향

③ 크기: 같다, 방향: 반대방향

④ 크기: 같다, 방향: 동일방향

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단상 유도전동기의 교번자속을 2회전자계설로 분해할 때 정상분자속과 역상분자속의 상대적 크기와 회전 방향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

단상 유도전동기의 고정자 주권선에 흐르는 교류로 생기는 교번자속은 정지한 하나의 자속처럼 보이지만, 해석할 때는 서로 반대 방향으로 회전하는 두 자속으로 나눈다.
정상분자속은 정회전하는 자속이고, 역상분자속은 역회전하는 자속이다.
두 자속의 크기는 서로 같고, 원래 교번자속을 기준으로 각각 $\phi/2$로 본다.
따라서 두 자속의 비교 결과는 크기는 같고 방향은 반대방향이다.

선지별 해설

① X. 방향이 반대방향이라는 점은 맞지만, 틀린 부분은 '크기 다르다'이다. 실제로는 정상분자속과 역상분자속의 크기는 같다.
② X. 틀린 부분은 '크기 다르다', '동일방향'이다. 실제로는 크기는 같고 방향은 반대방향이다.
③ O. 2회전자계설에 따르면 교번자속은 크기가 같은 두 회전자속으로 분해되고 회전 방향은 서로 반대이므로 옳다.
④ X. 크기가 같다는 점은 맞지만, 틀린 부분은 '동일방향'이다. 실제로는 정상분자속과 역상분자속이 서로 반대방향으로 회전한다.

오답 포인트

정상분자속과 역상분자속을 '정상과 역상'이라는 이름 때문에 크기까지 다를 것으로 오해하기 쉽다. 이 문항의 함정은 크기 비교가 아니라 회전 방향과 분해 결과의 대칭성을 묻는 데 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

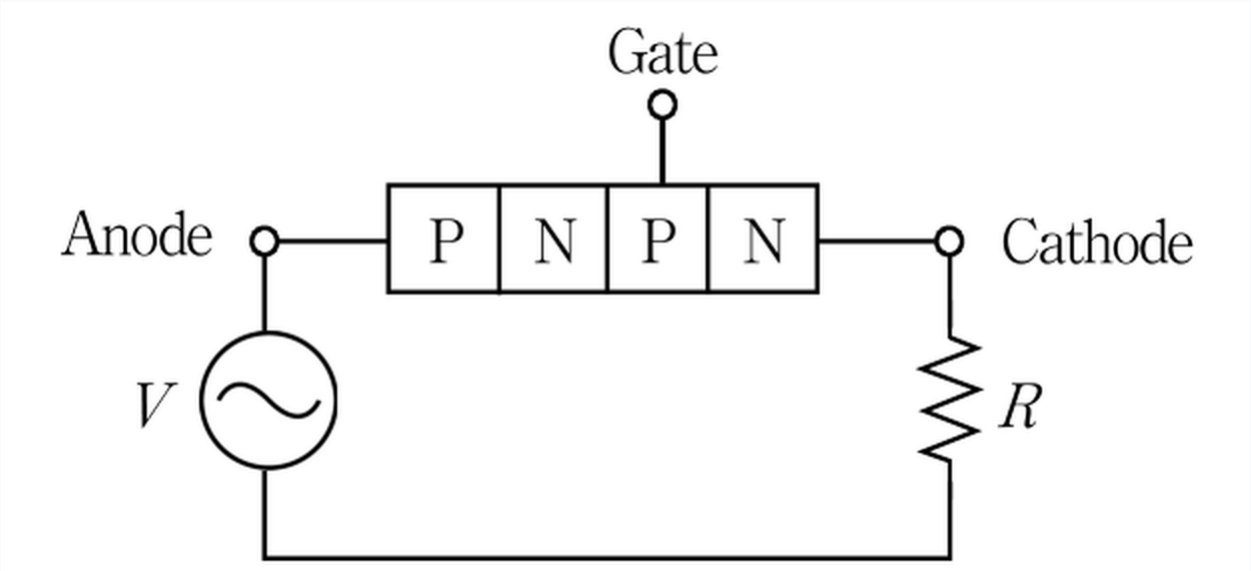
단상 유도전동기의 교번자속이 정상분자속과 역상분자속으로 분해된다고 나오면 먼저 2회전자계설을 떠올린다. 그러면 두 자속은 각각 같은 크기로 나뉘고 회전 방향만 서로 반대라는 기준으로 바로 판단할 수 있다.

암기 포인트

단상 교번자속 = 크기 같은 두 회전자속 + 방향은 반대이다.

