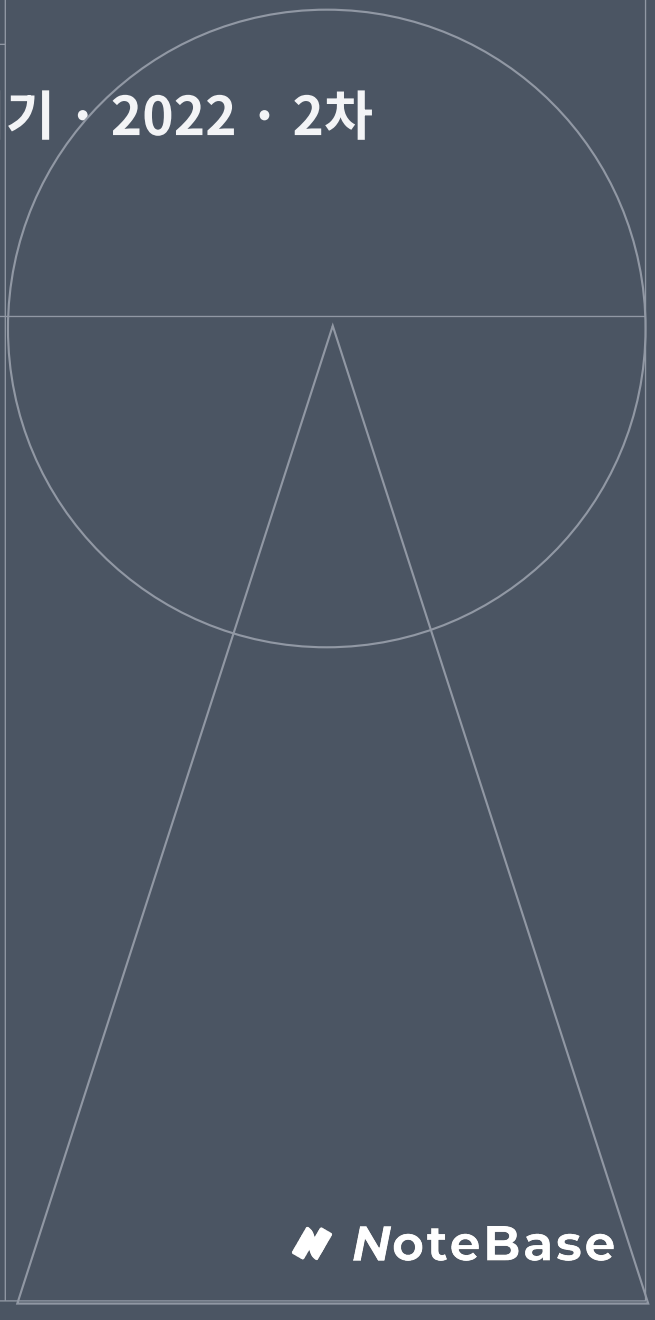
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2022 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2022 · 2차

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2022 · 2차

문 1. 직류 분권발전기의 무부하 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전기자에 흐르는 전류는 계자전류와 같다.

② 발전기의 회전 초기에는 잔류자속에 의해 전압이 유도된다.

③ 직류 직권발전기와 무부하 특성이 같다.

④ 계자전류가 상승하여 안정점으로 전압이 확립되는 동적 특성을 나타낸다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권발전기의 무부하 전압 확립 과정과 직권발전기와의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

직류 분권발전기는 계자권선이 전기자와 병렬로 연결되어 무부하에서는 전기자전류가 곧 계자전류가 된다.
잔류자속이 만든 초기 유기전압이 계자전류를 키우고, 그 계자전류가 자속과 전압을 다시 높이면서 안정점까지 전압이 자여된다.
직류 직권발전기는 계자권선이 부하와 직렬이므로 무부하에서는 계자전류가 거의 흐르지 않아 분권발전기와 같은 무부하 전압 확립 특성을 보이지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O
무부하에서는 부하전류가 0이므로 전기자가 공급하는 전류는 분권계자전류뿐이다. 따라서 전기자전류와 계자전류가 같다고 본다.

② O
자여발전은 잔류자속에서 시작된다. 회전 초기에는 이 잔류자속 때문에 작은 전압이 먼저 유도되고, 그 전압이 계자전류를 만들어 전압이 점차 상승한다.

③ X
틀린 부분은 "직류 직권발전기와 무부하 특성이 같다"는 표현이다. 직권발전기는 계자전류가 부하전류와 같으므로 무부하에서는 계자전류가 거의 없어 분권발전기처럼 전압이 상승하여 안정되는 무부하 특성을 나타내지 않는다.

④ O
분권발전기는 초기 유기전압이 계자전류를 증가시키고, 증가한 계자전류가 다시 전압을 높여 최종 안정점에서 전압이 확립된다. 따라서 전압 자여 과정이라는 동적 거동을 설명한 것으로 타당하다.

오답 포인트

직류 분권발전기와 직권발전기는 모두 자여발전기라는 점 때문에 무부하 특성까지 같다고 오해하기 쉽다. 그러나 분권은 무부하에서도 계자회로가 닫혀 계자전류가 흐르지만, 직권은 부하가 없으면 계자전류가 거의 없다는 점이 결정적 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

무부하에서 계자전류 경로가 실제로 존재하는지부터 확인하면 된다. 병렬 연결인 분권발전기는 잔류자속 → 초기전압 → 계자전류 → 전압상승의 자여 과정이 가능하지만, 직렬 연결인 직권발전기는 무부하에서 같은 과정이 성립하지 않는다.

암기 포인트

분권은 무부하에서도 계자전류가 흐르고, 직권은 부하가 있어야 계자전류가 흐른다.

NoteBase

문 2. 여자방식에 따른 직류발전기의 종류에 해당하지 않는 것은?

① 타여자 발전기

② 직권발전기

③ 세르비어스 직류발전기

④ 분권발전기

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 여자방식에 따른 직류발전기의 기본 분류를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

타여자 발전기는 계자권선에 외부 전원을 따로 공급하는 직류발전기이다.
직권발전기는 계자권선이 전기자와 직렬로 연결되는 직류발전기이다.
분권발전기는 계자권선이 전기자와 병렬로 연결되는 직류발전기이다.
여자방식에 따른 대표 분류는 타여자, 직권, 분권, 복권 발전기이다.

선지별 해설

1번 O: 타여자 발전기는 계자에 외부 전원을 따로 주는 방식이므로 여자방식에 따른 직류발전기 종류에 해당한다.
2번 O: 직권발전기는 계자권선을 직렬로 접속한 형태이므로 여자방식 분류에 해당한다.
3번 X: 틀린 부분은 "세르비어스 직류발전기"라는 명칭이다. 여자방식에 따른 직류발전기 분류에는 이러한 종류가 없고, 올바르게는 타여자 발전기, 직권발전기, 분권발전기, 복권발전기로 구분한다.
4번 O: 분권발전기는 계자권선을 병렬로 접속한 형태이므로 여자방식 분류에 해당한다.

오답 포인트

복권발전기처럼 익숙한 정식 분류명을 떠올리지 못하면 3번의 낯선 명칭을 실제 종류로 오인하기 쉽다. 이 문항은 여자방식의 정식 분류명인지 여부를 묻는 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기의 여자방식을 묻는 문항은 계자권선의 전원 공급 방식과 접속 형태를 먼저 본다. 외부 전원이면 타여자, 직렬이면 직권, 병렬이면 분권, 두 방식을 함께 쓰면 복권으로 판단한다.

암기 포인트

직류발전기 여자방식의 기본 분류는 타여자·직권·분권·복권이다.

NoteBase

문 3. 직류전동기의 제동방법 중 발전제동에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 회전체의 운동에너지를 전기저항을 이용하여 열에너지로 소비시키는 방법
② 수동이나 압축 공기 등을 통해 제동기를 작동시켜 제동하는 방법
③ 계자저항을 감소시켜 발전기 영역으로 운전시킴으로써 제동하는 방법
④ 전기자 접속을 반대로 함으로써 역토크를 발생시켜 제동하는 방법

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류전동기의 제동 방식 중 발전제동, 회생제동, 기계제동, 역전제동을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

발전제동은 전동기를 전원에서 분리해 발전기로 작용시키고, 회전체의 운동에너지를 전기에너지로 바꾼 뒤 제동저항에서 열로 소비하는 방식이다.
회생제동은 발전기 영역에서 발생한 전력을 전원 측으로 되돌려 제동하는 방식이다.
역전제동은 전기자 접속을 반대로 하여 회전방향과 반대인 토크를 발생시키는 방식이다.
기계제동은 마찰장치나 압축공기 장치처럼 기계적 브레이크로 감속하는 방식이다.

선지별 해설

1번 O: 회전체의 운동에너지를 전기에너지로 바꾼 뒤 저항에서 열에너지로 소비시키는 설명이므로 발전제동에 해당한다.
2번 X: 수동이나 압축 공기로 제동기를 작동시키는 것은 전기적 제동이 아니라 기계제동이다. 틀린 표현은 발전제동으로 보는 점이며, 올바르게는 기계제동에 대한 설명이다.
3번 X: 계자저항을 감소시켜 발전기 영역으로 운전하는 것은 발생 전력을 전원 측에 돌려주는 회생제동의 설명이다. 틀린 표현은 발전제동으로 보는 점이며, 올바르게는 회생제동에 대한 설명이다.
4번 X: 전기자 접속을 반대로 하여 역토크를 발생시키는 것은 역전제동이다. 틀린 표현은 발전제동으로 보는 점이며, 올바르게는 역전제동에 대한 설명이다.

오답 포인트

3번의 발전기 영역 운전이라는 표현만 보고 발전제동으로 오인하기 쉽다. 발전제동은 저항에서 열로 소모하는 방식이고, 전원을 향해 에너지를 되돌리면 회생제동으로 구분된다.

다시 나오면 이렇게 판단

제동 시 변환된 전기에너지가 어디로 가는지를 먼저 본다. 저항에서 열로 버리면 발전제동, 전원으로 되돌리면 회생제동, 접속을 반대로 해 역토크를 만들면 역전제동, 브레이크 장치를 쓰면 기계제동이다.

NoteBase

암기 포인트

발전제동은 저항 소모, 회생제동은 전원 반환, 역전제동은 역토크, 기계제동은 물리적 브레이크이다.

