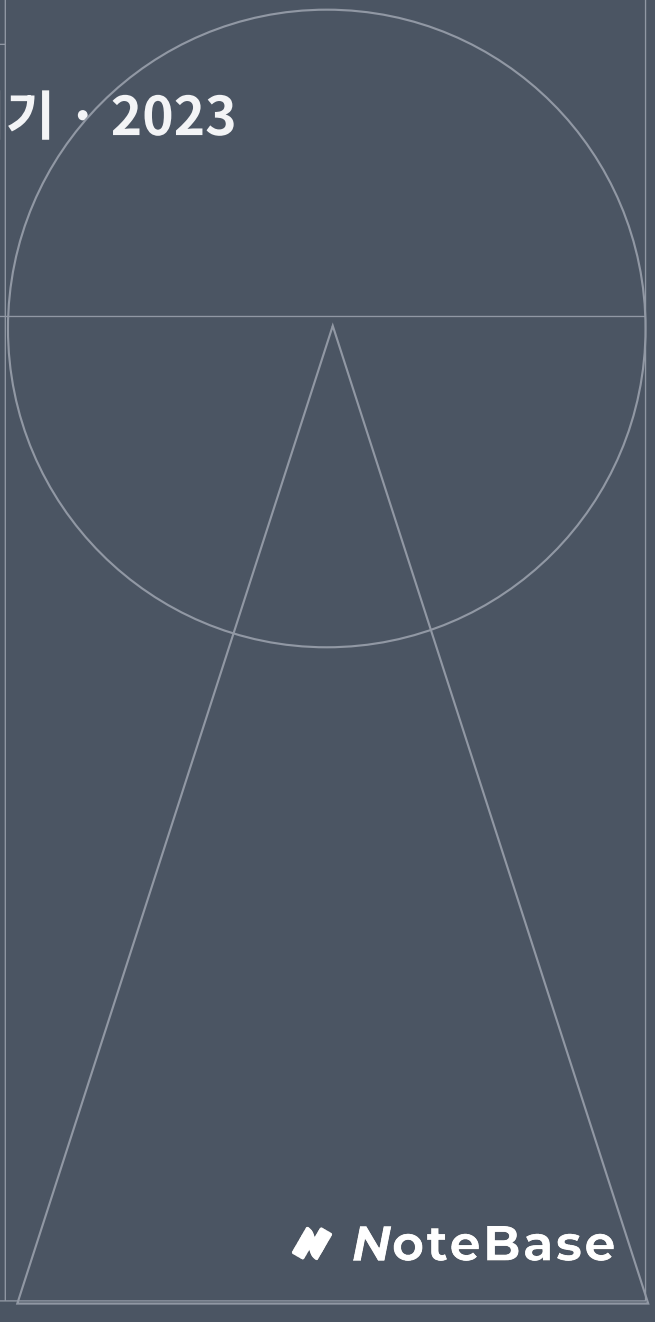
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2023

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2023

문 1. 일정한 크기를 가지면서 한 방향으로 회전하는 회전자계가 생성되는 조합으로 가장 옳은 것은?

① 공간적으로 120°의 위상차를 갖도록 배치된 3상 코일에 동일한 위상과 크기(진폭)를 가지는 전류를 입력한다.

② 공간적으로 120°의 위상차를 갖도록 배치된 3상 코일에 서로 전기각으로 120°의 위상차를 가지고 일정한 크기(진폭)를 가지는 전류를 입력한다.

③ 공간적으로 0°의 위상차를 갖도록 배치된 3상 코일에 서로 전기각으로 120°의 위상차를 가지고 일정한 크기(진폭)를 가지는 전류를 입력한다.

④ 1개의 코일에 단상 전류를 입력한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 일정한 크기로 한 방향 회전하는 회전자계가 성립하는 조건, 즉 권선의 공간 위상차와 전류의 시간 위상차가 함께 맞아야 한다는 점을 묻는다.

핵심 개념

회전자계는 공간적으로 분리된 다상 권선에 시간적으로 위상차가 있는 교류를 흘릴 때 생기는, 크기가 일정하고 축이 연속적으로 회전하는 자계이다.
핵심 구별점은 코일의 공간 배치와 전류의 위상차가 모두 필요하다는 점이다. 둘 중 하나만 맞아서는 일정한 회전자계가 만들어지지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 '동일한 위상'이다. 코일이 공간적으로 120° 벌어져 있어도 세 전류가 모두 같은 위상이면 회전 성분이 생기지 않아 일정한 회전자계가 되지 않는다. 올바르게는 서로 120°의 위상차를 가진 평형 3상 전류를 입력해야 한다.
2번 O: 공간적으로 120°의 위상차를 갖는 3상 코일에 서로 전기각으로 120°의 위상차를 가진 같은 크기의 3상 전류를 흘리면 크기가 일정하고 한 방향으로 회전하는 회전자계가 생성된다.
3번 X: 틀린 부분은 '공간적으로 0°의 위상차'이다. 전류만 120° 위상차를 가져도 코일 축이 모두 같은 위치에 있으면 자계 축이 공간적으로 돌지 못한다. 올바르게는 코일도 공간적으로 120° 벌어져 있어야 한다.
4번 X: 틀린 부분은 '1개의 코일에 단상 전류'이다. 단상 전류는 시간에 따라 세기만 변하는 맥동자계를 만들 뿐, 일정한 크기로 한 방향 회전하는 회전자계를 만들지 못한다. 올바르게는 공간적으로 분리된 다상 권선과 위상차 전류의 조합이 필요하다.

오답 포인트

공간 위상차와 시간 위상차 가운데 하나만 만족해도 회전자계가 생긴다고 오해하기 쉽다. 이 문항은 1번에서 시간 위상차를 없애고, 3번에서 공간 위상차를 없애는 방식으로 두 조건을 따로 흔들어 함정을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 코일이 서로 공간적으로 분리되어 있는지 본다. 다음으로 각 상 전류가 서로 같은 크기와 120° 위상차를 갖는지 확인한다. 이 두 조건이 동시에 맞으면 일정 크기의 회전자계, 하나라도 빠지면 비회전 또는 맥동자계로 판단한다.

암기 포인트

회전자계는 공간 120° 권선과 시간 120° 3상 전류가 만나야 성립한다.

NoteBase

문 2. 4극 $60[Hz]$의 3상 권선형 유도전동기가 $1,200[rpm]$의 정격속도로 회전할 때 1차측 단자를 전환해서 상회전방향을 반대로 바꾸어 역전제동을 하는 경우 제동토크를 전부하토크와 같게 하기 위한 2차 삽입저항 $R[\Omega]$은? (단, 회전자 1상의 저항은 $0.005[\Omega]$, Y결선이다.)

① 0.01

② 0.02

③ 0.03

④ 0.04

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 권선형 유도전동기의 역전제동 시 슬립을 $2-s$로 바꾸고, 같은 토크 조건에서 필요한 총 2차 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 4극, $60Hz$, 정격속도 $1200rpm$, 회전자 1상 저항 0.005Ω, Y결선이다.
구해야 할 값: 전부하토크와 같은 제동토크를 만드는 2차 삽입저항 R이다.
주의할 조건: 역전제동에서는 회전자 속도 방향은 그대로이고 회전자계 방향만 반대로 바뀌므로 슬립이 커진다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s=\frac{120f}{P}$이다.
정상운전 슬립은 $s=\frac{N_s-N}{N_s}$이다.
역전제동 슬립은 $s_p=2-s$이다.
같은 토크 조건에서는 $\frac{R_2}{s}$가 같으므로 총 2차 저항은 슬립에 비례한다.
이 공식을 쓰는 이유: 권선형 유도전동기의 토크식은 공급전압과 누설리액턴스가 같을 때 $\frac{R_2}{s}$의 비로 같은 토크점을 대응시킬 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s=\frac{120\times 60}{4}=1800rpm$이다.
2. 전부하 슬립은 $s=\frac{1800-1200}{1800}=\frac{1}{3}$이다.
3. 역전제동 시 슬립은 $s_p=2-\frac{1}{3}=\frac{5}{3}$이다.
4. 같은 토크가 되려면 총 2차 저항도 슬립비만큼 커지므로 $R_2'=0.005\times\frac{5/3}{1/3}=0.025\Omega$이다.
5. 따라서 삽입저항은 $R=0.025-0.005=0.02\Omega$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 0.01Ω은 총 2차 저항을 0.015Ω으로 본 값이다. 틀린 표현은 '삽입저항이 0.01Ω이다'이고, 올바르게는 총 2차 저항 0.025Ω에서 기존 저항 0.005Ω을 뺀 0.02Ω이다.
② O: 정상운전 슬립은 $\frac{1}{3}$, 역전제동 슬립은 $\frac{5}{3}$이므로 슬립비는 5이다. 따라서 필요한 총 2차 저항은 5배인 0.025Ω이고, 삽입저항은 0.02Ω이므로 옳다.
③ X: 0.03Ω은 총 2차 저항을 0.035Ω으로 만드는 값이다. 틀린 표현은 '삽입저항이 0.03Ω이다'이고, 올바르게는 0.02Ω만 더하면 전부하토크와 같은 제동토크가 된다.
④ X: 0.04Ω은 총 2차 저항을 0.045Ω으로 만들어 필요값보다 크다. 틀린 표현은 '삽입저항이 0.04Ω이다'이고, 올바르게는 삽입저항 0.02Ω이다.

