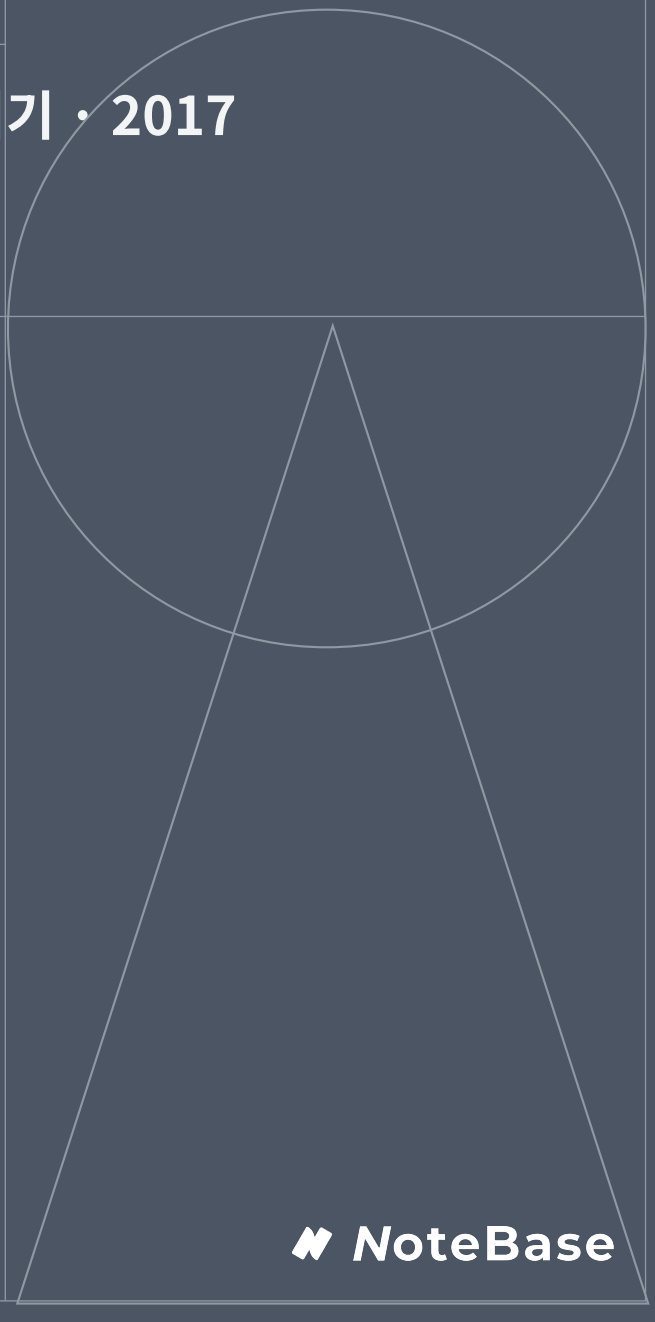
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2017

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2017

문 1. 직류발전기에서 전기자 반작용 현상이 기기에 미치는 영향으로 옳지 않은 것은?

① 단자의 출력을 일정하게 유지시킨다.

② 정류자편에서 전압 불균형을 일으킨다.

③ 전기자 반작용을 방지하기 위해 브러시의 위치를 이동시키기도 한다.

④ 전기적인 중성축을 회전방향으로 이동시킨다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류발전기 전기자 반작용의 결과로 나타나는 감자작용, 자속 왜곡, 중성축 이동을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

전기자 반작용은 전기자 전류가 만드는 자속이 주자속을 왜곡하거나 약화시키는 현상이다. 발전기에서는 전기적 중성축이 회전방향으로 이동하고, 그 결과 정류 불량과 단자전압 저하가 나타난다.

선지별 해설

1번 X: 전기자 반작용은 주자속을 약화시키는 감자작용을 일으켜 유기기전력과 단자전압을 떨어뜨릴 수 있다. 틀린 표현은 "출력을 일정하게 유지시킨다"이다. 올바르게는 "출력 전압을 저하시키거나 변동시키는 원인이 된다"이다.
2번 O: 자속이 한쪽으로 왜곡되면 정류자 각 편의 유기전압이 고르게 형성되지 않아 정류자권에서 전압 불균형이 생긴다.
3번 O: 전기자 반작용으로 중성축이 이동하면 불꽃이 생기기 쉬우므로 정류 개선을 위해 브러시 위치를 이동시키기도 한다.
4번 O: 직류발전기에서는 전기적 중성축이 회전방향으로 이동한다. 직류전동기와 방향이 반대라는 점이 핵심이다.

NoteBase

오답 포인트

전기자 반작용을 "브러시를 옮겨서 해결하는 현상" 정도로만 외우면 1번처럼 영향을 거꾸로 판단하기 쉽다. 핵심은 전기자 반작용의 본질이 자속 왜곡과 감자작용이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기자 반작용 문제가 나오면 먼저 결과를 세 갈래로 정리한다. 주자속 약화이면 전압 저하, 자속 왜곡이면 정류 불량, 중성축 이동이면 브러시 이동 필요로 연결하면 된다. 발전기는 중성축이 회전방향으로 이동한다.

암기 포인트

전기자 반작용은 감자, 왜곡, 중성축 이동이며 발전기는 회전방향으로 중성축이 이동한다.

NoteBase

문 2. 3상, 60[Hz], 6극 유도전동기가 정격부하에서 슬립 5[%]로 운전하고 있다. 회전속도[rpm]는?

① 950

② 1,140

③ 1,170

④ 1,710

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 동기속도와 슬립 관계를 이용해 실제 회전속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 60 Hz, 극수 6극, 슬립 5%
구해야 할 값: 실제 회전속도[rpm]
주의할 조건: 유도전동기의 실제 회전속도는 동기속도보다 슬립만큼 작다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
실제 회전속도는 $N = N_s(1 - s)$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 유도전동기는 주파수와 극수로 동기속도가 정해지고, 실제 회전속도는 그 동기속도에서 슬립 비율만큼 감소하기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200rpm$이다.
2. 슬립 5%이므로 실제 회전속도는 $N = 1200 \times (1 - 0.05) = 1200 \times 0.95 = 1140rpm$이다.
3. 계산 결과는 1140rpm이므로 정답은 2번이다.

선지별 해설

① X: 950rpm은 이 문제 조건에서 나오는 값이 아니다. 이 값은 50 Hz, 6극에서 1000×0.95로 계산할 때 나올 수 있어 60 Hz를 50 Hz로 잘못 본 경우의 오답이다. 올바르게는 1140rpm이다.
② O: 동기속도 1200rpm에 슬립 5%를 반영하면 $1200 \times 0.95 = 1140rpm$이므로 맞는 선지이다.
③ X: 1170rpm은 동기속도 1200rpm에서 30rpm만 뺀 값으로 슬립 2.5%에 해당한다. 슬립 5% 조건과 맞지 않는다. 올바르게는 1140rpm이다.
④ X: 1710rpm은 60 Hz 4극 유도전동기에서 1800×0.95로 계산할 때의 값이다. 이 문제는 6극이므로 극수를 잘못 적용한 오답이다. 올바르게는 1140rpm이다.

NoteBase

오답 포인트

주파수와 극수를 먼저 보고 동기속도를 구하지 않으면 50 Hz 공식값 1000rpm이나 4극 공식값 1800rpm을 대입하는 실수를 하기 쉽다. 또 슬립을 빼는 것이 아니라 동기속도에 $(1-s)$를 곱해야 한다는 점에서 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 속도 문제는 먼저 $N_s = \frac{120f}{p}$로 동기속도를 구한 뒤, 실제 회전속도는 $N = N_s(1-s)$로 계산하는 순서로 판단한다. 선택지 숫자가 주파수 착오인지 극수 착오인지까지 함께 점검하면 오답을 줄일 수 있다.