NoteBase

문 4. 동일 정격의 4극 동기전동기와 6극 동기발전기가 기계적으로 직결되어 있다. 4극 동기전동기를 20 [Hz]로 구동 시 6극 동기발전기에서 출력되는 전압의 주파수[Hz]는? (단, 전동기 및 발전기의 손실은 무시하고, 6극 동기발전기는 무부하 상태이다)

① 10

② 20

③ 30

④ 40

정답 3번

출제 포인트

동기기의 동기속도식 $n_s = 120f/P$와 기계적으로 직결된 두 기기의 회전속도 동일 조건을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 4극 동기전동기 입력 주파수 $20Hz$, 6극 동기발전기
구해야 할 값: 발전기 출력 전압의 주파수
주의할 조건: 두 기기는 기계적으로 직결되어 회전속도가 같고, 동기기는 동기속도로 회전한다.

사용할 공식

동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$ 이다.
이 공식을 쓰는 이유: 전동기와 발전기 모두 동기기이므로 극수와 주파수로 동기속도 또는 주파수를 바로 연결할 수 있다.

계산 과정

1. 4극 동기전동기의 속도는 $n = \frac{120 \times 20}{4} = 600rpm$ 이다.
2. 기계적으로 직결되어 있으므로 6극 동기발전기의 회전속도도 $600rpm$이다.
3. 발전기 주파수는 $f = \frac{nP}{120} = \frac{600 \times 6}{120} = 30Hz$ 이다.

선지별 해설

① X: $10Hz$는 계산값과 다르다. 틀린 표현은 발전기 주파수를 절반 수준으로 본 점이다. 올바르게는 발전기 출력 전압의 주파수는 $30Hz$이다.
② X: $20Hz$는 전동기 입력 주파수를 발전기 출력 주파수로 그대로 본 값이다. 올바르게는 같은 속도라도 발전기 극수가 6극이므로 출력 주파수는 $30Hz$가 된다.
③ O: 직결 속도 $600rpm$과 6극 조건을 대입하면 $30Hz$가 되어 옳다.
④ X: $40Hz$는 속도나 극수 관계를 잘못 대입한 값이다. 올바르게는 $f = \frac{600 \times 6}{120} = 30Hz$ 이다.

NoteBase

오답 포인트

전동기 입력 주파수와 발전기 출력 주파수가 항상 같다고 보면 틀린다. 이 문제는 먼저 전동기 속도를 구한 뒤, 그 속도를 발전기 극수에 다시 대입해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 직결 문제는 입력 주파수에서 전동기 동기속도를 구하고, 그 직결 속도를 발전기 식에 다시 넣어 출력 주파수를 구하는 순서로 판단한다. 극수가 바뀌면 같은 회전속도에서도 주파수는 달라진다.

암기 포인트

동기기 기본식은 $n_s = 120f/P$이다. 같은 속도에서는 주파수가 극수에 비례한다.

NoteBase

문 5. 동기발전기를 전력계통에 연결할 때 확인해야 할 병렬운전 조건이 아닌 것은?

① 전압

② 주파수

③ 위상

④ 백분율 임피던스 강하

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기를 전력계통에 병렬 접속할 때 맞춰야 하는 동기조건과 기기 정수인 백분율 임피던스 강하를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

병렬운전 조건은 계통과 발전기의 전압, 주파수, 위상관계가 접속 순간에 일치하도록 맞추는 조건이다.
백분율 임피던스 강하는 기기 내부 임피던스를 퍼센트로 나타낸 정수로서 전압변동률과 단락전류 크기 판단에 쓰이며, 병렬 접속 직전의 동기조건은 아니다.

선지별 해설

1번 O: 전압은 병렬운전 조건에 해당한다. 접속 시 발전기 단자전압이 계통전압과 맞지 않으면 순환전류가 생길 수 있다.
2번 O: 주파수는 병렬운전 조건에 해당한다. 발전기 주파수가 계통 주파수와 같아야 접속 직후 큰 동요 없이 동기상태를 유지한다.
3번 O: 위상은 병렬운전 조건에 해당한다. 접속 순간의 위상차가 맞아야 충격전류와 토크 충격을 줄일 수 있다.
4번 X: 틀린 부분은 백분율 임피던스 강하를 병렬운전 조건으로 본 점이다. 백분율 임피던스 강하는 발전기의 내부 정수에 가까운 값으로 단락전류와 전압강하 특성 판단에 쓰이며, 병렬 접속 전에 맞추는 동기조건은 아니다.

오답 포인트

전력기기에서 자주 보이는 정격값과 병렬운전 동기조건을 한 묶음으로 외우면 4번에 흔들린다. 병렬 접속 직전에는 맞춘다라는 관점으로 보고, 임피던스 강하처럼 기기 고유 특성값은 제외해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전 조건을 묻는 문항은 접속 순간에 계통과 일치시켜야 하는 값인지부터 본다. 전압, 주파수, 위상관계처럼 동기 맞춤 항목이면 조건이고, 임피던스나 리액턴스처럼 기기 정수이면 조건이 아니다.

NoteBase

암기 포인트

병렬운전은 전압·주파수·위상을 맞추고, 백분율 임피던스 강하는 기기 특성값이다.

NoteBase

문 6. 직류 내분권 복권발전기의 전기자저항은 0.1 [Ω], 직권 계자저항은 0.2 [Ω], 분권 계자저항은 24 [Ω]이다. 유도기전력이 125 [V], 전기자전류는 50 [A]일 때, 출력[W]은? (단, 브러시의 접촉저항과 전기자 반작용에 의한 전압강하는 무시한다)

① 4,800

② 4,995

③ 5,550

④ 5,655

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 내분권 복권발전기의 전압 관계를 적용해 단자전압과 부하전류를 구한 뒤 출력 $P = VI_L$를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 유도기전력 $E = 125V$, 전기자저항 $R_a = 0.1\Omega$, 직권계자저항 $R_{se} = 0.2\Omega$, 분권계자저항 $R_{sh} = 24\Omega$, 전기자전류 $I_a = 50A$이다.
구해야 할 값은 부하 출력이다.
내분권이므로 분권계자는 전기자 단자전압에 접속되고, 부하전류는 $I_L = I_a - I_{sh}$가 된다.

사용할 공식

전기자 단자전압은 $V_a = E - I_aR_a$이다.
분권계자전류는 $I_{sh} = V_a/R_{sh}$이다.
부하 단자전압은 $V = V_a - I_LR_{se}$이다.
출력은 $P = VI_L$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 내분권 복권발전기에서 직권계자는 부하와 직렬이고 분권계자는 전기자와 병렬이어서 전압과 전류를 단계적으로 나누어 계산해야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 전기자 단자전압은 $V_a = 125 - 50 \times 0.1 = 120V$이다.
2. 분권계자전류는 $I_{sh} = 120/24 = 5A$이다.
3. 부하전류는 $I_L = 50 - 5 = 45A$이다.
4. 부하 단자전압은 $V = 120 - 45 \times 0.2 = 111V$이다.
5. 출력은 $P = 111 \times 45 = 4,995W$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 4,800W는 계산 결과와 맞지 않는다. 내분권에서는 분권계자전류를 먼저 구해 부하전류를 분리해야 하므로 출력을 4,800W로 보는 판단이 틀리다. 올바르게는 출력이 4,995W이다.
2번 O: 계산 결과가 정확히 4,995W이므로 옳다.
3번 X: 전기자전류 50A를 그대로 출력전류로 넣으면 $111 \times 50 = 5,550W$가 되어 이 값이 나온다. 그러나 출력에는 부하전류 $I_L = 45A$를 써야 하므로 틀리다. 5,550W가 아니라 4,995W가 맞다.
4번 X: 직권계자 전압강하와 부하전류 분리를 정확히 반영하지 않으면 이런 값이 나온다. 검산하면 단자전압은 111V, 부하전류는 45A이므로 5,665W는 될 수 없다. 올바른 출력은 4,995W이다.

오답 포인트

내분권에서 가장 많이 틀리는 지점은 전기자전류 I_a와 부하전류 I_L를 같은 것으로 보는 점이다. 또 분권계자전류를 유도기전력 125V 기준으로 바로 구하면 전압 기준을 잘못 잡게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

복권발전기 계산문제는 결선 형태를 먼저 확인한 뒤 전기자 단자전압, 분권계자전류, 부하전류, 단자전압, 출력 순서로 내려가면 된다. 출력전류에 I_a를 넣는지 I_L를 넣는지 마지막에 다시 확인하면 실수를 줄일 수 있다.

암기 포인트

내분권 발전기는 분권계자가 전기자 쪽에 걸리고, 출력은 항상 부하전압 × 부하전류로 계산한다.

NoteBase

문 7. 단자전압이 225 [V], 전기자전류가 25 [A], 전기자저항이 1 [Ω], 회전속도가 1,000 [rpm]인 직류 분권전동기가 있다. 계자전류를 변화시키지 않고 부하가 감소하여 전기자전류가 5 [A]로 될 때, 회전속도[rpm]는? (단, 브러시의 접촉저항과 전기자 반작용에 의한 전압강하는 무시한다)

① 1,100

② 2,200

③ 4,000

④ 5,000

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기에서 계자전류가 일정할 때 역기전력과 회전속도가 비례한다는 관계를 이용해 부하 감소 후의 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 단자전압 $V = 225V$, 전기자전류 $I_{a1} = 25A$, 전기자저항 $R_a = 1\Omega$, 초기 속도 $N_1 = 1000rpm$ 이다.
부하 감소 후 전기자전류는 $I_{a2} = 5A$이다.
계자전류를 변화시키지 않으므로 자속 ϕ는 일정하다.

사용할 공식

직류 전동기의 역기전력은 $E = V - I_aR_a$이다.
또한 분권전동기에서 계자전류가 일정하면 자속 ϕ가 일정하므로 $N \propto E/\phi$, 즉 $N \propto E$가 된다.
이 문제는 단자전압과 전기자저항이 주어지고 계자전류가 일정하므로, 부하 변화에 따른 역기전력 변화를 먼저 구한 뒤 속도비를 적용하면 된다.

계산 과정

초기 역기전력은 $E_1 = 225 - 25 \times 1 = 200V$이다.
부하 감소 후 역기전력은 $E_2 = 225 - 5 \times 1 = 220V$이다.
자속이 일정하므로 속도비는 역기전력비와 같아서 $N_2 = N_1 \times E_2/E_1 = 1000 \times 220/200 = 1100rpm$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과가 1100 rpm이므로 옳다.
2번 X: 2200 rpm은 실제 계산값의 2배이다. 역기전력비 220/200 = 1.1을 잘못 두 배로 키운 값에 가깝고, 올바르게는 속도는 1100 rpm이다.
3번 X: 4000 rpm은 부하전류 감소를 속도 급증으로 오해한 값이다. 이 문제는 전류비가 아니라 역기전력비로 판단해야 하므로 올바르게는 1100 rpm이다.
4번 X: 5000 rpm은 전기자전류가 25A에서 5A로 줄어든 비율 5를 속도비로 잘못 본 값이다. 분권전동기의 속도는 전류비가 아니라 역기전력비에 비례하므로 올바르게는 1100 rpm이다.