오답 포인트

기존 회전자 저항 0.005Ω을 빼지 않고 바로 답으로 적거나, 역전제동 슬립을 $2 - s$가 아니라 정상운전 슬립 s로 그대로 두면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기 제동 문제는 먼저 동기속도와 정상운전 슬립을 구하고, 역전제동이면 슬립을 $2 - s$로 바꾼 다음, 같은 토크 조건에서 총 2차 저항이 슬립비에 비례한다는 순서로 판단한다.

암기 포인트

역전제동 슬립은 $2 - s$, 같은 토크점의 총 2차 저항은 슬립비만큼 변한다.

NoteBase

문 3. 정격 $300[V]$, $15[kW]$ 분권 직류발전기의 전압변동률에 가장 가까운 값[%]은? (단, 전기자저항은 $0.1[\Omega]$, 계자저항은 $100[\Omega]$이다.)

① 1.8

② 2.6

③ 3.6

④ 4.8

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 분권 직류발전기의 전압변동률을 구할 때 부하전류와 계자전류를 합한 전기자전류를 정확히 적용하는지를 묻는다.

조건 정리

정격전압은 300 V이다.
정격출력은 15 kW이다.
전기자저항은 0.1Ω이다.
계자저항은 100Ω이다.
구해야 할 값은 전압변동률이다.

사용할 공식

부하전류는 $I_L = \frac{P}{V}$이다.
계자전류는 $I_f = \frac{V}{R_f}$이다.
분권 직류발전기의 전기자전류는 $I_a = I_L + I_f$이다.
전압변동률은 $\frac{E-V}{V} \times 100$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 분권 직류발전기의 단자전압 저하는 전기자회로의 내부전압강하 I_aR_a로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 부하전류는 $I_L = \frac{15000}{300} = 50A$이다.
2. 계자전류는 $I_f = \frac{300}{100} = 3A$이다.
3. 전기자전류는 $I_a = 50 + 3 = 53A$이다.
4. 전기자 내부전압강하는 $I_aR_a = 53 \times 0.1 = 5.3V$이다.
5. 무부하 유기전압은 $E = 300 + 5.3 = 305.3V$이다.
6. 전압변동률은 $\frac{305.3-300}{300} \times 100 = \frac{5.3}{300} \times 100 \approx 1.77\%$이므로 약 1.8%이다.

NoteBase

선지 판단

① O: 계산 결과 전압변동률은 약 1.77%이므로 가장 가까운 값은 1.8%이다.
② X: 2.6%는 계산 결과와 맞지 않는다. 전압변동률은 2.6%가 아니라 약 1.8%이다.
③ X: 3.6%는 전기자저항을 실제보다 크게 보거나 내부전압강하를 중복 계산할 때 나올 수 있는 값이다. 올바르게는 $R_a = 0.1\Omega$를 한 번만 적용하여 약 1.8%가 된다.
④ X: 4.8%는 전기자전류나 내부전압강하를 과대하게 잡은 오답이다. 올바른 전압변동률은 약 1.8%이므로 4.8%가 아니다.

오답 포인트

분권 발전기에서 전기자전류를 부하전류 50A만으로 두면 계자전류 3A를 빠뜨리게 된다. 반대로 저항을 중복 적용하거나 전압강하를 과대 계산해도 오답으로 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분권 직류기 계산형 문제는 먼저 I_L, I_f, I_a의 관계를 정리한 뒤 내부전압강하 I_aR_a를 구하고 마지막에 전압변동률 식에 대입하면 된다.

암기 포인트

분권 발전기는 $I_a = I_L + I_f$, 전압변동률은 내부전압강하를 정격전압으로 나눈 값이라는 흐름으로 정리된다.

NoteBase

문 4. 전기자저항이 0.5[Ω], 계자저항이 0.8[Ω]인 직렬발전기에 전기자전류 10[A]가 흐를 때, 단자전압이 95[V]라면 유기기전력의 값[V]은? (단, 전기자 반작용과 브러시 접촉저항은 무시한다.)

① 95

② 100

③ 103

④ 108

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직권발전기의 단자전압과 내부저항 전압강하를 이용해 유기기전력 E를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 전기자저항 $R_a = 0.5[\Omega]$
- 계자저항 $R_{se} = 0.8[\Omega]$
- 전기자전류 $I_a = 10[A]$
- 단자전압 $V = 95[V]$

구해야 할 값:
- 유기기전력 E

주의할 조건:
- 직권발전기이므로 전기자전류와 계자전류가 같다.
- 전기자 반작용과 브러시 접촉저항은 무시하므로 저항강하는 I_aR_a와 I_aR_{se}만 반영한다.

사용할 공식

직권발전기의 발전기식은 다음과 같다.

$E = V + I_a(R_a + R_{se})$

이 공식을 쓰는 이유:

발전기에서는 유기기전력에서 내부저항 전압강하를 뺀 값이 단자전압이 된다. 따라서 단자전압이 주어지면 내부저항 강하를 다시 더해 유기기전력을 구한다.

계산 과정

1. 전체 내부저항은 $R_a + R_{se} = 0.5 + 0.8 = 1.3[\Omega]$이다.
2. 내부저항 전압강하는 $I_a(R_a + R_{se}) = 10 \times 1.3 = 13[V]$이다.
3. 유기기전력은 $E = 95 + 13 = 108[V]$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

95는 단자전압 값 그대로이다. 유기기전력은 내부저항 전압강하를 포함해야 하므로 틀리다. 틀린 표현은 "유기기전력=단자전압"이고, 올바르게는 "유기기전력=단자전압+내부저항 강하"이다.

② X

100은 $95 + 10 \times 0.5$로 전기자저항 강하만 더한 값이다. 계자저항 강하 $10 \times 0.8 = 8[V]$를 빠뜨렸으므로 틀리다. 올바르게는 전기자저항과 계자저항 강하를 모두 더해 108이 된다.

③ X

103은 $95 + 10 \times 0.8$로 계자저항 강하만 더한 값이다. 전기자저항 강하 $10 \times 0.5 = 5[V]$를 빠뜨렸으므로 틀리다. 올바르게는 두 저항의 강하를 모두 더한 108이 유기기전력이다.

④ O

$E = 95 + 10(0.5 + 0.8) = 95 + 13 = 108$이므로 옳다.

오답 포인트

단자전압과 유기기전력을 같은 값으로 보거나, 전기자저항 또는 계자저항 중 하나만 반영하는 실수가 자주 나온다. 직권발전기에서는 전류가 두 저항에 모두 흐른다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

발전기 전압 문제는 먼저 단자전압인지 유기기전력인지 구분하고, 그다음 발전기식 E=V+내부강하를 적용한다. 직권발전기는 직렬로 연결된 내부저항에 같은 전류가 흐른다고 판단하면 된다.

암기 포인트

직권발전기 유기기전력은 단자전압에 전기자저항 강하와 계자저항 강하를 모두 더한 값이다.

NoteBase

문 5. 유니버설전동기(universal motor)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 교류전원 인가 시 주파수와 회전자 속도는 비례한다.

② 직류 및 교류 겸용으로도 활용하는 전동기로서 직권직류전동기 타입만 가능하다.

③ 직류전원 사용에 비해 교류로 동작시키면 철손이 증가한다.

④ 교류로 사용하면 정류작용이 악화된다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 유니버설전동기의 구조적 본질과 교류 운전 시 특성을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

유니버설전동기는 직권 정류자전동기를 교류와 직류 모두에서 사용할 수 있게 만든 전동기이다.
직류 직권전동기와 공통점은 직권 계자와 전기자 전류가 함께 바뀌어 토크 방향이 유지된다는 점이다.
교류 운전 시에는 리액턴스와 철손이 생기고 정류가 나빠져 직류 운전 때보다 성능이 저하된다.