암기 포인트

유도전동기 속도는 동기속도에서 슬립만큼 감소하므로 $N_s = \frac{120f}{p}$, $N = N_s(1-s)$로 정리된다.

NoteBase

문 3. 직류 직권전동기의 회전수를 50[%] 감소시킬 때 토크는 약 몇 배가 되는가? (단, 자기포화는 무시한다.)

① 0.25배

② 0.5배

③ 2배

④ 4배

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 자기포화를 무시한 직류 직권전동기의 속도-전류 관계와 토크식을 이용해 토크 변화를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 직류 직권전동기, 회전수 50% 감소, 자기포화 무시
구해야 할 값: 토크가 처음의 몇 배가 되는지
주의할 조건: 직권전동기는 자기포화를 무시하면 자속 Φ가 전기자전류 I_a에 비례한다.

사용할 공식

$N \propto \frac{1}{\Phi}$, $\Phi \propto I_a$, $T \propto \Phi I_a$
자기포화를 무시한 직류 직권전동기에서는 $\Phi \propto I_a$이므로 $N \propto \frac{1}{I_a}$, $T \propto I_a^2$로 정리된다.
이 공식을 쓰는 이유: 이 문항은 속도를 절반으로 낮출 때 전류와 자속이 어떻게 바뀌는지를 묻고, 그 변화가 토크에 어떻게 반영되는지를 계산하는 기본 비례식 문항이기 때문이다.

계산 과정

1. 회전수가 50% 감소하면 N은 원래의 $\frac{1}{2}$가 된다.
2. $N \propto \frac{1}{I_a}$이므로 속도가 절반이 되려면 전류 I_a는 2배가 된다.
3. 자기포화를 무시하면 $\Phi \propto I_a$이므로 자속도 2배가 된다.
4. 토크는 $T \propto \Phi I_a$이므로 $T \propto 2 \times 2 = 4$가 된다.
5. 따라서 토크는 원래의 4배가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.25배는 전류가 줄어드는 경우의 값처럼 잘못 본 것이다. 이 문항에서는 속도가 절반으로 줄어들면 전류는 2배가 되므로 토크는 감소가 아니라 증가한다. 틀린 값 0.25배 → 올바르게는 4배이다.
② X: 0.5배는 속도와 토크가 같은 비율로 변한다고 오해한 값이다. 직류 직권전동기는 $T \propto I_a^2$의 관계를 보므로 속도 50% 감소가 토크 50% 감소를 뜻하지 않는다. 틀린 값 0.5배 → 올바르게는 4배이다.
③ X: 2배는 전류가 2배가 된다는 중간 결과까지만 보고 토크식에 다시 반영하지 않은 값이다. 토크는 전류에 1차 비례가 아니라 ΦI_a에 비례하고, 여기서 Φ도 함께 2배가 된다. 틀린 값 2배 → 올바르게는 4배이다.
④ O: 자기포화를 무시한 직류 직권전동기에서는 $N \propto \frac{1}{I_a}$, $T \propto I_a^2$이므로 속도가 절반이면 전류는 2배, 토크는 4배가 된다.

오답 포인트

가장 흔한 오답은 속도와 토크를 단순 반비례나 정비례로 한 번만 연결하는 경우이다. 특히 ③처럼 전류가 2배라는 중간값까지만 구하고 끝내면 토크를 2배로 착각한다. 이 문항의 핵심은 직권전동기에서 자속도 전류와 함께 변한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

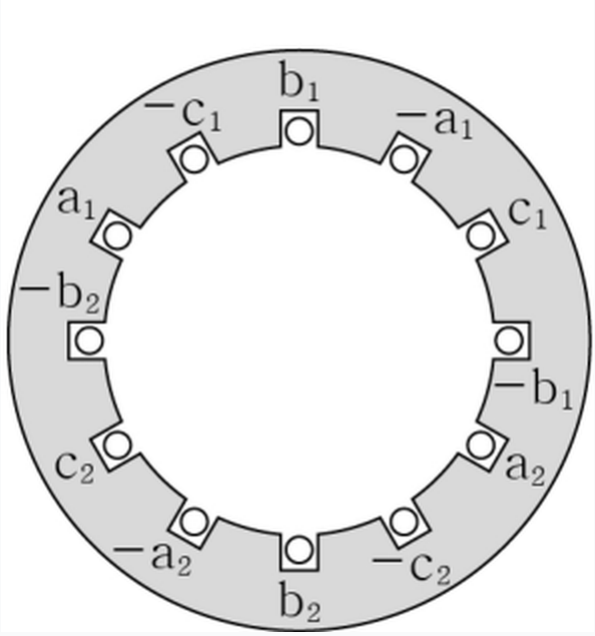
직류 직권전동기에서 자기포화를 무시한다는 조건이 보이면 먼저 $\Phi \propto I_a$를 잡고, 이어서 $N \propto \frac{1}{I_a}$, $T \propto I_a^2$로 바꾸어 판단한다. 속도 변화에서 전류 배수를 먼저 구한 뒤 토크에 제곱으로 반영하는 순서로 정리하면 된다.

암기 포인트

직권전동기 비포화 영역은 속도 ↓1/2이면 전류 2배, 토크 4배이다.

NoteBase

문 4. 다음 그림과 같은 3상 동기전동기의 고정자 권선을 3상, 60[Hz], 2,400[V] 전원에 연결하였다. 회전속도[rpm]는?



① 600

② 1,200

③ 1,800

④ 3,600

정답 3번

출제 포인트

슬롯 배치에서 같은 상의 정·부 코일변 간격이 3슬롯인 것을 보고 4극임을 판별한 뒤 동기속도 공식 $n_s = 120f/P$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 3상, 60 Hz, 12슬롯 고정자 권선이다.
도식 판독 결과 같은 상의 정·부 코일변이 3슬롯 간격이므로 극피치는 3슬롯이고 $P = 12/3 = 4$이다.
동기속도는 전원 전압 2,400 V와 무관하고 주파수와 극수로만 결정된다.

사용할 공식

동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 동기전동기의 회전속도가 공급 주파수와 극수로 결정되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 그림에서 같은 상의 정·부 코일변 간격이 3슬롯이므로 극피치는 3슬롯이다.
2. 전체 슬롯 수가 12이므로 극수는 $P = 12/3 = 4$이다.
3. $n_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\text{rpm}$ 이다.

선지별 해설

① X
- 600 rpm이면 공식상 극수가 $P = 12$여야 한다. 그림은 12극 권선이 아니라 4극 권선이다.
- 틀린 표현은 회전속도를 600 rpm으로 본 점이다. 올바르게는 이 권선의 회전속도는 1800 rpm이다.

② X
- 1200 rpm이면 $P = 6$이어야 한다. 그림에서 같은 상의 정·부 코일변이 3슬롯 간격이므로 6극이 아니라 4극이다.
- 틀린 표현은 극수를 6극으로 본 점이다. 올바르게는 이 권선은 4극 권선이다.

③ O
- 극수는 4극이고 주파수는 60 Hz이므로 $n_s = 120 \times 60/4 = 1800$ rpm이 된다.
- 그림의 극수 판독과 동기속도 공식 적용이 모두 맞다.

④ X
- 3600 rpm은 $P = 2$인 2극 동기전동기의 속도이다. 이 그림은 2극보다 극군이 더 많이 배치된 4극 권선이다.
- 틀린 표현은 회전속도를 3600 rpm으로 본 점이다. 올바르게는 2극이면 3600 rpm이고, 이 문제의 권선은 4극이므로 1800 rpm이다.

