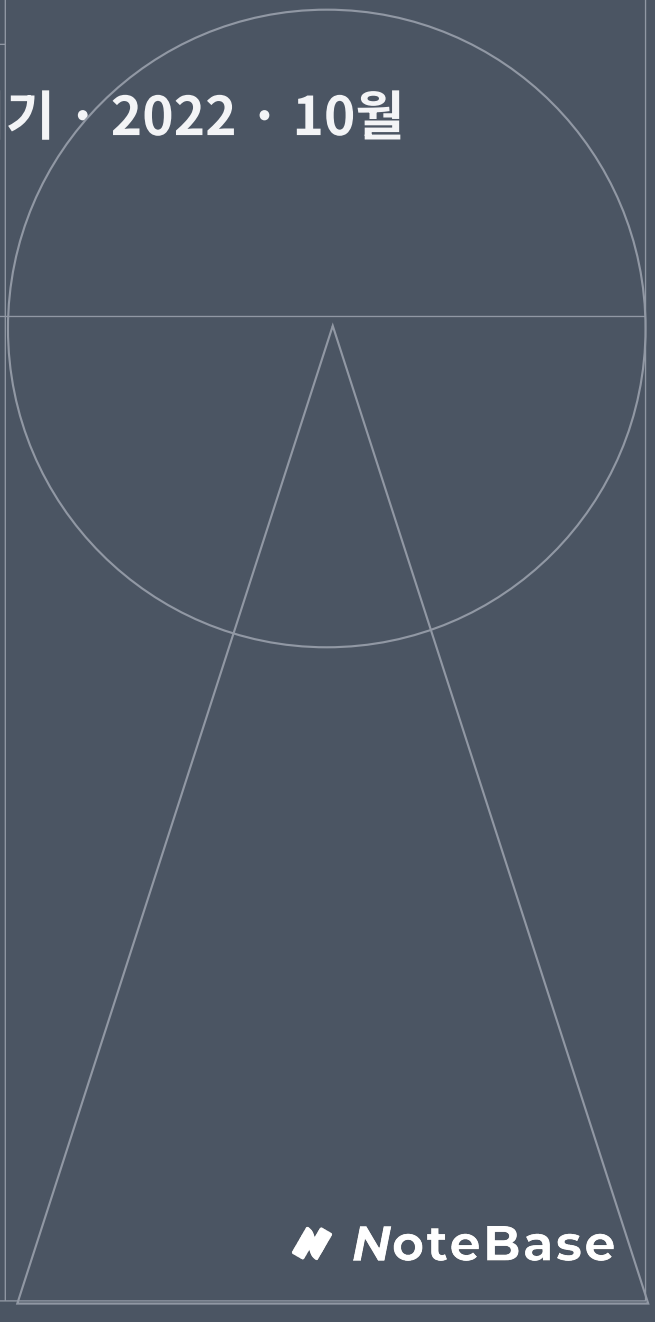
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2022 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2022 · 10월

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2022 · 10월

문 1. 자기회로와 전기회로를 구성하는 요소들 간의 대응 관계를 잘못 짝지은 것은?

① 기자력 - 기전력

② 자속 - 전류

③ 투자율 - 도전율

④ 퍼미언스 - 저항

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 자기회로와 전기회로의 기본 대응 관계를 정확히 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

기자력은 자속을 만들려는 원인량으로 전기회로의 기전력에 대응한다.
자속은 자기회로를 흐르는 양으로 전기회로의 전류에 대응한다.
투자율은 물질이 자속을 잘 통하게 하는 정도를 나타내는 물성치로 전기회로의 도전율에 대응한다.
퍼미언스는 자속이 얼마나 잘 통하는지를 나타내는 양으로 자기저항의 역수이며, 전기회로에서는 저항이 아니라 컨덕턴스에 대응한다.

선지별 해설

① O: 기자력은 자기회로에서 자속을 발생시키는 구동력이고, 전기회로에서는 기전력이 전류를 발생시키는 구동력이므로 대응이 맞다.
② O: 자속은 자기회로를 흐르는 양이고 전류는 전기회로를 흐르는 양이므로 대응이 맞다.
③ O: 투자율은 물질이 자속을 통하게 하는 정도이고 도전율은 물질이 전류를 통하게 하는 정도이므로 물성치 대응이 맞다.
④ X: 틀린 표현은 '퍼미언스 - 저항'이다. 퍼미언스는 자기저항의 역수이므로 전기회로에서는 저항이 아니라 컨덕턴스에 대응한다. 저항에 대응하는 것은 자기저항이다.

NoteBase

오답 포인트

퍼미언스, 투자율, 자기저항을 함께 외우면서 역수 관계를 놓치면 ④를 틀리기 쉽다. 퍼미언스는 '잘 통하는 정도'이므로 '막는 양'인 저항과 대응하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

자기회로와 전기회로 대응 문제는 먼저 구동력, 흐르는 양, 물성치, 저항 성격의 양을 나누어 본다. 구동력은 기자력-기전력, 흐르는 양은 자속-전류, 물성치는 투자율-도전율, 막는 양은 자기저항-저항, 그 역수는 퍼미언스-컨덕턴스로 연결된다.

암기 포인트

자속은 전류, 기자력은 기전력, 자기저항은 저항, 퍼미언스는 컨덕턴스이다.

NoteBase

문 2. 병렬운전 중인 3상 동기 발전기 두 대 사이에 무효 순환전류가 흐르는 이유로 가장 옳은 것은?

① 원동기의 출력 감소

② 여자전류의 변화

③ 부하의 증가

④ 부하의 감소

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 병렬운전 중인 동기발전기에서 무효 순환전류가 생기는 직접 원인이 여자 상태의 차이인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

무효 순환전류는 병렬로 운전하는 두 동기발전기의 유기기전력 크기가 서로 달라질 때 두 기기 사이에서만 도는 무효전류이다.
여자전류는 계자자속과 유기기전력 크기를 좌우하므로, 여자전류가 달라지면 두 발전기 사이의 전압 크기 불일치가 생긴다.
원동기 출력 변화는 주로 유효전력 분담을 바꾸고, 부하 증감은 전체 공급전력의 크기를 바꾸는 요인이다.

선지별 해설

1번 X: 원동기의 출력 감소는 해당 발전기가 부담하는 유효전력의 감소와 부하분담 변화를 일으키는 요인이다. 틀린 표현은 '무효 순환전류가 흐르는 이유'라는 부분이다. 올바르게는 원동기 출력 변화는 유효전력 분담에 직접 작용하고, 무효 순환전류의 직접 원인은 여자 불평형이다.
2번 O: 여자전류가 변하면 계자자속이 변하고 유기기전력의 크기가 달라진다. 병렬운전 중 두 발전기의 내부전압 크기가 서로 어긋나면 그 차이 때문에 무효 순환전류가 흐른다.
3번 X: 부하의 증가는 계통이 요구하는 총전력 증가를 뜻할 뿐이다. 틀린 표현은 '부하의 증가'를 두 발전기 사이 무효 순환전류의 원인으로 본 점이다. 올바르게는 부하가 늘어도 두 발전기의 여자 상태가 같으면 무효 순환전류가 직접 생기는 것은 아니다.
4번 X: 부하의 감소도 전체 출력 요구가 줄어드는 운전상태 변화일 뿐이다. 틀린 표현은 '부하의 감소'가 무효 순환전류를 만든다고 본 점이다. 올바르게는 부하 감소 자체가 아니라 여자전류 차이로 인한 유기기전력 크기 불일치가 무효 순환전류의 원인이다.

오답 포인트

병렬운전 문제에서는 원동기 입력 변화와 여자 변화가 각각 무엇을 바꾸는지 섞어서 틀리기 쉽다. 원동기 입력은 유효전력 분담, 여자는 무효전력과 단자전압 쪽에 연결된다는 축을 놓치면 1번과 2번을 바꿔 고르기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전에서 원인을 묻는 문항은 먼저 '기전력의 크기 차이인가, 위상각과 기계입력 변화인가'를 가른다. 기전력 크기 차이면 여자 문제이므로 무효전류, 기계입력이나 토크 변화이면 유효전력 분담 문제로 판단한다.

암기 포인트

병렬운전은 여자 차이이면 무효, 원동기 입력 차이이면 유효 분담 변화이다.

NoteBase

문 3. 변압기의 개방회로시험 데이터로부터 얻을 수 있는 등가회로 요소를 옳게 짝지은 것은?

① 자화 리액턴스, 철손 저항

② 자화 리액턴스, 권선 저항

③ 누설 리액턴스, 철손 저항

④ 누설 리액턴스, 권선 저항

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기 개방회로시험으로 구하는 여자분 병렬성분과 단락시험으로 구하는 직렬성분을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

개방회로시험은 2차를 개방한 채 정격전압을 인가하여 무부하전류와 철손을 측정하는 시험이므로 여자분 성분인 자화 리액턴스와 철손 저항을 구한다.
단락시험은 저전압으로 정격전류를 흘려 동손과 임피던스를 보는 시험이므로 권선 저항과 누설 리액턴스 같은 직렬성분을 구한다.

선지별 해설

① O
자화 리액턴스와 철손 저항은 모두 여자분 병렬회로 성분이므로 개방회로시험 데이터에서 구할 수 있다.

② X
틀린 부분은 "권선 저항"이다.
개방회로시험으로는 권선 저항을 구하지 못한다. 올바르게는 자화 리액턴스, 철손 저항이다.

③ X
틀린 부분은 "누설 리액턴스"이다.
누설 리액턴스는 직렬 등가임피던스 성분이라 단락시험에서 구한다. 철손 저항은 개방회로시험에서 구하지만, 짝이 맞으려면 자화 리액턴스와 함께 제시되어야 한다.