선지별 해설

1번: X. 유니버설전동기는 동기기처럼 주파수로 회전속도가 직접 정해지는 전동기가 아니다. 틀린 표현은 "주파수와 회전자 속도는 비례한다"이다. 올바르게는 회전자 속도는 전압, 부하, 리액턴스 등의 영향으로 결정되며 주파수에 단순 비례하지 않는다.
2번: O. 유니버설전동기는 직류 직권전동기를 바탕으로 만든 교직류 겸용 전동기이다. 분권형이나 복권형은 교류에서 계자와 전기자의 위상 특성 때문에 같은 방식으로 쓰기 어렵고, 실용적으로는 직권형만 가능하다.
3번: O. 교류로 운전하면 자속이 교번하므로 철손이 증가한다. 따라서 직류전원 사용 때보다 교류 운전 시 철손이 커진다는 설명은 맞다.
4번: O. 교류 운전 시에는 리액턴스와 변압기작용 때문에 정류 조건이 불리해진다. 따라서 교류를 사용하면 정류작용이 악화된다는 설명은 맞다.

오답 포인트

유니버설전동기를 "교류도 쓰는 전동기"라고만 외우면 1번을 맞는 말처럼 보기 쉽다. 그러나 교류 사용 가능 여부와 주파수 비례 속도 특성은 별개이며, 주파수 비례 속도는 동기기 계열의 발상이지 유니버설전동기의 성질이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유니버설전동기 문제가 나오면 먼저 "직권 정류자전동기 기반인가"를 확인하고, 다음으로 교류 운전 시 변화가 철손 증가, 정류 악화, 성능 저하 쪽인지 본다. 속도가 주파수로 직접 정해진다고 하면 바로 틀린 선지로 판단할 수 있다.

암기 포인트

유니버설전동기는 직권형이라 AC와 DC 모두 가능하고, AC에서는 철손 증가와 정류 악화가 나타나며 속도는 주파수 비례형이 아니다.

NoteBase

문 6. 3상 동기발전기의 상당 유기기전력 파형의 5고조파를 단절권으로 제거하고자 한다. 자극 피치에 대한 권선 피치의 비로 가능한 값은?

① $\frac{1}{5}$
② $\frac{3}{5}$
③ $\frac{4}{5}$
④ $\frac{5}{6}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단절권의 절단각과 고조파 제거 조건을 이용해 권선 피치와 자극 피치의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 3상 동기발전기의 상당 유기기전력에서 5고조파를 제거하려는 상황이다.
구해야 할 값: 자극 피치 τ에 대한 권선 피치 y의 비 y/τ이다.
주의할 조건: 단절권으로 n고조파를 제거하려면 그 고조파의 권선절감계수 k_{pn}가 0이 되어야 한다.

사용할 공식

권선절감계수는 $k_{pn} = \cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right)$이다. 여기서 α는 절단각이다.
5고조파를 없애려면 $k_{p5} = 0$이어야 하므로 $\cos\left(\frac{5\alpha}{2}\right) = 0$ 조건을 쓴다.
또한 권선 피치와 자극 피치의 비는 $\frac{y}{\tau} = 1 - \frac{\alpha}{180^\circ}$로 나타난다.

계산 과정

1. 5고조파 제거 조건에서 $\cos\left(\frac{5\alpha}{2}\right) = 0$이다.
2. $\frac{5\alpha}{2} = 90^\circ$이므로 $\alpha = 36^\circ$이다.
3. 따라서 $\frac{y}{\tau} = 1 - \frac{36^\circ}{180^\circ} = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$이다.

선지별 해설

① X: $\frac{1}{5}$는 절단각 비율 $\alpha/180^\circ$에 해당하는 값일 뿐 권선 피치비가 아니다. 틀린 표현은 권선 피치를 $\frac{1}{5}\tau$로 본 점이며, 올바르게는 권선 피치비가 $\frac{4}{5}$이다.
② X: $\frac{3}{5}$는 5고조파 제거 조건에서 나온 값이 아니다. 틀린 표현은 36도를 다른 비율로 환산한 점이며, 올바르게는 $1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$이다.
③ O: 5고조파 제거를 위한 절단각이 36°이므로 권선 피치비는 $1 - \frac{36}{180} = \frac{4}{5}$가 된다. 따라서 이 선지가 옳다.
④ X: $\frac{5}{6}$은 절단각이 30°일 때의 값으로, 5고조파 제거 조건 $\alpha = 36^\circ$와 맞지 않는다. 틀린 표현은 필요한 절단각을 30도로 본 점이며, 올바르게는 36도이므로 권선 피치비가 $\frac{4}{5}$이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 흔한 실수는 절단각 비율 $\alpha/180^\circ$와 권선 피치비 y/τ를 뒤바꾸는 점이다. 이 문항에서는 $\frac{1}{5}$가 먼저 나오므로 ①에 끌리기 쉽지만, 실제로 구하는 값은 그 보수인 $1-\frac{1}{5}$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

고조파 제거형 단절권 문항은 먼저 $k_{pn}=\cos\left(\frac{n\alpha}{2}\right)=0$에서 절단각 α를 구한 뒤, 마지막에 권선 피치비를 $1-\frac{\alpha}{180^\circ}$로 바꿔 판단하면 된다.

암기 포인트

단절권으로 n고조파를 제거할 때 권선 피치비는 $1-\frac{1}{n}$ 형태로 정리된다.

NoteBase

문 7. 3상 유도전동기의 Y-Δ 기동에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① Y기동 시 기동토크를 Δ기동 시의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배로 제한하기 위함이다.
② Y기동 시 기동전류를 Δ기동 시의 $\frac{1}{3}$배로 제한하기 위함이다.
③ Y기동 시 한 상당 걸리는 기동전압을 Δ기동 시의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배로 제한하기 위함이다.
④ Y기동 시 선간에 걸리는 전압은 Δ기동 시 상전압과 같다.

정답 1번

출제 포인트

Y-Δ 기동에서 상전압, 기동전류, 기동토크의 비례관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

Y기동에서는 각 상에 걸리는 전압이 Δ기동 때의 상전압보다 작다.
Y기동 상전압은 Δ기동 상전압의 $1/\sqrt{3}$ 배이다.
기동전류는 전압에 비례하고, 기동토크는 전압의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

$V_{ph,Y} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}, \quad V_{ph,\Delta} = V_L$
$I \propto V, \quad T \propto V^2$
이 문제는 Y결선 기동 시 한 상에 걸리는 전압이 줄어들면서 전류와 토크가 각각 어떻게 변하는지를 묻고 있으므로, 상전압 비와 전류·토크의 비례식을 함께 써야 한다.

계산 과정

1. Δ기동에서는 한 상에 걸리는 전압이 선간전압과 같으므로 $V_{ph,\Delta} = V_L$이다.
2. Y기동에서는 한 상에 걸리는 전압이 $V_{ph,Y} = V_L/\sqrt{3}$이므로, 상전압 비는 $V_{ph,Y}/V_{ph,\Delta} = 1/\sqrt{3}$이다.
3. 기동전류는 전압에 비례하므로 상전류는 $1/\sqrt{3}$배가 된다. 선전류까지 비교하면 Y기동 선전류는 Δ기동 선전류의 1/3배가 된다.
4. 기동토크는 전압의 제곱에 비례하므로 $T_Y/T_\Delta = (1/\sqrt{3})^2 = 1/3$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: Y기동 시 기동토크는 Δ기동 시의 $1/\sqrt{3}$배가 아니라 1/3배이다. 틀린 표현은 "$1/\sqrt{3}$배"이고, 올바르게는 "1/3배"이다.
② O: Y기동에서는 선전류가 Δ기동 선전류의 1/3배로 줄어든다. 상전류는 $1/\sqrt{3}$배이지만, Δ결선의 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$배라는 점까지 반영하면 선전류 비는 1/3이 된다.
③ O: Y기동의 한 상당 기동전압은 Δ기동 한 상당 전압의 $1/\sqrt{3}$배이다. Y-Δ 기동은 각 상 전압을 낮춰 과대한 기동전류를 줄이기 위한 방식이다.
④ O: Y기동 시 선간전압은 공급 선간전압 그대로이고, Δ기동 시 상전압도 선간전압과 같다. 따라서 두 전압은 같다고 볼 수 있다.

