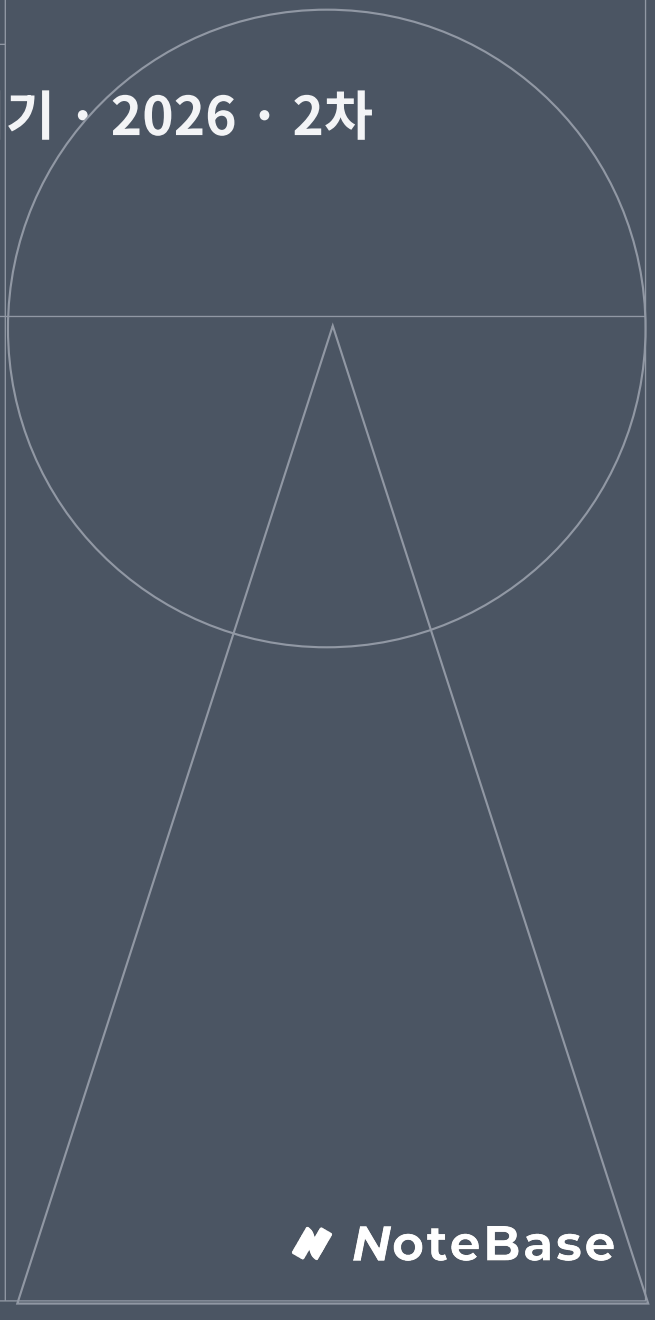
기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2026 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2026 · 2차

공무원/국가직/7급 · 전기기기 · 2026 · 2차

문 1. 권수비($a = \frac{N_1}{N_2}$)가 10이 되는 이상변압기의 2차 측에 5 [Ω]의 저항 부하를 연결하였다. 1차 측에서 본 등가저항[Ω]은?

① 0.05

② 50

③ 500

④ 5,000

정답 3번

간단한 해설

이상변압기의 2차 부하저항을 1차 측으로 환산할 때는 **권수비의 제곱**을 곱한다. 따라서 $R_{\text{eq}} = 10^2 \cdot 5 = 500\Omega$이다.

계산 과정

주어진 조건: 권수비는 $a = \frac{N_1}{N_2} = 10$이고, 2차 부하저항은 $R_L = 5\Omega$이다. 구할 값은 1차 단자에서 전압과 전류의 비로 나타나는 등가저항 $R_{\text{eq}} = \frac{V_1}{I_1}$이다.

환산 관계: 이상변압기는 손실이 없으므로 전압은 권수에 비례하고 전류는 권수에 반비례한다. 따라서 $V_1 = aV_2$, $I_1 = \frac{I_2}{a}$이다. 1차 전압은 2차 전압의 10배이고 1차 전류는 2차 전류의 1/10이므로, **전압을 전류로 나눈 저항은 100배**가 된다. 이를 식으로 쓰면 $R_{\text{eq}} = a^2 R_L$이다.

수치 대입: $R_{\text{eq}} = 10^2 \cdot 5 = 500\Omega$이다. 따라서 1차 측에서 본 등가저항은 500 Ω이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 직류전동기의 속도제어법으로 옳지 않은 것은?

① 비례추이법

② 계자제어법

③ 저항제어법

④ 전압제어법

정답 1번

간단한 해설

비례추이법은 **권선형 유도전동기**의 2차 저항을 바꾸어 속도를 조절하는 방법이다. 직류전동기의 속도는 계자 자속, 전기자 회로 저항 또는 전기자 공급전압을 바꾸어 제어한다.

선지별 해설

브러시 전압강하를 무시하면 직류전동기의 정상상태 속도는 $n = \frac{V - I_a R}{k\Phi}$로 나타낸다. 여기서 n은 회전속도, V는 전기자 공급전압, I_a는 전기자 전류, R은 외부 직렬저항을 포함한 전기자 회로의 총저항, Φ는 극당 자속, k는 전동기의 구조에 따른 상수이다. 이 관계에서 자속·저항·전압을 바꾸는 세 가지 속도제어법을 구분할 수 있다.

① X: 비례추이법은 **권선형 유도전동기의 2차 저항**을 조절하는 방법이다. 같은 전원 조건과 부하토크에서 2차 저항을 늘리면 슬립이 증가하여 회전속도가 낮아진다. 따라서 직류전동기의 속도제어법으로 분류할 수 없다.

② O: 계자제어법은 계자전류를 조절하여 **자속을 바꾸는** 방법이다. 전기자 전압을 일정하게 유지하면서 계자를 약하게 하면 자속 Φ가 감소하여 속도를 높일 수 있다.

③ O: 저항제어법은 **전기자 회로에 직렬로 넣은 저항**을 조절하는 방법이다. 같은 자속과 부하토크에서 저항을 늘리면 전기자 전류에 의한 전압강하가 커지고, 역기전력에 해당하는 전압이 줄어 속도가 낮아진다.
외부저항에서 전력이 소비되므로 손실이 커진다.

④ O: 전압제어법은 **전기자에 공급하는 전압**을 조절하는 방법이다. 자속과 부하토크가 일정할 때 공급전압을 낮추면 역기전력이 감소하여 속도가 낮아지고, 공급전압을 높이면 속도가 높아진다.

NoteBase

문 3. 동기기의 계통 안정도를 증진하는 방법으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 단락비를 크게 한다.
ㄴ. 동기화력을 감소시킨다.
ㄷ. 회전자의 관성을 크게 한다.
ㄹ. 정상임피던스는 크게, 영상 및 역상임피던스는 작게 한다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 1번

간단한 해설

단락비를 크게 하면 **동기리액턴스가 작아져** 전력 전달의 안정 여유가 커진다. 회전자의 관성을 크게 하면 외란이 생겼을 때 **속도와 부하각의 급격한 변화가 억제**되어 동기를 유지하는 데 유리하다.

NoteBase

보기별 해설

동기기의 계통 안정도는 부하 변화나 고장 등의 외란을 받은 뒤에도 계통과 동기를 유지할 수 있는 능력이다. 부하각은 동기기의 내부 유기전압과 계통 전압 사이의 위상차이다.

ㄱ. O: 단락비는 무부하에서 정격전압을 발생시키는 계자전류를 단락 상태에서 정격전류를 흐르게 하는 계자전류로 나눈 값이다. 단락비가 클수록 일반적으로 **동기리액턴스가 작다**. 같은 전압 조건에서 리액턴스가 작으면 전달 가능한 최대 전력이 커지므로, 같은 전력을 공급할 때 안정 한계까지의 여유가 커진다.

