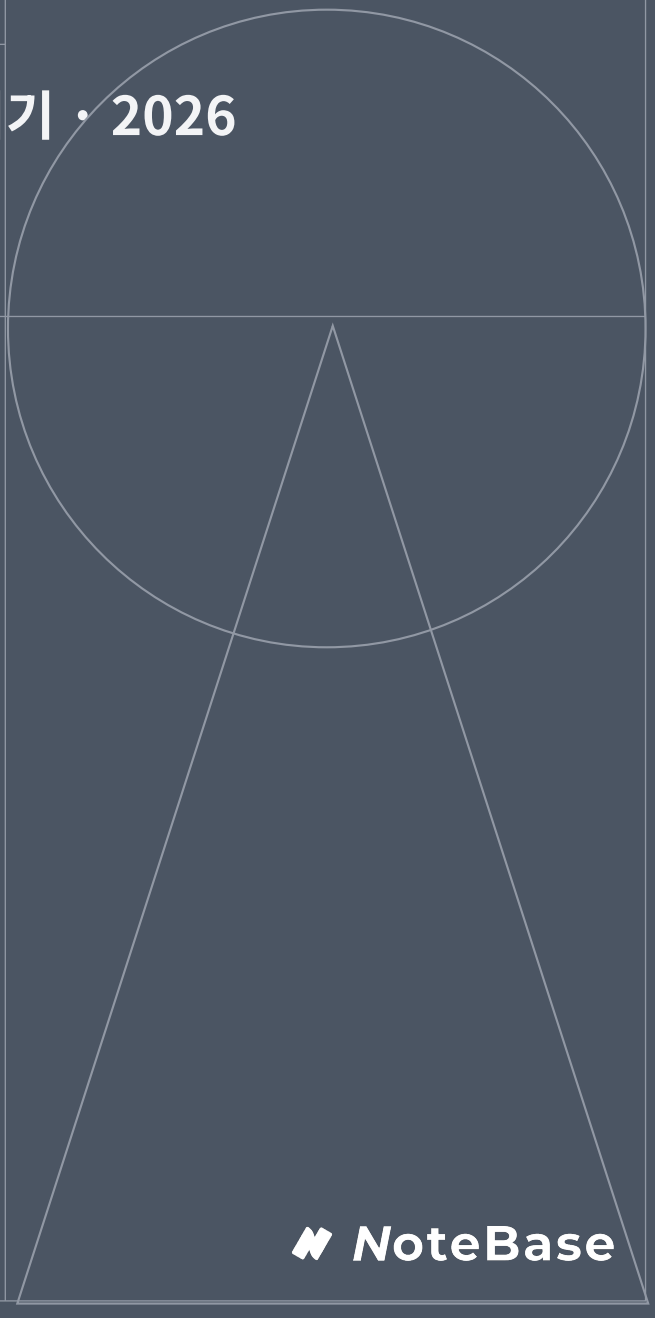
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2026

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2026

문 1. 전기자권선이 단중 중권으로 감긴 4극 직류전동기의 총전기자전류 I_a가 32 [A]라면, 각 병렬회로에 흐르는 전류 i_a [A]는?

① 2

② 4

③ 8

④ 16

정답 3번

간단한 해설

단중 중권에서는 **병렬회로 수가 극수와 같으므로** 4개의 병렬회로가 형성된다. 총전기자전류 32 A가 각 회로에 균등하게 나뉘어 흐르므로 회로당 전류는 8 A이다.

계산 과정

병렬회로 수를 a, 극수를 P라 하면, **단중 중권의 병렬회로 수는 극수와 같다**. 따라서 4극인 이 전동기는 $a = P = 4$개의 병렬회로를 갖는다.

총전기자전류 I_a는 각 병렬회로에 흐르는 전류를 합한 값이다. 각 회로에 전류가 균등하게 나뉘므로 $I_a = a \cdot i_a$ 이며, 각 병렬회로의 전류는 $i_a = \frac{I_a}{a} = \frac{32}{4} = 8\text{A}$이다. 즉, 32 A는 전기자 전체의 전류이고 8 A는 **한 병렬회로에 흐르는 전류**이다.

계산한 각 병렬회로의 전류 8 A는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 주파수 60 [Hz], 슬립 5 [%], 회전수 855 [rpm]인 유도전동기의 극수는?

① 6

② 8

③ 10

④ 12

정답 2번

간단한 해설

슬립 5%는 실제 회전수가 **동기속도의 95%**라는 뜻이므로 동기속도는 900 rpm이다. 이 동기속도와 주파수 60 Hz에 대응하는 극수는 **8극**이다.

계산 과정

동기속도 n_s는 회전자계의 회전속도이고, 실제 회전자 회전수는 n = 855 rpm이다. 슬립은 동기속도에 대한 속도차의 비율이므로 $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이다. 슬립 5%를 s = 0.05로 대입하면 실제 회전수는 **동기속도의 95%**이다. 따라서 $n_s = \frac{n}{1-s} = \frac{855}{0.95} = 900\text{rpm}$이다.