오답 포인트

상전류와 선전류를 섞어서 보면 ②와 ③의 비율이 뒤바뀌기 쉽다. 또 전류는 전압에 비례하지만 토크는 전압의 제곱에 비례하므로, ①처럼 토크 비를 전압 비와 같은 $1/\sqrt{3}$로 잘못 적은 선지가 대표적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

Y-Δ 기동 문제는 먼저 Y기동 한 상 전압이 Δ기동 대비 $1/\sqrt{3}$배임을 잡고, 그다음 전류는 1차 비례, 토크는 제곱 비례로 나누어 판단하면 된다. 선전류를 비교할 때는 Δ결선에서 선전류가 상전류의 $\sqrt{3}$배라는 점까지 함께 본다.

암기 포인트

Y-Δ 기동은 상전압 $1/\sqrt{3}$배, 선전류 1/3배, 기동토크 1/3배로 정리된다.

NoteBase

문 8. 정격용량 14, 450[kVA], 선간전압 6, 800[V]인 3상 동기발전기의 퍼센트 동기임피던스가 85[%]이다. 이 발전기의 동기임피던스의 값 [Ω]은? (단, $\sqrt{3} = 1.7$로 계산한다.)

① 1.84

② 2.72

③ 3.54

④ 4.88

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 퍼센트 동기임피던스를 실제 동기임피던스 값으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 정격용량: 14,450 kVA
- 선간전압: 6,800 V
- 퍼센트 동기임피던스: 85%
- $\sqrt{3} = 1.7$

구해야 할 값:
- 동기임피던스 Z_s

주의할 조건:
- 3상 정격전류는 $I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V_L}$를 사용한다.
- 실제 동기임피던스는 기준임피던스에 퍼센트값 0.85를 곱해 구한다.

사용할 공식

$I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V_L}, V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}, Z_s = 0.85 \times \frac{V_{ph}}{I_n}$

이 공식을 쓰는 이유:

퍼센트 동기임피던스는 정격 상전압과 정격전류로 만든 기준임피던스에 대한 비율이므로, 먼저 3상 정격전류와 상전압을 구한 뒤 그 기준임피던스에 85%를 적용해야 한다.

계산 과정

1. 정격전류는 $I_n = \frac{14,450 \times 10^3}{1.7 \times 6,800} = \frac{14,450,000}{11,560} = 1,250A$이다.
2. 상전압은 $V_{ph} = \frac{6,800}{1.7} = 4,000V$이다.
3. 기준임피던스는 $\frac{V_{ph}}{I_n} = \frac{4,000}{1,250} = 3.2\Omega$이다.
4. 실제 동기임피던스는 $Z_s = 0.85 \times 3.2 = 2.72\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
계산 결과는 2.72Ω이므로 1.84는 맞지 않는다.
틀린 표현은 "동기임피던스가 1.84 Ω이다"이고, 올바르게는 "동기임피던스는 2.72 Ω이다"이다.
이 값은 퍼센트 환산 과정에서 기준전압이나 기준전류를 잘못 잡았을 때 나오는 오답값에 가깝다.

② O
정격전류는 1,250A, 상전압은 4,000V이므로 기준임피던스는 3.2Ω이다.
여기에 85%를 적용하면 0.85 × 3.2 = 2.72Ω가 되어 정답과 일치한다.

③ X
계산 결과는 2.72Ω이므로 3.54는 맞지 않는다.
틀린 표현은 "동기임피던스가 3.54 Ω이다"이고, 올바르게는 "동기임피던스는 2.72 Ω이다"이다.
이 값은 퍼센트값 적용 순서나 3상 전압 관계를 혼동했을 때 나오는 오답이다.

④ X
계산 결과는 2.72Ω이므로 4.88은 맞지 않는다.
틀린 표현은 "동기임피던스가 4.88 Ω이다"이고, 올바르게는 "동기임피던스는 2.72 Ω이다"이다.
이 값은 퍼센트 동기임피던스를 실제 임피던스로 환산하지 않거나 선간전압을 그대로 대입했을 때 접근하는 오답이다.

오답 포인트

이 문항의 핵심 함정은 3상 선간전압을 바로 임피던스 계산에 넣는 실수와 퍼센트값 85%를 실제 비율 0.85로 바꾸지 않는 실수이다. 선간전압과 상전압을 구분하지 않으면 오답 선지로 쉽게 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 퍼센트 임피던스 문제는 정격전류 계산, 상전압 환산, 기준임피던스 계산, 퍼센트 적용의 순서로 판단한다. 즉 $I_n = \frac{S}{\sqrt{3}V_L}$를 먼저 구하고, $V_{ph} = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$로 바꾼 뒤 $Z = \frac{V_{ph}}{I_n}$에 퍼센트값을 곱하면 된다.

암기 포인트

3상 퍼센트 임피던스는 $Z_s = \frac{V_{ph}}{I_n} \times \frac{\%Z}{100}$로 환산한다.

NoteBase

문 9. 직권 직류전동기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, 철심은 포화되지 않고 철손, 기계손, 표류부하손은 무시한다.)

① 자속은 전기자전류에 비례한다.

② 유도토크는 전기자전류의 제곱에 비례한다.

③ 무부하상태에서 속도는 무제한 상승한다.

④ 같은 기동전류에서 분권전동기보다 기동토크가 작다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직권 직류전동기의 자속-전류 관계, 토크 특성, 무부하 속도, 기동토크 비교를 묻는 문제이다.

핵심 개념

직권 직류전동기는 계자권선이 전기자와 직렬이어서 계자전류와 전기자전류가 같다. 철심이 포화되지 않으면 자속은 $\phi \propto I_a$ 이고, 전동토크는 $T \propto \phi I_a \propto I_a^2$ 가 된다. 또 역기전력은 $E = k\phi\omega$ 이므로 무부하에서 I_a 와 ϕ 가 매우 작아지면 속도 ω 가 비정상적으로 커진다.

선지별 해설

① O

직권전동기는 계자권선이 전기자와 직렬이므로 계자전류가 전기자전류와 같다. 문제 조건처럼 철심이 비포화이면 자속은 전기자전류에 비례한다.

② O

직류전동기의 토크는 $T \propto \phi I_a$ 이다. 직권전동기에서는 $\phi \propto I_a$ 이므로 결과적으로 $T \propto I_a^2$ 가 된다.

③ O

무부하에서는 필요한 토크가 거의 0이어서 전기자전류가 매우 작아지고 자속도 매우 작아진다. 이때 역기전력을 맞추기 위해 속도가 이론상 무한대로 상승하는 경향을 보이므로, 제시된 조건에서는 맞는 설명이다.

④ X

틀린 부분은 "분권전동기보다 기동토크가 작다"이다. 같은 기동전류라면 직권전동기는 $T \propto I_a^2$, 분권전동기는 자속이 거의 일정이어서 $T \propto I_a$ 이므로 직권전동기의 기동토크가 더 크다.

NoteBase

오답 포인트

직권전동기의 자속이 전류에 따라 함께 변한다는 점을 놓치면 ②와 ④를 분권전동기 특성과 뒤바꾸기 쉽다. 또한 ③은 실제 운전 감각으로는 과장처럼 보이지만, 문제 조건처럼 손실을 무시한 이상 상태에서는 무부하 속도가 무한대 방향으로 치솟는다고 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

직권전동기가 나오면 먼저 $I_f = I_a$ 인지를 확인한다. 그러면 비포화에서 $\phi \propto I_a$, 따라서 토크는 I_a^2 에 비례하고, 무부하에서는 자속이 약해져 속도 폭주 경향이 생기며, 같은 전류 기준 기동토크는 분권보다 크다고 판단한다.

암기 포인트

직권은 직렬이므로 $\phi \propto I_a$, $T \propto I_a^2$, 무부하 속도는 폭주 경향, 기동토크는 분권보다 크다.

NoteBase

문 10. 정격전압이 $3.3[kV]$, 정격전류가 $160[A]$인 3상 동기발전기의 계자전류가 $100[A]$일 때, 무부하 단자전압이 $3.3[kV]$이고, 3상 단락전류가 $200[A]$이다. 이 동기발전기의 단락비는?

① 0.75

② 1

③ 1.25

④ 1.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기의 단락비를 개방특성곡선과 단락특성곡선의 여자전류 비로 계산할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 정격전압 3.3 kV, 정격전류 160 A이다.
기준 여자전류: 계자전류 100 A일 때 무부하 단자전압이 3.3 kV이고 3상 단락전류가 200 A이다.
구해야 할 값: 발전기의 단락비이다.