ㄴ. X: 동기화력은 부하각이 조금 변했을 때 동기 상태로 되돌리려는 작용의 크기이다. 이를 감소시키면 각도 변화에 대한 복원 작용이 약해진다. 안정도를 높이려면 동기화력을 **증가시켜야 한다**.

ㄷ. O: 회전자의 관성이 크면 같은 불평형 토크가 작용해도 각가속도가 작아진다. 따라서 고장 등으로 기계적 입력과 전기적 출력이 일시적으로 달라져도 **회전속도와 부하각이 더 천천히 변한다**. 고장이 제거될 때까지 부하각이 급격히 벌어지는 것을 억제하므로 과도 안정도 향상에 유리하다.

ㄹ. X: 안정도 향상을 위한 방향은 **정상임피던스는 작게, 영상 및 역상임피던스는 크게** 하는 것이다. 정상임피던스를 작게 하면 정상분 전력 전달에 따른 전압강하를 줄이고 전달 가능한 전력을 높일 수 있다. 영상 및 역상임피던스를 크게 하면 지락이나 불평형 고장 때 해당 성분의 고장전류를 제한할 수 있다. 보기는 이 증감 방향을 반대로 설명하였다.

계통 안정도를 증진하는 방법은 ㄱ, ㄷ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 4. 1차 전류가 30[A], 2차 전류가 90[A]인 변압기가 있다. 1차 측에 정격전압 3,000[V]를 인가할 때, 권수비와 2차 측 유기전압[V]은? (단, 변압기는 이상적이다)

① 권수비: $\frac{1}{3}$, 유기전압[V]: 1,000

② 권수비: $\frac{1}{3}$, 유기전압[V]: 9,000

③ 권수비: 3, 유기전압[V]: 1,000

④ 권수비: 3, 유기전압[V]: 9,000

정답 3번

간단한 해설

이상적인 변압기에서 **전류비는 권수비의 역수**이다. 2차 전류가 1차 전류의 3배이므로 권수비는 3이고, 2차 유기전압은 1차 전압의 1/3인 **1,000 V**이다.

계산 과정

조건과 관계: 1차 전류는 $I_1 = 30\text{A}$, 2차 전류는 $I_2 = 90\text{A}$, 1차 인가전압은 $V_1 = 3{,}000\text{V}$이다. 이상적인 변압기는 권선저항과 누설자속 등에 의한 전압강하가 없어 1차 유기전압의 크기가 인가전압과 같다. 1·2차 권선수를 각각 N_1, N_2, 유기전압을 각각 E_1, E_2라 하면, 같은 자속에 의해 유기되는 전압은 **권선 수에 비례**한다. 따라서 권수비는 $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2}$이다. 또한 이상적인 변압기의 전류 크기는 권선 수에 반비례하므로 $a = \frac{I_2}{I_1}$이다.

권수비: $a = \frac{I_2}{I_1} = \frac{90}{30} = 3$이다. 이는 1차 권선 수가 2차 권선 수의 3배라는 뜻이다. 권수비를 구할 때는 **2차 전류를 1차 전류로 나눈다**.

2차 유기전압: $E_1 = V_1 = 3{,}000\text{V}$이고 $\frac{E_1}{E_2} = a$이므로, $E_2 = \frac{E_1}{a} = \frac{3{,}000}{3} = 1{,}000\text{V}$이다. 2차는 권선 수가 1차의 1/3이므로 유기전압도 1/3로 낮아진다.

권수비 3과 2차 유기전압 1,000 V의 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 5. 유도발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 공극이 크고 역률은 동기기에 비해 좋다.

② 유도발전기는 여자기로서 동기발전기가 필요하다.

③ 농형 회전자를 사용할 수 있어서 구조가 간단하고 가격이 싸다.

④ 선로에 단락이 생기면 여자가 없어지므로 동기발전기에 비해 단락전류가 적다.

정답 1번

간단한 해설

유도발전기는 여자전류를 줄이기 위해 **공극을 작게** 설계한다. 또한 자속을 만드는 데 필요한 무효전력을 외부에서 공급받으므로, 별도 보상이 없으면 역률은 여자 조절이 가능한 동기기에 비해 **좋지 않다**.

선지별 해설

① X: 공극은 고정자와 회전자 사이의 공기 틈이다. 공극이 커지면 자기저항이 커져 같은 자속을 만드는 데 더 큰 여자전류가 필요하므로, 유도발전기는 **공극을 작게** 설계한다. 또 발전 중에도 여자에 필요한 무효전력을 외부에서 흡수하므로, 별도 보상이 없으면 역률은 여자 조절이 가능한 동기기에 비해 좋지 않다. 따라서 '공극이 크고 역률은 동기기에 비해 좋다'는 '공극이 작고 역률은 동기기에 비해 좋지 않다'로 고친다.

② O: 유도발전기는 회전자에 별도의 직류 계자전원이 없으므로 자속을 만드는 **여자용 무효전력을 외부에서 공급**받아야 한다. 동기발전기가 연결된 계통에서 운전하면 동기발전기가 이 무효전력을 공급하므로, 선지의 '여자기로서 동기발전기가 필요하다'는 이 운전방식을 가리킨다. 다만 모든 유도발전기에 동기발전기가 반드시 필요한 것은 아니며, 적절한 콘덴서를 연결해 여자전류를 공급하는 독립 운전방식도 있다.

③ O: 농형 회전자는 도체 막대의 양 끝을 단락환으로 연결한 구조이다. 회전자 전류가 유도작용으로 생기므로 별도의 회전자 여자권선에 전류를 공급하기 위한 브러시나 슬립링이 필요 없다. 따라서 **구조가 간단하고 제작비가 낮다**는 장점이 있다.

④ O: 여자 전원을 계통에 의존하는 유도발전기는 선로 단락으로 단자전압이 크게 떨어지면 여자를 유지하기 어렵다. 남아 있던 자속 때문에 사고 직후에는 단락전류가 흐르지만, 자속이 줄어들면서 전류도 빠르게 감쇠한다. 따라서 별도 계자로 여자를 유지하는 동기발전기에 비해 **지속적인 단락전류 공급이 작다**. 이는 사고 순간부터 전류가 전혀 흐르지 않는다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 6. 변압기 무부하시험으로부터 계산할 수 없는 것은?

① 철손

② 동손

③ 여자전류

④ 여자 어드미턴스

정답 2번

간단한 해설

무부하시험에서는 전류가 작아 **동손을 무시**하므로 입력전력을 거의 철손으로 본다. 부하전류에 따른 동손은 무부하시험만으로 구할 수 없으며, 보통 **단락시험**으로 구한다.

공통 해설

무부하시험은 한쪽 권선을 개방하고 다른 쪽에 정격 주파수의 정격전압을 가하여 입력전압 V_0, 무부하전류 I_0, 입력전력 P_0를 측정하는 시험이다. 개방한 권선에는 전류가 흐르지 않고, 전원을 연결한 권선에는 철심을 여자하는 데 필요한 작은 전류만 흐른다. 따라서 권선의 전압강하와 동손을 무시하고 **여자회로의 특성**을 구한다.

이 근사에서 입력전력 P_0는 거의 철손이며, 측정한 무부하전류 I_0는 여자전류이다. 여자 어드미턴스는 여자회로에 걸리는 전압에 대한 전류의 비로, 그 크기는 $|Y_0| \approx \frac{I_0}{V_0}$이다. 따라서 철손·여자전류·여자 어드미턴스는 모두 무부하시험에서 알 수 있다.

동손은 권선 저항에서 전류 때문에 발생하는 손실로 $P_{cu} = I^2R$에 따른다. 무부하에서도 전원을 연결한 권선에 작은 동손은 생기지만, 무부하시험의 측정값만으로 이를 철손과 분리하거나 부하 시의 동손을 구할 수는 없다. 동손은 보통 **단락시험에서 철손을 무시**하여 입력전력으로 구하며, 정격전류가 흐르는 조건이면 정격 동손을 얻는다.