NoteBase

문 19. 다음의 형태를 가지는 전력용 스위칭 소자와 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 회로 내의 전력용 스위칭 소자는 사이리스터이다.

② 전력용 스위치가 도통된 상태에서 V가 양의 값에서 음의 값이 되면 전력용 스위치가 오프된다.

③ V가 양의 값일 때 Gate에 전류펄스를 인가하면 전력용 스위치가 도통된다.

④ 회로 내의 전력용 소자는 출력 평균전압의 크기를 가변시킬 수는 없다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 PNPN 4층 구조와 Gate-Anode-Cathode 단자를 가진 SCR(사이리스터) 회로를 보고, 교류 저항부하에서 점호와 소호 및 평균전압 제어 특성을 판단하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
PNPN 4층 구조에 게이트가 붙은 단방향 제어소자는 SCR, 즉 사이리스터이다. 그림처럼 단자가 Anode, Cathode, Gate로 표시되면 전형적인 SCR 표기이다.

② O
SCR가 한 번 도통되면 양의 반주기 동안 계속 켜져 있다가, 전원전압 V가 양에서 음으로 바뀌면 전류가 유지전류 아래로 떨어지고 소자가 역바이어스되어 자연소호된다. 교류 저항부하 회로에서의 기본 동작 설명에 맞다.

③ O
SCR는 Anode가 Cathode보다 양(+)일 때 Gate에 전류 펄스를 주면 점호되어 도통한다. 그림의 회로도 바로 그 점호 조건을 나타낸다.

④ X
SCR는 점호각을 바꾸어 도통 구간을 조절할 수 있으므로 부하의 출력 평균전압 크기를 가변시킬 수 있다. 틀린 표현은 "출력 평균전압의 크기를 가변시킬 수는 없다"이고, 올바르게는 "출력 평균전압의 크기를 가변시킬 수 있다"이다.

오답 포인트

도통 후의 소호 조건과 평균전압 제어 기능을 분리해서 보지 않으면 ②와 ④를 혼동하기 쉽다. SCR는 Gate로 켜지만 Gate로 끄는 소자는 아니고, 교류회로에서는 전류 영점과 역바이어스에 의해 꺼진다. 동시에 점호각 제어로 평균전압과 전력을 조절할 수 있으므로 ④ 같은 절대부정 표현이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

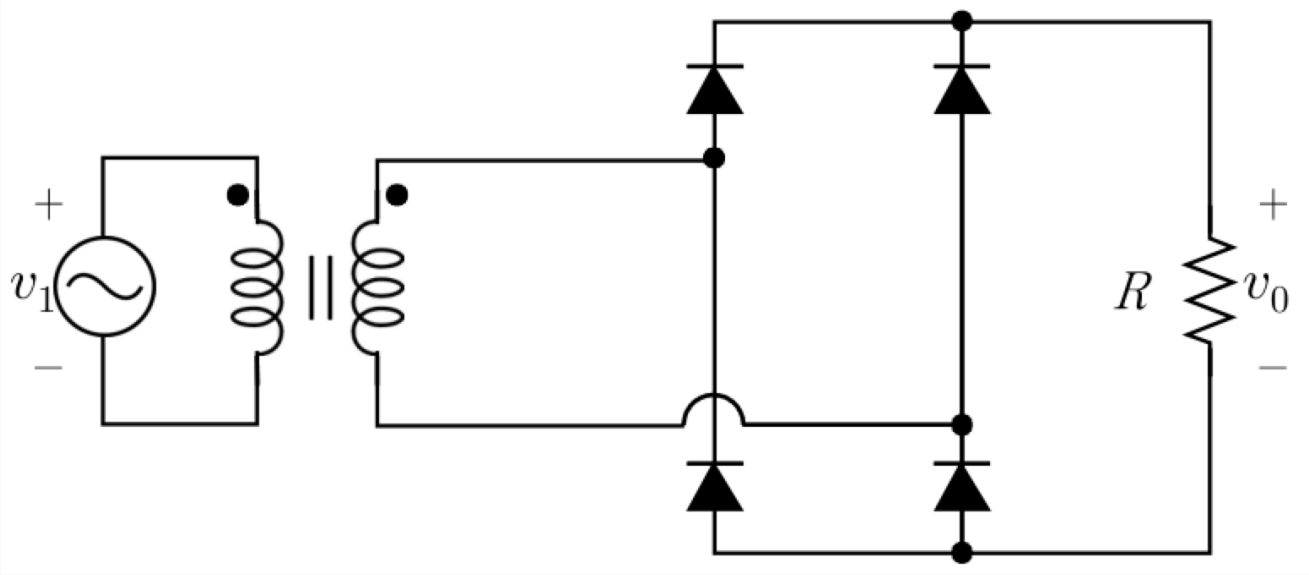
PNPN 4층 구조에 Gate가 보이면 먼저 SCR를 떠올리고, 양의 반주기에서 Gate 펄스로 점호된 뒤 전류 영점에서 자연소호된다는 흐름을 확인하면 된다. 이어서 점호각을 바꿀 수 있으면 평균전압과 전력도 제어된다고 판단하면 된다.