오답 포인트

전기자전류가 크게 줄었다고 해서 속도가 그 비율만큼 커진다고 보면 틀린다. 이 문항의 함정은 분권전동기에서 자속이 일정하다는 조건을 놓치고 전류비를 그대로 속도비로 착각하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

분권전동기 속도 문제는 먼저 계자전류 일정 여부를 확인하고, 일정하면 ϕ를 상수로 본다. 그다음 $E = V - I_a R_a$로 전후 역기전력을 구한 뒤 속도비 $N_2/N_1 = E_2/E_1$를 적용하면 된다.

암기 포인트

분권전동기에서 계자전류 일정이면 자속 일정, 자속 일정이면 속도는 역기전력에 비례한다.

NoteBase

문 8. 지상역률로 병렬운전 중인 A, B 두 동기발전기에서 A 발전기의 여자전류를 증가시킬 때의 설명으로 옳지 않은 것은?

① A 발전기의 유도전압이 증가한다.

② B 발전기의 역률이 증가한다.

③ A 발전기의 부하전류가 증가한다.

④ B 발전기의 유효전력이 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

병렬운전 중인 동기발전기에서 여자전류 조정은 무효전력과 역률 분담을 바꾸고, 원동기 입력 조정은 유효전력 분담을 바꾼다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기발전기를 병렬운전할 때 한 발전기의 여자전류를 증가시키면 그 발전기의 내부 유도기전력이 커지고 무효전력 분담이 증가한다. 이때 다른 발전기의 무효전력 분담은 감소하여 역률이 좋아질 수 있다. 반면 유효전력 분담은 원동기 기계입력으로 정해지므로 여자 조정만으로는 유효전력 분담이 직접 바뀌지 않는다.

선지별 해설

① O: A 발전기의 여자전류를 증가시키면 자속이 커지므로 A 발전기의 유도전압이 증가한다. 여자 증가는 내부 유도기전력 증가로 바로 이어진다.
② O: A 발전기가 더 많은 무효전력을 부담하면 B 발전기의 무효전력 부담은 줄어든다. 지상역률 운전에서는 B의 전류 위상각이 줄어들어 역률이 증가한다.
③ O: 여자전류를 올린 A 발전기는 무효전력 분담이 커지므로 전기자전류, 즉 부하전류가 증가한다.
병렬운전에서 여자는 전류의 크기와 무효분담에 영향을 준다.
④ X: 틀린 부분은 "B 발전기의 유효전력이 감소한다"이다. 올바르게는 여자전류 증가만으로는 B 발전기의 유효전력이 감소하지 않고, 유효전력 분담은 원동기 입력 변화가 있을 때 바뀐다.

오답 포인트

여자를 올리면 출력 전체가 늘어난다고 묶어서 생각하면 ④를 고르지 못한다. 이 문항의 함정은 전력 분담을 유효전력과 무효전력으로 나누지 않고 한 덩어리로 판단하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전 동기기 문제에서는 먼저 무엇을 조정했는지 본다. 원동기 입력을 바꾸면 유효전력 분담이 변하고, 여자를 바꾸면 무효전력 분담과 역률이 변한다고 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

병렬운전 동기기에서 원동기 입력은 유효전력, 여자는 무효전력과 역률 분담을 좌우한다.

NoteBase

문 9. 4극, 300 [V], 60 [Hz] 3상 Y 결선의 동기전동기가 전원으로부터 $3\sqrt{3}[kW]$를 공급받고 역률이 1이 되도록 계자전류를 조정하였을 때 전력각[°]은? (단, 고정자 권선저항은 무시하고, 정격 단자전압에서 동기리액턴스는 $10[\Omega]$이다)

① 45

② 60

③ -30

④ -60

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 동기전동기의 역률 1 조건에서 전기자전류를 구하고, 전압방정식으로 내부기전력의 위상각인 전력각을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 선간전압 300 V, 입력전력 $3\sqrt{3}kW$, 동기리액턴스 10Ω, 3상 Y결선이다.
구해야 할 값은 전력각 δ이다.
주의할 조건은 역률이 1이므로 전류가 단자전압과 동상이고, 전동기이므로 내부기전력 E가 단자전압 V보다 뒤진다는 점이다.

사용할 공식

입력전력은 $P = \sqrt{3} V_L I_L \cos\phi$이다.
전동기의 상전압 방정식은 $E = V - jX_sI$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 역률 1이어서 $\cos\phi = 1$로 선전류를 바로 구할 수 있고, 전기자저항을 무시하므로 내부기전력은 단자전압에서 리액턴스 전압강하 jX_sI를 뺀 벡터로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 선전류는 $I_L = \frac{P}{\sqrt{3} V_L \cos\phi} = \frac{3\sqrt{3} \times 10^3}{\sqrt{3} \times 300 \times 1} = 10A$이다.
2. Y결선이므로 상전류도 $10A$이고, 상전압은 $V = \frac{300}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3}V$이다.
3. 리액턴스 전압강하는 $X_sI = 10 \times 10 = 100V$이다.
4. 따라서 $E = V - jX_sI = 100\sqrt{3} - j100$이므로 전력각은 $\delta = \tan^{-1}\left(\frac{-100}{100\sqrt{3}}\right) = -30\,^\circ$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 45도는 계산값과 맞지 않는다. 이 문항의 전력각은 $-30\,^\circ$이므로 45도로 고치면 틀린 표현이 된다.
2번 X: 60도는 계산값과 맞지 않는다. 내부기전력의 위상은 $100\sqrt{3}-j100$이므로 60도가 아니라 $-30\,^\circ$로 고쳐야 한다.
3번 O: $E=100\sqrt{3}-j100$의 편각이 $-30\,^\circ$이므로 옳다.
4번 X: -60도는 부호는 맞아도 크기가 틀린다. $\tan|\delta| = \frac{100}{100\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$이므로 크기는 60도가 아니라 30도로 고쳐야 한다.

오답 포인트

가장 흔한 실수는 선간전압 300 V를 그대로 상전압으로 넣는 실수와, 전동기 전력각의 부호를 발전기와 같은 방향으로 두는 실수이다. 4번은 부호만 보고 고르기 쉬운 함정이고, 1번과 2번은 $\tan\delta$ 계산을 잘못해 나오는 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

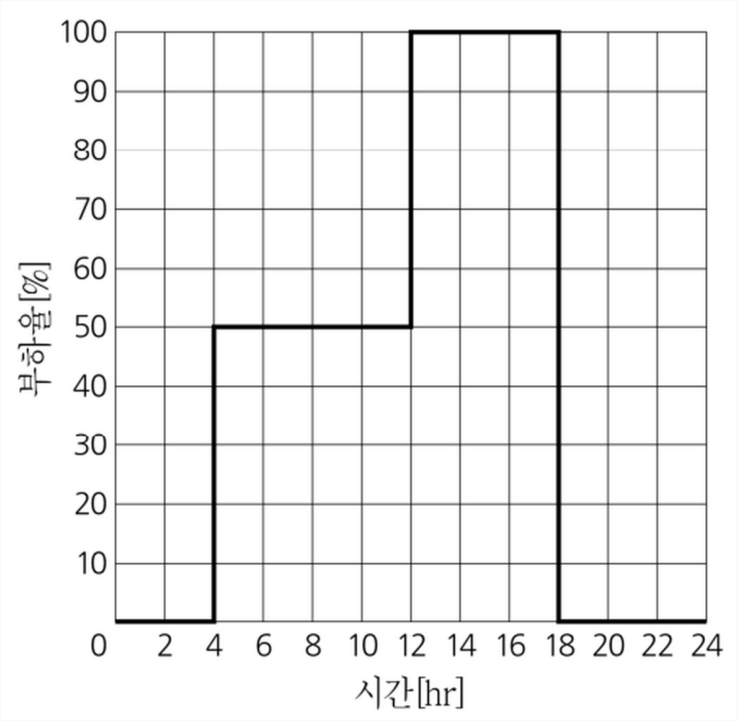
동기전동기 계산형은 먼저 역률로 전류의 위상을 정하고, 선간전압을 상전압으로 바꾼 뒤, $E=V-jX_sI$ 벡터를 만든 다음 편각으로 전력각을 판단한다.

암기 포인트

동기전동기는 $E=V-jX_sI$, 발전기는 $E=V+jX_sI$로 두며 전동기 전력각은 보통 음의 부호로 나타난다.

NoteBase

문 10. 10 [kVA], 2,000/100 [V] 변압기가 있다. 정격전압에서의 철손이 50 [W]이고, 전부하 시의 동손이 100 [W]이다. 매일 그림과 같은 조건으로 운전된다면 이 변압기의 전일효율[%]은? (단, 부하의 역률은 1이다)



① 약 97.85

② 약 98.04

③ 약 98.33

④ 약 98.52

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 1일 출력에너지와 1일 손실에너지를 구해 전일효율을 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 값:
- 정격용량은 $10kVA$이고 역률이 1이므로 정격출력은 $10kW$이다.
- 철손은 $50W$로 24시간 일정하다.
- 전부하 동손은 $100W$이다.
- 부하곡선은 0% 4시간, 50% 8시간, 100% 6시간, 0% 6시간이다.

구해야 할 값:
- 1일 전일효율이다.

주의할 조건:
- 동손은 부하율의 제곱에 비례하고, 철손은 여자되어 있는 동안 일정하다.

사용할 공식

전일효율은
$\eta = \frac{E_{out}}{E_{out} + E_{loss}} \times 100$
으로 계산한다.
여기서 $E_{loss} = E_{Fe} + E_{Cu}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 이 문항이 어느 한 순간의 효율이 아니라 하루 동안의 총 출력에너지와 총 손실에너지의 비를 묻기 때문이다.