사용할 공식

단락비는 (정격전압을 만드는 계자전류)/(정격전류를 흐르게 하는 단락 계자전류)이다.
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 같은 계자전류 100 A에서 개방전압과 단락전류를 함께 주었으므로, 정격전류에 해당하는 단락 계자전류를 비례식으로 바로 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 계자전류 100 A에서 무부하 단자전압이 정격전압 3.3 kV이므로, 정격전압을 만드는 계자전류는 100 A이다.
2. 계자전류 100 A에서 3상 단락전류가 200 A이므로, 정격전류 160 A를 흐르게 하는 계자전류는 비례식으로 $100 \times \frac{160}{200} = 80$ A이다.
3. 따라서 단락비는 $\frac{100}{80} = 1.25$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 0.75는 단락비가 아니다. 단락비는 $\frac{100}{80}$으로 계산하므로 올바르게는 1.25이다.
② X: 1은 단락전류 200 A를 정격전류 160 A로 환산하지 않고 계자전류 100 A를 그대로 대입한 경우의 오답이다. 올바르게는 정격전류에 해당하는 단락 계자전류를 80 A로 환산해야 한다.
③ O: 계자전류 100 A에서 정격전압이 나오고, 정격전류 160 A에 필요한 단락 계자전류가 80 A이므로 단락비는 $\frac{100}{80} = 1.25$이다.
④ X: 1.5는 주어진 단락전류 200 A와 정격전류 160 A의 비례관계를 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 단락비가 1.5가 아니라 1.25이다.

오답 포인트

계자전류 100 A에서의 단락전류 200 A를 그대로 분모에 두지 않고, 정격전류 160 A에 해당하도록 먼저 80 A로 비례 환산해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락비 문제는 먼저 정격전압을 만드는 계자전류를 잡고, 다음에 단락특성에서 정격전류에 해당하는 계자전류를 비례로 구한 뒤, 마지막에 두 계자전류의 비를 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

단락비는 정격전압용 계자전류 ÷ 정격전류용 단락 계자전류이다.

NoteBase

문 11. V-V 결선 변압기의 변압기 이용률에 가장 가까운 값은?

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

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 V-V 결선에서 결선 출력과 사용한 변압기 정격합의 비로 변압기 이용률을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: V-V 결선, 동일 정격의 단상 변압기 2대
구해야 할 값: 변압기 이용률
주의할 조건: V-V 결선의 출력비와 변압기 이용률은 서로 다른 값이다.

사용할 공식

변압기 이용률=V-V 결선의 출력사용한 변압기 정격합
동일 정격을 S라 두면
V-V 결선의 출력=$\sqrt{}$(3)S, 사용한 변압기 정격합=2S
이 공식을 쓰는 이유: V-V 결선은 단상 변압기 2대로 3상 출력을 만드는 결선이므로, 결선 전체 출력이 사용한 두 변압기의 정격합에 대해 어느 정도인지를 비로 본 값이 이용률이기 때문이다.

계산 과정

1. 단상 변압기 1대의 정격을 S라 둔다.
2. V-V 결선의 전체 출력은 $\sqrt{3}S$이다.
3. 사용한 두 변압기의 정격합은 $2S$이다.
4. 따라서 이용률은 $\frac{\sqrt{3}S}{2S} = \frac{\sqrt{3}}{2}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
$\frac{1}{2}$는 두 대를 사용한다고 해서 이용률을 단순히 절반으로 본 값이다. V-V 결선의 이용률은 출력과 정격합의 비이므로 틀린 표현이다. 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다.

② X
$\frac{1}{\sqrt{3}}$는 V-V 결선의 용량이 원래 Δ − Δ 3대 결선 용량의 약 57.7%라는 비율과 연결되는 값이다. 변압기 이용률과 혼동한 값이므로 틀리다. 올바르게는 이용률이 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다.

③ O
이용률은 $\frac{\sqrt{3}S}{2S} = \frac{\sqrt{3}}{2}$이므로 맞다.

④ X
1은 사용한 두 변압기 정격이 모두 그대로 출력으로 합쳐진다고 본 값이다. 그러나 V-V 결선의 전체 출력은 $2S$가 아니라 $\sqrt{3}S$이므로 틀리다. 올바르게는 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다.

계산 결과 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이므로 정답은 3번이다.

오답 포인트

V-V 결선에서는 두 비율을 섞어 틀리기 쉽다. $\frac{1}{\sqrt{3}}$는 원래 Δ − Δ 결선 용량 대비 비율이고, $\frac{\sqrt{3}}{2}$는 현재 사용 중인 두 변압기 정격합 대비 이용률이다.

다시 나오면 이렇게 판단

결선 관련 비율 문제는 먼저 분모가 무엇인지부터 확인한다. 원래 3대 결선 용량과 비교하는지, 현재 사용한 변압기 정격합과 비교하는지 구분하면 값이 갈리지 않는다.

암기 포인트

V-V 결선은 출력이 $\sqrt{3}S$, 사용 정격합이 $2S$이므로 이용률은 $\frac{\sqrt{3}}{2}$이다. 원래 Δ − Δ 결선 용량 대비 비율은 $\frac{1}{\sqrt{3}}$이다.

NoteBase

문 12. 4극 권선형 유도전동기가 50[Hz]의 주파수로 동작한다. 전부하 시 회전자 전류의 주파수가 5[Hz]이고 회전자 측 동손이 500[W]일 때 유도전동기의 기계적 출력의 값[kW]은?

① 3.0

② 4.5

③ 5.0

④ 5.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기에서 슬립 s와 회전자 동손 sP_2의 관계를 이용해 기계적 출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 전원 주파수 $f_1 = 50Hz$
- 회전자 전류 주파수 $f_2 = 5Hz$
- 회전자 동손 $sP_2 = 500W$

구해야 할 값:
- 유도전동기의 기계적 출력

주의할 조건:
- 회전자 전류 주파수는 슬립과 $f_2 = sf_1$ 관계를 가진다.
- 회전자 동손 500 W는 기계적 출력이 아니라 회전자 입력의 슬립분이다.

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.

$f_2 = sf_1$

$P_{cu2} = sP_2$

$P_m = (1 - s)P_2$

이 공식을 쓰는 이유는 회전자 전류 주파수로 슬립을 먼저 구할 수 있고, 회전자 동손은 회전자 입력 중 슬립에 해당하는 전력이기 때문이다.

계산 과정

1. 슬립을 구하면 $s = \frac{f_2}{f_1} = \frac{5}{50} = 0.1$이다.
2. 회전자 동손 $sP_2 = 500W$이므로 회전자 입력은 $P_2 = \frac{500}{0.1} = 5000W$이다.
3. 기계적 출력은 $P_m = (1 - s)P_2 = 0.9 \times 5000 = 4500W = 4.5kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 계산 결과는 $4.5kW$이므로 3.0 kW는 맞지 않는다. 틀린 값 3.0은 슬립과 회전자 동손의 관계를 잘못 적용한 값이고, 올바른 값은 4.5 kW이다.
② O: $s = 0.1$, $P_2 = 5.0kW$, $P_m = 4.5kW$이므로 4.5 kW가 맞다.
③ X: 5.0 kW는 회전자 입력 P_2 값일 뿐 기계적 출력이 아니다. 틀린 표현은 출력값을 5.0 kW로 본 점이고, 올바르게는 회전자 동손 500 W를 제외한 4.5 kW가 기계적 출력이다.
④ X: 5.5 kW는 회전자 동손을 빼지 않고 오히려 더한 값이어서 틀리다. 틀린 표현은 기계적 출력을 5.5 kW로 본 점이고, 올바르게는 기계적 출력은 4.5 kW이다.

오답 포인트

회전자 동손 500 W를 바로 출력으로 착각하거나, 회전자 입력 P_2와 기계적 출력 P_m를 구분하지 못하면 오답이 된다. ③은 동손을 빼지 않은 값이고, ④는 동손을 더해 버린 값이라는 점이 대표적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 계산형 문제는 회전자 주파수로 슬립을 먼저 구하고, 동손에서 회전자 입력을 역산한 뒤, 마지막에 $P_m = (1 - s)P_2$를 적용하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

유도전동기는 $f_2 = sf_1$, 회전자 동손은 sP_2, 기계적 출력은 $(1 - s)P_2$이다.

NoteBase

문 13. 변압기 냉각에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 변압기는 회전하는 부분이 없기 때문에 공기의 흐름이 없어 냉각 효과가 부족하다.

② 공기 중에서 냉각시키는 건식 방식보다 냉각수를 순환 시켜서 냉각하는 수냉 방식이 냉각에 유리하다.

③ 냉각수 순환 방식의 경우 펌프 등 외부장치의 설치가 필수이다.