극수를 P, 전원 주파수를 f라 하면 $n_s = \frac{120f}{P}$이다. 극수가 P이면 한 바퀴 도는 동안 $\frac{P}{2}$번의 전기적 주기가 생기며, Hz를 분당 회전수로 환산하므로 계수 120이 나온다. 주파수 f = 60 Hz와 **동기속도 900 rpm**을 적용하면 $P = \frac{120f}{n_s} = \frac{120 \cdot 60}{900} = 8$이다.

따라서 구하는 극수는 8극이며, 선택지 ②의 8에 해당한다.

NoteBase

문 3. 다음은 3상 권선형 유도전동기의 토크발생 원리에 대한 설명이다. (가), (나)에 들어갈 용어를 바르게 연결한 것은?

1차측 권선에 흐르는 전류에 의하여 발생한 (가)이 2차측 권선과 쇄교하여 (나)을 발생시킨다. 이로 인해 2차측 권선에 전류가 흐르고, 2차측 전류와 1차측 (가) 사이에 전자력이 발생되어, 토크가 발생한다.

① (가): 교번자속, (나): 전자유도작용

② (가): 교번자속, (나): 정전유도작용

③ (가): 회전자속, (나): 전자유도작용

④ (가): 회전자속, (나): 정전유도작용

정답 3번

간단한 해설

3상 전류가 만드는 합성 자속은 공간에서 회전하는 **회전자속**이다. 이 자속과 회전자 사이의 상대운동으로 2차측 권선에 기전력이 유도되는 현상이 **전자유도작용**이다.

빈칸별 해설

(가) 회전자속: 공간적으로 배치된 3상 고정자 권선에 3상 교류가 흐르면 각 상이 만드는 자속이 합성되어 회전하는 자속을 형성한다. 1차측은 고정자, 2차측은 회전자에 해당하며, 이 회전자속이 회전자 권선과 쇄교한다. 교번자속은 축의 방향이 고정된 채 크기와 부호가 주기적으로 변하는 자속이므로, **자속의 축이 공간에서 회전하는** 회전자속과 구별된다.

(나) 전자유도작용: 회전자속과 회전자의 속도 차이로 회전자 권선에 쇄교하는 자속이 변하면 권선에 기전력이 유도된다. 이를 **전자유도작용**이라고 한다. 2차측 회로가 닫혀 있으면 이 기전력에 의해 전류가 흐르고, 그 전류와 회전자속의 상호작용으로 토크가 발생한다. 정전유도작용은 외부 전하의 영향으로 도체 내부의 전하가 재배치되는 현상이므로, 자속 변화로 기전력이 생기는 이 원리와 다르다.

(가)는 회전자속, (나)는 전자유도작용이므로 두 빈칸의 조합은 ③과 일치한다.

NoteBase

문 4. 동기전동기의 역률 조정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 단자전압과 출력은 일정하며, 역률 1로 운전 중이다)

① 계자전류를 증가시키면 부하각은 감소한다.

② 계자전류를 감소시키면 역기전력은 감소한다.

③ 계자전류를 증가시키면 뒤진역률이 된다.

④ 계자전류를 감소시키면 전기자전류는 점차 증가한다.

정답 3번

간단한 해설

역률 1에서 계자전류를 증가시키면 과여자 상태가 되어 전기자전류가 단자전압보다 앞서는 **앞선역률**이 된다. 뒤진역률은 계자전류를 감소시킨 부족여자 상태에서 나타난다.

선지별 해설

① O: 계자전류를 증가시키면 회전자 자계가 강해져 같은 부하 토크를 더 작은 부하각으로 낼 수 있다. 출력이 일정하므로 단자전압과 역기전력 사이의 위상차인 **부하각은 감소**한다.

② O: 역기전력은 회전자 계자자속과 회전속도에 비례한다. 동기전동기는 동기속도로 회전하므로 계자전류를 감소시켜 **계자자속이 줄어들면 역기전력도 감소**한다.

③ X: 역률 1에서 계자전류를 증가시키면 과여자 상태가 되어 전기자전류가 단자전압보다 앞선다. 따라서 '뒤진역률'을 **'앞선역률'로 고쳐야 한다**. 반대로 계자전류를 감소시키면 부족여자 상태가 되어 뒤진역률이 된다.

④ O: 단자전압과 출력이 일정하고 손실 변화를 무시하면, 전기자전류의 유효성분은 일정하다. 역률 1에서는 무효성분이 없어 **전기자전류의 크기가 최소**이다. 여기서 계자전류를 감소시키면 뒤지는 무효성분이 커지므로 전기자전류의 크기는 점차 증가한다.

NoteBase

문 5. 권선형 유도전동기의 비례추이 특성을 이용하여 조절할 수 없는 것은?

① 기동토크

② 최대토크

③ 1차전류

④ 역률

정답 2번

간단한 해설

2차 저항을 바꾸면 **최대토크가 발생하는 슬립**은 달라지지만, 전원 전압과 주파수가 일정할 때 **최대토크의 크기는 변하지 않는다**. 비례추이는 토크 특성의 슬립상 위치를 바꾸는 성질이다.