NoteBase

문 7. 일정 출력 조건에서 역률 1로 동기전동기가 운전하고 있다. 이 동기전동기의 공급전압과 부하를 일정하게 유지하면서 계자전류를 증가시킬 경우, 전동기의 역률과 전기자 전류의 변화를 바르게 연결한 것은?

① 역률: 지상, 전기자 전류: 감소

② 역률: 지상, 전기자 전류: 증가

③ 역률: 진상, 전기자 전류: 감소

④ 역률: 진상, 전기자 전류: 증가

정답 4번

간단한 해설

역률 1인 상태에서 계자전류를 증가시키면 과여자가 되어 **진상역률**로 운전한다. 같은 공급전압과 부하에서 진상 무효전류 성분이 생기므로 **전기자 전류는 증가**한다.

대응 관계 해설

역률 변화: 역률 1에서는 공급전압과 전기자 전류의 위상이 같으며, 이때의 계자전류를 정상 여자전류라고 한다. 여기서 계자전류를 증가시키면 **과여자 상태**가 되어 전기자 전류가 공급전압보다 위상이 앞서는 진상역률로 바뀐다. 지상역률은 같은 부하에서 계자전류가 정상 여자전류보다 작은 부족여자 상태에 해당한다.

전기자 전류 변화: 부하가 일정하고 손실 변화를 무시하면 공급받는 유효전력이 일정하다. 공급전압도 일정하므로 전기자 전류 중 유효전력을 전달하는 성분은 일정하다. 역률 1에서는 무효전류 성분이 없어 전기자 전류가 최소인데, 과여자 상태에서는 진상 무효전류 성분이 더해져 **전류의 전체 크기가 증가**한다. 이는 일정 부하에서 계자전류와 전기자 전류의 관계를 나타내는 V곡선의 최저점에서 오른쪽으로 이동하는 변화이다.

따라서 역률은 진상으로 바뀌고 전기자 전류는 증가하므로, 두 변화를 바르게 연결한 것은 ④이다.

NoteBase

문 8. 단상 전파 정류회로의 부하 전압이 200 [V]이고 맥동률이 50 [%]일 때, 교류분 전압[V]은?

① 90

② 100

③ 117

④ 135

정답 2번

간단한 해설

맥동률은 **직류분 전압에 대한 교류분 전압의 실효값의 비**이다. 맥동률이 50 %이므로 교류분 전압은 200 V의 절반인 100 V이다.

계산 과정

정류회로의 출력 전압은 일정한 직류분과 시간에 따라 변하는 교류분으로 나뉜다. 직류분 전압 V_{dc}는 출력 전압의 평균값이며, 이 문제에서는 200 V이다. 구하려는 교류분 전압 V_{ac}는 맥동 성분의 실효값이다.

맥동률 r은 **교류분의 실효값을 직류분 전압으로 나눈 값**이므로 $r = \frac{V_{ac}}{V_{dc}}$이다. 주어진 50 %를 비율로 바꾸면 $r = \frac{50}{100} = 0.5$가 된다.

따라서 $V_{ac} = r \cdot V_{dc}$에 값을 대입하면 $V_{ac} = 0.5 \cdot 200 = 100\text{V}$이다. 교류분 전압은 100 V로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 9. 전력용 반도체에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① GTO는 게이트 회로에 의하여 턴온과 턴오프를 제어할 수 있는 소자이다.

② TRIAC은 2개의 SCR을 역병렬로 연결하고 1개의 게이트 단자로 구성된 소자이다.

③ 다이오드(Diode)는 애노드(Anode)에서 캐소드(Cathode)로 전류가 한 방향으로만 흐르는 반도체 소자이다.

④ SCR은 정류기능을 갖는 양방향성 3단자 소자이며, 일단 도통 상태가 되면 게이트 신호로 턴온과 턴오프 제어가 가능하다.

정답 4번

간단한 해설

④의 SCR은 양방향성이 아니라 **단방향성 3단자 소자**이다. 게이트 신호로 턴온할 수 있지만, 일단 도통하면 **게이트 신호만으로 턴오프할 수 없으며** 주회로 전류를 유지전류보다 작게 낮춰야 한다.

선지별 해설

① O: GTO는 게이트 턴오프 사이리스터로, 게이트 회로로 켜짐과 꺼짐을 모두 제어할 수 있다. 캐소드를 기준으로 양의 게이트 전류를 흘려 턴온하고, 충분한 **음의 게이트 전류**로 내부 전하를 빼내 턴오프한다.

② O: TRIAC은 등가적으로 두 SCR을 **역병렬로 연결하고 게이트를 공통으로 한** 양방향성 소자로 설명할 수 있다. 주단자 두 개와 게이트 한 개를 가지며, 교류의 양·음 반주기에서 각각 전류를 흘릴 수 있다.

③ O: 일반적인 정류용 다이오드는 애노드와 캐소드의 두 단자를 가지며, 순방향 바이어스에서 **애노드에서 캐소드 방향**으로 전류를 흘린다. 역방향에서는 항복 전까지 작은 누설전류를 제외하고 전류를 차단하므로 정류 작용을 한다.

④ X: SCR은 애노드·캐소드·게이트를 갖는 **단방향성 3단자 소자**이다. 순방향 전압이 인가된 상태에서 게이트 신호로 턴온할 수 있고, 도통이 확립되면 애노드 전류가 유지전류 이상인 동안 게이트 신호를 제거해도 도통을 유지한다. 따라서 **게이트 신호만으로 턴오프할 수 없으며**, 주회로 전류를 도통 유지에 필요한 최소 전류인 유지전류보다 작게 낮춰 꺼야 한다. 선지의 '양방향성'과 '게이트 신호로 턴오프 제어가 가능하다'는 부분을 각각 바로잡아야 한다.

NoteBase

문 10. 직류발전기의 전기자 권선법 중 단중 중권에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 전기자 병렬회로수는 항상 2이다.
ㄴ. 브러시 수는 극수와 같게 해야 된다.
ㄷ. 각 병렬 회로 사이에 기전력의 불균일이 생기기 쉬우며, 균압결선이 필요하다.
ㄹ. 전기자도체의 굵기, 권수, 극수가 모두 같을 때 전류는 작으나 고전압이 이루어진다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

단중 중권은 병렬회로수가 극수와 같아 **저전압·대전류**에 적합한 권선법이다. 각 병렬회로의 기전력이 달라지면 순환전류가 생기므로, **균압결선**으로 이 전류가 브러시를 통과하는 것을 줄인다.

보기별 해설

ㄱ. X: 단중 중권의 전기자 병렬회로수는 **극수와 같다**. 극수가 4이면 병렬회로도 4개이다. 극수와 관계없이 병렬회로수가 항상 2인 것은 단중 파권의 특성이다.

ㄴ. O: 단중 중권에서는 극마다 병렬회로의 전류를 모으는 브러시를 배치하므로, **브러시 수는 극수와 같다**. 예를 들어 4극이면 양극성 브러시 2개와 음극성 브러시 2개를 배치한다.

ㄷ. O: 극마다 자속이 완전히 같지 않으면 각 병렬회로에 유도되는 기전력도 달라진다. 이 전위차로 순환전류가 흘러 브러시의 과부하와 불꽃을 일으킬 수 있다. 균압결선은 이론상 전위가 같은 점들을 연결하여 **순환전류가 브러시 대신 균압결선을 통하도록** 한다.