④ 화재를 조심해야 할 장소에는 건식 방식의 변압기 설치를 권장하지 않는다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 건식 방식과 수냉 방식의 냉각 특성, 그리고 화재 위험 장소에서의 설치 적합성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

건식 변압기는 절연유를 쓰지 않고 공기 중에서 냉각하는 변압기이다. 결정 차이축은 냉각 매체와 화재 안전성이며, 키워드는 공기·난연성이다.
수냉 방식은 냉각수를 순환시켜 발생 열을 외부로 빼내는 냉각 방식이다. 결정 차이축은 냉각 성능과 외부 보조설비 필요성이며, 키워드는 물·펌프이다.
유입 변압기는 절연유로 절연과 냉각을 함께 하는 변압기이다. 냉각에는 유리하지만 화재 위험성은 건식보다 크다.

NoteBase

선지별 해설

① O
변압기는 회전기가 아니어서 자체적으로 강한 송풍을 만들 회전부가 없다. 따라서 자연 공기 흐름만으로는 냉각이 부족해지기 쉬워 여러 보조 냉각 방식이 쓰인다.

② O
공기 중에서 식히는 건식 방식보다 냉각수를 순환시키는 수냉 방식이 일반적으로 열을 더 잘 빼낸다. 냉각 매체의 열전달 성능이 더 좋아 냉각 효과에 유리하다.

③ O
냉각수를 순환시키려면 물의 흐름을 만들어야 하므로 펌프 같은 외부장치가 필요하다. 순환식 냉각은 자연 냉각과 달리 부속 설비가 함께 따라온다.

④ X
틀린 부분은 "건식 방식의 변압기 설치를 권장하지 않는다"이다.
실제로는 화재를 조심해야 할 장소일수록 절연유를 사용하지 않는 건식 변압기가 더 적합하다. 올바르게는 "화재를 조심해야 할 장소에는 건식 방식의 변압기 설치를 권장한다"이다.

오답 포인트

건식 변압기는 냉각 성능이 수냉이나 유냉보다 불리하다는 점 때문에 곧바로 위험 장소에도 부적합하다고 오해하기 쉽다. 그러나 냉각 성능과 화재 안전성은 다른 판단 축이며, ④는 이 둘을 뒤섞은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 냉각 문제는 냉각 성능, 외부 보조설비 필요 여부, 화재 안전성의 세 축으로 나누어 판단하면 된다. 물이나 기름을 쓰는 방식은 냉각에는 유리하지만 설비가 복잡해지거나 화재 위험이 커질 수 있고, 건식은 냉각은 다소 불리해도 안전 장소 선택에는 유리하다.

암기 포인트

건식은 화재에 안전하고, 수냉은 냉각이 강하며, 순환식은 펌프가 필요하다.

NoteBase

문 14. 전기차 정속 주행 시, 출력 토크와 속도는 $11[N \cdot m]$, $4{,}000[rpm]$이다. 시스템에너지 변환 효율이 $90[\%]$, 배터리용량이 $40[kWh]$일 때 최대 정속 주행 시간에 가장 가까운 값 $[h]$은? (단, $\pi = 3$으로 계산한다.)

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 2번

출제 포인트

토크와 회전속도로 기계출력을 구한 뒤 효율을 반영해 배터리 입력전력을 계산하고, 배터리 에너지로부터 정속 주행 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값
- 출력 토크: 11 N·m
- 속도: 4,000 rpm
- 시스템에너지 변환 효율: 90%
- 배터리 용량: 40 kWh

구해야 할 값
- 최대 정속 주행 시간

주의할 조건
- 효율 90%는 배터리 입력전력 대비 기계출력이 90%라는 뜻이므로, 배터리에서 꺼내는 전력은 기계출력을 0.9로 나누어 구한다.

사용할 공식

$P_{out} = T\omega, \quad \omega = \frac{2\pi n}{60}$

$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}, \quad t = \frac{E}{P_{in}}$

토크와 회전속도가 주어졌으므로 먼저 축의 기계출력을 구해야 하고, 효율을 반영해 배터리 입력전력을 구한 뒤 배터리 용량을 나누면 주행 시간이 나온다.

NoteBase

계산 과정

1. $\pi = 3$이므로 각속도는 $\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \times 3 \times 4000}{60} = 400 rad/s$이다.
2. 기계출력은 $P_{out} = T\omega = 11 \times 400 = 4400W = 4.4kW$이다.
3. 배터리 입력전력은 $P_{in} = \frac{4.4}{0.9} = 4.888\ldots kW$이다.
4. 최대 정속 주행 시간은 $t = \frac{40}{4.888\ldots} = 8.18\ldots h$이므로 가장 가까운 값은 8 h이다.

선지별 해설

① X
- 6 h라는 값은 배터리 입력전력을 실제보다 크게 잡은 값과 대응한다.
- 계산된 배터리 입력전력은 약 4.89 kW이므로 6 h는 맞지 않는다.
- 틀린 표현: "6 h" → 올바르게는 "약 8.18 h, 가장 가까운 값은 8 h"이다.

② O
- 계산 결과 최대 정속 주행 시간은 약 8.18 h이다.
- 보기 중 가장 가까운 값이 8 h이므로 옳다.

③ X
- 10 h는 효율을 무시해 $40/4.4 \approx 9.09h$로 보거나, 효율을 거꾸로 곱해 $4.4 \times 0.9 = 3.96kW$로 처리할 때 나올 수 있는 오답이다.
- 효율 90%는 배터리 입력전력이 기계출력보다 커진다는 뜻이므로 10 h는 맞지 않는다.
- 틀린 표현: "10 h" → 올바르게는 "약 8.18 h, 가장 가까운 값은 8 h"이다.

④ X
- 12 h는 출력 계산이나 효율 반영을 더 크게 잘못 처리한 값으로, 주어진 토크와 속도에서 나온 기계출력 4.4 kW와 맞지 않는다.
- 배터리 입력전력을 정확히 반영하면 주행 시간은 12 h까지 늘어나지 않는다.
- 틀린 표현: "12 h" → 올바르게는 "약 8.18 h, 가장 가까운 값은 8 h"이다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 rpm을 바로 전력 공식에 넣거나, 효율 90%를 입력전력에 곱해 시간을 더 길게 잡는 것이다. 이 문항에서는 P_{out}을 먼저 구하고, 그다음 $P_{in} = P_{out}/\eta$로 나누어야 한다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정속 주행 시간 문제는 "토크·속도에서 기계출력 계산 → 효율로 입력전력 환산 → 배터리 에너지 나누기" 순서로 판단한다. 효율이 100%보다 작으면 배터리에서 꺼내는 전력은 기계출력보다 커진다.

NoteBase

암기 포인트

회전계 출력은 $P = T\omega$, 주행 시간은 $t = E/P$이며, 효율은 출력에서 입력으로 거슬러 올라갈 때 나누어 반영한다.

NoteBase

문 15. 정격출력 200[kW], 속도 1,200[rpm], 선간전압 476[V]인 3상 동기전동기의 동기리액턴스가 1[Ω]이다. 상당 유기기전력이 400[V]로 일정할 때, 항복토크의 값[N · m]은? (단, 전기자저항과 기계적 손실은 무시하고, $\sqrt{3}=1.7$, $\pi=3$으로 계산한다.)

① 1,600

② 2,000

③ 2,400

④ 2,800

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 3상 동기전동기의 전력-토크 관계식과 항복조건을 이용해 항복토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 정격출력 200 kW, 속도 1,200rpm, 선간전압 476 V, 동기리액턴스 1Ω, 상당 유기기전력 400 V이다.
구해야 할 값은 항복토크이다.
주의할 조건은 선간전압을 상당전압으로 바꾸어야 하고, 항복토크는 정격출력으로 구하는 토크가 아니라 최대전력에서의 토크라는 점이다.