오답 포인트

전원 전압 2,400 V에 시선이 빼앗기거나 슬롯 수만 보고 2극·6극·12극으로 오판하기 쉽다. 이 문제는 먼저 그림에서 극피치를 읽어 극수를 정해야 하며, 동기속도는 전압이 아니라 주파수와 극수로만 결정된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선 도식 문제는 같은 상의 정·부 코일변 간격으로 극피치를 먼저 읽고, 전체 슬롯 수를 극피치로 나누어 극수를 구한 뒤 $n_s = 120f/P$를 적용하면 된다.

암기 포인트

동기속도는 $n_s = 120f/P$이고, 60 Hz에서는 2극 3600 rpm, 4극 1800 rpm, 6극 1200 rpm, 12극 600 rpm이다.

NoteBase

문 5. 포화되지 않은 자기회로의 자기저항(릴럭턴스) 값에 영향을 미치지 않는 것은?

① 자성체의 최대 자속 밀도

② 자기회로 길이

③ 자성체의 투자율

④ 자기회로 단면적

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 포화되지 않은 자기회로의 자기저항이 $\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$로 결정된다는 점과, 여기에 들어가는 변수와 들어가지 않는 변수를 구별하는지를 묻는다.

핵심 개념

자기저항은 자속이 흐르기 어려운 정도로, 포화되지 않은 자기회로에서는 자기회로 길이 l에 비례하고 투자율 μ, 단면적 A에 반비례한다.
최대 자속 밀도는 자성체가 포화에 이르기 전후의 한계를 나타내는 성질이지, 비포화 영역의 자기저항 식을 직접 결정하는 변수는 아니다.

선지별 해설

1번 O: 자성체의 최대 자속 밀도는 포화 한계를 나타내는 값이다. 문제에서 이미 포화되지 않은 자기회로라고 했으므로 비포화 구간의 자기저항은 길이, 투자율, 단면적으로 결정되고 최대 자속 밀도는 직접 영향을 미치지 않는다.
2번 X: 틀린 부분은 '영향을 미치지 않는 것'에 자기회로 길이를 넣은 점이다. 자기회로 길이 l는 자기저항 식의 분자에 있으므로 길이가 길수록 자기저항은 커진다.
3번 X: 틀린 부분은 '영향을 미치지 않는 것'에 자성체의 투자율을 넣은 점이다. 투자율 μ는 자기저항 식의 분모에 있으므로 투자율이 클수록 자기저항은 작아진다.
4번 X: 틀린 부분은 '영향을 미치지 않는 것'에 자기회로 단면적을 넣은 점이다. 단면적 A는 자기저항 식의 분모에 있으므로 단면적이 클수록 자기저항은 작아진다.

오답 포인트

①의 '최대 자속 밀도'가 자성체 특성값이라서 자기회로 변수처럼 보이는 점이 함정이다. 그러나 문제는 포화 전 영역의 자기저항을 묻고 있으므로, 포화 한계값과 자기저항 식의 구성 변수를 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

자기저항 문제는 먼저 포화 여부를 본다. 포화되지 않았으면 $\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$를 바로 떠올려 분자에 있는 길이는 증가 요인, 분모에 있는 투자율과 단면적은 감소 요인으로 판단하면 된다.

암기 포인트

비포화 자기저항은 길이에 비례하고 투자율·단면적에 반비례하며, 최대 자속 밀도는 포화 한계값이다.

NoteBase

문 6. 직류 분권발전기가 정격속도로 회전하면서 무부하상태이다. 계자권선 저항이 60[Ω], 계자전류가 2.5[A], 전기자 저항이 2[Ω]일 때 유기기전력[V]은? (단, 전기자 반작용과 브러시 접촉저항은 무시한다.)

① 145

② 155

③ 165

④ 175

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권발전기의 무부하 상태에서 단자전압과 전기자 전압강하를 이용해 유기기전력 E_g를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 계자권선 저항: 60Ω
- 계자전류: 2.5A
- 전기자 저항: 2Ω
- 무부하이므로 부하전류는 0이고, 전기자전류 I_a는 계자전류와 같아 2.5A이다.
- 구해야 할 값: 유기기전력
- 전기자 반작용과 브러시 접촉저항은 무시한다.

사용할 공식

$V = I_f R_f, \quad E_g = V + I_a R_a$

이 문제는 발전기이므로 유기기전력은 단자전압보다 전기자 내부 전압강하 $I_a R_a$만큼 더 크다. 먼저 계자회로에서 단자전압 V를 구한 뒤, 무부하 조건으로 $I_a = I_f$를 적용한다.

계산 과정

1. 단자전압은 $V = I_f R_f = 2.5 \times 60 = 150V$이다.
2. 무부하 분권발전기이므로 $I_a = I_f = 2.5A$이다.
3. 유기기전력은 $E_g = V + I_a R_a = 150 + 2.5 \times 2 = 150 + 5 = 155V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 145 V는 틀렸다. 발전기에서는 유기기전력이 단자전압보다 커야 하므로 150 V에서 5 V를 빼는 계산은 방향이 반대이다. 틀린 표현은 '유기기전력 145 V'이고, 올바르게는 '유기기전력 155 V'이다.
② O: 155 V는 맞다. 단자전압 150 V에 전기자 전압강하 5 V를 더하면 $E_g = 155V$가 된다.
③ X: 165 V는 틀렸다. I_aR_a를 15 V로 오산하면 나올 수 있는 값이지만, 실제 전압강하는 $2.5 \times 2 = 5V$이다. 틀린 표현은 '유기기전력 165 V'이고, 올바르게는 '유기기전력 155 V'이다.
④ X: 175 V는 틀렸다. 전기자 전압강하를 25 V로 잘못 더한 값에 가깝지만, 무부하에서 더해야 하는 값은 5 V뿐이다. 틀린 표현은 '유기기전력 175 V'이고, 올바르게는 '유기기전력 155 V'이다.

오답 포인트

분권발전기에서 계자회로로 단자전압을 먼저 구한 뒤, 발전기이므로 $E_g = V + I_aR_a$를 적용해야 한다는 점이 핵심이다. 전동기 식처럼 전압강하를 빼거나, 무부하에서 $I_a = I_f$라는 관계를 놓치면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

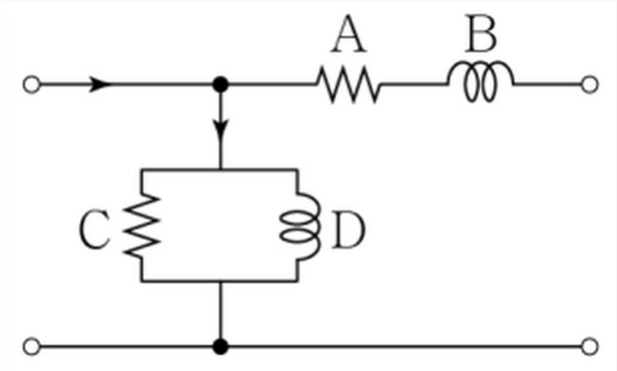
직류 분권발전기 계산문제는 먼저 계자회로에서 단자전압을 구하고, 무부하이면 $I_a = I_f$를 놓은 다음, 발전기인지 전동기인지에 따라 전기자 전압강하를 더할지 뺄지를 판단한다.

암기 포인트

분권발전기 무부하에서는 $V = I_fR_f$, $I_a = I_f$, $E_g = V + I_aR_a$의 순서로 정리된다.

NoteBase

문 7. 다음 변압기 등가회로에서 누설자속의 영향을 고려하기 위해 사용된 소자는?



① A

② B

③ C

④ D

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 변압기 등가회로에서 직렬 성분과 병렬 여자분을 구분하고, 누설자속이 누설리액턴스로 표현된다는 점을 묻는 문제이다.