계산 과정

1. 1일 출력에너지는
$E_{out} = 10 \times 0.5 \times 8 + 10 \times 1 \times 6 = 40 + 60 = 100kWh$
이다.
2. 1일 철손에너지는
$E_{Fe} = 0.05 \times 24 = 1.2kWh$
이다.
3. 1일 동손에너지는 50% 부하에서 전부하 동손의 0.5^2배이므로
$E_{Cu} = 0.1 \times 0.5^2 \times 8 + 0.1 \times 1^2 \times 6 = 0.2 + 0.6 = 0.8kWh$
이다.
4. 따라서 전일효율은
$\eta = \frac{100}{100 + 1.2 + 0.8} \times 100 = \frac{100}{102} \times 100 \approx 98.04\%$
이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 약 97.85는 50% 부하 구간의 동손을 $100 \times 0.5 = 50W$로 선형 계산할 때 나오는 값이다. 동손은 부하율의 제곱에 비례하므로 50% 부하 구간 동손은 $100 \times 0.5^2 = 25W$가 맞다. 틀린 값 97.85 → 올바르게는 약 98.04이다.
2번 O: 계산 결과 전일효율은 약 98.04%이므로 정답이다.
3번 X: 약 98.33은 총손실을 약 $1.7kWh$ 정도로 실제보다 작게 잡아 나온 값이다. 이 문항에서는 철손 $1.2kWh$와 동손 $0.8kWh$를 모두 더한 총손실 $2.0kWh$를 써야 한다. 틀린 값 98.33 → 올바르게는 약 98.04이다.
4번 X: 약 98.52는 무부하 시간대의 철손을 제외하고 계산할 때 나오는 대표적 오답이다. 부하율이 0%여도 변압기가 여자되어 있으면 철손은 계속 발생한다. 틀린 값 98.52 → 올바르게는 약 98.04이다.

오답 포인트

50% 부하에서 동손을 절반으로 보는 실수와, 부하율이 0%인 시간에는 철손도 없다고 보는 실수가 가장 흔하다. 이 문제의 함정은 동손은 제곱 비례, 철손은 시간 내내 일정이라는 두 성질을 동시에 적용해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전일효율 문제는 먼저 시간대별 출력에너지를 합산하고, 다음에 철손은 전 시간 일정하게 더하고, 동손은 각 시간대 부하율의 제곱을 곱해 더한 뒤 최종적으로 =(출력에너지)/(출력에너지+손실에너지)×100에 대입하면 된다.

암기 포인트

변압기 전일효율은 철손은 시간 비례, 동손은 부하율의 제곱 비례로 계산한다.

NoteBase

문 11. 전등과 유도전동기로 이루어진 부하에 전력을 공급하는 계통의 역률을 개선하기 위해 투입하는 무부하 동기전동기에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부족여자(지상역률)로 운전한다.

② 과여자(진상역률)로 운전한다.

③ 정격여자(단위역률)로 운전한다.

④ 여자의 조정으로는 역률을 개선할 수 없다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 역률 개선용 무부하 동기전동기의 여자 상태와 진상·지상 무효전력의 관계를 묻는다.

핵심 개념

무부하 동기전동기는 여자량 조정으로 무효전력을 흡수하거나 공급하여 계통 역률을 조정하는 장치이다.
부족여자는 지상전류를 흡수하는 상태이고, 과여자는 진상전류를 공급하는 상태이다.
정격여자는 거의 단위역률 상태이므로 역률 개선 효과가 크지 않다.

선지별 해설

1번: X. 틀린 부분은 "부족여자(지상역률)로 운전한다"이다. 부족여자 동기전동기는 지상 무효전력을 흡수하는 쪽이므로 유도전동기 부하의 지상 무효전력을 보상하는 용도로는 맞지 않는다. 올바르게는 과여자 상태로 운전하여 진상 무효전력을 공급한다.
2번: O. 유도전동기 위주의 부하는 보통 지상역률이므로, 이를 개선하려면 무부하 동기전동기를 과여자로 운전하여 진상전류를 공급해야 한다. 이 설명이 동기조상기의 동작과 일치한다.
3번: X. 틀린 부분은 "정격여자(단위역률)로 운전한다"이다. 단위역률 운전은 무효전력의 공급이나 흡수가 거의 없어 역률 개선 기능을 수행하지 못한다. 올바르게는 필요한 보상량에 맞게 과여자로 조정한다.
4번: X. 틀린 부분은 "여자의 조정으로는 역률을 개선할 수 없다"이다. 동기전동기는 여자전류를 조정하면 공급하거나 흡수하는 무효전력이 바뀌므로 계통 역률을 개선할 수 있다. 올바르게는 여자 조정이 역률 개선의 핵심 수단이다.

오답 포인트

부족여자와 과여자의 방향을 반대로 기억하면 1번과 2번을 뒤집어 고르기 쉽다. 또 동기전동기를 일반 전동기처럼 생각하여 여자 조정이 무효전력 조절과 직접 연결된다는 점을 놓치면 4번에 흔들린다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

역률 개선 장치가 무부하 동기전동기이면 먼저 기존 부하가 유도전동기 중심의 지상역률 부하인지 확인한다. 그다음 보상 방향은 반대 성질의 진상 무효전력 공급이므로 과여자 운전이라고 판단한다.

암기 포인트

유도전동기 부하의 역률 개선은 무부하 동기전동기 과여자, 즉 진상 무효전력 공급으로 정리된다.

NoteBase

문 12. 단상변압기 2대 또는 3대를 사용한 결선 방법에 대한 설명으로 옳은 것은?

① Δ – Δ 결선은 상전압이 선간전압의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배가 되므로 절연이 용이하다.

② 2대의 단상변압기를 사용하여 3상에서 2상으로 변환시킬 수 있는 결선 방법에는 포크결선이 있다.

③ 단상변압기 2대를 이용한 $V-V$ 결선은 단상변압기 3대 출력의 86.6 [%]가 된다.

④ $Y-\Delta$ 결선 방식은 송전선로의 수전단에 많이 채용된다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 Δ-Δ, V-V, 포크결선, Y-Δ 결선의 전압 관계, 용도, 출력 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Δ-Δ 결선은 1차와 2차를 모두 델타로 묶는 결선으로 각 상권선에 선간전압이 그대로 걸린다.
Y결선은 선간전압이 상전압의 $\sqrt{3}$배이므로 상전압이 더 낮아 절연에 유리하다.
V-V 결선은 Δ-Δ 결선에서 한 대가 빠진 개방델타 결선으로, 같은 변압기 3대를 쓴 Δ-Δ 결선의 약 57.7% 용량만 낸다.
3상에서 2상으로 변환하는 대표 결선은 스코트 결선이고, 포크결선은 3상에서 6상으로 변환하는 결선이다.
Y-Δ 결선은 고압측을 Y로 하여 절연을 유리하게 하고, Δ측이 제3고조파의 순환 통로가 되어 송전선로의 수전단에 많이 채용된다.

선지별 해설

① X. 틀린 표현은 "상전압이 선간전압의 $1/\sqrt{3}$배"를 Δ-Δ 결선의 성질로 적은 부분이다. Δ결선에서는 상전압과 선간전압이 같다. 선간전압의 $1/\sqrt{3}$가 되어 절연이 유리한 쪽은 Y결선이다.
② X. 틀린 표현은 "포크결선"이다. 단상변압기 2대로 3상에서 2상으로 변환하는 대표 결선은 스코트 결선이다. 포크결선은 3상에서 6상으로 변환할 때 쓴다.
③ X. 틀린 표현은 "단상변압기 3대 출력의 86.6[%]"이다. 단상변압기 2대를 이용한 V-V 결선의 총 출력은 같은 변압기 3대로 구성한 Δ-Δ 결선 출력의 약 57.7%이다. 올바르게는 "V-V 결선은 Δ-Δ 결선의 약 57.7% 출력이다"가 된다.
④ O. Y-Δ 결선은 고압측을 Y로 하여 각 상의 절연 부담을 줄일 수 있고, Δ측이 제3고조파 순환 통로가 되어 파형이 안정적이다. 또한 송전단의 Δ-Y 결선과 짝을 이루어 각변위를 맞추기 쉬워 송전선로의 수전단에 많이 채용된다.

오답 포인트

①은 Y결선의 상전압 관계를 Δ결선에 잘못 옮겨 놓은 함정이다. ②는 스코트 결선과 포크결선의 상수 변환 목적을 바꾸어 놓은 함정이다. ③은 V-V 결선의 대표 수치 57.7%와 86.6%를 뒤섞으면 바로 틀리게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

결선 문제가 나오면 먼저 전압 관계를 묻는지, 상수 변환을 묻는지, 용량을 묻는지로 나눈다. 전압 관계이면 Y는 상전압이 낮고 Δ는 상전압과 선간전압이 같다고 본다. 상수 변환이면 스코트는 3상→2상, 포크는 3상→6상으로 구분한다. 용량이면 V-V는 항상 Δ-Δ의 57.7%로 판단한다.

암기 포인트

Y는 절연에 유리하고, V-V는 57.7%, 스코트는 3상→2상, 포크는 3상→6상, Y-Δ는 수전단이다.

NoteBase

문 13. 변압기에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 계기용 변류기는 운전 중 2차 단자가 개방되어도 문제가 발생하지 않는다.

② 2차 코일의 권수를 증가시키면 2차 전류가 증가한다.

③ 변압기를 병렬운전하는 경우 전압비가 동일하지 않으면 순환전류가 발생한다.

④ 동일 용량의 변압기를 병렬운전하는 경우 누설 임피던스가 작은 변압기에 더 작은 부하가 분담된다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 계기용 변류기의 2차 개방 금지, 변압기의 권수비와 전류비, 병렬운전 조건, 임피던스에 따른 부하 분담을 정확히 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

계기용 변류기는 운전 중 2차를 개방하면 고전압이 유기되어 위험해진다.
변압기는 권수비로 전압비가 결정되고 전류비는 권수비의 역으로 결정된다.
변압기 병렬운전에서는 전압비가 같아야 순환전류가 생기지 않고, 임피던스가 작은 변압기가 더 큰 부하를 분담한다.

선지별 해설

1번: X. 계기용 변류기는 운전 중 2차 단자를 개방하면 2차측에 고전압이 발생하여 절연 파괴나 과열 위험이 커진다. 틀린 표현은 "문제가 발생하지 않는다"이고, 올바르게는 "2차를 개방하면 위험하므로 단락 상태에 가깝게 운전한다"이다.
2번: X. 변압기에서 전류비는 권수비의 역이므로 2차 권수만 증가하면 같은 1차 조건에서 2차 전류는 커지지 않고 오히려 작아지는 방향으로 본다. 틀린 표현은 "2차 전류가 증가한다"이고, 올바르게는 "권수비가 커질수록 2차 전류는 감소한다"이다.
3번: O. 변압기를 병렬운전할 때 전압비가 서로 다르면 무부하 상태에서도 각 변압기 사이에 전위차가 생겨 순환전류가 발생한다. 병렬운전 조건에서 전압비 일치는 필수이다.
4번: X. 동일 용량 변압기의 병렬운전에서는 누설 임피던스가 작은 변압기가 더 큰 전류를 부담한다. 틀린 표현은 "더 작은 부하가 분담된다"이고, 올바르게는 "더 큰 부하가 분담된다"이다.