ㄹ. X: 전기자도체의 굵기·권수·극수가 같을 때, 단중 중권은 **전류가 크고 전압이 낮은** 용도에 적합하다. 다극기에서 단중 파권보다 병렬회로가 많으므로, 각 도체가 허용하는 전류가 같아도 전체 전기자전류를 더 크게 할 수 있다. 반면 한 병렬회로에 직렬로 연결되는 도체는 적어지므로, 같은 자속과 회전속도에서는 발생 전압이 낮다. '전류는 작으나 고전압'은 단중 파권의 특성이다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이므로, 이 둘을 묶은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 11. 슬립 3[%]인 권선형 유도전동기에 기동 시 전부하 토크와 같은 토크로 기동하기 위해 추가되는 외부저항은 회전자 저항의 몇 배인가? (단, 소수점은 첫째 자리까지 계산한다)

① 2.3

② 8.1

③ 16.2

④ 32.3

정답 4번

간단한 해설

전부하와 같은 토크를 얻으려면 **회전자 총저항과 슬립의 비**를 같게 한다. 기동 슬립 1과 전부하 슬립 0.03을 적용하면 추가 외부저항은 기존 회전자 저항의 **32.3배**이다.

계산 과정

회전자 한 상의 원래 저항을 R_2, 한 상에 추가하는 외부저항을 R_e라 한다. 전부하 슬립은 $s_f = 0.03$이다. 기동 순간에는 회전자가 정지해 있으므로 **기동 슬립은 1**이다.

공급 전압과 주파수가 같고 다른 회로정수가 일정할 때, 유도전동기의 등가회로에서 회전자 총저항을 슬립으로 나눈 값이 같으면 같은 토크를 낸다. 따라서 전부하 토크를 기동 시에도 얻는 조건은 $\frac{R_2 + R_e}{1} = \frac{R_2}{0.03}$이다.

이를 원래 회전자 저항으로 나누면 $\frac{R_2 + R_e}{R_2} = \frac{1}{0.03} = 33.333\ldots$이다. 이 값은 외부저항만의 배수가 아니라 **기존 저항과 외부저항을 합한 총저항의 배수**이다.

구하는 것은 추가 외부저항이므로 총저항의 배수에서 기존 저항의 1배를 뺀다. $\frac{R_e}{R_2} = \frac{1}{0.03} - 1 = 32.333\ldots$ 이므로 소수점 첫째 자리까지 나타내면 32.3배이며, ④의 32.3에 해당한다. 저항끼리의 비이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 12. 3상 유도전동기의 속도제어법에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 크레머 방식은 주파수제어법의 한 종류이다.

② 워드레오나드 방식은 저항제어법의 한 종류이다.

③ 극수 변환법은 권선형 유도전동기에 주로 사용된다.

④ 2차 여자법은 슬립 주파수를 갖는 전압을 회전자에 인가한다.

정답 4번

간단한 해설

2차 여자법은 회전자 회로에 **슬립 주파수와 같은 주파수의 전압**을 가하여 속도를 제어한다. 인가 전압의 크기와 위상을 조절하면 회전자 전류와 토크가 달라져 운전 속도를 바꿀 수 있다.

선지별 해설

① X: 크레머 방식은 권선형 유도전동기의 회전자에서 얻은 슬립 전력을 회수하여 이용하는 **2차 전력 회수법**이다. 고정자에 공급하는 전원의 주파수를 바꾸는 주파수제어법과 구별된다.

② X: 워드레오나드 방식은 직류전동기의 **전기자 전압제어법**이다. 별도의 직류발전기에서 만든 전압을 전동기의 전기자에 공급하고, 발전기의 계자를 조절하여 공급 전압과 전동기 속도를 바꾼다. 회로에 저항을 추가하여 속도를 바꾸는 저항제어법이 아니다.

③ X: 극수 변환법은 주로 **농형 유도전동기**에 사용된다. 고정자 권선의 접속 등을 바꾸어 극수를 변경하면 동기속도가 달라진다. 농형 회전자는 고정자의 극수에 맞는 자극을 형성하지만, 권선형 회전자는 권선으로 극수가 정해져 있어 고정자만 극수를 바꾸는 방식에 적합하지 않다.

④ O: 2차 여자법은 권선형 유도전동기의 회전자 회로에 외부 전압을 인가하는 속도제어법이다. 슬립 s는 동기속도와 회전속도의 차를 동기속도로 나눈 비율이며, 고정자 전원 주파수를 f_1이라 하면 회전자 유도전압의 주파수는 $f_2 = s \cdot f_1$이다. 따라서 회전자에 인가하는 전압도 **슬립 주파수**를 가져야 한다. 이 전압의 크기와 위상을 조절하여 회전자 전류와 토크를 바꾸면 부하 토크와 평형을 이루는 속도가 달라진다.

NoteBase

문 13. 단상 13,200/6,600 [V]인 이상변압기 1차 측에 13,200 [V]를 가압하고 2차 측에 저항 부하를 접속하였을 때, 1차에 4 [A]의 전류가 흘렀다. 2차 측의 용량[kVA]은?

① 3.3

② 26.4

③ 52.8

④ 105.6

정답 3번

간단한 해설

이상변압기는 **1차와 2차의 피상전력이 같다**. 따라서 2차 측 용량은 1차 전압과 전류의 곱인 13,200 × 4 = 52,800 VA, 즉 52.8 kVA이다.

계산 과정

1차 전압과 전류는 각각 V_1 = 13,200 V, I_1 = 4 A이다. 단상 교류의 피상전력은 전압과 전류의 실효값을 곱한 $S = VI$이며, 단위는 VA이다. 이상변압기에서는 손실과 여자전류를 무시하므로 **1차와 2차의 피상전력이 같아** $S_2 = S_1 = V_1 I_1$이 성립한다. 저항 부하는 역률이 1이므로 유효전력의 W 값과 피상전력의 VA 값도 수치상 같다.

1차 측 피상전력은 13,200 × 4 = 52,800 VA이다. 이 값이 그대로 2차 측에 전달되는 피상전력이므로, 2차 전류를 따로 구하지 않고 용량을 계산할 수 있다.

1 kVA = 1,000 VA이므로 2차 측 용량은 $\frac{52,800}{1,000} = 52.8$ kVA이다. 이는 ③의 52.8에 해당한다.

NoteBase

문 14. 3상 유도전동기의 제동법에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 슬립이 1보다 크면 유도발전기로서 동작한다.

② 발전제동은 고정자측의 직류전압을 제거할 때 발생한다.

③ 입력전원의 3선 중 2선의 접속을 바꾸면 플러깅(plugging)이 발생한다.

④ 역상제동은 회전자가 외력에 의해 동기속도 이상으로 회전할 때 발생한다.

정답 3번

간단한 해설

3상 전원선 중 두 선을 서로 바꾸면 **상순서와 회전자계의 방향이 반전**된다. 회전자는 관성으로 기존 방향의 회전을 계속하므로, 회전 반대 방향의 토크가 작용하는 플러깅, 즉 역상제동이 일어난다.

선지별 해설

① X: 슬립이 1보다 큰 영역은 **역상제동 영역**이다. 회전자계 방향을 양의 방향으로 정하면 슬립은 $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이며, n_s는 동기속도, n은 회전자 속도이다. 회전자가 회전자계와 반대 방향으로 돌면 n이 음수이므로 $s > 1$이 된다. 유도발전기로 동작하는 조건은 $s < 0$이다.

② X: 직류를 이용한 발전제동은 고정자측의 직류전압을 제거할 때가 아니라, **교류전원을 차단하고 고정자 권선에 직류를 인가할 때** 이루어진다. 직류가 만드는 정지자계 속에서 회전자가 돌면 회전자에 유도전류가 흐르고 회전을 방해하는 토크가 발생한다. 이때 회전계의 기계적 에너지는 전기에너지로 변환되어 회전자 회로의 저항에서 열로 소모된다.

③ O: 입력전원의 3선 중 두 선의 접속을 서로 바꾸면 상순서가 바뀌어 회전자계가 반대 방향으로 회전한다. 회전자는 관성 때문에 기존 방향으로 계속 돌지만 전자기 토크는 그 회전을 방해하는 방향으로 작용한다. 이것이 **플러깅, 즉 역상제동**이다. 정지를 목적으로 할 때는 정지 부근에서 전원을 차단해야 하며, 계속 접속해 두면 반대 방향으로 기동할 수 있다.