공통 해설

권선형 유도전동기는 회전자에 외부 저항을 연결하여 2차 회로의 전체 저항을 바꿀 수 있다. 전원 전압·주파수가 일정하고 다른 회로 정수가 변하지 않을 때, 등가회로에서 2차 저항이 미치는 영향은 R_2/s로 나타난다. 여기서 R_2는 외부 저항을 포함한 2차 회로의 전체 저항이고, s는 슬립이다. 저항과 슬립을 같은 비율로 바꾸어 **저항과 슬립의 비를 일정하게 유지**하면, 대응하는 운전점의 토크·1차전류·역률도 같아진다. 이것이 비례추이이다.

저항을 바꾸면서 같은 슬립에서 비교하면 이 비가 달라지므로 기동토크·1차전류·역률을 조절할 수 있다. 특히 기동 시에는 슬립이 1이므로, 외부 저항을 적절히 넣어 기동전류를 줄이고 역률을 개선하면서 기동토크를 높일 수 있다. 다만 저항을 지나치게 크게 하면 기동토크는 다시 작아지므로, 저항 증가가 항상 토크 증가를 뜻하지는 않는다.

반면 최대토크를 내던 운전점은 저항 변화에 비례하여 슬립만 달라진 위치에서 같은 토크를 낸다. 따라서 **최대토크가 발생하는 슬립은 변하지만 최대토크의 크기는 일정**하므로, 비례추이로 조절할 수 없는 것은 최대토크이다.

NoteBase

문 6. 변압기의 효율이 최대가 되는 조건으로 옳은 것은? (단, 2차측 단자전압은 일정하며, 부하는 전부하이다)

① 역률이 1이고, 동손과 철손이 같을 때

② 역률이 1이고, 동손이 철손의 0.5배일 때

③ 역률이 1이고, 철손이 동손의 0.5배일 때

④ 역률과는 상관없이 동손과 철손이 최대일 때

정답 1번

간단한 해설

같은 전압과 전부하 전류에서 역률이 높을수록 유효출력이 커지므로 효율은 **역률 1**에서 가장 높다. 또한 최대 효율이 전부하에서 나타나려면 **전부하 동손과 철손이 같아야** 한다.

선지별 해설

변압기의 효율은 입력전력 중 부하에 전달되는 유효전력의 비율이다. 유효출력을 P, 동손을 P_c, 철손을 P_i라 하면 $\eta = \frac{P}{P + P_c + P_i}$이다. 동손은 권선 저항에서 발생하며 부하전류의 제곱에 비례한다. 철손은 철심에서 발생하며, 전압과 주파수가 일정한 통상적인 운전에서는 거의 일정하게 취급한다.

① O: 전부하에서는 부하전류가 정해져 있다. 2차측 단자전압도 일정하므로 역률이 높을수록 유효출력이 커지고, 같은 손실에 대한 효율이 높아진다. 따라서 역률은 1이어야 한다. 한편 부하가 작으면 출력에 비해 철손의 비중이 크고, 부하가 커지면 동손이 빠르게 증가한다. 이 두 영향이 균형을 이루는 최대 효율 조건은 **동손과 철손이 같은 것**이다. 그 최대점이 전부하에 있으려면 전부하 동손과 철손이 같아야 한다.

② X: 역률 1은 맞지만, **동손이 철손의 0.5배**이면 두 손실이 같지 않아 전부하가 최대 효율점이 아니다. 최대 효율 조건은 동손이 철손과 같을 때이다.

③ X: 철손이 동손의 0.5배라는 것은 **동손이 철손의 2배**라는 뜻이다. 이 역시 두 손실이 같은 조건을 만족하지 않는다. 최대 효율점에서는 동손과 철손이 같아야 한다.

④ X: 효율은 역률과 관계가 있다. 같은 전압과 전류에서는 **역률이 1일 때** 유효출력이 가장 커 효율이 가장 높다. 또한 손실이 크다는 사실이 효율을 높이지 않는다. 최대 효율의 부하 조건은 동손과 철손이 최대인 것이 아니라 두 손실이 같은 것이다.

NoteBase

문 7. 직류 분권전동기의 부하가 증가할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 단자전압과 계자저항은 일정하다)

① 전동기의 속도가 증가한다.

② 전동기의 전류가 증가한다.

③ 전동기의 토크가 일정하다.

④ 전동기의 역기전력이 일정하다.

정답 2번

간단한 해설

단자전압과 계자저항이 일정하면 계자전류와 자속은 거의 일정하다. 부하가 증가하면 더 큰 토크가 필요하므로 **전기자전류가 증가**하며, 계자전류가 일정한 상태에서 전동기로 들어가는 전체 전류도 증가한다.