오답 포인트

③과 ④는 모두 병렬운전 내용이라 함께 맞는 말처럼 보이기 쉽다. 그러나 ③은 전압비 불일치에 따른 순환전류를 묻고, ④는 임피던스 크기에 따른 부하 분담 방향을 거꾸로 바꿔 놓은 선지이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 문제는 먼저 계기용 변류기의 2차 개방 금지 여부를 확인하고, 다음으로 권수비는 전압비와 같은 방향인지 전류비와는 반대 방향인지를 본다. 병렬운전 선지는 전압비 일치와 임피던스가 작은 쪽의 부하 증가를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

CT 2차 개방 금지, 변압기 전류비는 권수비의 역, 병렬운전은 전압비 일치와 저임피던스 대부하이다.

NoteBase

문 14. 220 [V], 60 [Hz] 유도전동기를 220 [V], 50 [Hz]로 운전할 때, 발생할 수 있는 현상으로 옳지 않은 것은?

① 전동기의 동기속도가 감소한다.

② 여자전류와 철손이 증가한다.

③ 효율이 감소한다.

④ 공극 자속이 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기에서 전압은 그대로 두고 주파수만 낮출 때 V/f, 동기속도, 여자전류, 철손이 어떻게 변하는지를 묻는다.

핵심 개념

동기속도는 $N_s = 120f/P$이므로 주파수에 비례한다.
공극 자속은 유도기 유기전압식에 따라 대체로 V/f에 비례하므로, 전압이 일정한 상태에서 주파수가 낮아지면 자속은 증가한다.
자속이 과대해지면 여자전류가 커지고 철손과 효율 저하가 함께 나타날 수 있다.

선지별 해설

1번: O. 동기속도는 $N_s = 120f/P$이므로 60 Hz에서 50 Hz로 낮아지면 감소한다. 주파수 저하에 따라 회전자계의 속도도 함께 낮아진다.
2번: O. 전압은 220 V로 그대로인데 주파수만 50 Hz로 낮아지면 V/f가 커져 자속이 증가한다. 자속 증가로 여자전류가 커지고, 철심이 더 자화되어 철손도 증가하는 방향으로 본다.
3번: O. 자속 과대와 여자전류 증가로 철손과 동손이 불리해져 효율이 감소한다. 주파수만 낮춘 운전은 정격 V/f 조건이 아니어서 효율 저하를 일으키기 쉽다.
4번: X. 틀린 부분은 '공극 자속이 감소한다'이다. 실제로는 전압 일정, 주파수 감소이므로 V/f가 증가하여 공극 자속은 증가한다.

오답 포인트

주파수가 내려가면 속도와 자속이 함께 내려간다고 기계적으로 연결하면 틀린다. 이 문항은 속도는 f에 비례하지만 자속은 V/f에 좌우된다는 점을 분리해서 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

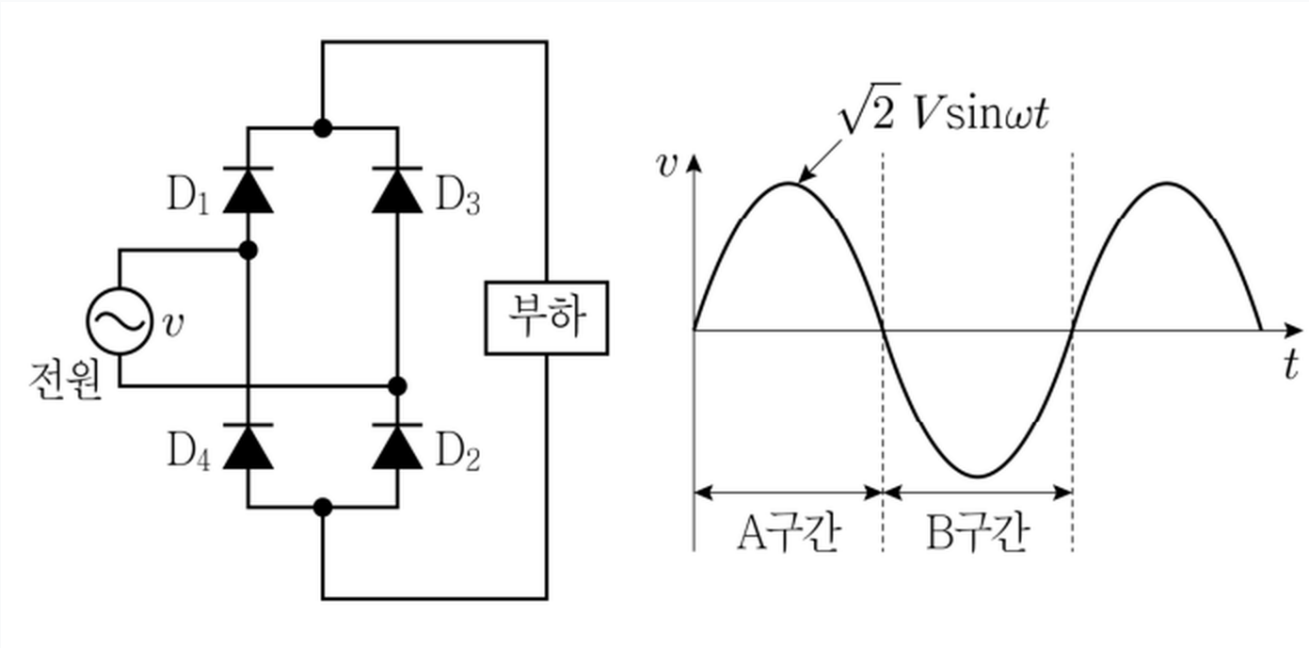
유도전동기 주파수 변동 문제는 먼저 전압이 함께 변하는지 확인한 뒤, 속도는 f, 자속은 V/f로 나누어 판단한다. 전압 일정 상태에서 주파수만 낮아지면 속도는 감소하고 자속은 증가하는 방향으로 정리된다.

암기 포인트

전압 일정에서 f 감소: 동기속도 감소, V/f 증가, 자속 증가이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 정류회로와 전원전압의 파형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 단상전파 정류회로를 나타낸다.

② 입력전압의 실효치가 V라면 저항성 부하 양단에 걸리는 전압의 평균값은 $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}V$가 된다.

③ 전원전압의 정(+)의 반주기(A구간)에서는 D_1, D_3를 통하여 부하에 전류가 흐르고, 부(-)의 반주기(B구간)에서는 D_2, D_4를 통해 전류가 흐른다.

④ 정상 운전조건에서 D_1, D_2, D_3, D_4가 모두 동시에 도통하는 경우는 없다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 브리지형 단상 전파정류회로의 도통 다이오드 조합과 정류 평균전압을 회로도와 전원 파형에서 함께 판별하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 그림은 다이오드 4개를 브리지로 연결하고 부하에 같은 방향의 전류가 흐르게 하는 단상 전파정류회로이다.

② O
- 입력전압의 실효치가 V이면 최대값은 $V_m = \sqrt{2}V$이다. 전파정류된 정현파의 평균값은 $2V_m/\pi$이므로 부하 평균전압은 $2\sqrt{2}V/\pi$가 된다.

③ X
- 브리지 정류회로에서는 매 반주기마다 대각선에 있는 다이오드 2개가 도통한다. 정(+) 반주기 A구간에는 D_1, D_2가, 부(-) 반주기 B구간에는 D_3, D_4가 도통한다.
- 틀린 표현은 "A구간에서는 D1, D3", "B구간에서는 D2, D4"이다. 올바르게는 "A구간에서는 D1, D2, B구간에서는 D3, D4"이다.

④ O
- 정상적인 저항성 부하의 브리지 정류에서는 한 순간에 도통하는 소자는 한 쌍의 대각선 다이오드뿐이다. 네 다이오드가 동시에 모두 도통하는 상태는 발생하지 않는다.

오답 포인트

③은 윗쪽 다이오드끼리, 아랫쪽 다이오드끼리 짝을 지어 제시한 것이 함정이다. 브리지 정류회로는 같은 줄이 아니라 대각선 한 쌍이 번갈아 도통한다는 점을 놓치면 쉽게 속는다.

다시 나오면 이렇게 판단

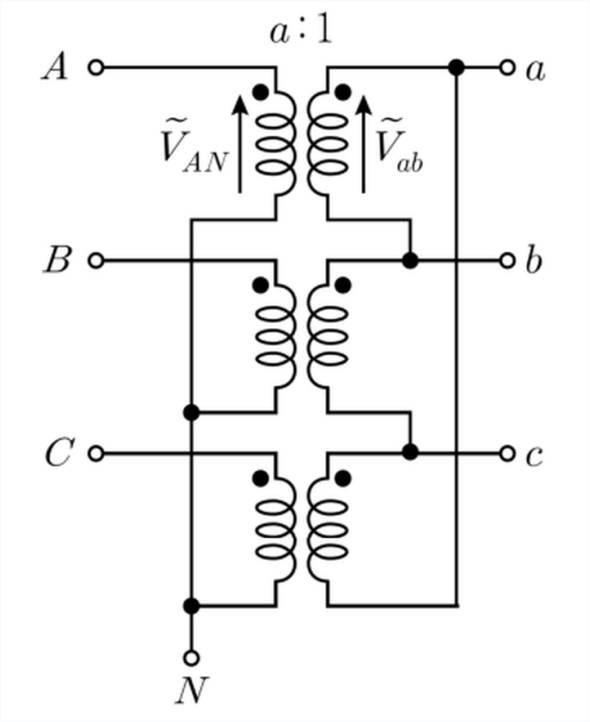
브리지 정류 문제는 먼저 AC 입력이 브리지의 어느 두 점에 걸리고 부하가 어느 두 점에 연결되는지 본다. 그다음 각 반주기마다 부하 전류가 항상 같은 방향이 되도록 전류 경로를 따라가면 도통 다이오드 쌍과 전파정류 여부가 바로 정리된다.

암기 포인트

단상 브리지 전파정류는 대각선 2개씩 교대 도통하고 평균전압은 $2\sqrt{2}V/\pi$이다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 결선된 3상 변압기에서 1차 측 선간전압 $\tilde{V}_{AB}$가 $V[V]$일 때, 2차 측 선간전압 $\tilde{V}_{ab}[V]$는?



① $\frac{V}{\sqrt{3}a}$

② $\sqrt{3}aV$

③ $\frac{V}{a}$

④ aV

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1차 Y결선과 2차 Δ결선에서 선간전압과 상전압의 관계, 그리고 변압비 $a:1$을 함께 적용할 수 있는지를 묻는다.