④ X
틀린 부분은 "누설 리액턴스, 권선 저항"이다.
이 둘은 모두 단락시험에서 구하는 직렬성분이다. 올바르게는 개방회로시험에서 자화 리액턴스와 철손 저항을 구한다.

NoteBase

오답 포인트

개방회로시험과 단락시험을 각각 무부하분기와 직렬분기로 연결하지 못하면 ②, ③, ④처럼 성분을 섞어서 고르기 쉽다. 특히 철손 저항은 개방회로시험, 누설 리액턴스와 권선 저항은 단락시험이라는 축을 놓치면 혼동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 시험 문제가 나오면 먼저 무부하를 보는 개방회로시험인지, 정격전류를 흘리는 단락시험인지부터 구분한다. 개방회로시험이면 여자분 병렬성분, 단락시험이면 직렬성분이라고 판단하면 된다.

암기 포인트

개방회로시험은 자화 리액턴스·철손 저항, 단락시험은 누설 리액턴스·권선 저항이다.

NoteBase

문 4. 1차 전압이 정격값으로 일정하고 정격주파수 50[Hz]인 변압기를 주파수 60[Hz]로 증가시켜 사용할 경우, 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 와전류손은 주파수와 비례 관계이다.

② 철손은 주파수 증가에 따라 감소하게 된다.

③ 여자전류I_0 및 1차 전류I_1도 감소한다.

④ 누설 리액턴스 강하도 커지고 임피던스와 전압변동률이 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1차 전압을 일정하게 둔 채 주파수를 높일 때 자속, 철손, 여자전류, 누설리액턴스가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

변압기에서 $V_1 = 4.44fN\Phi_m$이므로 1차 전압이 일정하면 주파수 증가 시 최대자속 Φ_m은 감소한다.
철손 중 히스테리시스손은 감소하고, 와전류손은 $W_e \propto f^2 B_m^2$, $B_m \propto 1/f$이므로 거의 일정하다.
누설리액턴스는 $X_l = 2\pi f L_l$이므로 주파수가 올라가면 증가한다.

선지별 해설

① X
와전류손을 단순히 주파수와 비례한다고 본 점이 틀리다. 1차 전압 일정 조건에서는 $B_m \propto 1/f$이므로 와전류손은 $W_e \propto f^2 B_m^2$에서 거의 일정하다. 틀린 표현은 '주파수와 비례 관계'이고, 올바르게는 '1차 전압이 일정하면 와전류손은 거의 일정하다'이다.
② O
주파수가 50 Hz에서 60 Hz로 올라가면 최대자속이 감소하므로 히스테리시스손이 줄어든다. 와전류손은 거의 일정하므로 전체 철손은 보통 감소하는 쪽으로 본다.
③ O
주파수 증가로 자화리액턴스가 커지고 필요한 자속도 작아지므로 여자전류 I_0는 감소한다. 같은 조건에서 1차 전류 I_1도 이에 따라 감소하는 방향으로 본다.
④ O
누설리액턴스는 주파수에 비례하여 커진다. 따라서 리액턴스 강하가 증가하고 임피던스와 전압변동률도 커진다.

오답 포인트

와전류손 공식을 외울 때 $W_e \propto f^2 B_m^2$까지만 기억하고, 전압 일정 조건에서 B_m이 주파수에 반비례해 줄어든다는 점을 놓치면 ①처럼 주파수만 보고 손실이 커진다고 오판하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 주파수 변경 문제는 먼저 1차 전압이 일정한지 본 뒤 $\Phi_m \propto V/f$, $X_l \propto f$를 적용하면 된다. 전압 일정이면 자속과 여자전류는 감소하고, 누설리액턴스는 증가하며, 와전류손은 거의 일정하다고 판단한다.

암기 포인트

전압 일정, 주파수 증가이면 자속↓, 여자전류↓, 누설리액턴스↑, 와전류손은 거의 일정이다.

NoteBase

문 5. 변압기 정격에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 정격전압은 권선 절연 및 자화 전류의 최대 허용치를 고려하여 결정한다.

② 변압기의 정격주파수가 감소될 경우 최대 허용 자속을 초과하지 않도록 정격감소(derating)한다.

③ 변압기의 정격용량은 정격전압, 정격전류 및 위상이 고려된 정격실효전력으로 정의된다.

④ 변압기가 정격보다 낮은 전압에서 동작할 때, 정격용량도 전압의 감소율에 맞추어 낮게 설정되어야 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기 정격용량이 유효전력이 아니라 피상전력으로 정의된다는 점과 정격전압·정격주파수의 제한 의미를 묻는 문제이다.

핵심 개념

정격용량은 권선이 견딜 수 있는 정격전류와 정격전압으로 정해지는 피상전력이다. 실효전력은 여기에 부하 역률까지 반영된 실제 유효전력이다. 변압기 자속은 대체로 전압과 주파수의 비 V/f에 비례하므로 정격전압과 정격주파수는 절연과 허용자속을 넘지 않는 기준 운전점이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① O
정격전압은 권선 절연이 견뎌야 할 전압수준과 철심 자속 및 자화전류가 허용범위를 넘지 않는 조건을 함께 고려해 정한다.

② O
변압기에서 자속밀도는 대체로 V/f에 비례하므로 주파수가 낮아지면 같은 전압에서도 자속이 증가한다. 따라서 허용 자속을 넘지 않게 전압이나 용량을 낮추는 정격감소가 필요하다.

③ X
틀린 부분은 "정격실효전력"이다.
변압기의 정격용량은 부하 역률과 무관하게 정격전압과 정격전류로 정해지는 정격피상전력이다. 단상은 $S = VI$, 3상은 $S = \sqrt{3}VI$로 본다.
실효전력은 부하 역률에 따라 달라지므로 변압기 자체의 정격 정의가 될 수 없다.

④ O
주파수가 같고 사용전압만 낮아지면 허용전류는 권선의 온도상승 한계로 거의 그대로 제한된다. 따라서 사용 가능한 용량은 전압에 비례해 함께 낮아지므로 정격보다 낮은 전압에서 운전하면 kVA 정격도 그 비율만큼 감소한다.

오답 포인트

변압기 정격용량을 발전기나 전동기의 출력처럼 kW 개념으로 착각하면 ③에 끌리기 쉽다. 이 문항은 "정격실효전력"이라는 표현 하나로 피상전력과 유효전력을 바꿔 놓은 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 정격 문제는 먼저 용량의 기준이 역률 포함 kW인지, 역률과 무관한 kVA인지부터 본다. 이어서 자속 제한은 V/f, 권선 가열 제한은 허용전류라는 두 축으로 보면 정격전압·주파수·용량 선지를 빠르게 가를 수 있다.

암기 포인트

변압기 정격용량은 kW가 아니라 kVA이고, 자속 판단 기준은 V/f, 전류 한계는 권선 온도상승이다.

NoteBase

문 6. 출력 4,500[kW]인 비철극형 3상 동기발전기의 동기 리액턴스 $X_s = 10[\Omega]$, 유도기전력 $E = 6,000[V]$일 때, 단자 전압의 값[V]은? (단, 부하각은 $\delta = 30^\circ$이며, 전기자 권선저항은 무시한다.)

① 4,300

② 4,500

③ 4,800

④ 5,000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 비철극형 동기발전기의 출력식 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$를 이용해 단자전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 출력 4,500 kW, 동기리액턴스 $X_s = 10\Omega$, 유도기전력 $E = 6000V$, 부하각 $\delta = 30^\circ$이다.
구해야 할 값은 단자전압 V이다.
전기자 권선저항은 무시하므로 비철극형 동기기의 전력각 공식을 그대로 적용한다.

사용할 공식

사용 공식은 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$이다.
이 공식은 전기자 저항을 무시한 비철극형 3상 동기발전기의 유효출력식이므로,
출력·유도기전력·동기리액턴스·부하각이 주어졌을 때 단자전압을 직접 구할 수 있다.

계산 과정

$V = \frac{PX_s}{3E\sin\delta}$
$V = \frac{4500 \times 10^3 \times 10}{3 \times 6000 \times \sin 30^\circ}$
$V = \frac{45 \times 10^6}{3 \times 6000 \times 0.5} = \frac{45 \times 10^6}{9000} = 5000V$
따라서 단자전압은 5,000 V이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 계산 결과는 5,000 V이므로 4,300 V는 맞지 않는다. 틀린 표현은 단자전압을 4,300 V로 본 점이며, 올바르게는 5,000 V이다. 이 값은 $3E\sin\delta$를 잘못 계산하거나 출력식을 잘못 적용할 때 나올 수 있다.
② X: 계산 결과는 5,000 V이므로 4,500 V는 맞지 않는다. 틀린 표현은 단자전압을 4,500 V로 본 점이며, 올바르게는 5,000 V이다. 이 값은 출력 4,500 kW를 전압값과 혼동할 때 나올 수 있다.
③ X: 계산 결과는 5,000 V이므로 4,800 V는 맞지 않는다. 틀린 표현은 단자전압을 4,800 V로 본 점이며, 올바르게는 5,000 V이다. 이 값은 $\sin 30^\circ = 0.5$를 정확히 반영하지 않거나 산술 계산을 서둘러 틀릴 때 나올 수 있다.
④ O: 출력식에 대입하면 단자전압이 정확히 5,000 V가 된다. 주어진 조건을 모두 만족하는 값이므로 옳다.