④ X: 외력에 의해 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 동기속도를 초과하여 회전할 때 발생하는 것은 **회생제동**이다. 이때 슬립은 음수가 되고, 유도기는 부하로부터 받은 기계적 에너지를 전기에너지로 바꾸어 전원측으로 돌려보낸다. 역상제동은 회전자와 회전자계의 회전 방향이 서로 반대인 상태에서 이루어진다.

NoteBase

문 15. 전기자저항이 0.2 [Ω]인 타여자 직류발전기가 있다. 부하전류 20 [A]에서 단자전압은 246 [V]이다. 부하전류가 50 [A]로 증가할 때, 단자전압[V]은? (단, 계자자속은 일정하며, 전기자반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압강하는 무시한다)

① 236

② 240

③ 244

④ 250

정답 2번

간단한 해설

유기기전력이 일정하면 부하전류 증가에 따른 **전기자저항의 전압강하 증가분**만큼 단자전압이 낮아진다. 전류가 30 A 증가하여 전압강하가 6 V 늘어나므로 단자전압은 240 V이다.

계산 과정

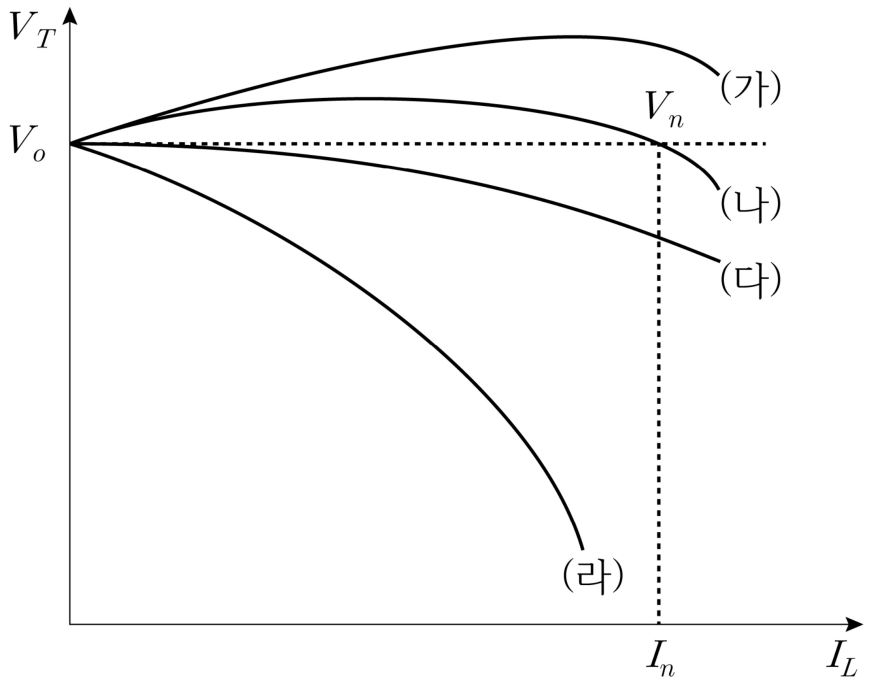
타여자 직류발전기는 계자전류를 외부 전원에서 공급하므로 **전기자전류와 부하전류가 같다**. 전기자저항을 R_a, 전기자전류를 I_a, 유기기전력을 E, 단자전압을 V라 하면, 브러시 접촉 전압강하를 무시할 때 $V = E - I_a R_a$이다. 발전기 내부에서 생긴 전압 중 전기자저항의 전압강하를 뺀 값이 부하에 걸린다.

회전속도는 부하 변화 전후 일정하다고 가정한다. 주어진 계자자속이 일정하고 전기자반작용을 무시하므로 유기기전력도 일정하다. 부하전류가 20 A일 때 전기자저항의 전압강하는 $20 \times 0.2 = 4$ V이므로, 유기기전력은 $E = 246 + 4 = 250$ V이다. 250 V는 부하에 걸리는 전압이 아니라 발전기 내부에서 발생한 전압이다.

부하전류가 50 A가 되면 전기자저항의 전압강하는 $50 \times 0.2 = 10$ V이다. 따라서 단자전압은 $V = 250 - 10 = 240$ V이며, ②의 값에 해당한다.

NoteBase

문 16. 다음은 직류복권발전기의 외부 특성곡선을 나타낸 것이다. (가) ~ (라)를 바르게 연결한 것은? (단, V_T는 단자전압, V_o는 무부하전압, V_n은 정격전압, I_L은 부하전류, I_n은 정격전류를 의미한다)



① (가): 과복권, (나): 평복권, (다): 부족복권, (라): 차동복권

② (가): 과복권, (나): 부족복권, (다): 평복권, (라): 차동복권

③ (가): 차동복권, (나): 평복권, (다): 부족복권, (라): 과복권

④ (가): 차동복권, (나): 부족복권, (다): 평복권, (라): 과복권

정답 1번

간단한 해설

평복권은 **정격부하 단자전압과 무부하전압이 같도록** 전압 강하를 보상하므로, 중간에 전압이 상승하는 (나)도 평복권에 해당한다. (라)는 직권계자와 분권계자의 자속이 서로 반대인 **차동복권**이어서 부하가 커지면 전압이 급격히 떨어진다.

NoteBase

대응 관계 해설

외부 특성곡선은 회전속도를 일정하게 유지할 때 부하전류 I_L에 따른 단자전압 V_T의 변화를 나타낸다.
복권발전기는 분권계자와 직권계자를 함께 사용한다. 두 계자자속이 같은 방향인 가동복권에서는 부하 증가에 따라 커지는 직권계자의 자속으로 내부 전압 강하와 전기자 반작용에 따른 전압 저하를 보상한다.
과복권·평복권·부족복권은 그 보상 정도에 따라 구분한다. 그림에서는 세로 점선인 정격전류 I_n에서 각 곡선의 전압을 무부하전압 V_o를 지나는 가로 점선과 비교한다.

(가): 과복권. 정격전류에서 곡선이 가로 점선보다 위에 있으므로 $V_n > V_o$이다. 직권계자의 보상 효과가 전압 저하보다 커서 **정격부하 전압이 무부하전압보다 높다**.

(나): 평복권. 정격전류에서 곡선이 두 점선의 교점에 도달하므로 $V_n = V_o$이다. 직권계자가 정격부하까지의 전압 저하를 알맞게 보상한다. **무부하와 정격부하의 전압이 같은 것**이 기준이며, 그림처럼 중간 부하에서 전압이 다소 높아질 수도 있다.

(다): 부족복권. 정격전류에서 곡선이 가로 점선보다 아래에 있으므로 $V_n < V_o$이다. 직권계자가 분권계자를 돕기는 하지만 **전압 저하를 충분히 보상하지 못하므로** 부하가 증가하면 단자전압이 내려간다.

(라): 차동복권. 직권계자와 분권계자의 자속이 **서로 반대 방향**이다. 부하전류가 증가할수록 직권계자의 감자작용이 커져 합성자속과 유기기전력이 감소하므로, 그림의 가장 아래 곡선처럼 단자전압이 급격히 하강한다.

이 대응은 (가) 과복권, (나) 평복권, (다) 부족복권, (라) 차동복권으로 연결한 ①과 일치한다.

NoteBase

문 17. 동기발전기 2대의 병렬운전에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기전력의 위상이 다른 경우 동기화 전류가 흐른다.

② 기전력의 크기가 다른 경우 무효순환 전류가 흐른다.

③ 기전력의 파형이 다른 경우 고조파 무효순환 전류가 흐른다.

④ 기전력의 주파수가 다른 경우 무효순환 전류가 흐른다.

정답 4번

간단한 해설

주파수가 다르면 두 기전력의 위상차가 시간에 따라 변하여 **동기화 전류가 주기적으로 변동**하고 난조의 원인이 된다. 무효순환 전류는 주로 **기전력 크기의 차이**에 의해 발생한다.