NoteBase

선지별 해설

1번 O: 1차는 Y결선이므로 $V_{AB} = \sqrt{3} V_{AN}$이다. 따라서 $V_{AN} = V/\sqrt{3}$이고, 각 변압기의 변압비가 a : 1이므로 2차 권선전압은 $V_{ab} = V_{AN}/a = V/(\sqrt{3}a)$이다. 2차는 Δ결선이므로 선간전압과 권선전압이 같아서 그대로 $V_{ab} = V/(\sqrt{3}a)$가 된다.
2번 X: $\sqrt{3}$과 a를 모두 곱한 식인데, 실제로는 1차 선간전압을 상전압으로 바꿀 때 $\sqrt{3}$로 나누고, 2차 전압도 변압비 때문에 a로 나누어야 한다. 틀린 표현은 $\sqrt{3}aV$이고, 올바르게는 $V/(\sqrt{3}a)$이다.
3번 X: 이 식은 변압비 a : 1만 반영하고 1차 Y결선의 선간전압과 상전압 관계를 빠뜨린 식이다. 틀린 표현은 1차 상전압을 V로 본 점이고, 올바르게는 $V_{AN} = V/\sqrt{3}$이므로 2차 전압은 $V/(\sqrt{3}a)$이다.
4번 X: 이 식은 2차 전압이 1차 전압보다 a배 커진다고 본 식인데, a : 1은 1차 대 2차 권수비이므로 2차 전압은 1차 상전압의 $1/a$배이다. 틀린 표현은 aV이고, 올바르게는 1차 상전압을 먼저 $V/\sqrt{3}$로 바꾼 뒤 $1/a$를 적용한 $V/(\sqrt{3}a)$이다.

오답 포인트

1차에서 주어진 V를 곧바로 상전압으로 놓거나, 변압비 a : 1을 보고 2차 전압이 a배라고 반대로 적용하면 오답이 된다. 이 문항의 함정은 Y결선의 $\sqrt{3}$ 관계와 Δ결선의 선간전압=상전압 관계를 한 번에 놓치게 만드는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 1차와 2차의 결선을 보고 선간전압과 상전압 관계를 정리한다. 그다음 한 상의 변압기 전압으로 내려가 변압비를 적용하고, 마지막에 2차 결선에서 권선전압이 선간전압으로 그대로 나가는지 다시 확인한다.

암기 포인트

Y결선은 선간전압=$\sqrt{3}$배 상전압이고, Δ결선은 선간전압=상전압이며, 변압비 a : 1이면 2차 전압은 1차 전압의 $1/a$배이다.

NoteBase

문 17. 변압기의 2차 측 부하 임피던스가 8 [Ω]이고, 이를 1차 측으로 환산했을 때 32 [Ω]이 되었다. 1차 측 전압이 220 [V]인 경우 2차 측에 유도되는 전압[V]은? (단, 권선의 임피던스는 무시한다)

① 55

② 110

③ 220

④ 440

정답 2번

출제 포인트

변압기의 임피던스 환산비로 권수비를 구한 뒤, 그 권수비를 전압비에 적용해 2차측 유도전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2차측 부하 임피던스는 8Ω이고, 이를 1차측으로 환산한 값은 32Ω이다.
구해야 할 값: 1차측 전압이 $220V$일 때 2차측 유도전압이다.
주의할 조건: 임피던스 환산은 권수비의 제곱으로 바뀌고, 전압 환산은 권수비 자체로 바뀐다.

사용할 공식

$\frac{Z_1}{Z_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 = a^2$
$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$
임피던스를 2차측에서 1차측으로 환산했으므로 먼저 a를 구해야 한다. 그다음 같은 권수비 a를 전압비에 적용하면 2차측 유도전압을 구할 수 있다.

계산 과정

1. 임피던스 환산비에서 권수비를 구하면 $\frac{32}{8} = 4 = a^2$이다.
2. 따라서 권수비는 $a = \frac{N_1}{N_2} = 2$이다.
3. 전압비 $\frac{V_1}{V_2} = 2$이므로 $V_2 = \frac{220}{2} = 110V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $55V$는 맞지 않는다. 권수비를 4로 잘못 보고 전압도 그대로 4로 나누면 나오는 값이다. 임피던스 환산비 4는 권수비가 아니라 권수비의 제곱이다. 올바르게는 2차측 유도전압은 $110V$이다.
② O: 권수비가 2이므로 2차측 전압은 $220 \div 2 = 110V$가 된다. 임피던스 환산값 32Ω와 실제 임피던스 8Ω의 비에서 전압비를 정확히 연결한 선택지이다.
③ X: $220V$는 1차측 전압을 그대로 2차측 전압으로 본 값이다. 변압기는 권수비에 따라 전압이 달라지므로 그대로 같지 않다. 올바르게는 2차측 유도전압은 $110V$이다.
④ X: $440V$는 권수비 적용 방향을 거꾸로 하여 1차측 전압에 2를 곱한 값이다. 이 문항은 1차측에서 2차측으로 가는 값이므로 나누어야 한다. 올바르게는 2차측 유도전압은 $110V$이다.

오답 포인트

임피던스 비 $\frac{32}{8} = 4$를 그대로 권수비로 착각하면 ①이 나온다. 또 1차에서 2차로 전압을 환산할 때 곱할지 나눌지를 반대로 잡으면 ④가 나온다. 이 문제의 함정은 임피던스는 제곱비, 전압은 1차비라는 점을 섞어 놓은 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 환산 문제는 먼저 무엇이 환산되었는지 본다. 임피던스가 주어지면 먼저 a^2를 구하고, 마지막에 전압이나 전류를 구할 때만 a를 적용하면 판단이 흔들리지 않는다.

암기 포인트

변압기에서 임피던스는 권수비의 제곱으로, 전압은 권수비 그대로 비례한다.

NoteBase

문 18. 8극, 60 [Hz]인 3상 권선형 유도전동기의 슬립링을 단락하고 운전하여 전부하 출력 100 [kW]를 낼 때의 속도는 864 [rpm]이다. 회전자 권선에 저항을 삽입하여 540 [rpm]으로 속도를 낮추고자 한다. 동일 토크를 발생시키기 위한 1상당 2차 측 삽입저항[Ω]은? (단, 회전자 권선은 Y 결선으로 하였으며, 2차 측 권선저항은 슬립링 간을 측정하여 0.4 [Ω]이었다)

① 1.8

② 2.0

③ 3.6

④ 4.0

정답 1번

출제 포인트

권선형 유도전동기에서 같은 토크를 유지할 때 슬립이 2차 1상 저항에 비례한다는 관계와 Y결선 저항 환산을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 8극, 60 Hz, 무저항 삽입 시 속도 864 rpm, 저항 삽입 후 속도 540 rpm, 슬립링 간 측정 2차 권선저항 0.4 Ω이다.
구해야 할 값: 1상당 2차 측 삽입저항이다.
주의할 조건: 회전자 권선이 Y결선이므로 슬립링 간 저항 0.4 Ω는 1상 저항의 2배이다. 따라서 기존 2차 1상 저항은 0.2 Ω이다.

사용할 공식

동일 토크 영역에서는 슬립이 2차 1상 전체저항에 비례하므로 $\frac{s_2}{s_1} = \frac{R_2 + r}{R_2}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 회전자 외부저항을 바꾸어 속도를 낮추되 토크는 같게 하려는 상황이므로, 같은 토크에서 슬립과 2차 저항이 비례하는 관계를 적용할 수 있다.

계산 과정

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{8} = 900rpm$이다.
초기 슬립은 $s_1 = \frac{900 - 864}{900} = 0.04$이다.
목표 슬립은 $s_2 = \frac{900 - 540}{900} = 0.4$이다.
회전자가 Y결선이므로 기존 2차 1상 저항은 $R_2 = \frac{0.4}{2} = 0.2\Omega$이다.
따라서 $\frac{0.4}{0.04} = \frac{R_2 + r}{R_2} = 10$이므로 $R_2 + r = 10R_2 = 10 \times 0.2 = 2.0\Omega$이다.
삽입저항은 $r = 2.0 - 0.2 = 1.8\Omega$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과 1상당 삽입저항은 1.8 Ω이므로 맞다.
② X: 2.0 Ω은 삽입 후 2차 1상의 전체저항이다. 문제는 삽입저항만 묻고 있으므로 기존 저항 0.2 Ω을 빼서 1.8 Ω으로 보아야 한다.
③ X: 3.6 Ω은 슬립링 간 측정값 0.4 Ω를 곧바로 1상 저항으로 잘못 본 경우의 값이다. Y결선에서는 1상 저항이 0.2 Ω이므로 올바른 삽입저항은 1.8 Ω이다.
④ X: 4.0 Ω은 Y결선 환산을 빼먹고 0.4 Ω에 슬립비 10을 그대로 곱해 얻는 총저항 오답이다. 총저항도 2.0 Ω이고, 삽입저항은 1.8 Ω이다.

오답 포인트

슬립링 간 측정저항을 곧바로 1상 저항으로 착각하기 쉽다. 이 문항의 함정은 Y결선 환산과 총저항, 삽입저항을 한 번에 섞어 놓은 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기 속도제어 문제는 먼저 N_s와 슬립을 구하고, 같은 토크 조건이면 슬립비가 저항비와 같다는 점을 적용한다. 그다음 결선에 맞게 1상 저항으로 환산한 뒤 총저항인지 삽입저항인지를 마지막에 구분한다.

암기 포인트

같은 토크에서는 슬립비 = 2차 저항비이고, Y결선 슬립링 간 저항은 1상 저항의 2배이다.

NoteBase

문 19. 200 [V], 60 [Hz], 6극, 10 [kW] 3상 유도전동기의 슬립 주파수가 3 [Hz]일 때, 전동기의 회전수[rpm]는?

① 1,080
② 1,140
③ 1,200
④ 1,260

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 슬립 주파수로 슬립을 구한 뒤 유도전동기의 실제 회전수를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 전원 주파수 $f = 60Hz$
- 극수 $P = 6$
- 슬립 주파수 $f_s = 3Hz$

구해야 할 값:
- 전동기 회전수 n

주의할 조건:
- 슬립 주파수는 전원 주파수에 대한 슬립 비율로 바꾸어 써야 한다.

사용할 공식

동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$, 슬립은 $s = \frac{f_s}{f}$, 실제 회전수는 $n = (1 - s)n_s$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
유도전동기의 회전수는 먼저 극수와 주파수로 동기속도를 구하고, 여기에 슬립만큼 감소한 값으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $n_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200rpm$이다.
2. 슬립은 $s = \frac{3}{60} = 0.05$이다.
3. 실제 회전수는 $n = (1 - 0.05) \times 1200 = 1140rpm$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 1,080 rpm은 계산 결과와 다르다.
- 올바르게는 슬립 0.05를 적용한 회전수는 1,140 rpm이다.
- 1,080 rpm은 슬립을 10%로 잘못 잡은 경우에 가까운 오답이다.