선지별 해설

1번 X: A는 권선의 저항을 나타내는 직렬 저항 성분이다. 누설자속의 영향은 저항이 아니라 누설리액턴스로 반영된다. 틀린 표현은 "누설자속을 고려한 소자"이고, 올바르게는 "권선저항을 나타내는 소자"이다.
2번 O: B는 직렬 인덕터로 그려진 누설리액턴스이다. 누설자속은 1차와 2차를 모두 결합하지 못한 자속이므로 등가회로에서 직렬 리액턴스 성분으로 나타낸다.
3번 X: C는 철손을 나타내는 병렬 저항이다. 틀린 표현은 "누설자속을 고려한 소자"이고, 올바르게는 "철심의 히스테리시스손과 와전류손을 나타내는 손실저항"이다.
4번 X: D는 여자리액턴스를 나타내는 병렬 인덕터이다. 틀린 표현은 "누설자속을 고려한 소자"이고, 올바르게는 "주자속을 만들기 위한 여자전류 성분을 나타내는 소자"이다.

오답 포인트

직렬 가지의 A와 B를 함께 권선 쪽 성분으로 보고 둘 다 누설자속과 관련 있다고 섞어 버리면 틀린다. 누설자속은 직렬 리액턴스이고, 병렬 가지의 C와 D는 철손과 여자전류를 나타낸다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 등가회로가 나오면 먼저 직렬 가지는 권선저항과 누설리액턴스, 병렬 가지는 철손저항과 여자리액턴스로 나누어 본다. 그다음 자속 누설에 대응하는 성분은 직렬 인덕터라는 점으로 답을 고른다.

암기 포인트

변압기 등가회로에서 누설자속은 직렬 누설리액턴스, 철손과 여자작용은 병렬분으로 정리된다.

NoteBase

문 8. 4극 직류기의 극당 자속이 0.016π [Wb]이다. 전기자 권선은 20개의 슬롯에 감겨져 있으며, 각 코일은 10턴이다. 이때 전기자 전류가 125[A]일 경우 발생하는 토크[N·m]는? (단, 전기자의 도체는 중권으로 접속되어 있다.)

① 250

② 300

③ 350

④ 400

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류기의 토크식과 중권 조건을 이용해 발생 토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 극수 $P=4$, 극당 자속 $\phi=0.016\pi[Wb]$, 슬롯 수 20, 코일당 10턴, 전기자 전류 $I_a=125[A]$이다.
- 구해야 할 값: 발생 토크 $T[N\cdot m]$이다.
- 주의할 조건: 중권이므로 병렬회로수 $A=P=4$이다. 또 1턴은 도체 2개이므로 전체 도체수는 $Z=20\times10\times2=400$이다.

사용할 공식

$T=\frac{PZ}{2\pi A}\phi I_a$

이 공식을 쓰는 이유는 직류기의 전자토크가 극수, 전체 도체수, 자속, 전기자 전류, 병렬회로수의 관계로 결정되기 때문이다. 이 문제는 자속과 도체수, 전류, 권선 방식이 모두 주어져 있어 토크식을 바로 적용할 수 있다.

계산 과정

1. 전체 도체수는 $Z=20\times10\times2=400$이다.
2. 중권이므로 $A=P=4$를 대입하면
$T=\frac{4\times400}{2\pi\times4}\times0.016\pi\times125$
이다.
3. $\frac{4}{4}$가 약분되어
$T=\frac{400}{2\pi}\times0.016\pi\times125=200\times0.016\times125=400$
이므로 발생 토크는 $400\,N\cdot m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 250 $N \cdot m$가 아니라 400 $N \cdot m$이다. 올바르게는 400 $N \cdot m$이어야 한다. 250는 도체수 계산이나 약분 과정이 잘못된 경우에 나오는 오답이다.
② X: 계산 결과는 300 $N \cdot m$가 아니다. 올바르게는 400 $N \cdot m$이다. 300은 중권 조건 $A = P$ 반영이나 수치 곱셈을 틀리면 생기는 값이다.
③ X: 계산 결과는 350 $N \cdot m$가 아니다. 올바르게는 400 $N \cdot m$이다. 350은 중간 계산을 부정확하게 처리한 오답이다.
④ O: 토크식에 주어진 값을 정확히 대입하면 400 $N \cdot m$가 나온다. 따라서 정답이다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 코일 10턴을 도체 10개로 잘못 보는 실수와 중권에서 병렬회로수 $A = P$를 놓치는 실수이다. 슬롯 수, 턴 수, 도체 수의 관계와 권선 방식에 따른 병렬회로수를 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 토크 계산 문제는 먼저 Z와 A를 정리한 뒤 $T = \frac{PZ}{2\pi A}\phi I_a$에 대입해 판단한다. 특히 중권은 $A = P$, 파권은 $A = 2$라는 구분을 먼저 세우면 계산이 안정된다.

암기 포인트

직류기 중권 토크는 $A = P$이므로 $T \propto Z\phi I_a$ 형태로 단순해진다.

NoteBase

문 9. 전기자 저항이 0.2[Ω]인 직류 분권전동기에 100[V]의 전원을 인가하고 무부하 시 1,000[rpm]으로 운전할 경우 전기자에 5[A]의 전류가 흐른다. 이 직류 분권전동기에 부하를 연결하면 전기자 전류가 30[A], 계자전류가 1[A] 흐른다고 한다. 이때 전동기의 효율[%]은? (단, 전기자 반작용은 무시한다.)

① 60

② 65

③ 70

④ 75

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기의 무부하 회전손을 먼저 구한 뒤, 부하 시 총손실을 빼서 효율을 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압 100 V, 전기자저항 0.2 Ω, 무부하 전기자전류 5 A, 부하 시 전기자전류 30 A, 계자전류 1 A이다.
구해야 할 값: 부하 시 전동기 효율이다.
주의할 조건: 분권전동기이므로 입력은 전기자전류와 계자전류를 합한 선전류 기준으로 잡아야 하고,
무부하에서의 회전손은 부하 시에도 그대로 손실로 본다.

사용할 공식

무부하 회전손은 무부하 입력에서 동손을 뺀 값이다.
$P_0 = VI_0 - I_{a0}^2 R_a - VI_f$
부하 시 효율은
$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 = \frac{P_{in} - (I_a^2 R_a + VI_f + P_0)}{P_{in}} \times 100$
으로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유: 분권전동기는 계자손과 전기자동손을 따로 계산해야 하고, 무부하에서 이미 드러난 회전손을 부하 시 총손실에 더해야 실제 효율이 나오기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 무부하에서 선전류는 $5 + 1 = 6$ A이므로 무부하 입력은 $100 \times 6 = 600$ W이다.
2. 무부하 전기자동손은 $I_{a0}^2 R_a = 5^2 \times 0.2 = 5$ W이고, 계자손은 $VI_f = 100 \times 1 = 100$ W이다.
3. 따라서 무부하 회전손은 $600 - 5 - 100 = 495$ W이다.
4. 부하 시 입력은 $100 \times (30 + 1) = 3100$ W이다.
5. 부하 시 전기자동손은 $30^2 \times 0.2 = 180$ W, 계자손은 100 W, 회전손은 495 W이다.
6. 부하 시 출력은 $3100 - (180 + 100 + 495) = 2325$ W이다.
7. 효율은 $\eta = \frac{2325}{3100} \times 100 = 75\%$이다.