오답 포인트

동기발전기 전력각 문제에서 가장 흔한 실수는 비철극형 출력식의 계수 3을 빠뜨리거나, $\sin 30^\circ = 0.5$를 반영하지 않는 점이다. 출력 4,500 kW와 보기의 4,500 V를 같은 숫자라는 이유로 연결하면 ②에 쉽게 끌린다.

다시 나오면 이렇게 판단

비철극형 동기기의 출력과 부하각이 함께 주어지면 먼저 $P = \frac{3EV}{X_s}\sin\delta$를 떠올리고, 구하려는 미지수만 남기도록 정리한 뒤 $\sin\delta$ 값과 계수 3을 끝까지 확인하면서 계산하면 된다.

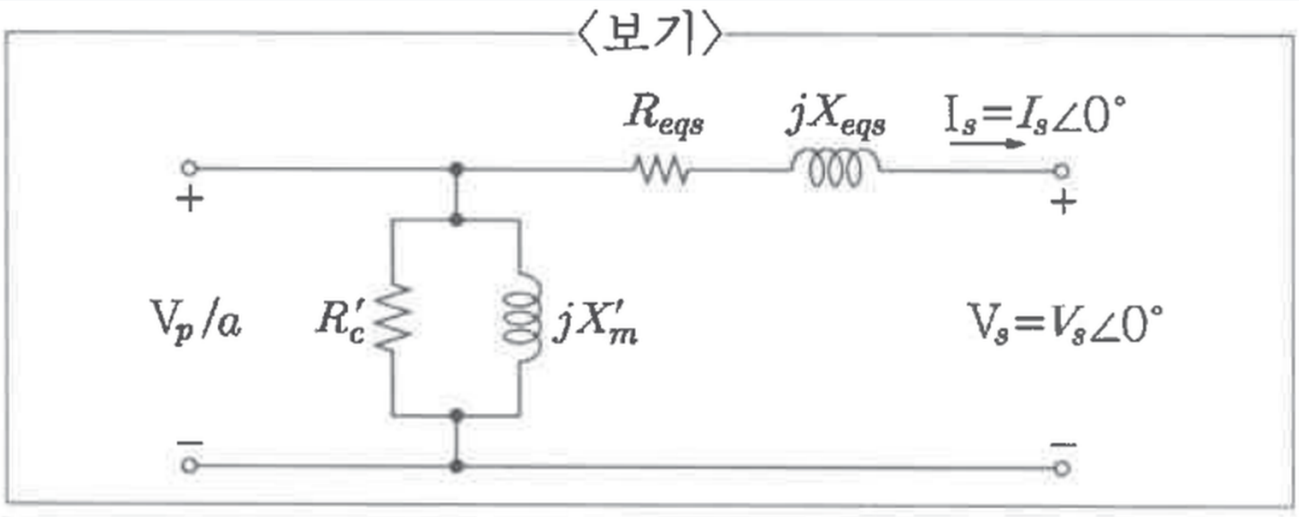
암기 포인트

비철극형 동기발전기에서 저항을 무시하면 출력은 $P \propto \frac{EV}{X_s}\sin\delta$ 관계로 정리된다.

NoteBase

문 7. 단상 변압기의 2차측 기준 등가회로가 <보기>와 같이 주어질 때, 전압변동률(VR)[%]의 표현식으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉



① $\frac{\sqrt{(V_s + R_{eqs}I_s)^2 + (X_{eqs}I_s)^2} - V_s}{V_s} \times 100$

② $\frac{\sqrt{R_{eqs}^2 + X_{eqs}^2}\, I_s}{V_s} \times 100$

③ $\frac{|V_p/a - (R_{eqs} + jX_{eqs})I_s| - |V_p/a|}{|V_p/a|} \times 100$

④ $\frac{(R_{eqs} + jX_{eqs})I_s}{V_s} \times 100$

정답 1번

출제 포인트

전압변동률의 정의식과, 역률 1 조건에서 내부 유기전압을 저항강하와 리액턴스강하의 벡터합 크기로 구하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건은 2차측 기준 등가회로와 $V_s = V_s \angle 0^\circ$, $I_s = I_s \angle 0^\circ$ 이다.
직렬 임피던스는 $R_{eqs} + jX_{eqs}$ 이다.
구해야 할 값은 전압변동률 VR[%] 이다.

사용할 공식

$VR = \frac{|E_2| - |V_s|}{|V_s|} \times 100, \quad E_2 = V_s + (R_{eqs} + jX_{eqs})I_s$
역률 1이므로 I_s 와 V_s 는 동상이다. 따라서 $R_{eqs}I_s$ 는 실수축 전압강하, $X_{eqs}I_s$ 는 직교하는 허수축 전압강하가 되어 $|E_2|$ 는 벡터합의 크기로 계산된다.

NoteBase

계산 과정

1. 내부 유기전압은 $E_2 = V_s + R_{eqs}I_s + jX_{eqs}I_s$ 이다.
2. 따라서 그 크기는 $|E_2| = \sqrt{(V_s + R_{eqs}I_s)^2 + (X_{eqs}I_s)^2}$ 이다.
3. 이를 정의식에 대입하면 $VR = \frac{\sqrt{(V_s + R_{eqs}I_s)^2 + (X_{eqs}I_s)^2} - V_s}{V_s} \times 100$ 이다.

선지별 해설

① O: 전압변동률은 무부하 내부 유기전압 크기와 부하단자전압의 차를 V_s 로 나눈 값이다. ①은 $|E_2| = \sqrt{(V_s + R_{eqs}I_s)^2 + (X_{eqs}I_s)^2}$ 를 정확히 대입한 식이므로 옳다.
② X: $\sqrt{R_{eqs}^2 + X_{eqs}^2}I_s$ 는 직렬 임피던스 전압강하의 크기만 나타낸다. 전압변동률은 이 전압강하 자체가 아니라 $|E_2| - V_s$ 를 써야 한다. 틀린 표현은 분자를 $\sqrt{R_{eqs}^2 + X_{eqs}^2}I_s$ 로 둔 부분이고, 올바르게는 $\sqrt{(V_s + R_{eqs}I_s)^2 + (X_{eqs}I_s)^2} - V_s$ 이다.
③ X: 회로식으로는 $V_s = V_p/a - (R_{eqs} + jX_{eqs})I_s$ 이므로 $|V_p/a - (R_{eqs} + jX_{eqs})I_s|$ 는 이미 $|V_s|$ 이다. 따라서 ③의 분자는 $|V_s| - |V_p/a|$ 가 되어 부호가 반대로 잡힌다. 또한 분모도 $|V_p/a|$ 가 아니라 V_s 가 되어야 한다. 올바른 표현은 $\frac{|V_p/a| - |V_s|}{V_s} \times 100$ 이고, 이를 전개하면 ①과 같다.
④ X: $(R_{eqs} + jX_{eqs})I_s/V_s$ 는 직렬 전압강하를 단자전압으로 나눈 복소비이다. 전압변동률은 복소수가 아니라 스칼라 백분율이므로 그대로 사용할 수 없다. 틀린 표현은 복소 전압강하 자체를 전압변동률로 둔 부분이고, 올바르게는 $\frac{|E_2| - V_s}{V_s} \times 100$ 이다.

오답 포인트

전압변동률을 직렬 임피던스의 전압강하 크기와 혼동하면 ②처럼 된다. 또 내부 유기전압과 단자전압의 차의 방향을 거꾸로 잡으면 ③처럼 부호가 뒤집힌다. 리액턴스 항이 포함된 복소 전압강하를 크기 처리 없이 그대로 비율식에 넣으면 ④와 같은 오류가 난다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압변동률 문제는 먼저 $VR = \frac{|E_2| - |V_2|}{|V_2|} \times 100$ 정의식을 쓴다. 그다음 부하전류의 위상으로 RI 와 XI 의 방향을 정해 내부 유기전압의 크기를 벡터합으로 만든 뒤 대입하면 된다.

암기 포인트

전압변동률은 임피던스강하 자체가 아니라 내부전압의 크기-단자전압 을 단자전압으로 나눈 값이다.

NoteBase

문 8. 어떤 타여자 발전기가 1,000[rpm]으로 회전할 때 200[V] 기전력을 유도하는 데 2[A]의 여자전류를 필요로 한다. 이 발전기가 800[rpm]으로 회전하여 160[V]의 유도기전력을 얻기 위해 필요한 여자전류의 값[A]은? (단, 자기회로의 포화현상은 무시한다.)

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 포화현상을 무시한 타여자 발전기에서 유도기전력 E가 회전수 n과 여자전류 I_f에 비례한다는 관계를 이용해 필요한 여자전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 1,000[rpm]에서 유도기전력 200[V], 여자전류 2[A]
- 800[rpm]에서 유도기전력 160[V]

구해야 할 값:
- 필요한 여자전류 I_f

주의할 조건:
- 자기회로의 포화현상을 무시하므로 자속 Φ는 여자전류 I_f에 비례한다.