사용할 공식

사용식은 $P=\frac{3VE}{X_s}\sin\delta$ 이고, 항복 시에는 $\sin\delta=1$ 이므로 $P_{\max}=\frac{3VE}{X_s}$ 이다.
또한 토크는 $T=\frac{P}{\omega}$ 이고, 각속도는 $\omega=\frac{2\pi n}{60}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유는 전기자저항을 무시한 원통형 3상 동기전동기의 출력이 부하각 δ에 따라 위 식으로 정해지고, 항복토크는 최대출력점에서 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 상당 전압은 $V=\frac{476}{\sqrt{3}}=\frac{476}{1.7}=280V$ 이다.
2. 최대출력은 $P_{\max}=\frac{3VE}{X_s}=\frac{3\times280\times400}{1}=336{,}000W$ 이다.
3. 동기속도의 각속도는 $\omega=\frac{2\pi n}{60}=\frac{2\times3\times1200}{60}=120rad/s$ 이다.
4. 따라서 항복토크는 $T_{\max}=\frac{336{,}000}{120}=2{,}800N\cdot m$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X. 계산 결과 항복토크는 2,800 N·m이므로 1,600 N·m는 맞지 않는다. 이 값은 정격출력 200 kW만으로 정격토크를 구했을 때의 약 1,667 N·m와 비슷한 오답이다. 틀린 표현은 '항복토크가 1,600 N·m이다'이고, 올바르게는 '항복토크는 2,800 N·m이다'이다.
② X. 항복 시 최대출력은 전력각 특성의 최대값으로 구해야 하므로 2,000 N·m는 성립하지 않는다. 이 값은 상당전압 환산이나 최대출력 계산을 잘못 적용한 경우의 오답이다. 틀린 표현은 '항복토크가 2,000 N·m이다'이고, 올바르게는 '항복토크는 2,800 N·m이다'이다.
③ X. 최대출력과 각속도를 올바르게 대입하면 2,400 N·m가 아니라 2,800 N·m가 나온다. 이 값은 $\sqrt{3}$ 처리나 각속도 계산을 틀렸을 때 나올 수 있는 오답이다. 틀린 표현은 '항복토크가 2,400 N·m이다'이고, 올바르게는 '항복토크는 2,800 N·m이다'이다.
④ O. $V = 280V$, $P_{\max} = 336kW$, $\omega = 120rad/s$ 이므로 항복토크는 $2,800N \cdot m$ 이다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

정격출력으로 바로 토크를 구한 값을 항복토크로 착각하기 쉽다. 또 선간전압 476 V를 그대로 식에 넣지 않고 상당전압으로 바꾸어야 한다는 점과, $\pi = 3$, $\sqrt{3} = 1.7$ 조건을 반영해 각속도를 다시 계산해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기 항복토크 문제는 먼저 선간전압을 상당전압으로 환산하고, 다음에 $P_{\max} = 3VE/X_s$ 로 최대출력을 구한 뒤, 마지막에 $T = P/\omega$ 로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

동기전동기 항복토크는 '최대출력 먼저, 그다음 각속도로 나누기'로 정리된다.

NoteBase

문 16. 변압기의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 변압기 공급 에너지의 시간변화율은 변압기의 공급 전력이다.

② 자기포화 현상이 발생하면 인덕턴스가 감소한다.

③ 부하가 작을수록 자기포화 현상이 심화된다.

④ 변압기 1차측 코일에 유도되는 역기전력의 크기는 1차측 코일에 쇄교하는 자속의 시간적 변화율과 같다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 자기포화와 유도기전력, 전력의 기본 정의를 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

전력은 에너지의 시간변화율이다.
자기포화는 철심의 자속밀도가 높아져 투자율이 떨어지는 현상이며, 주된 결정 요인은 인가전압, 주파수, 권수, 철심 단면적 같은 자속 조건이다.
유도기전력은 쇄교자속의 시간적 변화율로 결정되며, 1차 코일의 역기전력은 $e_1 = -\frac{d\lambda}{dt} = -N_1\frac{d\Phi}{dt}$로 나타난다.

선지별 해설

① O
전력은 단위시간당 에너지이므로 변압기에 공급되는 에너지의 시간변화율은 곧 공급전력이다.

② O
자기포화가 일어나면 철심의 투자율이 감소하므로 인덕턴스도 함께 감소한다. 따라서 포화가 진행될수록 여자전류가 더 쉽게 증가한다.

③ X
틀린 부분은 "부하가 작을수록 자기포화 현상이 심화된다"는 표현이다.
자기포화는 주로 V/f, 권수, 철심 조건에 의해 정해지며 부하가 작다는 이유만으로 심화되는 현상이 아니다.
올바르게는 "변압기의 자기포화 여부는 주로 인가전압과 주파수 등 자속 조건으로 결정되며, 부하가 작다고 해서 자기포화가 심화되는 것은 아니다."이다.

④ O
패러데이 법칙에 따라 코일에 유도되는 기전력의 크기는 그 코일에 쇄교하는 자속의 시간적 변화율과 같다.
따라서 1차측 코일의 역기전력도 쇄교자속의 시간적 변화율로 결정된다.

NoteBase

오답 포인트

③은 무부하일 때 여자전류의 비중이 커진다는 사실과 자기포화의 원인을 혼동하게 만드는 선지이다. 여자전류가 눈에 띈다고 해서 포화가 부하 감소 때문에 심해지는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 포화 문제가 나오면 먼저 자속을 정하는 요인이 부하가 아니라 V/f와 철심 조건인지부터 본다. 그다음 전력은 에너지의 시간변화율, 유도기전력은 쇄교자속의 시간변화율이라는 정의를 각각 대입하면 선지를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

포화는 부하가 아니라 자속 조건, 전력은 에너지율, 역기전력은 $d\lambda/dt$이다.

NoteBase

문 17. 단상 유도전동기의 원리는 회전자계가 서로 반대방향인 이중 회전자계 이론으로 설명된다. 운전 중인 단상 유도전동기의 회전자계의 슬립 s가 0.1이면, 역상분 회전자계의 슬립은? (단, 회전자는 정상분 방향으로 회전한다.)

① 0.9

② 1.1

③ 1.8

④ 1.9

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단상 유도전동기의 이중 회전자계 이론에서 역상분 회전자계의 슬립을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정상분 슬립 $s = 0.1$이다.
구해야 할 값: 역상분 회전자계의 슬립이다.
주의할 조건: 회전자는 정상분 방향으로 회전하므로 역상분 회전자계와의 상대속도는 더해진다.

사용할 공식

정상분 슬립은 $s = \frac{N_s - N}{N_s}$이다.
역상분 슬립은 $s_b = \frac{N_s + N}{N_s} = 2 - s$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 역상분 회전자계는 회전자와 반대 방향으로 회전하므로 상대속도가 $N_s + N$이 되기 때문이다.

계산 과정

1. $s = 0.1$이므로 회전자 속도는 $N = (1 - s)N_s = 0.9N_s$이다.
2. 역상분 회전자계와의 상대속도는 $N_s + N = N_s + 0.9N_s = 1.9N_s$이다.
3. 따라서 역상분 슬립은 $s_b = \frac{N_s + N}{N_s} = \frac{1.9N_s}{N_s} = 1.9$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.9는 $N=(1-s)N_s=0.9N_s$에서 나오는 회전자 속도의 비율이다. 틀린 표현은 '역상분 슬립이 0.9'이고, 올바르게는 '회전자 속도는 동기속도의 0.9배이고 역상분 슬립은 1.9이다.'이다.
② X: 1.1은 회전자 속도를 슬립값 0.1과 혼동해 $1+s$처럼 잘못 더한 값이다. 틀린 표현은 '역상분 슬립이 1.1'이고, 올바르게는 '역상분 슬립은 $2-s=1.9$이다.'이다.
③ X: 1.8은 $2(1-s)=1.8$처럼 상대속도 대신 속도비를 두 배로 처리한 오답이다. 틀린 표현은 '역상분 슬립이 1.8'이고, 올바르게는 '역상분 슬립은 상대속도 N_s+N를 써서 1.9로 계산한다.'이다.
④ O: $N=(1-0.1)N_s=0.9N_s$이므로 $s_b=\frac{N_s+N}{N_s}=\frac{N_s+0.9N_s}{N_s}=1.9$가 된다. 역상분 회전자계의 슬립을 정확히 계산한 값이다.

오답 포인트

정상분 슬립 s와 회전자 속도비 $1-s$를 혼동하면 0.9나 1.1 같은 값으로 흐르기 쉽다. 또 역상분은 회전자와 반대 방향이므로 상대속도를 빼는 것이 아니라 더해야 한다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기의 정상분과 역상분을 함께 묻는 문제는 먼저 회전자 속도를 $N=(1-s)N_s$로 정리한 뒤, 같은 방향이면 N_s-N, 반대 방향이면 N_s+N으로 상대속도를 판단하면 된다.

암기 포인트

단상 유도전동기에서 역상분 슬립은 $2-s$이고, 정상분과 반대 방향이면 상대속도는 더해진다.

NoteBase

문 18. 실효값 $3\pi[V]$의 크기를 갖는 정현파 교류전원 V_s를 변압기의 입력단에 연결하고 출력단에는 단상 반파 정류회로를 연결하였다. 정류기의 부하전압의 평균값$[V]$은? (단, 변압기의 권선 수는 1차측 100턴(turn), 2차측 200턴(turn)이고 변압기와 정류기는 이상적으로 동작한다.)