선지 판단

1번 X: 60%라면 출력이 1860 W여야 하는데, 실제 출력은 2325 W이다. 틀린 표현은 효율값 60이며, 올바르게는 75%이다.
2번 X: 65%라면 출력이 2015 W여야 하는데, 무부하 회전손과 계자손을 포함하면 2325 W가 나온다. 틀린 표현은 효율값 65이며, 올바르게는 75%이다.
3번 X: 70%라면 출력이 2170 W여야 하는데, 전기자동손 180 W, 계자손 100 W, 회전손 495 W를 반영한 실제 효율은 75%이다. 틀린 표현은 효율값 70이며, 올바르게는 75%이다.
4번 O: 무부하 회전손 495 W를 구한 뒤 부하 시 총손실 $180 + 100 + 495 = 775$ W를 입력 3100 W에서 빼면 출력이 2325 W가 되고, 효율은 75%가 된다.

오답 포인트

무부하 전기자전류 5 A만 보고 무부하 입력을 500 W로 잡거나, 부하 시 입력을 100×30 W로 잡으면 틀린다. 분권전동기는 계자전류 1 A를 항상 포함한 선전류로 입력을 계산해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

분권전동기 효율 문제는 먼저 무부하에서 회전손을 구하고, 다음에 부하 시 입력을 선전류 기준으로 계산한 뒤, 전기자동손·계자손·회전손을 모두 빼서 출력을 구하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

분권전동기 효율은 부하 입력에서 전기자동손, 계자손, 무부하 회전손을 모두 뺀 뒤 입력으로 나누어 구한다.

NoteBase

문 10. 이상적인 변압기의 조건으로 옳지 않은 것은?

① 누설자속이 없다.

② 철손이 없다.

③ 철심의 투자율이 0이다.

④ 권선의 저항이 0이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상적 변압기의 기본 조건과 철심 투자율의 의미를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상적 변압기는 누설자속, 권선저항, 철손이 모두 0이어서 입력전력이 손실 없이 출력으로 전달되는 가상 변압기이다.
철심의 투자율은 자속이 얼마나 잘 통하는지를 나타내는 값이며, 이상적 변압기에서는 0이 아니라 무한대로 본다.

선지별 해설

① O: 이상적 변압기는 1차와 2차를 결합하는 자속이 모두 유효자속이므로 누설자속이 없다고 본다.
② O: 이상적 변압기는 히스테리시스손과 와전류손 같은 철손이 없는 조건을 둔다.
③ X: 틀린 부분은 "철심의 투자율이 0이다"이다. 투자율이 0이면 자속이 거의 형성되지 못하므로 변압기 철심 조건과 맞지 않는다. 이상적 변압기는 여자전류가 거의 필요 없도록 철심의 투자율이 무한대인 것으로 본다.
④ O: 이상적 변압기는 권선에서 전압강하와 동손이 없도록 권선의 저항을 0으로 둔다.

오답 포인트

③은 '이상적이면 0이 좋다'는 식으로 모든 값을 0으로 외우면 틀리기 쉽다. 손실 성분은 0이지만, 자속을 잘 통하게 하는 철심 투자율은 반대로 매우 커야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적 변압기 조건은 손실이나 방해 요소는 0, 자속 결합을 좋게 하는 성질은 최대라고 구분하면 된다. 따라서 누설자속·철손·권선저항은 0이고 철심 투자율은 무한대라고 판단한다.

암기 포인트

이상적 변압기는 누설자속 0, 철손 0, 권선저항 0, 철심 투자율은 무한대이다.

NoteBase

문 11. 정격출력 1,500[kVA], 정격전압 500[V], 정격역률 $\cos\theta = 1$인 3상 원통형 동기발전기가 있다. 이 발전기의 동기리액턴스[Ω]는? (단, 1상의 동기리액턴스는 0.9[pu]이며 저항은 무시한다.)

① 0.45

② 0.5

③ 0.55

④ 0.6

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1상 동기리액턴스 0.9pu를 실제 임피던스 Ω 값으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 3상 정격용량은 1,500 kVA이다.
- 1상 정격용량은 $1500/3 = 500kVA$이다.
- 1상 기준전압은 500 V이다.
- 1상 동기리액턴스는 0.9pu이다.

구해야 할 값:
- 1상의 실제 동기리액턴스 X_s이다.

주의할 조건:
- pu를 실제값으로 바꿀 때는 1상 기준임피던스를 먼저 구한다.
- 역률 1은 이 환산에 직접 쓰이지 않는다.

사용할 공식

$X_s(pu) = \frac{X_s(\Omega)}{Z_{base}}, \quad Z_{base} = \frac{V_\phi}{I_\phi}$

이 문항은 1상의 pu값이 주어졌으므로 1상 기준전압과 1상 정격전류로 기준임피던스 Z_{base}를 구한 뒤, 여기에 0.9를 곱해 실제 동기리액턴스를 구한다.

계산 과정

1. 1상 정격용량은 $1500/3 = 500kVA$이다.
2. 1상 정격전류는 $I_\phi = 500kVA/500V = 1000A$이다.
3. 기준임피던스는 $Z_{base} = V_\phi/I_\phi = 500/1000 = 0.5\Omega$이다.
4. 실제 동기리액턴스는 $X_s = 0.9 \times 0.5 = 0.45\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 계산 결과가 0.45Ω이므로 옳다.

② X
- 0.5는 기준임피던스 Z_{base}만 적은 값이다. pu값 0.9를 곱하지 않은 점이 틀리다.
- 틀린 표현은 '0.5'이고, 올바르게는 0.45Ω이다.

③ X
- 0.55Ω는 계산 결과와 일치하지 않는다. 기준임피던스 0.5Ω에 0.9를 곱하면 0.45Ω가 된다.
- 틀린 표현은 '0.55'이고, 올바르게는 0.45Ω이다.

④ X
- 0.6Ω도 계산 결과와 일치하지 않는다. 1상 기준임피던스를 구한 뒤 pu값을 적용하면 0.45Ω가 된다.
- 틀린 표현은 '0.6'이고, 올바르게는 0.45Ω이다.

계산 결과 $X_s = 0.45\Omega$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

3상 정격용량을 1상 값으로 나누지 않거나, 기준임피던스 Z_{base}를 구해 놓고 pu값 0.9를 곱하지 않으면 0.5 같은 오답이 나온다. 이 문항의 함정은 역률 1이라는 조건에 시선을 빼앗겨 pu 환산의 핵심인 기준임피던스 계산을 놓치는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

계산형 pu 환산 문제는 3상 값을 1상 기준으로 바꾼 뒤, 1상 정격전류를 구하고, 기준임피던스 Z_{base}를 만든 다음 pu값을 곱하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

pu를 실제값으로 바꿀 때는 실제값 = pu값 × 기준값이다. 임피던스 기준값은 $Z_{base} = V/I$이다.

NoteBase

문 12. 60[Hz], 6극, 3상 동기전동기의 최대 출력이 4,120[W]일 경우, 동기 탈출토크[N·m]는? (단, 고정자 손실은 무시하며, 계자전류는 일정하다.)

① 103π

② $103/\pi$

③ 97π

④ $97/\pi$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기속도와 각속도를 구한 뒤 $T = P/\omega$ 관계로 동기 탈출토크를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 주파수 60 Hz, 극수 6, 최대 출력 4,120 W이다.
- 구해야 할 값: 동기 탈출토크 T이다.
- 주의할 조건: 동기전동기의 최대 출력 시점이 탈출토크에 대응하고, 토크 계산에는 동기 각속도 ω_s를 사용한다.

사용할 공식

$N_s = \frac{120f}{P}, \quad \omega_s = \frac{2\pi N_s}{60}, \quad T = \frac{P}{\omega_s}$

이 공식을 쓰는 이유는 동기전동기의 탈출토크가 최대출력을 내는 동기속도에서의 기계적 토크이기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200\text{rpm}$이다.
2. 동기 각속도는 $\omega_s = \frac{2\pi \times 1200}{60} = 40\pi\text{rad/s}$이다.
3. 탈출토크는 $T = \frac{4120}{40\pi} = \frac{103}{\pi}\text{Ncdot m}$이다.