사용할 공식

유도기전력은 $E \propto \Phi n$이고, 포화현상을 무시하면 $\Phi \propto I_f$이므로 $E \propto nI_f$이다.
따라서 같은 발전기에서는 $\frac{E_1}{n_1 I_{f1}} = \frac{E_2}{n_2 I_{f2}}$ 를 사용한다.
이 공식을 쓰는 이유:
이 문제는 자속이 여자전류에 정비례하는 조건을 주었으므로 회전수와 여자전류를 함께 비교하면 유도기전력의 변화를 바로 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 첫 조건에서 비례상수를 구하면 $\frac{E}{nI_f} = \frac{200}{1000 \times 2} = 0.1$ 이다.
2. 따라서 800[rpm]에서의 유도기전력은 $E = 0.1 \times 800 \times I_f = 80I_f$ 이다.
3. 이를 160[V]와 같게 두면 $160 = 80I_f$ 이므로 $I_f = 2$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 1[A]이면 $E = 80 \times 1 = 80[V]$이므로 160[V]를 만들 수 없다. ①의 '1'은 올바르게는 2이다.
② O: 2[A]이면 $E = 80 \times 2 = 160[V]$가 되어 문제 조건과 정확히 일치한다.
③ X: 3[A]이면 $E = 80 \times 3 = 240[V]$이므로 목표 전압보다 크다. ③의 '3'은 올바르게는 2이다.
④ X: 4[A]이면 $E = 80 \times 4 = 320[V]$이므로 목표 전압보다 훨씬 크다. ④의 '4'는 올바르게는 2이다.

오답 포인트

회전수는 1,000[rpm]에서 800[rpm]으로 0.8배가 되었고 전압도 200[V]에서 160[V]로 0.8배가 되었다. 두 비율이 같으므로 여자전류는 변하지 않는다는 점을 놓치기 쉽다. 회전수 감소만 보고 여자전류도 함께 줄이거나 늘리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

포화 무시 직류발전기 문제는 먼저 $E \propto \Phi n$, $\Phi \propto I_f$를 묶어 $E \propto nI_f$를 세운다. 그다음 전압 변화 비율과 회전수 변화 비율을 비교해 남는 비율만 여자전류로 보정하면 된다.

암기 포인트

포화 무시 타여자 발전기는 $E \propto nI_f$이다.

NoteBase

문 9. 600[kVA], 3, 000[V]**인 3상 동기발전기에 대해 <보기>와 같은 시험결과를 얻었다면 이 발전기의 동기임피던스와 가장 가까운 값**[Ω]**은? (단,** $\sqrt{3} = 1.73$**으로 계산한다.)**

〈보기〉

변수 / 시험	계자전류 [A]	단락전류 [A]	단자전압 [V]
개방시험	40	–	3,464
단락시험	40	125	–

① 12

② 16

③ 20

④ 24

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 계자전류에서 얻은 개방시험 전압과 단락시험 전류로 동기임피던스 Z_s를 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 개방시험 계자전류 40A에서 단자전압 3,464 V, 단락시험 계자전류 40A에서 단락전류 125A이다.
- 구해야 할 값: 1상 기준 동기임피던스이다.
- 주의할 조건: 3상 발전기의 개방시험 단자전압 3,464 V는 선간전압이므로 상전압으로 바꾸어 계산해야 한다.

사용할 공식

$$Z_s = \frac{E_{oc,\phi}}{I_{sc}}$$

$$E_{oc,\phi} = \frac{V_{oc,L}}{\sqrt{3}}$$

이 문제는 같은 계자전류에서의 개방시험 유기기전력과 단락시험 전류를 비교하는 동기임피던스법 상황이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 개방시험 선간전압을 상전압으로 바꾸면 $E_{oc,\phi} = \frac{3464}{1.73} \approx 2002.3V$이다.
2. 단락시험 전류는 상전류와 선전류가 같으므로 $I_{sc} = 125A$이다.
3. 따라서 동기임피던스는 $Z_s = \frac{2002.3}{125} \approx 16.0\Omega$이다.

선지별 해설

① X: 12Ω은 계산값 약 16Ω과 일치하지 않는다. 틀린 값은 선간전압을 상전압으로 바꾸는 과정을 잘못 처리한 경우에 나올 수 있으며, 올바르게는 약 16Ω이다.
② O: $Z_s \approx 16.0\Omega$이므로 가장 가까운 값은 16Ω이다.
③ X: 20Ω은 주어진 개방시험 전압 3,464 V와 단락전류 125A로 계산한 값보다 크다. 틀린 값이며, 올바르게는 약 16Ω이다.
④ X: 24Ω은 선간전압과 상전압을 구분하지 않거나 전류 대응을 잘못 잡아도 맞출 수 없는 값이다. 올바르게는 약 16Ω이다.

오답 포인트

함정은 개방시험 전압 3,464 V를 그대로 1상 전압처럼 쓰는 실수이다. 동기임피던스는 상 기준으로 계산하므로 먼저 선간전압을 상전압으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

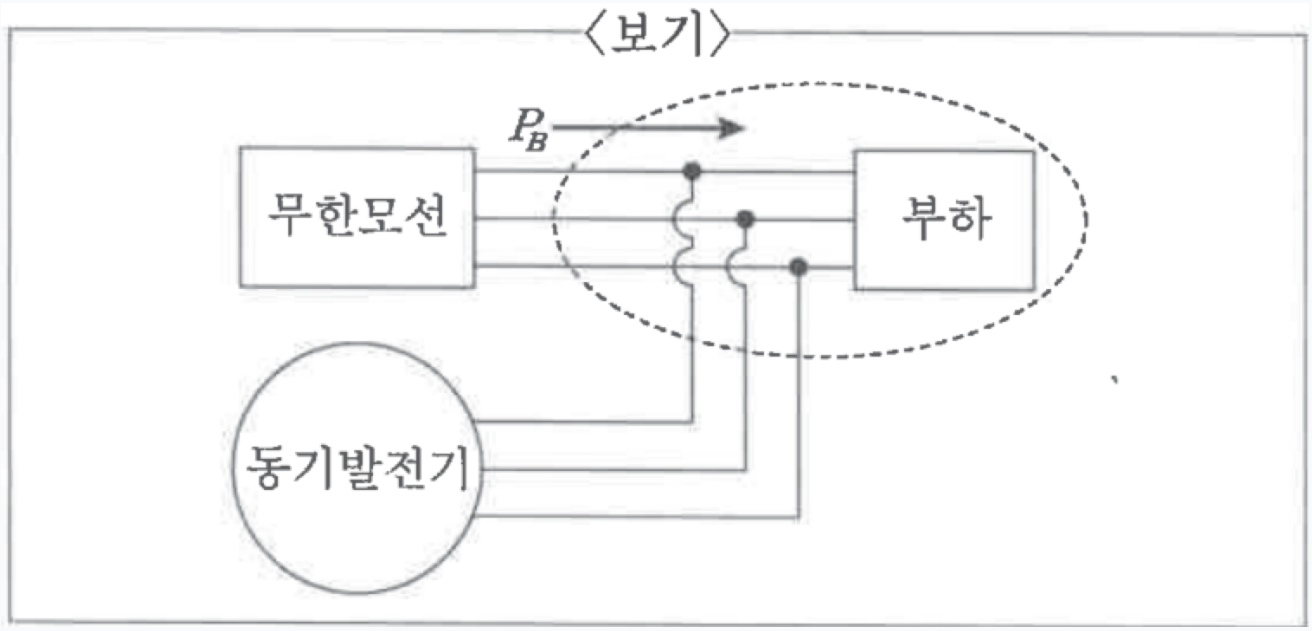
동기임피던스 문제는 같은 계자전류의 개방시험값과 단락시험값을 짝지은 뒤, 전압은 상전압으로 환산하고 전류는 상전류를 써서 $Z_s = E/I$ 순서로 판단한다.

암기 포인트

동기임피던스는 같은 계자전류에서 $Z_s = E_{oc,\phi}/I_{sc}$, 3상 전압은 먼저 $\sqrt{3}$로 나누어 상전압으로 바꾼다.

NoteBase

문 10. <보기>와 같이 단자 전압 12[kV], 계통 주파수 60[Hz]인 무한모선(infinite bus)에 동기발전기가 병렬 연결되어 부하에 총 500[MW]의 전력을 공급할 때, 무한모선이 부하에 공급하는 실효전력 P_B의 값[MW]은? (단, 동기발전기의 무부하 주파수는 61[Hz]이고 주파수당 실효전력 변화율은 100[MW/Hz]이다.)



① 250

② 300

③ 350

④ 400

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 무한모선이 주파수를 고정할 때 동기발전기의 주파수-유효전력 특성으로 발전기 출력과 무한모선 공급전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 총 부하전력 500MW, 계통 주파수 60 Hz, 동기발전기 무부하 주파수 61 Hz, 주파수당 실효전력 변화율 100MW/Hz이다.
- 구해야 할 값: 무한모선이 부하에 공급하는 실효전력 P_B이다.
- 주의할 조건: 무한모선에 병렬 연결되면 계통 주파수는 60 Hz로 고정되며, 단자전압 12kV는 이 유효전력 분담 계산에 직접 쓰이지 않는다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2022 · 10월

사용할 공식

$P_G = K(f_0 - f)$

$P_B = P_L - P_G$

여기서 P_G는 동기발전기 출력, K는 주파수당 전력 변화율, f_0는 무부하 주파수, f는 계통 주파수, P_L은 총 부하전력이다.

이 공식을 쓰는 이유는 무한모선이 계통 주파수를 60 Hz로 고정하므로, 발전기 출력은 무부하 주파수와 실제 계통 주파수의 차이만큼 드룹 특성으로 결정되기 때문이다.

계산 과정

1. 동기발전기의 주파수 차는 $61 - 60 = 1Hz$이다.
2. 따라서 동기발전기 출력은 $P_G = 100 \times 1 = 100MW$이다.
3. 총 부하 500MW 중 발전기가 100MW를 담당하므로 무한모선 공급전력은 $P_B = 500 - 100 = 400MW$이다.

선지별 해설

① X

- 250MW는 총 부하를 두 전원원이 반씩 나눈 값처럼 본 오산이다. 이 문제의 분담은 균등분담이 아니라 드룹 특성으로 결정되므로 맞지 않는다.
- 틀린 값 250MW → 올바르게는 $P_B = 400MW$이다.