선지별 해설

분권전동기는 계자권선과 전기자가 전원에 병렬로 연결되어 있다. 계자전류는 $I_f = \frac{V}{R_f}$이므로 단자전압 V와 계자저항 R_f가 일정하면 계자전류도 일정하다. 전기자 반작용에 따른 자속 변화를 무시하는 기본 특성에서는 자속 Φ도 거의 일정한 것으로 본다.

① X: 부하가 증가하면 속도는 증가하지 않고 **약간 감소**한다. 부하토크가 커지면 회전자가 일시적으로 감속하고, 역기전력 $E = k_e \Phi n$도 감소한다. 여기서 k_e는 기계의 상수이고 n은 회전속도이다. 역기전력이 낮아지면 전기자전류가 증가하여 더 큰 부하에 필요한 토크를 발생시킨다.

② O: 전기자 회로에서는 $V = E + I_a R_a$가 성립한다. 여기서 E는 역기전력, I_a는 전기자전류, R_a는 전기자저항이며 브러시 전압강하는 무시한다. 단자전압이 일정할 때 역기전력이 감소하면 **전기자전류가 증가**한다. 전동기의 전체 입력전류는 $I = I_a + I_f$이므로 계자전류가 일정한 이 조건에서는 전체 전류도 증가한다.

③ X: 전동기의 발생토크는 일정하지 않고 **부하에 맞추어 증가**한다. 발생토크는 $T = k_t \Phi I_a$이며, k_t는 토크 상수이다. 자속이 거의 일정하므로 전기자전류가 증가하면 발생토크도 증가하여 더 큰 부하토크를 감당한다.

④ X: 역기전력은 일정하지 않고 **감소**한다. 전기자 회로식을 정리하면 $E = V - I_a R_a$이다. 부하 증가로 전기자전류가 커지면 전기자저항에서의 전압강하 $I_a R_a$가 증가하므로, 단자전압이 일정해도 역기전력은 감소한다.

NoteBase

문 8. 권선형 유도전동기에만 사용되는 속도 제어 방법은?

① 전압 제어 방식

② 주파수 제어 방식

③ 극수 변환 방식

④ 2차여자 제어 방식

정답 4번

간단한 해설

2차여자 제어는 **회전자 권선에 외부 전압을 가해** 속도를 조절하는 방식이다. 회전자 회로를 슬립링과 브러시로 외부에 연결할 수 있는 권선형 유도전동기에 사용한다.

공통 해설

이 문항의 구분 기준은 **회전자(2차) 회로를 외부에 연결해야 하는가**이다. 권선형 유도전동기는 회전자 권선의 단자를 슬립링과 브러시를 통해 외부로 꺼낼 수 있다. 반면 농형 유도전동기는 회전자 도체가 양 끝의 단락환으로 연결되어 있어, 일반적인 구조에서는 회전자 회로에 외부 전원을 직접 접속할 수 없다.

2차여자 제어 방식은 회전자 권선에 외부 전압을 가하여 회전자 전류와 슬립을 바꾸고 속도를 조절한다. 슬립은 동기속도와 회전자 속도의 차이를 동기속도로 나눈 값이다. 따라서 이 방식에는 회전자 권선으로 외부 전압을 공급할 수 있는 권선형 구조가 필요하다.

전압 제어와 주파수 제어는 고정자에 공급하는 전원의 전압이나 주파수를 바꾸는 방식이고, 극수 변환은 고정자 권선의 접속 등을 바꾸어 자극 수를 변경하는 방식이다. 이들은 **회전자 회로에 외부 전원을 직접 접속할 필요가 없으므로** 권선형에만 사용되는 방법이 아니다.

NoteBase

문 9. 지하철 견인용으로 사용되는 유도전동기의 역상제동에 대한 슬립(s) 구간으로 옳은 것은?

① $s > 1$

② $0 < s < 1$

③ $s < 0$

④ $s = 0$

정답 1번

간단한 해설

역상제동에서는 회전자계의 방향을 바꾸어 **회전자의 회전 방향과 반대**로 만든다. 두 회전의 상대속도가 동기속도보다 커지므로 슬립은 $s > 1$이다.

공통 해설

슬립은 회전자계에 대한 회전자의 상대속도를 동기속도로 나눈 값으로, $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이다. 여기서 n_s는 동기속도, n은 회전자 속도이다. 회전자계의 회전 방향을 양의 방향으로 정하면 $n_s > 0$이다.

역상제동은 3상 전원 중 두 상의 접속을 바꾸어 회전자계의 방향을 반전시키는 제동 방식이다. 회전자는 관성 때문에 종전 방향으로 계속 회전하므로, 반전된 회전자계를 기준으로 회전자 속도는 $n < 0$이다. 따라서 슬립 식의 분자는 n_s보다 커져 $s > 1$이 된다. 이때 전동기 토크는 **회전자의 회전을 방해하는 방향**으로 작용한다.

나머지 후보인 $0 < s < 1$, $s < 0$, $s = 0$에서는 같은 슬립 식에 따라 회전자 속도가 회전자계와 같은 방향이다. 따라서 **서로 반대 방향으로 회전하는** 역상제동의 조건에 해당하지 않는다. 회전자가 완전히 정지하면 $n = 0$이므로 $s = 1$이며, 이는 제동 중 회전 상태와 구분되는 경계이다.