② O
- 계산 결과가 1,140 rpm이므로 맞는 선지이다.
- 동기속도 1,200 rpm에서 슬립 5%만큼 감소한 값과 정확히 일치한다.

③ X
- 1,200 rpm은 실제 회전수가 아니라 동기속도이다.
- 올바르게는 슬립이 있으므로 실제 회전수는 1,140 rpm이다.

④ X
- 1,260 rpm은 동기속도 1,200 rpm보다 커서 유도전동기 운전 조건에 맞지 않는다.
- 올바르게는 슬립은 회전수를 더하는 값이 아니라 줄이는 값이므로 1,140 rpm이 된다.

오답 포인트

슬립 주파수 $3Hz$를 바로 회전수에 대입하거나, 동기속도 1,200 rpm을 정답으로 착각하는 경우가 많다. 슬립은 먼저 $s = \frac{f_s}{f}$로 비율로 바꾼 뒤 실제 회전수에서 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 회전수 문제는 동기속도 계산 → 슬립 계산 → $n = (1 - s)n_s$ 적용 순서로 판단하면 된다.
동기속도보다 실제 회전수가 반드시 작다는 점까지 함께 검산하면 된다.

암기 포인트

유도전동기 회전수는 동기속도에서 슬립만큼 빠진 값이며, 슬립 주파수는 $s = \frac{f_s}{f}$로 바꿔서 쓴다.

NoteBase

문 20. 유도전동기에 인가하는 전원의 주파수를 가변하여 속도제어를 하는 경우에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정격속도를 넘는 약계자 운전을 하게 되면 동기속도가 감소한다.

② 인가주파수를 낮추어 정격속도 이하로 운전하는 경우 그와 비례하여 인가전압도 낮추어야 한다.

③ 정격속도 이상의 운전에서는 일정 출력 운전이 가능하다.

④ 정격속도 이하의 운전에서는 일정 토크 운전이 가능하다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 주파수 가변 유도전동기의 기저속도 이하 일정 토크 영역과 기저속도 이상 약계자 일정 출력 영역을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

기저속도 이하: 인가주파수를 낮출 때 자속을 유지하려고 전압도 함께 낮추어 V/f를 거의 일정하게 맞추는 영역이다. 이 구간은 거의 일정 토크 운전이 된다.
기저속도 이상(약계자 운전): 전압은 정격값 이상 올리기 어렵고 주파수만 더 높여 자속이 약해지는 영역이다. 이 구간은 동기속도 $n_s = 120f/P$가 증가하고, 토크는 감소하여 일정 출력 운전 특성을 보인다.

NoteBase

선지별 해설

① X
약계자 운전은 정격전압 한계 때문에 주파수를 더 높여 속도를 올리는 운전이다. 동기속도는 $n_s = 120f/P$이므로 주파수가 올라가면 감소가 아니라 증가한다. 틀린 표현은 "동기속도가 감소한다"이고, 올바르게는 "동기속도가 증가한다"이다.

② O
인가주파수를 낮추어 정격속도 이하로 운전하면 자속을 일정하게 유지해야 토크 특성이 무너지지 않는다. 그래서 주파수에 비례하여 전압도 낮추는 V/f 일정 제어가 필요하다.

③ O
정격속도 이상에서는 전압을 더 높일 수 없어 자속이 약해지고 허용토크가 줄어든다. 속도는 올라가고 토크는 줄어 $P = T\omega$ 관점에서 거의 일정 출력 운전이 가능하다.

④ O
정격속도 이하에서는 V/f를 일정하게 유지해 공극자속을 거의 일정하게 만들 수 있다. 따라서 정격 범위에서는 거의 일정 토크 운전이 가능하다.

오답 포인트

약계자 운전이라는 말 때문에 속도가 약해진다고 오해하면 ①을 맞는 선지로 보기 쉽다. 실제로 약해지는 것은 자속과 토크 여유이고, 주파수를 높이는 이상 동기속도 자체는 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수 제어 문제는 먼저 기저속도 이하인지 이상인지부터 나눈다. 이하이면 V/f 일정으로 일정 토크, 이상이면 전압 제한에 따른 약계자로 일정 출력이라고 판단하면 된다.

암기 포인트

유도전동기 주파수 제어는 저속 V/f 일정=일정 토크, 고속 약계자=일정 출력이다.

NoteBase

문 21. 3상 유도전동기의 입력전력이 25 [kW], 고정자 손실은 1 [kW], 회전자 동손은 0.48 [kW]일 때의 설명으로 옳은 것은?

① 공극전력은 전기적 입력전력과 회전자 손실의 차이로 구할 수 있다.

② 기계적 출력은 24.52 [kW]이다.

③ 슬립은 2 [%]이다.

④ 전동기는 제동모드에서 동작하고 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 공극전력과 회전자 동손의 관계 $P_{rc} = sP_g$를 이용해 슬립을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 입력전력 $P_{in} = 25kW$, 고정자 손실 $P_s = 1kW$, 회전자 동손 $P_{rc} = 0.48kW$이다.
구해야 할 값은 슬립 s와 각 선지의 옳고 그름이다.
주의할 조건은 공극전력은 입력전력에서 고정자 손실을 뺀 값이며, 회전자 동손은 공극전력의 s배라는 점이다.

사용할 공식

$P_g = P_{in} - P_s, \quad P_{rc} = sP_g, \quad P_m = P_g - P_{rc}$
이 공식을 쓰는 이유는 유도전동기에서 입력전력은 먼저 고정자 손실을 제외한 뒤 공극을 통해 회전자에 전달되고, 회전자 동손은 그 공극전력 중 슬립에 해당하는 비율만큼 발생하기 때문이다.

계산 과정

1. 공극전력은 $P_g = 25 - 1 = 24kW$이다.
2. 슬립은 $s = P_{rc}/P_g = 0.48/24 = 0.02 = 2\%$이다.
3. 회전자에서 기계적으로 변환되는 출력은 $P_m = 24 - 0.48 = 23.52kW$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 공극전력은 전기적 입력전력에서 고정자 손실을 뺀 값이다. 틀린 표현은 '회전자 손실의 차이'이다. 올바르게는 '공극전력은 전기적 입력전력과 고정자 손실의 차이로 구할 수 있다'이다.
② X: 계산 결과 회전자에서 기계적으로 변환되는 출력은 $23.52kW$이다. $24.52kW$는 입력전력 25에서 회전자 동손 0.48만 빼고 고정자 손실 1을 빠뜨린 오답값이다. 틀린 표현은 '기계적 출력은 24.52[kW]이다'이다. 올바르게는 '회전자에서 기계적으로 변환되는 출력은 23.52[kW]이다'이다.
③ O: 공극전력 $24kW$에 대해 회전자 동손이 $0.48kW$이므로 슬립은 $0.48/24 = 0.02$이다. 따라서 슬립은 2%가 맞다.
④ X: 슬립이 2%이면 $0 < s < 1$이므로 정상적인 전동모드이다. 제동모드는 일반적으로 $s < 0$ 또는 $s > 1$의 영역에서 본다. 틀린 표현은 '제동모드'이다. 올바르게는 '전동기는 전동모드에서 동작하고 있다'이다.

오답 포인트

입력전력에서 바로 회전자 동손을 빼면 된다고 생각하면 ②의 $24.52kW$에 끌리기 쉽다. 이 문항의 함정은 공극전력을 먼저 구해야 한다는 점과, 슬립이 회전자 동손을 공극전력으로 나눈 값이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 손실 문항은 먼저 P_g=P_in-고정자 손실로 공극전력을 구하고, 다음에 $s = P_{rc}/P_g$로 슬립을 구한 뒤, $0 < s < 1$이면 전동모드로 판단한다.

암기 포인트

공극전력은 입력전력에서 고정자 손실을 뺀 값이고, 슬립은 회전자 동손/공극전력이다.

NoteBase

문 22. 단상반파 정류회로에서 인가전압이 $v(t) = 220\sin\omega t[V]$이고 부하저항이 $2[\Omega]$일 때, 전류의 평균값 $[A]$은?

① $\frac{220}{\pi}$
② $\frac{110}{\pi}$
③ $\frac{220}{\pi\sqrt{2}}$
④ $\frac{110\sqrt{2}}{\pi}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단상반파 정류회로에서 저항부하 전류의 최대값을 구한 뒤 평균값 $I_{avg} = I_m/\pi$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $v(t) = 220\sin\omega t[V]$, $R = 2\Omega$이다.
구해야 할 값: 전류의 평균값이다.
주의할 조건: 식의 계수 220은 실효값이 아니라 정현파의 최대값이다.

사용할 공식

저항부하이므로 순간전류는 $i(t) = v(t)/R$이다.
반파 정류 정현파 전류의 평균값은 $I_{avg} = I_m/\pi$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 반파 정류에서는 양의 반주기만 전류가 흐르고, 그 파형의 한 주기 평균이 최대값의 $1/\pi$가 되기 때문이다.

계산 과정

1. 전류의 최대값은 $I_m = V_m/R = 220/2 = 110[A]$이다.
2. 반파 정류 전류의 평균값은 $I_{avg} = I_m/\pi$이다.
3. 따라서 $I_{avg} = 110/\pi[A]$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $220/\pi$는 전압의 최대값 220을 그대로 평균전류 공식에 넣은 값이다. 부하저항 2Ω를 반영하지 않아 틀렸다. 올바르게는 전류 최대값을 먼저 $110[A]$로 구한 뒤 $110/\pi$로 계산한다.
② O: 전류 최대값이 $110[A]$이므로 평균값은 $110/\pi[A]$가 된다.
③ X: $220/(\pi\sqrt{2})$는 주어진 220을 실효값처럼 다루어 불필요하게 $\sqrt{2}$ 보정을 한 값이다. 이 문제의 220은 이미 최대값이므로 $\sqrt{2}$를 곱하거나 나눌 필요가 없다. 올바르게는 $110/\pi$이다.
④ X: $110\sqrt{2}/\pi$도 220을 실효값으로 오인하여 최대전류를 $110\sqrt{2}$로 잘못 본 값이다. 올바른 최대전류는 $110[A]$이고 평균값은 $110/\pi$이다.