선지별 해설

① O: 두 기전력의 위상이 다르면 그 차이에 의해 **동기화 전류**가 흐르며 두 발전기 사이에 유효전력이 오간다. 위상이 앞선 발전기는 전기적 부하가 증가하여 감속하고, 뒤진 발전기는 부하가 감소하여 가속하므로 위상차를 줄이는 방향으로 작용한다.

② O: 기전력의 위상과 주파수가 같아도 크기가 다르면 두 발전기 사이에 차전압이 생겨 순환 전류가 흐른다. 전기자 저항을 무시하고 동기 리액턴스를 주로 고려하면 이 전류는 기전력과 약 90°의 위상차를 갖는 **무효순환 전류**이며, 두 발전기의 무효전력 분담에 영향을 준다.

③ O: 기전력의 파형이 다르다는 것은 포함된 고조파 성분에 차이가 있다는 뜻이다. 기본파의 크기와 위상이 같더라도 고조파 차전압이 남아 **고조파 무효순환 전류**가 흐르며, 권선의 발열과 손실을 증가시킨다.

④ X: 주파수가 다르면 한 순간 위상이 일치하더라도 시간이 지나면서 위상차가 다시 생긴다. 이에 따라 **동기화 전류가 주기적으로 변동**하고 전력과 토크가 요동하여 난조의 원인이 된다. 따라서 '무효순환 전류가 흐른다'는 '동기화 전류가 주기적으로 변동하여 난조를 일으킬 수 있다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 18. 지상 역률 0.8의 부하 280 [kW]에 35 [kW]를 소비하는 동기전동기를 병렬로 접속하여 합성부하 역률을 지상 0.9로 할 경우, 필요한 동기전동기의 진상 무효전력[kVAR]은? (단, $\sqrt{0.19} = 0.44$로 계산한다)

① 56

② 154

③ 210

④ 245

정답 1번

간단한 해설

동기전동기가 소비하는 **35 kW도 합성 유효전력에 포함**하므로 총 유효전력은 315 kW이다. 지상 무효전력을 210 kVAR에서 154 kVAR로 줄여야 하므로, 동기전동기에 필요한 진상 무효전력은 56 kVAR이다.

계산 과정

전력 관계: 유효전력을 P, 무효전력을 Q, 전압과 전류의 위상차를 ϕ라 하면 역률은 $\cos\phi$이다. 전력삼각형에서 $Q = P\tan\phi$이고, $\tan\phi = \frac{\sqrt{1-\cos^2\phi}}{\cos\phi}$이므로 유효전력과 역률로 무효전력을 구할 수 있다. 병렬 부하에서는 유효전력끼리, 무효전력끼리 각각 합산하며 **지상과 진상 무효전력은 서로 상쇄**된다.

1. 기존 부하의 무효전력: 역률이 지상 0.8이므로 $\sin\phi_1 = \sqrt{1-0.8^2} = 0.6$이다. 따라서 $Q_1 = 280 \cdot \frac{0.6}{0.8} = 210\text{kVAR}$이다. 이는 기존 부하가 필요로 하는 지상 무효전력이다.

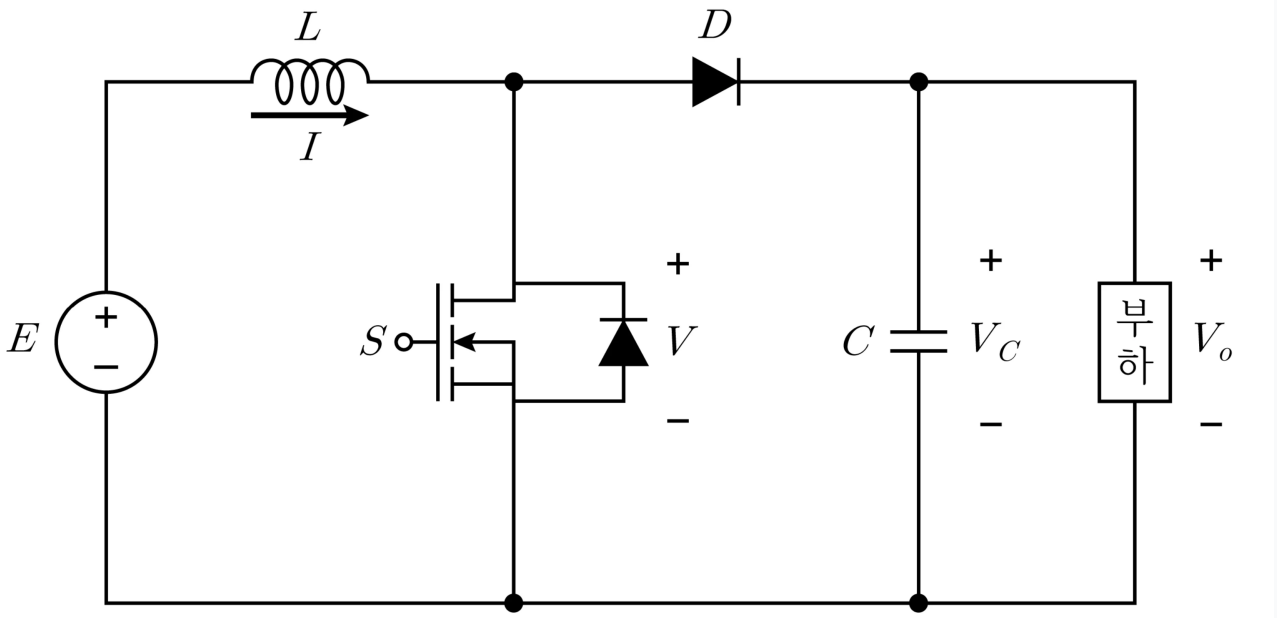
2. 합성 유효전력: 동기전동기는 진상 무효전력으로 역률을 개선하면서도 유효전력 35 kW를 소비한다. 따라서 **동기전동기의 소비전력을 더한** 합성 유효전력은 280 + 35 = 315 kW이다.

3. 목표 역률에서의 무효전력: 합성부하 역률이 지상 0.9이므로 $\sin\phi_2 = \sqrt{1-0.9^2} = \sqrt{0.19}$이다. 문제에서 지정한 근삿값 0.44를 적용하면 $Q_2 = 315 \cdot \frac{0.44}{0.9} = 154\text{kVAR}$이다. 이 값은 역률 개선 후에도 전원에서 공급해야 하는 지상 무효전력이다.

4. 동기전동기의 진상 무효전력: 기존 지상 무효전력 210 kVAR 중 합성부하에 남길 154 kVAR를 제외한 만큼을 동기전동기가 상쇄해야 한다. 따라서 필요한 진상 무효전력의 크기는 210 − 154 = 56 kVAR로, ①의 56에 해당한다.

NoteBase

문 19. 다음은 정상상태로 동작하고 있는 DC–DC 컨버터회로이다. 직류전원의 전압 E가 80 [V]로 일정할 때, 출력전압 V_o를 200 [V]로 제어하려고 한다. 이 컨버터의 듀티비는? (단, 모든 소자는 이상적으로 동작하고, 커패시턴스 C와 인덕턴스 L은 충분히 크다고 가정한다)



① $\frac{2}{5}$
② $\frac{1}{2}$
③ $\frac{3}{5}$
④ $\frac{5}{7}$

정답 3번

간단한 해설

그림은 입력전원에 인덕터를 직렬로 연결한 **승압형 컨버터**이다. 정상상태에서 $V_o = \frac{E}{1-\alpha}$이므로, 80 V를 200 V로 높이는 듀티비는 $\alpha = \frac{3}{5}$, 즉 60%이다.

NoteBase

계산 과정

회로와 조건: 인덕터 뒤의 접속점에 스위치가 연결되고, 다이오드를 거쳐 출력 커패시터와 부하로 이어지는 승압형 컨버터이다. 주기 T 중 스위치가 켜져 있는 시간을 t_{on}이라 하면 듀티비는 $\alpha = \frac{t_{on}}{T}$이다. 인덕턴스와 커패시턴스가 충분히 크므로 인덕터 전류는 연속적으로 흐르고 출력전압의 맥동은 무시한다.