NoteBase

문 11. 직류 분권발전기에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 회전수는 일정하다)

① 계자저항의 크기를 임계저항보다 크게 한다.

② 부하전류가 증가할수록 단자전압은 상승한다.

③ 계자저항을 크게 할수록 발생자속이 상승한다.

④ 철심의 잔류자속이 없으면 단자전압은 발생하지 않는다.

정답 4번

간단한 해설

분권발전기는 **잔류자속으로 생긴 초기 기전력**이 계자전류를 흐르게 하면서 전압을 확립한다. 잔류자속이 없으면 이 과정이 시작되지 않아 외부 여자 없이 단자전압을 발생시킬 수 없다.

선지별 해설

직류 분권발전기는 계자권선을 전기자와 병렬로 연결하고, 발전기 자체의 전압으로 계자전류를 공급하는 자기여자 발전기이다.

① X: 임계저항은 주어진 회전수에서 자기여자로 전압을 확립할 수 있는 계자회로 저항의 한계값이다. 전압을 확립하려면 계자저항을 **임계저항보다 작게** 해야 한다. 계자저항이 너무 크면 계자전류가 충분히 흐르지 못해 자속과 기전력이 서로 증가하는 과정이 이어지지 않는다.

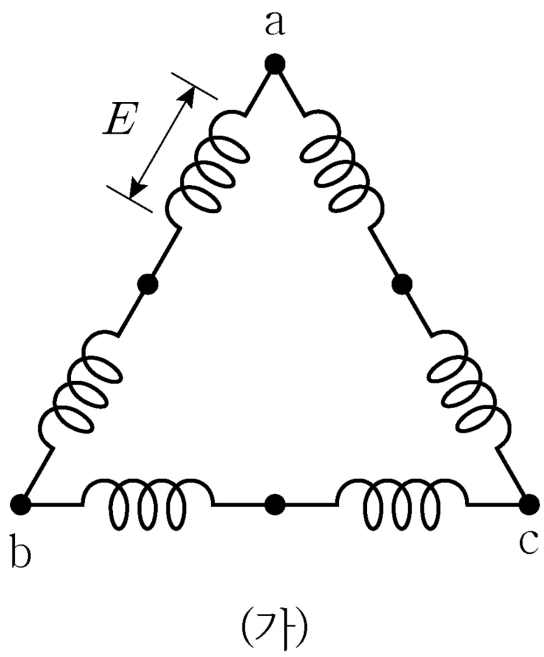
② X: 회전수가 일정하고 계자저항을 조정하지 않을 때, 정상 운전 범위에서 부하전류가 증가하면 단자전압은 **하강한다**. 전기자전류 증가로 전기자저항에 의한 전압강하가 커지고, 전기자반작용으로 유효 자속도 감소하기 때문이다. 분권 계자권선은 발전기 단자에 병렬로 연결되어 있으므로 단자전압이 낮아지면 계자전류와 자속이 감소하여 전압이 더 낮아진다.

③ X: 계자저항을 크게 하면 계자전류가 줄어들어 계자의 자화작용이 약해지므로, 발생자속은 상승하는 것이 아니라 **감소한다**. 회전수가 일정할 때 유기기전력은 자속에 비례하므로 유기기전력도 낮아진다.

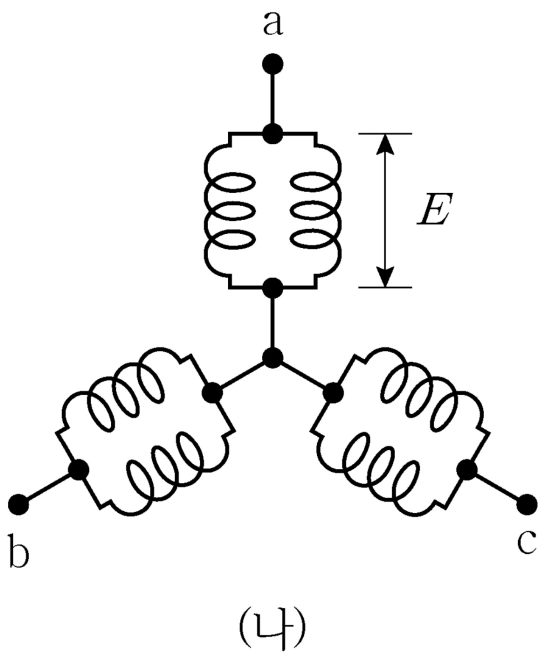
④ O: 철심에 남아 있는 잔류자속은 회전이 시작될 때 작은 기전력을 발생시킨다. 이 기전력으로 계자전류가 흐르고, 그 전류가 잔류자속을 강화하는 방향으로 흐르면 자속과 기전력이 커지면서 전압이 확립된다.
잔류자속이 없으면 초기 기전력이 생기지 않아 계자전류도 흐르지 못하므로, 외부 여자 없이 자기여자에 의한 단자전압을 발생시킬 수 없다.