선지별 해설

① X: 103π는 출력에 각속도를 나누지 않고 반대로 곱한 형태의 오답이다. 토크는 $T = P/\omega_s$이므로 탈출토크는 103π가 아니라 $103/\pi\text{Ncdot m}$이다.

② O: 계산 결과가 정확히 $\frac{103}{\pi}\text{Ncdot m}$이므로 옳다.

③ X: 97π는 값의 형태부터 P/ω_s 관계와 맞지 않고, 각속도 계산이나 나눗셈을 잘못 처리한 오답이다. 올바른 값은 97π가 아니라 $103/\pi\text{Ncdot m}$이다.

④ X: $97/\pi$는 토크 공식의 형태는 맞지만 최대출력 4,120 W를 정확히 대입하지 않아 생기는 오답이다. 올바른 값은 $97/\pi$가 아니라 $103/\pi\text{Ncdot m}$이다.

NoteBase

오답 포인트

출력과 토크의 관계에서 $T = P/\omega$를 $P \times \omega$로 뒤집거나, 동기속도를 구한 뒤 rpm을 그대로 넣고 각속도 변환을 생략하면 오답이 나온다. ④처럼 숫자 형태는 맞아 보여도 분자 계산이 틀리면 쉽게 속는다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 계산형은 먼저 $N_s = 120f/P$로 동기속도를 구하고, 이를 $\omega_s = 2\pi N_s/60$으로 바꾼 뒤 마지막에 $T = P/\omega_s$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

동기전동기 토크 계산은 동기속도 산정 후 $T = P/\omega_s$를 적용하며, rpm은 반드시 rad/s로 바꾼다.

NoteBase

문 13. 정격전압 5,000[V], 정격전류는 500[A]인 3상 교류 동기발전기에 있어서 여자전류 300[A]에 해당하는 무부하 단자전압은 5,000[V]이며, 단락전류는 600[A]라고 한다. 이 발전기의 단락비는?

① 1.1

② 1.15

③ 1.2

④ 1.25

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기의 단락비를 구할 때 무부하에서 정격전압을 만드는 여자전류와 단락 시 정격전류를 만드는 여자전류의 비를 계산하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 정격전압 5,000 V, 정격전류 500A이다.
- 무부하에서 단자전압 5,000 V가 되는 여자전류는 300A이다.
- 여자전류 300A일 때 단락전류는 600A이다.
- 구해야 할 값: 단락비이다.

사용할 공식

단락비는 $\mathrm{SCR} = \frac{I_{f0}}{I_{fs}}$이다.
여기서 I_{f0}는 무부하에서 정격전압을 만드는 여자전류이고, I_{fs}는 단락 시 정격전류를 만드는 여자전류이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 무부하 정격전압점의 여자전류와 같은 여자전류에서의 단락전류가 함께 주어져 있어 단락 특성의 비례관계로 I_{fs}를 바로 환산할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 무부하에서 정격전압 5,000 V를 만드는 여자전류는 $I_{f0} = 300A$이다.
2. 여자전류 300A일 때 단락전류가 600A이므로, 단락전류는 여자전류에 비례하여 정격전류 500A에 필요한 여자전류는
$I_{fs} = 300 \times \frac{500}{600} = 250A$
이다.
3. 따라서 단락비는
$\mathrm{SCR} = \frac{300}{250} = 1.2$
이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 계산 결과 단락비는 1.2이므로 1.1은 맞지 않는다.
- 1.1이 되려면 단락 시 정격전류 500A에 필요한 여자전류가 약 272.7A여야 하므로 문제 조건과 다르다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 단락비가 1.2이다.

② X
- 계산 결과와 비교하면 1.15도 맞지 않는다.
- 1.15는 단락전류 600A를 정격전류 500A로 환산하는 비례계산을 부정확하게 처리했을 때 떠올리기 쉬운 값이지만, 정확한 I_{fs}는 250A이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 단락비가 1.2이다.

③ O
- 무부하 정격전압점의 여자전류가 300A이고, 단락 정격전류 500A에 필요한 여자전류가 250A이므로 단락비는 $300/250 = 1.2$이다.
- 따라서 ③이 옳다.

④ X
- 1.25가 되려면 300/240과 같은 계산이 되어야 하는데, 문제의 단락전류 600A를 500A로 환산하면 필요한 여자전류는 240A가 아니라 250A이다.
- 틀린 표현 → 올바르게는 단락비가 1.2이다.

오답 포인트

여자전류 300A에서 단락전류가 600A라는 조건을 보고 곧바로 600/500만 계산하거나, 반대로 비례식을 뒤집어 $300 \times \frac{600}{500}$로 계산하는 실수가 자주 나온다. 이 문제의 함정은 먼저 단락 시 정격전류 500A에 필요한 여자전류를 구한 뒤 그 여자전류와 300A를 비교해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락비 문제는 먼저 무부하 정격전압을 만드는 여자전류를 잡고, 다음으로 단락특성의 비례관계로 정격전류에 해당하는 여자전류를 환산한 뒤, 마지막에 무부하 여자전류/단락 여자전류 순서로 판단한다.

암기 포인트

단락비는 무부하 정격전압 여자전류를 단락 정격전류 여자전류로 나눈 값이다.

NoteBase

문 14. 유도기의 회전자계가 매초 60회 회전하고, 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 매초 45회 회전하고 있을 때, 회전자의 도체에 유기되는 기전력의 주파수[Hz]는?

① 10

② 15

③ 20

④ 25

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도기의 회전자 도체에 유기되는 기전력의 주파수를 slip frequency로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회전자계는 매초 60회 회전하고, 회전자는 같은 방향으로 매초 45회 회전한다.
구해야 할 값: 회전자 도체에 유기되는 기전력의 주파수이다.
주의할 조건: 같은 방향 회전이므로 회전자계와 회전자의 상대속도는 합이 아니라 차로 계산한다.

사용할 공식

사용 공식은 $f_2 = sf_1$, $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이다.
이 문제에서는 $s = \frac{60 - 45}{60} = 0.25$이므로 $f_2 = 0.25 \times 60 = 15Hz$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 회전자 도체에 유기되는 기전력의 주파수가 회전자계와 회전자 사이의 상대속도, 즉 slip에 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 회전자계와 회전자의 상대속도는 $60 - 45 = 15$회/초이다.
2. slip은 $s = \frac{15}{60} = 0.25$이다.
3. 회전자 도체에 유기되는 기전력의 주파수는 $f_2 = sf_1 = 0.25 \times 60 = 15Hz$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
10 Hz가 되려면 상대속도가 매초 10회여야 하지만 실제 상대속도는 $60 - 45 = 15$회/초이다. 올바르게는 15 Hz이다.

② O
회전자계와 회전자의 같은 방향 상대속도는 매초 15회이므로 회전자 도체에 유기되는 기전력의 주파수는 15 Hz이다.

③ X
20 Hz는 속도 차를 잘못 계산한 값이다. 회전자계와 회전자의 차는 20이 아니라 15이므로 올바르게는 15 Hz이다.

④ X
25 Hz는 slip 25%를 그대로 주파수로 오해한 값이다. slip은 25%이지만 실제 주파수는 $0.25 \times 60 = 15Hz$ 이므로 올바르게는 15 Hz이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 같은 방향 회전이라는 조건을 놓치고 속도를 더하거나, slip 25%를 그대로 25 Hz로 착각하는 데 있다. 유도기 회전자 주파수는 slip 자체가 아니라 sf_1로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도기 회전자 주파수 문제는 먼저 회전자계와 회전자의 방향을 보고 상대속도를 정한 뒤, $s = \frac{n_s - n}{n_s}$를 구하고 마지막에 $f_2 = sf_1$로 연결해 판단한다.