② X

- 300MW는 동기발전기 출력이 200MW라고 잘못 본 경우의 값이다. 실제 주파수 차는 1 Hz이므로 발전기 출력은 100MW만 증가한다.
- 틀린 값 300MW → 올바르게는 $P_B = 400MW$이다.

③ X

- 350MW는 1.5 Hz 편차 같은 조건을 임의로 가정해야 나오는 값인데, 문제에는 그런 조건이 없다. 계통 주파수는 60 Hz로 고정되어 있으므로 계산 근거가 성립하지 않는다.
- 틀린 값 350MW → 올바르게는 $P_B = 400MW$이다.

④ O

- 동기발전기가 $100MW$를 공급하므로 나머지 $500 - 100 = 400MW$는 무한모선이 공급한다. 계산 결과와 일치하므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

이 문항의 함정은 무한모선이 주파수를 고정한다는 점을 놓치고 전력을 임의로 균등분담하거나, 무부하 주파수 61 Hz와 계통 주파수 60 Hz의 차를 1 Hz가 아니라 다른 값으로 오해하는 데 있다. 단자전압 12kV도 유효전력 분담 계산에는 불필요한 정보이다.

다시 나오면 이렇게 판단

무한모선 병렬운전 문제는 먼저 계통 주파수가 고정된다는 점을 확인하고, 다음에 무부하 주파수와 계통 주파수의 차로 발전기 출력을 구한 뒤, 마지막에 총 부하에서 이를 빼서 무한모선 분담전력을 판단한다.

암기 포인트

무한모선은 주파수를 고정하고, 발전기 출력은 드룹 특성 $K(f_0 - f)$로 정해진다.

NoteBase

문 11. 3상 권선형 유도전동기가 전부하 토크로 기동하도록 하는 회전자 1상의 저항값이 4[Ω]일 때, 전부하 슬립이 6[%]라면 기동 시 추가한 회전자 저항 R의 값 [Ω]은?

① 1.96

② 2.56

③ 3.16

④ 3.76

정답 4번

출제 포인트

전부하 슬립과 기동 시 총 회전자 저항의 관계를 이용해 추가 회전자 저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 전부하 토크로 기동하도록 한 회전자 1상의 총 저항 $r_{2s} = 4\Omega$, 전부하 슬립 $s_f = 0.06$이다.
구해야 할 값은 기동 시 추가한 외부 저항 R이다.
주의할 조건은 4Ω가 기동 조건을 맞춘 총 회전자 저항이라는 점이다.

사용할 공식

권선형 유도전동기에서 전부하 토크로 기동하도록 할 때 기동 시 총 회전자 저항은 $r_{2s} = r_2/s_f$ 관계를 쓴다.
따라서 실제 회전자 고유저항은 $r_2 = s_f r_{2s}$, 추가 저항은 $R = r_{2s} - r_2$이다.
이 관계를 쓰는 이유는 전부하 슬립으로 운전 중 회전자 고유저항을 역산한 뒤, 기동 시 필요한 총 저항과의 차이로 외부 저항을 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 실제 회전자 고유저항을 구하면 $r_2 = s_f r_{2s} = 0.06 \times 4 = 0.24\Omega$이다.
2. 추가 저항을 구하면 $R = r_{2s} - r_2 = 4 - 0.24 = 3.76\Omega$이다.
3. 따라서 기동 시 추가한 회전자 저항은 3.76Ω이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과 추가 저항은 3.76Ω이므로 1.96은 맞지 않는다. 틀린 표현은 "1.96"이고, 올바르게는 "3.76"이다.
② X: 계산 결과와 비교하면 2.56은 부족한 값이다. 틀린 표현은 "2.56"이고, 올바르게는 "3.76"이다.
③ X: 계산 결과와 비교하면 3.16도 일치하지 않는다. 틀린 표현은 "3.16"이고, 올바르게는 "3.76"이다.
④ O: 계산 결과가 3.76Ω이므로 옳다. 기동 시 총 저항 4Ω에서 실제 회전자 고유저항 0.24Ω를 뺀 값이다.

NoteBase

오답 포인트

총 회전자 저항 4Ω를 곧바로 추가 저항으로 오해하면 마지막 빼기를 빠뜨리게 된다. 또한 전부하 슬립 6%를 0.06으로 바꾸지 않으면 회전자 고유저항 계산이 틀어진다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기 추가저항 문제는 먼저 주어진 저항이 기동 시 총 저항인지 고유저항인지 구분한다. 그다음 $r_2 = s_f r_{2s}$로 고유저항을 구하고, 마지막에 총 저항에서 고유저항을 빼서 외부 저항을 정리하면 된다.

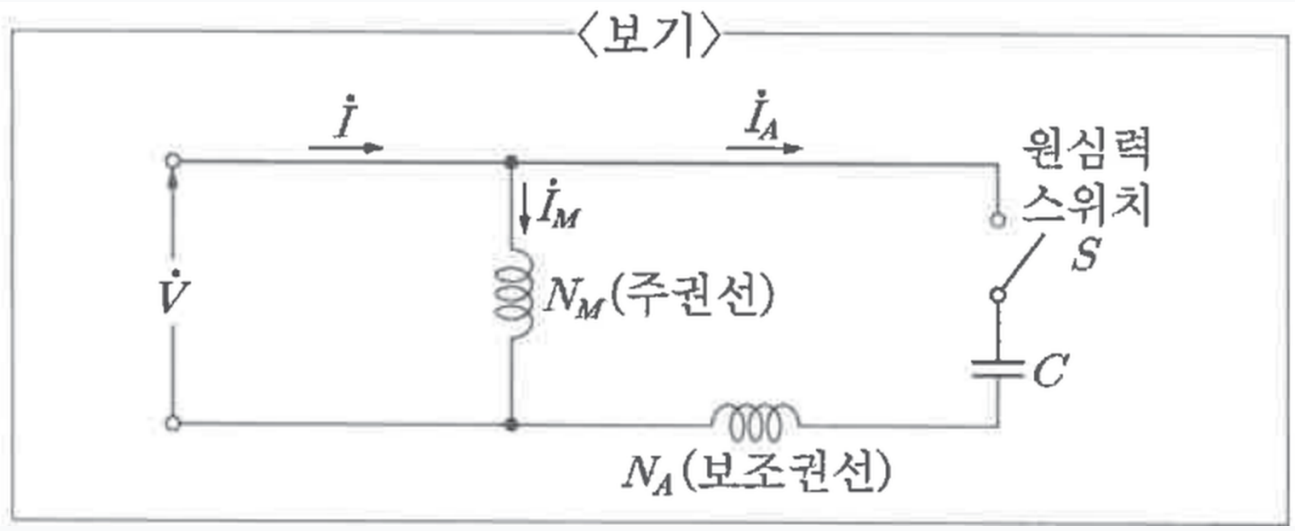
암기 포인트

전부하 토크 기동에서는 총 회전자 저항 = 고유저항 / 전부하 슬립, 추가 저항 = 총 저항 − 고유저항이다.

NoteBase

문 12. <보기> 회로의 단상 유도전동기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① 커패시터 기동형이다.

② 기동 시 주권선과 보조권선에 흐르는 전류의 위상차를 90°가 되도록 한다.

③ 기동토크가 큰 장점이 있다.

④ 효율 향상을 위해 운전 시 보조권선을 사용한다.

정답 4번

출제 포인트

원심력 스위치와 직렬 커패시터가 연결된 보조권선을 보고 커패시터 기동형 단상 유도전동기의 구조와 운전 특성을 판별하는 문제이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2022 · 10월

선지별 해설

① O
커패시터와 보조권선이 직렬이고 원심력 스위치가 함께 있으므로 커패시터 기동형이다.

② O
커패시터를 넣는 이유는 보조권선 전류를 앞서게 하여 주권선 전류와의 위상차를 크게 만들기 위해서이다. 이상적으로는 약 90°에 가깝게 만들어 회전자계에 가까운 기동 조건을 만든다.

③ O
커패시터 기동형은 분상 기동형보다 주권선과 보조권선의 위상분리가 커서 기동토크가 큰 편이다.

④ X
틀린 부분은 "운전 시 보조권선을 사용한다"는 표현이다. 이 회로는 기동이 끝나면 원심력 스위치가 열려 보조권선과 커패시터를 회로에서 분리하므로 운전 중 계속 사용하지 않는다. 올바르게는 "기동 시에만 보조권선을 사용하고, 운전 시에는 주권선 위주로 동작한다"이다.

오답 포인트

커패시터가 보이면 곧바로 운전용까지 계속 쓰는 형식이라고 오해하기 쉽다. 이 문항은 커패시터 자체보다 원심력 스위치의 존재를 읽었는지를 묻는다. 원심력 스위치가 있으면 기동 후 보조권선을 끊는 형식으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기 도식에서는 먼저 보조권선 옆에 커패시터가 있는지, 다음으로 원심력 스위치가 있는지를 본다. 원심력 스위치가 함께 있으면 커패시터 기동형으로 보고 보조권선은 기동 시에만 사용한다고 판단한다.

암기 포인트

원심력 스위치가 보이면 기동 전용 보조권선, 운전 중 차단 형식이다.

NoteBase

문 13. 유도전동기의 회전자에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 강자성체 코어상에 단락된 도체 또는 권선으로 구성되어 있다.

② 권선형 회전자의 경우 회전자 저항 조절에 의한 속도제어가 가능하다.

③ 회전자 전류는 슬립이 증가함에 따라 감소한다.