NoteBase

문 12. 3상 동기발전기 두 대의 전기자 결선이 각각 (가), (나)와 같이 구성되어 있다. 하나의 코일에서 발생하는 기전압을 E라고 하면, (가)의 선간전압은 (나)의 선간전압에 비해 몇 배가 되는가?



(가)



(나)

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

정답 4번

간단한 해설

(가)는 각 상의 코일 두 개가 **직렬인 Δ결선**이므로 선간전압이 2E이고, (나)는 코일 두 개가 **병렬인 Y결선**이므로 선간전압이 $\sqrt{3}E$이다. 따라서 (가)의 선간전압은 (나)의 $\frac{2}{\sqrt{3}}$배이다.

NoteBase

계산 과정

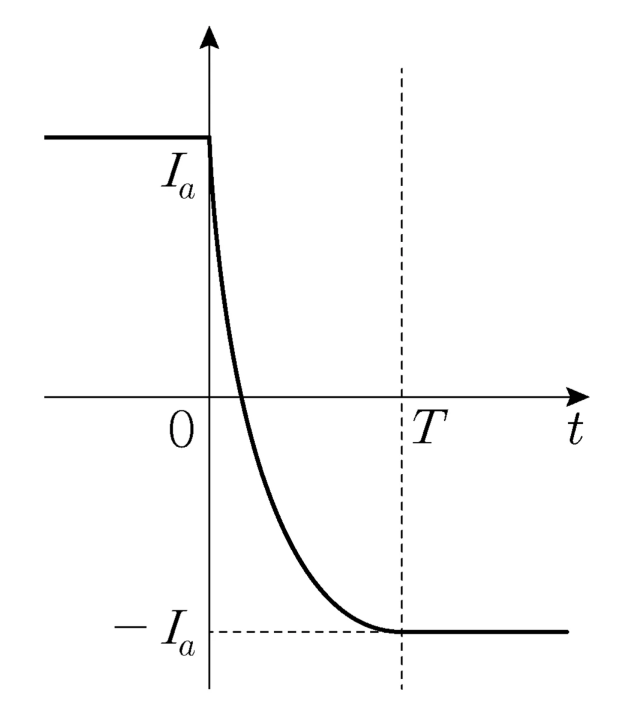
(가)의 선간전압: 삼각형의 각 변에는 기전압이 E인 코일 두 개가 직렬로 연결되어 있다. 같은 상의 코일 기전압이 더해지므로 상전압은 2E이다. Δ결선에서는 **한 상의 양 끝이 곧 두 선 단자**이므로 선간전압도 V_L,가=2E이다.

(나)의 선간전압: 각 선 단자와 중앙 공통점 사이에 코일 두 개가 병렬로 연결되어 있다. 병렬 연결에서는 **전압이 더해지지 않으므로** 상전압은 E이다. 평형 3상 Y결선의 선간전압은 위상차가 120°인 두 상전압의 벡터 차이며, 그 크기는 상전압의 $\sqrt{3}$배이다. 따라서 V_L,나=√(3)E이다.

선간전압의 비: (나)의 선간전압을 기준으로 나누면 $k = \frac{2E}{\sqrt{3}E} = \frac{2}{\sqrt{3}}$이다. 두 전압의 단위가 약분되어 비는 무차원이며, 이 값은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 13. 그림은 정류 중인 직류기 전기자 코일에서의 전류(I_a) 변화를 나타낸다. 그림의 실선과 같이 전류가 변화할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, T는 정류 주기이다)



① 정류전압이 이상적인 경우에 나타난다.

② 정류전압이 리액턴스 전압보다 클 경우에 나타난다.

③ 브러시 후단에서 전류의 변화가 높게 나타난다.

④ 브러시 접촉면에 대한 전류밀도가 균일하다.

정답 2번

간단한 해설

실선은 정류 초기에 전류가 급격히 변하고 말기에는 완만해지는 **과정류** 곡선이다. 전류 반전을 돕는 정류전압이 이를 방해하는 **리액턴스 전압보다 클 때** 이러한 특성이 나타난다.

NoteBase

선지별 해설

정류는 브러시에 의해 단락된 전기자 코일의 전류 방향이 반전되는 과정이다. 그림에서 전류는 정류 주기 T 동안 $+I_a$에서 $-I_a$로 변하며, 실선은 처음에 가파르고 끝으로 갈수록 완만하다.

① X: 이상적인 직선정류에서는 전류가 정류 주기 동안 **일정한 변화율로 반전**되므로 두 끝점을 잇는 직선이 된다. 그림의 실선은 변화율이 일정하지 않은 과정류 곡선이다.

② O: 리액턴스 전압은 코일의 인덕턴스에 의해 발생하여 전류 반전을 방해하고, 정류전압은 그 반전을 돕는다. **정류전압이 리액턴스 전압보다 크면** 전류 반전이 직선정류보다 앞서 진행되어 그림과 같은 과정류가 나타난다.