암기 포인트

유도기 회전자 주파수는 회전자계 속도와 회전자 속도의 차에서 나오며, 공식은 $f_2 = sf_1$이다.

NoteBase

문 15. 직류기에서 원활한 정류를 얻기 위해 행하는 방법으로 옳지 않은 것은?

① 보상권선을 설치한다.

② 보극을 설치한다.

③ 정류자편의 수를 줄인다.

④ 브러시의 접촉저항을 크게 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류기의 정류 개선 방법과 정류를 악화시키는 요소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

정류는 코일 전류가 전환될 때 스파크 없이 전류가 바뀌는 과정이다.
보상권선과 보극은 전기자 반작용과 리액턴스 전압의 영향을 줄여 정류를 좋게 한다.
브러시 접촉저항을 크게 하면 저항정류 작용이 커져 전류 전환이 쉬워진다.
정류자편 수는 일반적으로 많을수록 각 코일의 전압이 낮아져 정류에 유리하다.

선지별 해설

① O
보상권선은 전기자 반작용을 상쇄하여 극면 아래 자속 분포를 고르게 하므로 정류를 원활하게 한다.

② O
보극은 정류 중 생기는 리액턴스 전압을 상쇄하는 자속을 만들어 불꽃 발생을 줄이므로 정류 개선 방법에 해당한다.

③ X
틀린 부분은 "정류자편의 수를 줄인다"이다.
실제로는 정류자편 수를 늘려 각 코일의 유기전압과 정류 부담을 줄이는 쪽이 정류에 유리하다.

④ O
브러시의 접촉저항이 크면 저항정류 작용이 커져 단락 코일의 전류 전환이 완만해지므로 정류가 좋아진다.

오답 포인트

③은 정류자편 수를 줄이면 구조가 단순해져 좋아 보인다는 직관을 노린 선지이다. 그러나 정류는 각 코일에 걸리는 전압과 전류 전환 부담을 줄여야 유리하므로 정류자편 수를 줄이는 방향은 오답이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 정류 개선책은 전기자 반작용 감소, 리액턴스 전압 상쇄, 저항정류 증대의 방향인지 먼저 본다. 반대로 정류 코일의 부담을 키우는 표현이면 오답으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

정류 개선은 보상권선·보극·큰 브러시 접촉저항이고, 정류자편은 줄이는 것이 아니라 많을수록 유리하다.

NoteBase

문 16. 유도기에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 와전류를 이용하는 기기이다.

② 회전자의 구조에 따라 농형과 권선형으로 나뉜다.

③ 회전자의 속도는 회전자계의 속도와 같다.

④ 단상 또는 3상 전원으로 구동된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도기의 기본 원리와 회전자 구조 분류, 그리고 회전자 속도와 회전자계 속도의 관계를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

유도기는 고정자에 가한 교류가 회전자계를 만들고, 그 회전자계가 회전자 도체에 전류를 유도하여 토크를 발생시키는 교류기기이다.
회전자계의 속도는 동기속도이고, 유도기의 회전자 속도는 유도전류가 계속 생겨야 하므로 동기속도와 같지 않고 약간 느리다. 이 속도차를 슬립이라고 한다.
회전자 구조에 따른 분류는 농형과 권선형이고, 전원에 따른 분류는 단상과 3상이다.

선지별 해설

1번 O: 유도기는 회전자에 전류가 유도되어 동작하는 기기이다. 선지의 취지는 회전자에 유도된 전류를 이용한다는 뜻이므로 옳다.
2번 O: 유도기는 회전자 구조에 따라 농형 유도기와 권선형 유도기로 나눈다. 구조에 따른 대표적인 분류를 묻는 기본 사항이므로 옳다.
3번 X: 틀린 표현은 "회전자의 속도는 회전자계의 속도와 같다"이다. 유도기에서 회전자 속도는 회전자계의 속도인 동기속도보다 항상 약간 느리다. 회전자 속도가 회전자계 속도와 같아지면 슬립이 0이 되어 회전자에 유도기전력이 생기지 않고 토크도 발생하지 않는다. 올바르게는 "회전자의 속도는 회전자계의 속도보다 약간 느리다"이다.
4번 O: 유도기는 단상 유도기와 3상 유도기로 구분되며, 각각 단상 또는 3상 교류전원으로 구동된다. 전원상수에 따른 분류를 말한 것이므로 옳다.

오답 포인트

회전자계의 속도와 회전자 속도를 같은 것으로 보면 동기기와 유도기를 혼동하게 된다. 유도기는 슬립이 있어야 회전자에 전류가 유도되므로 두 속도가 같을 수 없다는 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유도기에서 속도 관련 선지가 나오면 먼저 회전자계 속도는 동기속도이고 회전자 속도는 그보다 약간 느리다는 슬립 개념을 확인한다. 이어서 구조 분류는 농형·권선형, 전원 분류는 단상·3상으로 구분하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

유도기는 슬립이 있어야 토크가 생기고, 회전자 구조는 농형·권선형으로 나뉜다.

NoteBase

문 17. 변압기의 병렬운전에서 최적의 상태를 얻기 위해 필요한 조건으로 가장 옳지 않은 것은?

① 극성이 같아야 한다.

② 1차 및 2차 정격전압이 같아야 한다.

③ 퍼센트 임피던스 강하가 같아야 한다.

④ 1차와 2차의 권수비가 정수배이어야 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 병렬운전의 성립 조건과 비성립 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

변압기 병렬운전은 여러 변압기의 2차측을 함께 연결하여 부하를 나누어 공급하는 방식이다.
병렬운전의 핵심 조건은 극성이 같고, 변압비가 같아 2차 유기전압이 같으며, 퍼센트 임피던스가 같거나 매우 비슷하여 부하 분담이 균등해지는 것이다.
권수비는 각 변압기의 설계 결과일 뿐이고, 서로의 권수비가 정수배여야 한다는 조건은 병렬운전 성립 조건이 아니다.

선지별 해설

① O: 극성이 다르면 2차측을 병렬 접속할 때 순환전류가 발생하거나 단락 상태가 되어 병렬운전이 불가능하다. 따라서 극성 일치는 필수 조건이다.
② O: 1차 및 2차 정격전압이 같다는 말은 실제로 변압비와 2차 전압이 서로 맞아야 한다는 뜻이다. 정격전압이 다르면 병렬 접속 시 한쪽이 더 높은 전압을 만들어 순환전류가 흐르게 된다.
③ O: 퍼센트 임피던스 강하가 같아야 각 변압기가 용량비에 맞게 부하를 고르게 분담한다. 엄밀히는 같거나 매우 비슷해야 하며, 시험에서는 병렬운전의 최적 조건으로 본다.
④ X: 틀린 부분은 "권수비가 정수배이어야 한다"는 표현이다. 실제로는 각 변압기의 변압비가 같아야 할 뿐이며, 권수비 자체가 서로 정수배일 필요는 없다.

오답 포인트

②의 전압 조건과 ④의 권수비 조건을 같은 말처럼 혼동하기 쉽다. 병렬운전에서 보는 것은 정수배 여부가 아니라 최종적으로 2차 전압이 같게 되는 변압비 일치와 임피던스 정합이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전 조건 문제는 먼저 순환전류를 막는 조건인 극성 일치와 전압 일치를 확인하고, 다음으로 부하 분담을 맞추는 퍼센트 임피던스 조건을 본다. 이 틀에 들어가지 않는 권수비 정수배 같은 표현은 함정 선택지로 판단할 수 있다.