④ 이중 농형 회전자의 저항은 슬립이 증가함에 따라 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기 회전자의 구조와 권선형·이중농형 회전자의 슬립 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

농형 회전자는 적층 철심 슬롯에 도체봉을 넣고 양 끝을 단락환으로 연결한 회전자이다.
권선형 회전자는 3상 권선을 감고 슬립링을 통해 외부저항을 접속할 수 있는 회전자이다.
유도전동기에서는 회전자 유기전압과 회전자 주파수가 슬립에 비례하므로 슬립이 커질수록 회전자 전류도 일반적으로 커진다.
이중 농형 회전자는 기동 시 외측의 고저항 케이지 쪽으로 전류가 더 흘러 유효 회전자 저항이 커지는 구조이다.

선지별 해설

① O
강자성체 철심 위에 단락 도체를 둔 농형 회전자와 권선을 둔 권선형 회전자를 모두 포함하는 설명이므로 옳다.

② O
권선형 회전자는 슬립링을 통해 외부저항을 삽입할 수 있으므로 회전자 저항 조절에 따른 기동 특성 개선과 일정 범위의 속도제어가 가능하므로 옳다.

③ X
틀린 부분은 '슬립이 증가함에 따라 감소한다'이다.
유도전동기에서는 회전자 유기전압이 슬립에 비례하므로 회전자 전류는 슬립이 커질수록 일반적으로 증가한다.
따라서 '회전자 전류는 슬립이 증가함에 따라 증가한다'로 고쳐야 한다.

④ O
이중 농형 회전자는 슬립이 커져 회전자 주파수가 높아지면 내측 케이지의 리액턴스가 커지고 외측의 고저항 케이지에 전류가 더 많이 흘러 등가 회전자 저항이 커지므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

③은 슬립 증가를 회전속도 증가처럼 거꾸로 연상하면 틀리기 쉽다. 슬립이 커진다는 것은 동기속도와의 차가 커진다는 뜻이므로 유기전압과 회전자 전류는 커지는 방향으로 본다. ④도 같은 슬립 변화에 대한 특성을 묻지만, 여기서는 이중 농형의 유효저항 증가를 함께 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

슬립 관련 선지는 먼저 $E_2 \propto s$, $f_2 = sf$를 떠올린다. 그다음 권선형은 외부저항 조정 가능, 이중 농형은 기동 시 고저항 특성이 나타난다고 연결하면 선지의 방향을 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

권선형은 저항 조정, 농형은 단락 구조, 슬립 증가 시 회전자 전류 증가, 이중 농형은 유효저항 증가이다.

NoteBase

문 14. 4극, 60[Hz]인 3상 유도전동기가 1,620[rpm]으로 회전하고 있을 때, 전원의 a상, b상, c상 중에서 a상과 b상을 서로 바꾸어 접속할 때의 슬립은?

① 1.80

② 1.85

③ 1.90

④ 1.95

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 동기속도와 역상 접속 시 제동슬립 $2-s$를 이용해 슬립을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 4극, 60[Hz], 회전수 1,620[rpm]
- 구해야 할 값: a상과 b상을 바꾸어 접속했을 때의 슬립
- 주의할 조건: 상 두 개를 바꾸면 회전자계 방향이 반대로 바뀌므로 정상 운전 슬립이 아니라 제동슬립으로 계산한다.

사용할 공식

$N_s = \frac{120f}{P}, \quad s = \frac{N_s - N}{N_s}$

s_5ED0C1=(N_s+N)/(N_s)=2-s

이 공식을 쓰는 이유는 상 두 개를 바꾸면 회전자계가 기존과 반대 방향으로 N_s로 회전하므로, 기존 방향으로 도는 회전자와의 상대속도가 차가 아니라 합이 되기 때문이다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800[rpm]$이다.
2. 정상 운전 슬립은 $s = \frac{1800 - 1620}{1800} = 0.10$이다.
3. 역상 접속 시 슬립은 s_5ED0C1=2-0.10=1.90이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
1.80은 이 문항의 역상 접속 슬립 계산값과 맞지 않는다. 주어진 회전수 1,620[rpm]를 반영하면 제동슬립은 $2 - 0.10 = 1.90$이다.
틀린 값 1.80 → 올바르게는 1.90이다.

② X
1.85도 s_5ED0C1=2-s 계산 결과와 일치하지 않는다. 역상 접속에서는 슬립이 1보다 커질 수 있지만, 이 문항의 정확한 값은 1.90이다.
틀린 값 1.85 → 올바르게는 1.90이다.

③ O
동기속도 1,800[rpm], 정상 운전 슬립 0.10을 구한 뒤 역상 접속 관계식 $2 - s$를 적용하면 1.90이 된다. 따라서 옳다.

④ X
1.95가 되려면 원래 슬립을 0.05로 잘못 계산해야 한다. 그러나 실제 정상 운전 슬립은 $\frac{1800 - 1620}{1800} = 0.10$이므로 이 값은 틀리다.
틀린 값 1.95 → 올바르게는 1.90이다.

오답 포인트

정상 운전 슬립 s와 역상 접속 후 제동슬립 $2 - s$를 혼동하기 쉽다. 상 두 개를 바꾸면 회전자계 방향이 반대로 바뀌어 상대속도가 차가 아니라 합으로 계산된다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

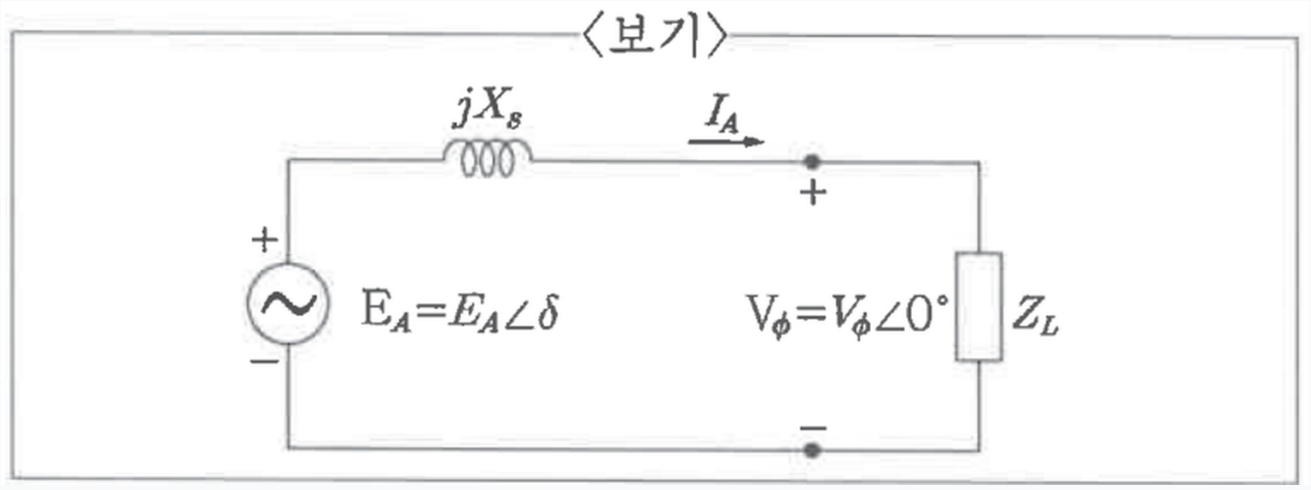
상 두 개를 교환한 유도전동기 문제는 먼저 N_s를 구하고, 정상 운전 슬립 s를 계산한 다음, 역상 접속이면 바로 제동슬립 $2 - s$를 적용해 판단한다.

암기 포인트

유도전동기 역상 접속의 제동슬립은 $2 - s$이다.

NoteBase

문 15. <보기>와 같이 계자 자속을 고정한 상태로 정속 운전 중인 동기발전기의 상당 등가회로에서, 유도성 부하(Z_L)의 크기가 감소할 때 동기발전기의 부하각(δ)과 상전압(V_ϕ)의 특성 변동으로 옳은 것은? (단, Z_L의 임피던스 각은 일정하다고 가정한다.)



① δ: 증가, V_ϕ: 감소

② δ: 증가, V_ϕ: 증가

③ δ: 감소, V_ϕ: 감소

④ δ: 감소, V_ϕ: 증가

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 계자 자속이 고정된 동기발전기 상당 등가회로에서 유도성 부하가 커질 때 부하각 δ와 단자 상전압 V_ϕ의 변화를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① O: $|Z_L|$ 감소는 같은 위상조건에서 부하전류 증가를 뜻한다. 유도성 부하에서는 I_A가 지상이고 발전기식 전압방정식 $E_A = V_\phi + jX_g I_A$에서 리액턴스 전압강하가 커지므로 δ는 증가하고 V_ϕ는 감소한다.

② X: δ 증가 판단은 맞지만 V_ϕ 증가가 틀린 표현이다. 올바르게는 유도성 부하전류 증가로 동기 리액턴스 강하가 커져 V_ϕ는 감소한다.

③ X: V_ϕ 감소는 맞지만 δ 감소가 틀린 표현이다. 올바르게는 부하가 무거워질수록 발전 전력전달을 위해 부하각 δ가 증가한다.

④ X: δ 감소와 V_ϕ 증가가 모두 틀린 표현이다. 올바르게는 유도성 부하 증가 시 δ는 증가하고 V_ϕ는 감소한다.