③ X: 실선의 기울기 크기는 정류 초기에 크고 말기에 작다. 따라서 전류 변화율이 큰 곳은 브러시 후단이 아니라 **정류가 시작되는 브러시 전단**이며, 후단에 해당하는 정류 말기에는 전류 변화가 완만하다.

④ X: 브러시 접촉면의 전류밀도가 균일한 것은 **직선정류**의 특성이다. 접촉면적의 변화에 비례하여 전류가 옮겨 가면 코일 전류도 일정한 비율로 반전된다. 과정류에서는 전류의 이동이 초기에 집중되므로 전단의 전류밀도가 높고 후단은 낮아 균일하지 않다.

NoteBase

문 14. 부하가 저항인 단상 반파다이오드 정류기에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 입력전압은 $v = V_m \sin \omega t$ 이다)

① 출력전압의 평균값은 $\frac{V_m}{2}$이다.

② 반파정류기는 전파정류기에 비해 효율이 높다.

③ 반파정류기의 출력전류는 입력전압의 반주기 동안만 흐른다.

④ 반파정류기의 출력전압 주파수는 입력전압 주파수의 두 배이다.

정답 3번

간단한 해설

저항 부하에서는 전류가 전압에 비례하므로, 다이오드가 순방향으로 도통하는 **한쪽 반주기 동안만 출력전류가 흐른다**. 반대 반주기에는 다이오드가 역방향으로 차단되어 전류가 흐르지 않는다.

선지별 해설

① X: 다이오드의 순방향 전압강하를 무시하면, 출력전압은 한쪽 반주기에는 입력 정현파를 따르고 나머지 반주기에는 0이다. 이를 **입력의 한 주기 전체에 걸쳐 평균**한 값은 $V_{\text{avg}} = \frac{V_m}{\pi}$이다. 선지의 $\frac{V_m}{2}$는 평균값이 아니라 이 출력전압의 실효값이다.

② X: 정류효율은 교류 입력전력 중 직류 출력전력으로 변환되는 비율이다. 같은 이상적 조건에서 반파정류기는 한쪽 반주기만 이용하므로, 두 반주기를 모두 이용하는 전파정류기보다 **정류효율이 낮다**. 따라서 효율이 높다는 표현을 낮다는 표현으로 고쳐야 한다.

③ O: 저항 부하에서는 $i_o = \frac{v_o}{R}$이므로 출력전류는 출력전압과 같은 파형을 갖는다. 다이오드가 순방향으로 도통하는 한쪽 반주기에는 전류가 흐르고, 역방향으로 차단되는 반대 반주기에는 전류가 0이다. 따라서 출력전류는 **입력전압의 반주기 동안만** 흐른다.

④ X: 반파정류 출력은 입력 한 주기마다 하나의 펄스가 나타나므로, 출력전압의 반복 주기는 입력전압의 주기와 같다. 따라서 출력전압의 기본 주파수는 **입력전압의 주파수와 같다**. 입력전압 주파수의 두 배가 되는 것은 두 반주기를 모두 같은 극성으로 정류하는 전파정류의 출력이다.

NoteBase

문 15. 회전계자형 3상 동기전동기의 계자측 주자속을 형성하는 데 필요한 구성요소만 나열한 것은?

① 슬립링, 브러시, 교류전원

② 정류자, 브러시, 교류전원

③ 슬립링, 브러시, 직류전원

④ 정류자, 브러시, 직류전원

정답 3번

간단한 해설

회전계자형 동기전동기는 회전자 계자권선에 **직류**를 흘려 주자속을 만든다. 외부의 직류전원은 **브러시와 슬립링**을 통해 회전하는 계자권선에 연결된다.

구성 요소별 해설

회전계자형은 계자권선이 회전자에 배치된 구조이다. 계자권선에 직류 여자전류를 흘리면 회전자를 기준으로 극성이 일정한 자극이 형성된다. 보기와 같이 외부 전원에서 브러시를 통해 여자하는 방식의 구성 요소는 다음과 같다.

슬립링: 회전자 축과 함께 회전하며 계자권선에 연결되는 연속된 도전성 고리이다. 브러시와 접촉하여 **회전 중에도 전기적 연결을 유지**한다. 정류자처럼 회전 위치에 따라 권선의 접속을 바꾸는 장치가 아니므로, 계자에 직류를 공급하는 이 접속에는 정류자 대신 슬립링을 사용한다.

브러시: 고정된 쪽에서 회전하는 슬립링에 접촉하여 **외부 전원과 회전자 사이에 전류 통로**를 만든다. 따라서 슬립링과 브러시는 함께 전원과 계자권선을 연결한다.

직류전원: 계자권선에 한 방향의 여자전류를 공급하여 주자속을 형성한다. **3상 교류전원은 고정자 전기자권선**에 공급되어 회전자계를 만드는 전원이며, 회전자 계자권선에 공급하는 직류 여자전원과 구별한다.

따라서 필요한 구성은 '슬립링, 브러시, 직류전원'이며, 이는 ③의 조합이다.