암기 포인트

병렬운전은 극성 같게, 전압비 같게, 퍼센트 임피던스 같게이고, 권수비 정수배 조건은 아니다.

NoteBase

문 18. 극수가 4이고, 1극당 자속이 0.1[Wb], 회전속도 1,500[rpm], 코일의 권수 120인 코일에 유기되는 기전력의 실효값[V]은? (단, 권선계수는 1이다.)

① 2,664

② 2,764

③ 2,864

④ 2,964

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 교류 유기기전력 공식과 주파수 공식으로 코일의 실효 기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 4, 1극당 자속 0.1Wb, 회전속도 1,500rpm, 권수 120, 권선계수 1이다.
구해야 할 값: 코일에 유기되는 기전력의 실효값이다.
주의할 조건: 회전속도에서 먼저 주파수 f를 구한 뒤 $E = 4.44f\Phi Tk_w$를 적용해야 한다.

사용할 공식

주파수는 $f = \frac{PN}{120}$이다.
유기기전력의 실효값은 $E = 4.44f\Phi Tk_w$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 극수와 회전속도가 주어졌고, 1극당 자속과 권수 및 권선계수로 교류 기전력의 실효값을 바로 계산하는 전형적인 발전기 유기기전력 조건이기 때문이다.

계산 과정

1. 주파수는 $f = \frac{PN}{120} = \frac{4 \times 1500}{120} = 50[Hz]$이다.
2. 유기기전력은 $E = 4.44f\Phi Tk_w = 4.44 \times 50 \times 0.1 \times 120 \times 1$이다.
3. 따라서 $E = 2664[V]$이므로 실효값은 2,664 V이다.

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $2664[V]$이므로 맞다.
② X: 2,764 V는 계산 결과와 일치하지 않으므로 틀리다. 올바른 값은 2,664 V이다.
③ X: 2,864 V는 계산 결과와 200 V 차이가 나므로 틀리다. 올바른 값은 2,664 V이다.
④ X: 2,964 V는 계산 결과와 300 V 차이가 나므로 틀리다. 올바른 값은 2,664 V이다.

NoteBase

오답 포인트

회전속도를 그대로 공식에 넣거나, 주파수 $f = \frac{PN}{120}$를 빼먹으면 오답이 된다. 이 문제의 함정은 rpm을 Hz로 바꾸는 단계와 실효값 공식의 4.44를 빠뜨리는 실수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

발전기 기전력 계산 문제는 먼저 극수와 회전속도로 주파수를 구하고, 다음에 $E = 4.44 f \Phi T k_w$에 자속과 권수를 대입하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

교류 유기기전력은 $E = 4.44 f \Phi T k_w$, 주파수는 $f = \frac{PN}{120}$이다.

NoteBase

문 19. 변압기의 단락시험을 통해 측정 가능한 값은?

① 동손
② 철손
③ 히스테리시스손
④ 와류손

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 무부하시험과 단락시험이 각각 무엇을 측정하는지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

단락시험은 2차측을 단락하고 1차측에 낮은 전압을 가해 정격전류를 흘리면서 동손을 구하는 시험이다.
무부하시험은 2차측을 개방하고 정격전압을 가해 철손을 구하는 시험이다.
동손은 권선 저항에서 생기는 I^2R 손실이고, 철손은 히스테리시스손과 와류손으로 이루어진다.

선지별 해설

① O: 단락시험에서는 인가전압이 매우 낮아 철손이 거의 무시되고, 정격전류가 흘러 권선의 동손을 측정할 수 있다.
② X: 틀린 부분은 "철손"이다. 철손은 무부하시험으로 구하는 값이며, 단락시험으로 구하는 값은 동손이다.
③ X: 틀린 부분은 "히스테리시스손"이다. 히스테리시스손은 철손의 구성요소이므로 무부하시험 쪽에서 다루며, 단락시험의 직접 측정 대상은 동손이다.
④ X: 틀린 부분은 "와류손"이다. 와류손도 철손의 구성요소이므로 무부하시험에서 다루는 값이며, 단락시험으로 측정 가능한 대표값은 동손이다.

오답 포인트

철손을 히스테리시스손, 와류손으로 다시 나누어 외우다 보면 단락시험에서도 그 하위 항목을 직접 구한다고 착각하기 쉽다. 이 문항은 시험 이름보다 어떤 전압과 어떤 전류 상태에서 손실이 두드러지는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락시험은 저전압·정격전류 상태이므로 권선 손실인 동손으로 판단한다. 무부하시험은 정격전압·작은 전류 상태이므로 철심 손실인 철손으로 판단한다.

암기 포인트

단락시험은 동손, 무부하시험은 철손이다.

NoteBase

문 20. 히스테리시스(hysteresis) 전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 회전자 형상이 매끄러워 소음이 적다.

② 자기적 맥동이 존재하지 않는다.

③ 큰 회전자저항과 리액턴스를 갖는다.

④ 부하가 크면 동기속도에 도달하지 못한다.

정답 4번

출제 포인트

히스테리시스 전동기의 핵심 특성인 매끄러운 회전자, 저소음, 자기적 맥동이 거의 없는 운전, 그리고 정지부터 동기속도까지 거의 일정한 토크 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

히스테리시스 전동기는 회전자의 자기 히스테리시스 작용으로 토크를 만들어 최종적으로 동기속도로 운전하는 동기전동기이다.
이 전동기는 회전자가 매끄러운 원통형이어서 소음과 진동이 작고, 슬롯이 없어 자기적 맥동도 거의 없다.
또한 정지 상태에서 동기속도까지 토크가 거의 일정하여, 가속할 수 있는 부하라면 동기속도에 도달해 동기운전을 계속한다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2017

선지별 해설

① O
회전자 형상이 매끄러운 원통형이어서 슬롯에 따른 기계적 소음과 자기적 소음이 작다. 히스테리시스 전동기가 정숙 운전에 유리하다는 대표 특성과 맞는 설명이다.

② O
회전자에 돌극이나 슬롯이 없어 자속의 불균일에 따른 자기적 맥동이 거의 없다. 그래서 회전이 매우 부드럽고 진동도 작다.

③ O
히스테리시스 전동기는 회전자 측이 등가적으로 큰 저항과 리액턴스 성분을 가지는 특성으로 다루며, 이 특성이 정지부터 동기속도까지 거의 일정한 토크 특성과 연결된다. 따라서 이 선지는 히스테리시스 전동기의 특성 설명으로 볼 수 있다.

④ X
틀린 부분은 '부하가 크면 동기속도에 도달하지 못한다'는 표현이다. 히스테리시스 전동기는 정지부터 동기속도까지 거의 일정한 토크를 내므로, 전동기가 가속할 수 있는 범위의 부하라면 동기속도에 도달하여 동기 운전한다. 올바르게는 '가속 가능한 부하라면 동기속도에 도달해 동기 운전한다'이다.

오답 포인트

유도전동기처럼 부하가 커지면 슬립이 커져 동기속도에 못 간다고 일반화하면 ④에 끌리기 쉽다. 그러나 히스테리시스 전동기는 정지부터 동기속도까지 거의 일정한 토크를 내는 점이 핵심 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

히스테리시스 전동기 문제가 나오면 먼저 '매끄러운 회전자, 저소음, 자기적 맥동이 거의 없음, 거의 일정 토크, 동기속도 운전'을 묶어서 판단한다. 이 묶음과 반대로 '동기속도에 못 간다'처럼 유도전동기식 설명이 나오면 오답 후보가 된다.

암기 포인트

히스테리시스 전동기 = 매끄러운 회전자 + 정숙 운전 + 거의 일정 토크 + 최종 동기속도이다.

NoteBase