NoteBase

오답 포인트

모터식 관계와 발전기식 관계의 부호를 혼동하면 δ 방향을 반대로 보기 쉽다. 또한 부하가 커지면 전류가 커지므로 전압도 함께 커진다고 오해하기 쉬운데, 이 문항은 유도성 부하에서 동기 리액턴스 전압강하가 증가하여 단자전압이 내려간다는 점을 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

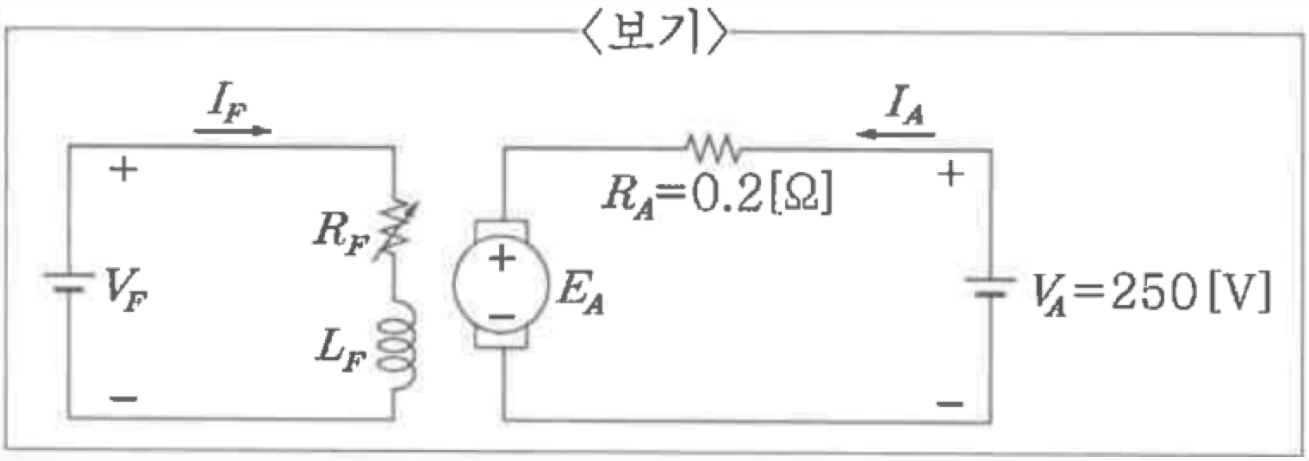
먼저 발전기식 전압방정식 $E_A = V_\phi + jX_g I_A$를 세우고 계자 자속 고정이므로 $|E_A|$ 일정 조건을 잡는다. 그다음 $|Z_L|$ 감소로 $|I_A|$ 증가, 유도성이라 지상각 유지, 그래서 $|jX_g I_A|$ 증가 순서로 보면 δ는 증가하고 V_ϕ는 감소한다고 정리된다.

암기 포인트

동기발전기에서 계자 일정, 유도성 부하 증가이면 δ는 커지고 V_ϕ는 떨어진다.

NoteBase

문 16. <보기>의 등가회로로 표현되는 타여자 직류전동기에서 측정될 수 있는 토크 (τ_{ind})[N · m]와 속도 (w_m)[rad/s]의 값을 옳게 짝지은 것은? (단, 전동기의 기기 상수와 극당 자속의 곱 $K\phi = 2.0$[N · m/A]으로 일정하며, 전기자 반작용은 무시한다.)



① τ_{ind}: 0, w_m: 130

② τ_{ind}: 100, w_m: 123

③ τ_{ind}: 250, w_m: 112.5

④ τ_{ind}: 320, w_m: 108

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 타여자 직류전동기에서 $T_{ind} = K\phi I_A$, $E_A = K\phi\omega_m$, $V_A = E_A + I_A R_A$를 이용해 토크와 속도의 대응값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $K\phi = 2.0N \cdot m/A$, $R_A = 0.2\Omega$, $V_A = 250V$이다.
구해야 할 값: 각 선지의 T_{ind}와 ω_m의 일치 여부이다.
주의할 조건: 전기자 반작용을 무시하므로 $K\phi$는 일정하고, 모터이므로 $E_A = V_A - I_A R_A$이다.

사용할 공식

$T_{ind} = K\phi I_A, \quad E_A = K\phi\omega_m, \quad V_A = E_A + I_A R_A$
이 공식을 쓰는 이유:
토크가 주어지면 먼저 전기자전류 I_A를 구할 수 있고, 그 전류로 전압강하 $I_A R_A$를 계산해 역기전력 E_A를 구한 뒤 속도 ω_m를 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 토크와 전류의 관계는 $I_A = T_{ind}/(K\phi)$이다.
2. $T_{ind} = 250N \cdot m$이면 $I_A = 250/2 = 125A$이다.
3. 역기전력은 $E_A = 250 - (125)(0.2) = 225V$이다.
4. 속도는 $\omega_m = E_A/(K\phi) = 225/2 = 112.5rad/s$이다.
5. 따라서 일치하는 짝은 $250N \cdot m$와 $112.5rad/s$이다.

선지별 해설

① X

$T_{ind} = 0$이면 $I_A = 0$, $E_A = 250V$, $\omega_m = 125rad/s$이다. 제시값 130은 맞지 않는다.
틀린 제시값 → 올바르게는 $T_{ind} = 0N \cdot m$일 때 $\omega_m = 125rad/s$이다.

② X

$T_{ind} = 100$이면 $I_A = 50A$, $E_A = 240V$, $\omega_m = 120rad/s$이다. 제시값 123은 맞지 않는다.
틀린 제시값 → 올바르게는 $T_{ind} = 100N \cdot m$일 때 $\omega_m = 120rad/s$이다.

③ O

$T_{ind} = 250$이면 $I_A = 125A$, $E_A = 225V$, $\omega_m = 112.5rad/s$가 되어 제시값과 정확히 일치한다.

④ X

$T_{ind} = 320$이면 $I_A = 160A$, $E_A = 218V$, $\omega_m = 109rad/s$이다. 제시값 108은 맞지 않는다.
틀린 제시값 → 올바르게는 $T_{ind} = 320N \cdot m$일 때 $\omega_m = 109rad/s$이다.

오답 포인트

토크가 커질수록 전기자전류가 커지고 $I_A R_A$ 전압강하가 증가하므로 속도는 내려간다. 이때 $E_A = V_A - I_A R_A$의 부호를 반대로 두거나, 역기전력을 거치지 않고 바로 속도를 추정하면 130, 123, 108 같은 오답에 끌리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 계산형은 $T \rightarrow I_A \rightarrow E_A \rightarrow \omega_m$ 순서로 한 줄씩 계산하면 된다. 먼저 $I_A = T/(K\phi)$를 구하고, 다음에 $E_A = V_A - I_A R_A$, 마지막에 $\omega_m = E_A/(K\phi)$를 적용하면 선지를 안정적으로 판별할 수 있다.

암기 포인트

직류전동기에서 T가 커지면 I_A가 커지고, $I_A R_A$ 전압강하가 증가하여 E_A와 ω_m는 감소한다.

NoteBase

문 17. 직류 분권전동기가 있다. 단자전압이 200[V]이고 전기자 전류는 20[A]이며 전기자저항은 0.2[Ω]이다. 이때 발생 토크가 20[N · m]라고 한다면 1분간의 회전수에 가장 가까운 값[rpm]은? (단, $\pi = 3.14$로 계산한다.)

① 1,573

② 1,873

③ 2,173

④ 2,473

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기의 역기전력과 전자기적 출력 관계를 이용해 회전수 n을 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 단자전압 $V = 200[V]$
- 전기자전류 $I_a = 20[A]$
- 전기자저항 $R_a = 0.2[\Omega]$
- 발생토크 $T = 20[N \cdot m]$

구해야 할 값:
- 1분간 회전수 $n[rpm]$

주의할 조건:
- 전동기이므로 역기전력은 $E_b = V - I_a R_a$로 구한다.
- 토크와 각속도 관계는 $P = T\omega$를 사용한다.

사용할 공식

사용 공식은 다음과 같다.

$E_b = V - I_a R_a$

$P = E_b I_a = T\omega$

$n = \frac{60\omega}{2\pi}$

이 공식을 쓰는 이유는 직류 전동기에서 전기자에 전달되는 전자기적 출력이 $E_b I_a$이고, 기계적 출력은 토크와 각속도의 곱으로 표현되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 역기전력을 구하면

$E_b = 200 - (20 \times 0.2) = 200 - 4 = 196[V]$

2. 전자기적 출력을 구하면

$P = E_b I_a = 196 \times 20 = 3920[W]$

3. 각속도를 구하면

$\omega = \frac{P}{T} = \frac{3920}{20} = 196[rad/s]$

4. 회전수로 바꾸면

$n = \frac{60 \times 196}{2 \times 3.14} \approx 1872.6[rpm]$

따라서 가장 가까운 값은 1873 rpm이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 약 1873 rpm이므로 1573 rpm은 맞지 않는다. 틀린 표현은 회전수를 1573 rpm으로 본 부분이며, 올바르게는 약 1873 rpm이다. 이 값은 역기전력 계산이나 $rad/s \rightarrow rpm$ 변환을 잘못 처리했을 때 나오는 오답이다.

② O: $E_b = 196[V]$, $P = 3920[W]$, $\omega = 196[rad/s]$이므로 $n \approx 1872.6[rpm]$이다. 가장 가까운 값은 1873 rpm이므로 옳다.

③ X: 계산 결과는 약 1873 rpm이므로 2173 rpm은 맞지 않는다. 틀린 표현은 회전수를 2173 rpm으로 본 부분이며, 올바르게는 약 1873 rpm이다. 이 값은 2π로 나누는 환산을 부정확하게 처리했을 때 고르기 쉬운 오답이다.