스위치 ON: 스위치가 도통하면 인덕터 오른쪽 접속점이 아래쪽 공통선과 연결된다. 출력 측 다이오드는 역바이어스되어 차단되고, 커패시터가 부하에 전력을 공급한다. 인덕터 전압을 왼쪽 전위에서 오른쪽 전위를 뺀 값으로 정하면 $v_L = E$이므로 인덕터 전류가 증가하며 에너지가 저장된다. 이 구간의 길이는 αT이다.

스위치 OFF: 인덕터 전류가 계속 흐르려 하므로 접속점 전압이 상승하여 출력 측 다이오드가 도통한다. 전원과 인덕터가 함께 출력 측으로 에너지를 전달하며, 이상적인 다이오드의 전압강하는 0이므로 $v_L = E - V_o$이다. 출력전압이 입력전압보다 높아 인덕터 전류는 감소하며, 이 구간의 길이는 $(1-\alpha)T$이다.

정상상태의 전압 관계: 한 주기 뒤 인덕터 전류가 원래 값으로 돌아오므로 **한 주기 동안 인덕터 전압의 평균은 0**이다. 따라서 $E\alpha T + (E - V_o)(1-\alpha)T = 0$이다. 이를 정리하면 $E - V_o(1-\alpha) = 0$, 즉 $V_o = \frac{E}{1-\alpha}$을 얻는다.

듀티비 계산: $\alpha = 1 - \frac{E}{V_o} = 1 - \frac{80}{200} = \frac{3}{5}$이다. 이는 스위치가 한 주기의 60% 동안 켜져 있어야 한다는 뜻이며, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. Y-결선된 3상 2극 브러시리스 직류전동기에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 토크는 전류의 제곱에 비례한다.

② 계자자속이 회전할 때 전기자 권선에 정현파 기전력을 유기한다.

③ PMSM과 같은 형태로 비중첩형 집중권이나 분수홈 집중권 방식을 그대로 적용할 수 있다.

④ 3상 인버터를 사용하여 회전자가 60° 간격을 지날 때마다 3개의 상 모두에 전류를 흘려 구동한다.

정답 3번

간단한 해설

BLDC와 PMSM은 모두 영구자석 회전자와 고정자 전기자 권선을 이용하므로, **비중첩형 집중권이나 분수홈 집중권**을 적용할 수 있다. 유도기전력과 구동전류의 파형이 다르다는 점이 이러한 권선 구조의 적용을 막지는 않는다.

선지별 해설

① X: 영구자석의 계자자속이 일정하고 정상적인 전류 전환이 이루어지면, 토크는 **전류에 비례**한다. 토크 T, 토크상수 K_t, 구동전류 I 사이의 관계는 $T = K_t I$이다. 계자자속이 전류에 따라 증가하는 경우와 달리, 영구자석으로 자속을 만드는 BLDC의 토크를 전류의 제곱에 비례한다고 할 수 없다.

② X: 이 문항에서 다루는 BLDC는 회전자의 영구자석 자속이 고정자 전기자 권선과 쇄교하면서 **사다리꼴 유도기전력**을 발생시키는 방식이다. 이 파형의 평탄한 구간에 맞추어 전류를 흘려 토크를 만든다. 정현파 유도기전력은 통상 BLDC와 구분하여 설명하는 정현파형 PMSM의 특성이다.

③ O: BLDC와 PMSM은 모두 영구자석 회전자와 고정자 전기자 권선을 갖는 전동기이므로, **같은 계열의 집중권 구조**를 적용할 수 있다. 비중첩형 집중권은 코일을 치에 집중하여 감고 코일 끝부분이 서로 겹치지 않게 배치하는 방식이며, 분수홈 집중권은 매극매상 슬롯수가 정수가 아닌 집중권이다. BLDC와 PMSM의 유도기전력·구동전류 파형을 구분하더라도, 비중첩형 집중권이나 분수홈 집중권 자체를 BLDC에 적용할 수 없는 것은 아니다.

④ X: 통상적인 BLDC의 6단계 구동에서는 60°의 전기각마다 통전하는 상의 조합을 바꾸며, 각 구간에서 **두 상에 전류를 흘리고 나머지 한 상은 비통전** 상태로 둔다. Y-결선에서는 한 상으로 들어간 전류가 중성점을 거쳐 다른 상으로 나온다. 따라서 '3개의 상 모두'가 아니라 '두 상'으로 고쳐야 한다. 2극은 극쌍수가 1이므로 기계각과 전기각이 같아, 이 문제의 회전자 회전각 60°는 전기각 60°와 일치한다.

NoteBase

문 21. 2,400 [rpm], 1상의 단자전압 400 [V]인 3상 원통형 동기전동기의 동기 리액턴스가 0.5 [Ω]이다. 내부 유기기전력이 300 [V]이고 부하각이 30°일 때, 3상 동기전동기에서 발생하는 토크[N·m]는? (단, 전기자저항과 기계적 손실은 무시한다)

① $\frac{1,500}{\pi}$
② $\frac{4,500}{\pi}$
③ $\frac{4,500\sqrt{3}}{\pi}$
④ $\frac{9,000}{\pi}$

정답 2번

간단한 해설

원통형 동기전동기의 전력각식으로 구한 변환전력은 360,000 W이다. 토크는 이 전력을 **기계적 각속도** 80π rad/s로 나눈 값이므로 $\frac{4,500}{\pi}$ N·m이다.

계산 과정

1. 전력각식 적용: 전기자저항을 무시한 원통형 동기전동기의 3상 변환전력은 $P = \frac{3VE}{X_s}\sin\delta$이다. V와 E는 각각 1상의 단자전압과 내부 유기기전력의 실효값이고, X_s는 1상당 동기 리액턴스, δ는 두 전압 사이의 부하각이다. 주어진 400 V는 **상전압**이므로 선간전압에서 상전압으로 바꾸는 환산은 필요 없다. 식의 3은 세 상의 전력을 합하는 계수이다.

2. 변환전력 계산: V = 400 V, E = 300 V, $X_s = 0.5\,\Omega$, δ = 30°를 대입한다. $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$이므로 $P = \frac{3 \cdot 400 \cdot 300}{0.5} \cdot \frac{1}{2}$이며, P = 360,000 W이다. 이는 전자기적으로 기계에너지로 변환되는 전력이며, 기계적 손실을 무시하므로 축출력과도 같다.

3. 기계적 각속도 환산: 회전속도 n = 2,400 rpm은 분당 회전수이다. 한 바퀴가 2π rad이고 1분은 60초이므로 $\omega_m = \frac{2\pi n}{60}$이다. 따라서 $\omega_m = \frac{2\pi \cdot 2,400}{60} = 80\pi$ rad/s이다. 토크 계산에는 **rpm을 rad/s로 환산한 값**을 사용한다.

4. 토크 계산: 기계적 전력과 토크의 관계는 $P = T\omega_m$이므로 $T = \frac{P}{\omega_m}$이다. 따라서 $T = \frac{360,000}{80\pi} = \frac{4,500}{\pi}$ N·m이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 22. 3상, 4극, 60[Hz], 슬립 1로 운전 중인 3상 유도전동기의 2차 저항(R_2)이 3[Ω]이고, 2차 리액턴스(X_2)는 6[Ω]이다. 이 전동기를 50[Hz]에서 운전하는 조건에서 슬립이 0.8일 때, 2차 유도 기전력이 40[V]라고 하면 2차 전류[A]는?

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 2번

간단한 해설

2차 리액턴스는 **2차 주파수에 비례**하므로, 전원 50 Hz·슬립 0.8에서는 4 Ω이 된다. 저항 3 Ω과 합친 임피던스의 크기는 5 Ω이므로, 주어진 유도 기전력 40 V에 의한 전류는 8 A이다.