오답 포인트

정현파 식 $v(t) = 220\sin\omega t$에서 220을 실효값으로 착각하거나, 전압을 전류로 바꾸기 전에 저항 2Ω를 나누지 않으면 오답이 된다. 반파 정류의 평균값은 실효값이 아니라 최대값 기준 공식이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

정류회로 평균값 문제는 먼저 식의 계수가 최대값인지 실효값인지 확인하고, 저항부하이면 $V_m \rightarrow I_m$로 바꾼 뒤 반파는 I_m/π, 전파는 $2I_m/\pi$ 순서로 판단한다.

암기 포인트

반파 정류 평균전류는 최대전류의 $1/\pi$이고, $v(t) = V_m\sin\omega t$의 V_m는 이미 최대값이다.

NoteBase

문 23. 일정 토크 부하로 정격운전 중인 3상 유도전동기의 전원전압이 90 [%]로 감소할 때의 설명으로 옳은 것은?

① 2차 효율이 상승한다.

② 동기속도가 감소한다.

③ 출력이 증가한다.

④ 운전슬립이 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 일정 토크 부하에서 유도전동기 전압이 감소할 때 슬립, 속도, 출력, 2차 효율의 변화를 관계식으로 판단하는 문제이다.

조건 정리

전원전압이 정격의 90%로 감소한다.
부하는 일정 토크 부하이다.
유도전동기는 정격 부근에서 운전하므로 토크를 유지하려면 슬립 변화로 전자토크를 맞춘다.

사용할 공식

정격 부근에서 유도전동기 토크는 $T \propto V^2 s$로 본다.
동기속도는 $n_s = 120f/P$이다.
회전자 속도는 $n = (1-s)n_s$이다.
2차 효율은 $\eta_2 = 1 - s$이다.
출력은 $P_{out} = T\omega_m$이다.
이 문항은 전압이 감소해도 부하토크는 일정하므로, 같은 토크를 내기 위해 슬립이 어떻게 바뀌는지를 먼저 판단하면 나머지 물리량도 연쇄적으로 정해진다.

계산 과정

일정 토크이므로 T는 거의 일정하다.
따라서 $V^2 s$가 거의 일정해야 한다.
전압이 $0.9V$로 감소하면 $s' = s/0.9^2 \approx 1.23s$가 되어 슬립이 증가한다.
슬립이 증가하면 $n = (1-s)n_s$에서 회전자 속도는 감소한다.
또한 $\eta_2 = 1 - s$이므로 2차 효율은 감소하고, $P_{out} = T\omega_m$에서 토크가 일정한 상태의 출력도 감소한다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 2차 효율은 $\eta_2 = 1 - s$이므로 슬립이 증가하면 상승하지 않고 감소한다. 틀린 표현은 '상승한다'이고, 올바르게는 '2차 효율이 감소한다'이다.
2번 X: 동기속도는 $n_s = 120f/P$로 주파수와 극수로만 결정되므로 전압이 90%로 감소해도 동기속도는 감소하지 않는다. 틀린 표현은 '감소한다'이고, 올바르게는 '동기속도는 변하지 않는다'이다.
3번 X: 일정 토크 부하에서 슬립이 증가하면 회전자 속도가 감소하므로 $P_{out} = T\omega_m$에 따라 출력은 증가하지 않고 감소한다. 틀린 표현은 '증가한다'이고, 올바르게는 '출력이 감소한다'이다.
4번 O: 전압이 감소하면 같은 토크를 내기 위한 전자토크 여유가 줄어들므로 슬립이 증가한다. 일정 토크 조건과 $T \propto V^2 s$ 관계에 맞는 설명이다.

오답 포인트

동기속도와 회전자 속도를 같은 것으로 보면 2번을 고르기 쉽다. 이 문항의 함정은 전압 저하가 속도 전체를 바꾸는 것이 아니라, 같은 토크를 유지하기 위해 슬립이 커지고 그 결과 회전자 속도와 2차 효율, 출력이 함께 내려간다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 전압 변동 문제는 먼저 부하 조건이 일정 토크인지 확인한다. 그다음 정격 부근에서 $T \propto V^2 s$를 적용해 슬립 증감을 판단한다. 마지막으로 $n = (1 - s)n_s$, $\eta_2 = 1 - s$, $P_{out} = T\omega_m$를 순서대로 연결하면 선지를 빠르게 정리할 수 있다.

암기 포인트

일정 토크 유도전동기에서 전압 저하가 생기면 슬립은 증가하고, 회전자 속도·2차 효율·출력은 감소한다.

NoteBase

문 24. 브러시리스 직류전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정류자와 브러시가 없다.

② 구동전류의 방향을 영구자석 회전자의 위치에 따라 제어한다.

③ 회전자의 위치를 검출하기 위하여 홀센서가 사용된다.

④ 드라이브 제어가 간단하며 토크리플이 거의 없다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 브러시리스 직류전동기의 구조와 구동 특성을 일반 직류전동기와 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

브러시리스 직류전동기는 브러시와 정류자가 없는 대신, 고정자 권선 전류를 전자적으로 절환하여 회전시키는 전동기이다.
일반 직류전동기는 기계식 정류로 전류를 바꾸지만, 브러시리스 직류전동기는 회전자 위치 검출과 전력변환기를 이용해 전류 방향을 제어한다.
핵심 키워드는 브러시 없음, 전자정류, 회전자 위치검출, 영구자석 회전자이다.

선지별 해설

① O
브러시리스 직류전동기는 이름 그대로 브러시와 기계식 정류자가 없다. 대신 인버터나 구동회로가 전류를 전자적으로 절환한다.

② O
구동전류의 인가 순서는 영구자석 회전자의 위치에 따라 결정된다. 회전자 위치를 알아야 어느 상에 전류를 흘릴지 정할 수 있으므로 맞는 설명이다.

③ O
브러시리스 직류전동기에서는 회전자 위치 검출을 위해 홀센서를 사용하는 방식이 대표적이다. 센서리스 방식도 있으나, 선지의 설명 자체는 일반적인 특징으로 맞다.

④ X
틀린 부분은 "드라이브 제어가 간단하며"와 "토크리플이 거의 없다"이다. 실제로는 브러시 대신 전자적 정류회로가 필요하므로 구동 제어가 더 단순하다고 보기 어렵고, 역기전력 파형과 전류 절환 특성 때문에 토크리플이 발생할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

브러시가 없다는 이유만으로 기계적으로 단순하니 제어도 단순하다고 연결하면 ④에 넘어가기 쉽다. 이 문항의 함정은 구조적 마모 감소와 제어 복잡도 감소를 같은 뜻으로 오인하게 만드는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

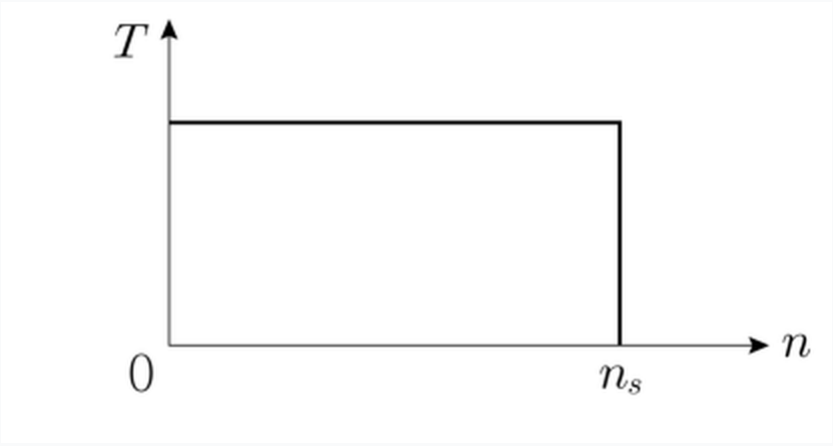
브러시리스 직류전동기 선지는 먼저 브러시·정류자 유무를 확인하고, 다음으로 회전자 위치검출과 전자정류가 필요한지를 본다. 제어가 쉽다, 토크리플이 없다처럼 성능을 과장하는 표현은 우선 의심하는 것이 맞다.

암기 포인트

BLDC는 브러시 없음 + 위치검출 기반 전자정류, 따라서 무정류기계가 아니라 무브러시 전자제어 전동기이다.

NoteBase

문 25. 그림의 속도-토크 특성과 같이 회전자 속도와 무관하게 거의 일정한 토크 특성을 갖는 전동기는?



① 히스테리시스 전동기

② 저항기동 분상전동기

③ 커패시터기동 분상전동기

④ 릴럭턴스 전동기

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 속도-토크 도식에서 0부터 동기속도 n_s 직전까지 토크가 거의 수평으로 유지되는 특징을 보고 해당 전동기를 식별하는 문제이다.

선지별 해설

1번 O: 히스테리시스 전동기는 회전자 속도와 거의 무관하게 일정한 히스테리시스 토크를 발생시키며 정지 상태부터 n_s 부근까지 거의 일정 토크 특성을 가진다.
2번 X: 저항기동 분상전동기는 유도전동기이므로 토크가 슬립에 따라 변하고 동기속도에 가까워질수록 토크가 작아진다. 틀린 표현은 '회전자 속도와 무관하게 거의 일정한 토크 특성을 갖는다'이고, 올바르게는 '기동토크를 개선한 분상 유도전동기이지만 운전 토크는 속도에 따라 변한다'이다.
3번 X: 커패시터기동 분상전동기도 유도전동기이므로 기동 성능은 좋지만 토크가 전 속도 구간에서 일정하지 않다. 틀린 표현은 '거의 일정한 토크 특성'이고, 올바르게는 '커패시터로 기동토크를 높인 유도전동기이며 토크는 슬립에 따라 달라진다'이다.
4번 X: 릴럭턴스 전동기는 동기 속도 부근에서 릴럭턴스 토크로 동기화되는 전동기이지, 정지부터 n_s까지 거의 일정 토크를 내는 전동기가 아니다. 틀린 표현은 '도식과 같은 일정 토크 특성'이고, 올바르게는 '동기화 후 일정 속도 운전이 가능하지만 토크 특성은 히스테리시스 전동기와 다르다'이다.

NoteBase

오답 포인트

분상전동기와 릴럭턴스 전동기를 모두 특수 전동기로만 기억하면 헷갈리기 쉽다. 이 문제의 핵심 함정은 '기동 방식'이나 '동기 운전 가능 여부'가 아니라 속도 전 구간에서 토크가 거의 일정한가이다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도-토크 곡선이 정지부터 동기속도 직전까지 거의 수평이면 히스테리시스 전동기를 먼저 떠올린다. 유도전동기 계열은 보통 슬립 변화에 따라 토크가 달라지고, 릴럭턴스 전동기는 동기화 구간의 특징으로 구별된다.

암기 포인트

동기속도까지 거의 일정 토크를 보이면 히스테리시스 전동기이다.

NoteBase