① 3

② $3\sqrt{2}$

③ 6

④ $6\sqrt{2}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기 권수비로 2차측 실효값을 구한 뒤 단상 반파 정류의 평균값 $V_{avg} = V_m/\pi$를 적용할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 1차측 전원 실효값은 $3\pi V$이다.
권수비: $N_1 : N_2 = 100 : 200 = 1 : 2$이다.
구해야 할 값: 정류기 부하전압의 평균값이다.
주의할 조건: 단상 반파 정류의 평균값은 실효값이 아니라 최대값 V_m으로 계산한다.

사용할 공식

$V_2 = V_1\frac{N_2}{N_1}, \qquad V_m = \sqrt{2}V_2, \qquad V_{avg} = \frac{V_m}{\pi}$
이 공식을 쓰는 이유: 이상적 변압기이므로 전압은 권수비에 비례하고, 단상 반파 정류의 평균값은 정류 후 파형의 최대값을 π로 나눈 값이기 때문이다.

계산 과정

1. 2차측 실효값은 $V_2 = 3\pi \times \frac{200}{100} = 6\pi V$이다.
2. 2차측 최대값은 $V_m = \sqrt{2} \cdot 6\pi = 6\sqrt{2}\pi V$이다.
3. 단상 반파 정류 평균값은 $V_{avg} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{6\sqrt{2}\pi}{\pi} = 6\sqrt{2}V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: $3V$는 1차측 실효값 $3\pi V$를 그대로 π로 나눈 값으로, 변압기 승압과 실효값에서 최대값으로 바꾸는 과정을 모두 빠뜨린 값이다. 올바르게는 평균값이 $6\sqrt{2}V$가 된다.
② X: $3\sqrt{2}V$는 1차측 전압만 반파 정류한 값으로, 권수비 1 : 2에 따른 2차측 전압 상승을 반영하지 못한 값이다. 올바르게는 평균값이 $6\sqrt{2}V$가 된다.
③ X: $6V$는 2차측 실효값 $6\pi V$를 그대로 π로 나눈 값으로, 실효값을 최대값으로 바꾸는 $\sqrt{2}$가 빠진 값이다. 올바르게는 평균값이 $6\sqrt{2}V$가 된다.
④ O: 2차측 실효값 $6\pi V$를 최대값 $6\sqrt{2}\pi V$로 바꾼 뒤 반파 정류 평균값 V_m/π를 적용하면 $6\sqrt{2}V$가 된다.

오답 포인트

반파 정류 평균값 공식을 실효값에 바로 대입하면 $\sqrt{2}$가 빠진다. 또 변압기 문제에서는 먼저 권수비로 2차측 전압을 구한 뒤 정류 공식을 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정현파 정류 문제는 1차 전압인지 2차 전압인지부터 구분하고, 실효값에서 최대값으로 바꾼 다음 평균값 공식을 적용하는 순서로 판단하면 된다.

암기 포인트

이상적 변압기에서는 $V \propto N$이고, 단상 반파 정류 평균값은 $V_{avg} = V_m/\pi = \sqrt{2}V_{rms}/\pi$이다.

NoteBase

문 19. 직류전동기의 속도제어에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 분권 직류전동기의 계자저항을 증가시키면 속도가 증가한다.

② 분권 직류전동기의 계자제어법은 정격 이상의 속도를 얻기 위한 속도제어에 적합하다.

③ 타여자 직류전동기에서 단자전압을 감소시키면 속도-토크 곡선의 기울기가 증가하여 속도가 증가한다.

④ 분권 직류전동기의 전기자 회로에 저항을 직렬로 삽입하면 속도는 감소한다.

정답 3번

출제 포인트

직류전동기의 속도식에서 전압제어, 계자제어, 전기자저항제어가 속도와 속도-토크 특성에 어떻게 작용하는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

분권·타여자 직류전동기의 속도는 대체로 $n \propto \frac{V - I_a R_a}{\phi}$로 정리된다. 단자전압 V를 낮추면 속도는 내려가고, 자속 ϕ를 약하게 하면 속도는 올라가며, 전기자 회로 저항이 커지면 전압강하가 커져 속도는 내려간다.

선지별 해설

① O

분권 직류전동기에서 계자저항을 증가시키면 계자전류가 감소하여 자속이 약해진다. 자속이 약해지면 속도는 상승하므로 옳은 설명이다.

② O

분권 직류전동기의 계자제어법은 계자자속을 줄여 속도를 올리는 방식이므로 정격 이상 속도 영역의 제어에 적합하다. 따라서 옳은 설명이다.

③ X

타여자 직류전동기에서 단자전압을 감소시키면 무부하 속도 절편이 낮아져 전체 속도는 감소한다. 틀린 부분은 "단자전압을 감소시키면 … 속도가 증가한다"는 표현이다. 실제로는 단자전압을 감소시키면 속도-토크 곡선은 아래로 평행 이동하고 속도는 감소하며, 기울기는 전기자저항과 자속이 같다면 커지지 않는다.

④ O

분권 직류전동기의 전기자 회로에 저항을 직렬로 넣으면 전기자에서의 전압강하가 커져 유효 전압이 줄어든다. 그 결과 속도는 감소하므로 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 계자약화제어와 전압제어를 뒤섞어 놓은 선지이다. 속도를 올리는 쪽은 보통 자속을 줄이는 계자제어이고, 단자전압을 줄이는 전압제어는 속도를 내리는 방향이다. 또 속도-토크 곡선의 기울기 변화는 전압 변화보다 전기자저항 변화와 더 직접적으로 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 속도제어 문제는 먼저 무엇을 바꾸는지 본다. 전압 V 감소이면 속도 감소, 자속 ϕ 감소이면 속도 증가, 전기자저항 증가이면 속도 감소이면서 속도변동률이 커진다고 판단하면 된다.

암기 포인트

전압↓ 속도↓, 자속↓ 속도↑, 전기자저항↑ 속도↓이다.

NoteBase

문 20. 변압기의 와전류손을 줄이기 위한 대책으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전기강판의 저항률을 낮출 것

② 전기강판의 두께를 얇게 할 것

③ 주파수를 작게 할 것

④ 자속밀도를 낮게 할 것

정답 1번

출제 포인트

와전류손은 철심 내부에 유도되는 순환전류 손실로, 자속밀도·주파수·강판 두께에는 비례하고 강판의 저항률에는 반비례한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

와전류손은 철심 내부에 생기는 유도전류 때문에 발생하는 손실이다.
와전류손은 대체로 $P_e \propto B_m^2 f^2 t^2 / \rho$로 보며, 자속밀도 B_m, 주파수 f, 강판 두께 t가 커질수록 증가하고 저항률 ρ이 클수록 감소한다.
따라서 와전류손을 줄이는 방향은 고저항 재료 사용, 박판 적층, 저주파, 저자속밀도이다.

선지별 해설

① X
전기강판의 저항률을 낮추면 와전류가 더 쉽게 흘러 와전류손이 커진다.
틀린 표현은 "저항률을 낮출 것"이다.
올바르게는 전기강판의 저항률을 높게 할 것이다.

② O
전기강판의 두께를 얇게 하면 각 층에 흐르는 와전류의 경로가 짧아져 와전류손이 줄어든다.
적층 철심을 얇은 판으로 만드는 대표적인 이유가 여기에 있다.

③ O
주파수가 작아지면 자속 변화 속도가 느려져 유도기전력과 와전류가 함께 감소한다.
와전류손은 주파수의 제곱에 비례하므로 저주파일수록 유리하다.

④ O
자속밀도를 낮게 하면 철심에 유기되는 전압과 와전류가 감소하여 와전류손이 줄어든다.
자속밀도가 지나치게 크면 철손이 함께 증가하기 쉽다.

NoteBase

오답 포인트

와전류손 저감 대책은 대부분 "와전류가 덜 흐르게 한다"는 방향으로 정리된다. ①은 손실을 줄이는 대책처럼 보이지만 저항률을 낮추면 오히려 전류가 잘 흘러 손실이 커진다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

철손 중 와전류손은 "얇게 한다, 저항을 크게 한다, 주파수를 낮춘다, 자속밀도를 낮춘다"의 네 방향으로 판단하면 된다. 선지에 저항률을 낮춘다처럼 전류를 잘 흐르게 만드는 표현이 나오면 오답으로 판단된다.

암기 포인트

와전류손은 고저항·박판·저주파·저자속밀도로 줄어든다.

NoteBase