④ X: 계산 결과는 약 1873 rpm이므로 2473 rpm은 맞지 않는다. 틀린 표현은 회전수를 2473 rpm으로 본 부분이며, 올바르게는 약 1873 rpm이다. 이 값은 전압 200 V를 그대로 출력 계산에 넣어 전압강하 $I_a R_a$를 빼지 않았을 때 접근하는 오답이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 전동기에서 역기전력을 V 그대로 쓰는 실수이다. 이 문항은 전기자저항 전압강하 $I_a R_a = 4[V]$를 빼서 $E_b = 196[V]$로 만든 뒤, $P = T\omega$와 $n = 60\omega/(2\pi)$까지 연결해야 정답이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 회전수 계산 문제는 먼저 $E_b = V - I_a R_a$로 역기전력을 구하고, 다음에 $P = E_b I_a = T\omega$로 각속도를 구한 뒤, 마지막에 $n = 60\omega/(2\pi)$로 rpm으로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

직류 전동기 회전수는 $V \rightarrow E_b \rightarrow P \rightarrow \omega \rightarrow n$ 순서로 연결하면 정리된다.

NoteBase

문 18. 정격전압이 동일한 변압기를 2권선 변압기로 사용할 경우와 비교하여 단권변압기로 사용하였을 때의 특징에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 권선을 적게 사용하여 크기와 중량을 줄일 수 있다.

② 동손이 작고 효율이 높다.

③ %임피던스가 커서 단락전류가 작다.

④ 승압비가 작을수록 경제적이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단권변압기와 2권선 변압기의 구조 차이에서 생기는 권선량, 효율, 임피던스, 경제성의 비교를 묻는 문제이다.

핵심 개념

단권변압기는 하나의 권선 일부를 1차와 2차가 공통으로 사용하는 변압기이다 / 결정 차이축: 공통권선 사용 여부 / 키워드: 권선량 감소, 동손 감소, 누설리액턴스 작음
2권선 변압기는 1차와 2차 권선이 서로 분리된 변압기이다 / 결정 차이축: 절연된 별도 권선 사용 / 키워드: 권선량 많음, 절연 우수, 누설리액턴스 큼
단권변압기는 전압비가 1에 가까울수록 공통으로 쓰는 부분이 커져 재료 절감 효과가 커진다.

NoteBase

선지별 해설

① O
공통권선을 사용하므로 같은 용도 기준에서 필요한 권선량과 동량이 줄어든다. 따라서 크기와 중량을 줄일 수 있다.

② O
권선량이 적어 동손이 감소하고 효율이 높아진다. 단권변압기의 대표 장점 중 하나이다.

③ X
틀린 부분은 "%임피던스가 커서"이다. 단권변압기는 2권선 변압기보다 누설리액턴스와 %임피던스가 작다. 그래서 단락전류는 작아지는 것이 아니라 더 크게 흐른다. 올바르게는 "%임피던스가 작아서 단락전류가 크다"이다.

④ O
전압비 차이가 작을수록 공통권선 비율이 커지고 절감되는 권선량이 많아진다. 따라서 승압비가 작을수록 경제적이라는 설명은 옳다.

오답 포인트

③은 단권변압기의 임피던스 특성을 2권선 변압기와 반대로 적어 놓은 함정이다. 단권변압기는 권선이 공통이어서 누설자속이 줄고 %임피던스가 작아지는 쪽으로 기억해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단권변압기가 나오면 먼저 공통권선 사용으로 권선량이 줄어든다는 점을 떠올리면 된다. 그러면 크기·중량·동손은 감소하고 효율은 높아지며, 누설리액턴스와 %임피던스는 작아져 단락전류는 커진다고 연결해서 판단할 수 있다.

암기 포인트

단권변압기 = 공통권선, 동량 감소, 효율 상승, %임피던스 감소, 단락전류 증가이다.

NoteBase

문 19. 전기자 저항 0.06[Ω]인 직류 분권전동기가 있다. 단자 전압이 220[V], 전기자 전류가 60[A]일 때, 회전수는 871[rpm]이다. 단자 전압과 전기자 전류를 전동기일 때와 같은 값으로 사용하는 발전기로 운용하기 위한 회전수로 가장 가까운 값[rpm]은? (단, 전기자 반작용은 무시한다.)

① 850

② 900

③ 950

④ 1,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권전동기를 같은 단자전압과 전기자전류 조건의 분권발전기로 바꿀 때, 전동기와 발전기에서의 유기기전력 식 차이와 $E \propto n$ 관계를 이용해 회전수를 구하는 문제이다.

조건 정리

전기자 저항: 0.06Ω
단자 전압: 220 V
전기자 전류: 60A
전동기 운전 회전수: 871rpm
전기자 반작용은 무시하고, 분권기이므로 단자 전압이 같으면 계자자속도 같다고 본다.

사용할 공식

전동기에서는 역기전력 $E_m = V - I_a R_a$이다.
발전기에서는 유기기전력 $E_g = V + I_a R_a$이다.
자속이 같으면 $E \propto n$이므로 $\frac{n_g}{n_m} = \frac{E_g}{E_m}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 같은 단자전압의 분권기라서 자속을 같게 볼 수 있고, 전동기와 발전기의 차이는 전기자 저항 전압강하의 부호만 바뀌기 때문이다.

계산 과정

1. 전동기 역기전력을 구하면 $E_m = 220 - 60 \times 0.06 = 216.4V$이다.
2. 발전기 유기기전력을 구하면 $E_g = 220 + 60 \times 0.06 = 223.6V$이다.
3. 자속이 같으므로 $n_g = 871 \times \frac{223.6}{216.4} \approx 899.98rpm$이다.
4. 따라서 가장 가까운 값은 900rpm이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 850rpm은 계산값 약 900rpm보다 작다. 발전기 운전에서는 $E_g = V + I_a R_a$가 되어 전동기 때보다 필요한 유기기전력이 커지므로 회전수도 871rpm보다 커져야 한다. 850rpm이 아니라 약 900rpm이다.
② O: 계산 결과가 약 899.98rpm이므로 가장 가까운 값은 900rpm이다.
③ X: 950rpm은 계산값보다 크다. $\frac{E_g}{E_m} \approx 1.033$이므로 회전수 증가는 약 3.3% 정도인데, 950rpm은 증가폭이 지나치게 크다. 950rpm이 아니라 약 900rpm이다.
④ X: 1000rpm은 계산값보다 훨씬 크다. 전기자 저항 전압강하가 3.6 V에 불과하므로 필요한 속도 증가는 크지 않다. 1000rpm이 아니라 약 900rpm이다.

오답 포인트

전동기 식 $E = V - I_a R_a$와 발전기 식 $E = V + I_a R_a$의 부호를 바꾸지 않으면 틀린다. 특히 발전기에서도 전동기 식을 그대로 써서 속도가 낮아진다고 판단하는 실수가 자주 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 전환 문제는 먼저 전동기인지 발전기인지에 따라 $I_a R_a$의 부호를 정하고, 다음에 자속이 같은지 확인한 뒤 $E \propto n$ 비례식으로 회전수를 비교하면 된다.

암기 포인트

같은 자속에서 직류기는 $E \propto n$이고, 전동기는 $E = V - I_a R_a$, 발전기는 $E = V + I_a R_a$이다.

NoteBase

문 20. 직류기가 병렬운전을 하는 이유로 가장 옳지 않은 것은?

① 예비기의 운용을 용이하게 하기 위함이다.

② 경부하 시에 고효율화를 하기 위함이다.

③ 예비기의 용량을 많게 하기 위함이다.

④ 부족 용량을 보충하기 위함이다.

정답 3번

출제 포인트

직류기의 병렬운전 목적과 그 운전상 이점을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류기 병렬운전은 여러 대의 직류기를 같은 모선에 접속해 부하를 나누어 공급하는 운전 방식이다.
결정 차이축은 병렬운전의 목적이 예비기 자체의 대용량화가 아니라 연속운전, 경부하 효율 향상, 용량 보충에 있다는 점이다.
키워드는 부하분담, 예비운전, 경부하 효율, 용량 보충이다.

선지별 해설

① O
예비기를 두고 병렬운전하면 고장이나 점검 시 다른 기기로 쉽게 대체할 수 있어 예비기 운용이 편해진다.

② O
부하가 작을 때는 필요한 대수만 운전하고 나머지는 정지시켜 각 기기를 효율이 좋은 부하점 근처에서 운전할 수 있으므로 경부하 시 고효율화에 유리하다.

③ X
틀린 부분은 "예비기의 용량을 많게"이다.
병렬운전의 목적은 예비기 자체의 용량을 크게 만드는 데 있지 않다.
올바르게는 부하 증가에 따라 필요한 출력 용량을 분담하거나 부족 용량을 보충하기 위함이다.

④ O
한 대의 용량이 부족할 때 다른 직류기를 병렬로 접속하면 총 공급 용량을 늘릴 수 있으므로 부족 용량 보충이라는 설명이 맞다.

NoteBase

오답 포인트

③은 예비기와 용량 증설을 섞어 놓은 선지이다. 병렬운전은 예비기를 더 큰 기계로 만드는 방식이 아니라 여러 기기의 출력을 유연하게 배분해 연속운전과 용량 보충을 가능하게 하는 방식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬운전의 목적을 묻는 문제는 연속운전의 용이성, 경부하 효율 향상, 증설과 용량 보충 같은 운전상 이점을 기준으로 판단하면 된다. 특정 한 대의 기계나 예비기 자체의 정격을 크게 만든다는 표현이 나오면 목적과 어긋난다.

암기 포인트

병렬운전은 예비기 대형화가 아니라 부하분담, 경부하 효율, 용량 보충을 위한 방식이다.

NoteBase