암기 포인트

SCR는 Gate로 켜지고 교류 영점에서 꺼지며, 점호각 제어로 평균전압을 조절하는 소자이다.

NoteBase

문 20. 그림과 같은 회로에서 입력전압 v_1이 220 [V]일 때, 출력전압 v_0의 평균값[V]은? (단, 변압기의 권수는 1차측 100턴, 2차측 50턴이고, 정류회로 및 변압기 내의 전압강하와 손실은 무시한다)



① $\frac{220}{\pi}$

② $\frac{440}{\pi}$

③ $\frac{220\sqrt{2}}{\pi}$

④ $\frac{440\sqrt{2}}{\pi}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상 변압기의 권수비로 2차측 실효값을 구한 뒤, 브리지 전파정류 회로의 평균 출력전압을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 1차측 입력전압 $v_1 = 220V$, 권수 $N_1 = 100, N_2 = 50$이다.
구해야 할 값은 저항 양단 출력전압 v_0의 평균값이다.
주의할 조건은 220 V가 1차측 실효값이고, 정류회로와 변압기는 이상적이므로 다이오드 전압강하와 손실을 무시한다는 점이다.

사용할 공식

이상 변압기에서는 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$이다.
브리지 전파정류의 평균 출력전압은 $V_{0,\,avg} = \frac{2V_m}{\pi}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 회로가 변압기 2차측 교류를 브리지로 전파정류하여 저항에 인가하는 구조이기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 2차측 실효값은 $V_2 = 220 \times \frac{50}{100} = 110V$이다.
2. 2차측 첨두값은 $V_m = 110\sqrt{2}V$이다.
3. 전파정류 평균값은 $V_{0,\,avg} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2 \times 110\sqrt{2}}{\pi} = \frac{220\sqrt{2}}{\pi}V$이다.

선지별 해설

① X

- $\frac{220}{\pi}$는 전파정류 평균식에 2차측 실효값 110 V를 바로 넣어 $\sqrt{2}$ 변환을 빠뜨린 값이다. 틀린 표현은 평균값을 $\frac{220}{\pi}$로 본 부분이며, 올바르게는 $\frac{220\sqrt{2}}{\pi}$이다.

② X

- $\frac{440}{\pi}$는 2차측 전압을 110 V가 아니라 220 V로 잘못 본 값이다. 틀린 표현은 권수비 반영 없이 평균값을 계산한 부분이며, 올바르게는 먼저 2차측 실효값을 110 V로 낮춘 뒤 $\frac{220\sqrt{2}}{\pi}$를 구해야 한다.

③ O

- 권수비로 2차측 실효값이 110 V가 되고, 첨두값은 $110\sqrt{2}V$이다. 이를 브리지 전파정류 평균식 $\frac{2V_m}{\pi}$에 대입하면 $\frac{220\sqrt{2}}{\pi}V$가 되어 정답이 된다.

④ X

- $\frac{440\sqrt{2}}{\pi}$는 2차측을 220 V로 보아 권수비를 적용하지 않은 값이다. 틀린 표현은 전압이 감압되지 않는다고 본 부분이며, 올바르게는 100턴 대 50턴이므로 2차측 실효값은 절반인 110 V이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 220 V를 첨두값으로 착각하거나, 변압기 권수비를 반영하지 않고 바로 정류 평균식을 적용하는 것이다. 이 문항은 실효값과 첨두값의 구분, 그리고 1차측과 2차측 전압비의 구분을 동시에 확인하는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기와 정류회로가 함께 나오면 1차측 실효값을 권수비로 2차측 실효값으로 바꾸고, 그다음 첨두값으로 변환한 뒤, 마지막에 정류 평균값 공식을 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

브리지 전파정류 평균값은 $V_{0,\,avg} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}V_{rms}}{\pi}$이고, 이상 변압기 전압비는 권수비와 같다.

NoteBase