계산 과정

1. 2차 주파수: 유도전동기의 2차 주파수는 전원 주파수와 슬립의 곱으로, $f_2 = sf_1$이다. 처음에는 전원 60 Hz·슬립 1이므로 2차 주파수도 60 Hz이다. 변경된 운전 조건에서는 $f_2 = 0.8 \cdot 50 = 40\text{Hz}$이다.

2. 2차 리액턴스: 2차 누설 인덕턴스를 일정하게 보면 $X_2 = 2\pi f_2 L_2$이므로 리액턴스는 **전원 주파수가 아니라 실제 2차 주파수**에 비례한다. 따라서 60 Hz에서 6 Ω이던 리액턴스는 $X_2 = 6 \cdot \frac{40}{60} = 4\Omega$이 된다. 2차 저항은 주파수 변화와 관계없이 주어진 3 Ω을 사용한다.

3. 2차 임피던스: 저항과 리액턴스의 전압 강하는 위상이 90° 다르므로, 임피던스의 크기는 두 값을 단순히 더하지 않고 제곱합의 제곱근으로 구한다. $|Z_2| = \sqrt{R_2^2 + X_2^2}$에 대입하면 $|Z_2| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$이다.

4. 2차 전류: 40 V는 **전원 50 Hz·슬립 0.8일 때의 유도 기전력**이므로 슬립을 다시 곱하지 않는다. 이 전압을 실제 2차 임피던스의 크기로 나누면 $I_2 = \frac{40}{5} = 8\text{A}$이다. 따라서 계산값은 ②의 8 A와 일치한다.

NoteBase

문 23. 유도전압조정기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 단상 유도전압조정기는 단락권선이 필요 없다.

② 단상 유도전압조정기는 교번자계를 이용한다.

③ 3상 유도전압조정기는 회전자계를 이용한다.

④ 3상 유도전압조정기는 입력전압과 출력전압 간 위상차가 있다.

정답 1번

간단한 해설

단상 유도전압조정기에는 **단락권선이 필요하다**. 단락권선은 2차 권선의 누설 리액턴스를 줄여 부하전류에 따른 전압강하를 억제한다.

선지별 해설

① X: 단상 유도전압조정기에는 **단락권선이 필요하다**. 단락권선에 흐르는 유도전류는 부하전류가 만드는 자속을 억제하여 2차 권선의 누설 리액턴스와 그에 따른 전압강하를 줄인다. 따라서 '단락권선이 필요 없다'는 '단락권선이 필요하다'로 고쳐야 한다.

② O: 단상 교류로 여자하면 공간적으로 일정한 축을 따라 크기와 방향이 주기적으로 변하는 **교번자계**가 생긴다. 단상 유도전압조정기는 이 자계의 전자유도작용을 이용하며, 1차 권선과 2차 권선의 상대적인 각도를 바꾸어 2차 유도전압의 크기와 극성을 조정한다.

③ O: 3상 권선에 평형 3상 교류를 공급하면 각 상의 자계가 합성되어 공간적으로 회전하는 **회전자계**가 생긴다. 3상 유도전압조정기는 이 회전자계에 의한 전자유도작용을 이용한다. 여기서 자계가 회전한다는 것은 회전자가 전동기처럼 계속 회전한다는 뜻이 아니며, 회전자는 전압 조정을 위해 위치를 바꾼 뒤 그 위치에 고정된다.

④ O: 3상 유도전압조정기에서는 회전자의 위치를 바꾸면 2차 유도전압의 위상이 변한다. 출력전압은 입력전압과 이 유도전압의 **벡터합**이므로, 전압 조정 과정에서 출력전압의 크기뿐 아니라 위상도 달라져 일반적으로 입력전압과 출력전압 사이에 위상차가 생긴다.

NoteBase

문 24. 일정 속도로 운전되는 직류분권발전기의 전기자저항은 0.5 [Ω], 분권계자저항은 50 [Ω]이다. 무부하에서 단자전압은 200 [V]이다. 부하전류가 27 [A]일 때 단자전압은 150 [V]로 측정되었다. 무부하와 비교한 부하운전 시 유기기전력의 감소량[V]은? (단, 전기자반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압강하는 무시한다)

① 15

② 22

③ 30

④ 37

정답 4번

간단한 해설

분권발전기는 **무부하에서도 계자전류가 흘러** 전기자저항에 전압강하가 생긴다. 이를 반영한 유기기전력은 무부하에서 202 V, 부하운전 시 165 V이므로 감소량은 **37 V**이다.

계산 과정

분권계자는 단자에 병렬로 연결되므로 계자전류는 $I_f = \frac{V}{R_f}$이고, 발전기의 전기자전류는 $I_a = I_L + I_f$이다. 여기서 V는 단자전압, R_f는 분권계자저항, I_L은 부하전류이다. 브러시 접촉에 의한 전압강하를 무시하면, 유기기전력 E는 단자전압에 전기자저항의 전압강하를 더한 $E = V + I_a R_a$이다. 전기자저항 R_a는 0.5 Ω, 분권계자저항은 50 Ω이다.

무부하: **부하전류가 0이어도 전기자전류는 계자전류만큼 흐른다.** 단자전압이 200 V이므로 $I_{f0} = \frac{200}{50} = 4\text{A}$이고, 전기자전류도 4 A이다. 전기자저항의 전압강하는 $4 \times 0.5 = 2$ V이므로 무부하 유기기전력은 $E_0 = 200 + 2 = 202\text{V}$이다.

부하운전: 단자전압이 150 V로 낮아져 계자전류는 $I_f = \frac{150}{50} = 3\text{A}$이다. 전기자는 **부하전류와 계자전류를 모두 공급**하므로 전기자전류는 $27 + 3 = 30$ A이다. 전기자저항의 전압강하는 $30 \times 0.5 = 15$ V이므로 부하운전 시 유기기전력은 $E = 150 + 15 = 165\text{V}$이다.

유기기전력 감소량: $\Delta E = E_0 - E$이므로 $202 - 165 = 37$ V이다. 이는 선택지 ④의 37 V에 해당한다.

NoteBase

문 25. 정격용량 10 [kVA]의 단상변압기 3대를 △−△ 결선으로 운전하던 중 한 대가 고장 나서 남은 2대로 V−V 결선 운전 중이다. 30 [kVA] 부하에서 변압기 한 대가 분담하는 부하는 정격용량의 몇 배인가? (단, 변압기들은 이상적이고 특성은 같다)

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

정답 3번

간단한 해설

V−V 결선에서 변압기 한 대의 분담용량은 전체 3상 부하용량의 $\frac{1}{\sqrt{3}}$이다. 따라서 한 대가 분담하는 부하는 $10\sqrt{3}$ kVA로, **정격용량의 $\sqrt{3}$배**이다.

계산 과정

1. V−V 결선의 용량 관계: 평형 3상 부하를 공급하는 V−V 결선에서는 각 변압기의 권선에 선간전압이 걸리고 선전류가 흐른다. 선간전압을 V_L, 선전류를 I_L라 하면 한 대의 분담용량은 $S_1 = V_L I_L$이고, 전체 3상 부하용량은 $S_3 = \sqrt{3} V_L I_L$이다. 따라서 **한 대의 분담용량과 전체 부하용량의 관계**는 $S_1 = \frac{S_3}{\sqrt{3}}$이다.

2. 한 대의 분담용량: 전체 부하용량 30 kVA를 대입하면 $S_1 = \frac{30}{\sqrt{3}} = 10\sqrt{3}$ kVA이다. 이는 남은 변압기 각각이 실제로 분담하는 피상전력의 크기이다.

3. 정격용량에 대한 배수: 변압기 한 대의 정격용량은 10 kVA이므로, 요구하는 배수는 $\frac{10\sqrt{3}}{10} = \sqrt{3}$이다. 즉, 각 변압기는 **자기 정격용량의 약 1.73배**를 분담하며, 이 값은 ③의 $\sqrt{3}$과 일치한다.

NoteBase