NoteBase

문 16. 변압기의 철손에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 부하전류의 제곱에 비례하여 증가한다.

② 전압이 일정할 때 주파수에 반비례하여 와전류 손실이 변화한다.

③ 철심의 규소 함유량을 높이면, 철심의 전기저항이 낮아져 와전류 손실이 감소한다.

④ 2차권선을 개방하고 1차권선에 정격전압을 가할 때 측정되는 1차측 입력을 이용해서 구할 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

2차권선을 개방한 무부하 시험에서는 1차에 작은 무부하전류만 흐르므로 동손이 작다. 따라서 정격전압을 가했을 때의 **1차측 입력을 철손으로 근사**할 수 있다.

선지별 해설

① X: 부하전류의 제곱에 비례하는 것은 권선의 저항에서 발생하는 **동손**이다. 철손은 철심의 자화 과정에서 발생하는 히스테리시스 손실과 와전류 손실의 합이며, 전압과 주파수가 일정하면 부하가 변해도 거의 일정하다.

② X: 같은 철심에서 와전류 손실은 $P_e \propto f^2 B_m^2$의 관계를 따른다. 여기서 f는 주파수, B_m은 최대 자속밀도이다. 정현파 전압에서 권선 전압강하를 무시하면 $B_m \propto \frac{V}{f}$이므로, 이를 대입하면 $P_e \propto V^2$가 된다. 따라서 전압이 일정할 때 와전류 손실은 주파수에 반비례하는 것이 아니라 **근사적으로 일정**하다.

③ X: 철심에 규소를 첨가하면 전기저항이 낮아지는 것이 아니라 **비저항이 높아진다**. 같은 크기의 와전류 유도기전력에 대해 흐르는 전류가 줄어들므로 와전류 손실이 감소한다.

④ O: 2차권선을 개방하고 정격주파수에서 1차권선에 정격전압을 가하는 것은 **무부하 시험**이다. 2차전류는 흐르지 않고 1차에는 작은 무부하전류만 흐르므로 권선의 동손이 작다. 이때 측정한 1차측 입력에서 무부하 동손을 빼면 철손을 구할 수 있으며, 무부하 동손을 무시하면 측정 입력을 철손으로 근사할 수 있다.

NoteBase

문 17. 출력 100 [kW], 단자전압 100 [V]의 직류 타여자발전기가 있다. 전기자권선의 저항이 0.005 [Ω]일 때 전압변동률[%]은? (단, 전기자반작용과 브러시에 의한 전압강하는 무시한다)

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 3번

간단한 해설

전기자권선의 저항에 의한 전압강하는 5 V이며, 부하를 제거하면 그만큼 단자전압이 높아진다. 전압변동률은 이 전압차를 **부하 시 단자전압 100 V**로 나눈 비율이므로 5%이다.

계산 과정

1. 전기자전류: 출력은 부하에 공급하는 전력이므로 $P = VI$를 적용한다. 100 kW = 100000 W이므로 부하전류는 $I = \frac{100000}{100} = 1000\text{A}$이다. 타여자발전기는 계자전류를 외부 전원에서 공급하므로 **전기자전류와 부하전류가 같다**. 따라서 전기자전류 I_a도 1000 A이다.

2. 무부하전압: 전기자권선 저항을 R_a, 유기기전력을 E, 부하 시 단자전압을 V라 하면, 브러시 전압강하를 무시한 발전기의 전압 관계는 $E = V + I_aR_a$이다. 전기자저항에 의한 전압강하는 $1000 \times 0.005 = 5$ V이므로 E = 100 + 5 = 105 V이다. 회전속도와 여자조건을 유지하고 부하를 제거하면 전기자전류가 0이 되어 저항 전압강하가 사라진다. 전기자반작용도 무시하므로 유기기전력은 변하지 않아 무부하전압 V_0는 105 V이다.

3. 전압변동률: 부하를 제거했을 때의 전압 상승분을 **부하 시 단자전압을 기준**으로 백분율로 나타낸다. 따라서 전압변동률은 $\frac{V_0 - V}{V} \times 100$이며, $\frac{105 - 100}{100} \times 100 = 5\%$이다. 이는 ③의 5에 해당한다.

NoteBase

문 18. 4극 36슬롯, 3상 동기발전기의 기본파에 대한 단절계수가 $\sin\left(\frac{7\pi}{18}\right)$일 때, 전기자 코일의 피치값은?

① $\frac{7}{9}$

② 3

③ $\frac{9}{2}$

④ 7

정답 4번

간단한 해설

1극 피치는 9슬롯이며, 기본파 단절계수는 코일이 차지하는 **전기각의 절반에 대한 사인값**이다. 주어진 값에서 코일의 전기각은 $\frac{7\pi}{9}$이므로, 코일 피치는 **7슬롯**이다.

계산 과정

1극 피치: 전체 슬롯 수를 극수로 나누면 $\tau = \frac{36}{4} = 9$슬롯이다. 이는 **전기각 180°에 해당하는 슬롯 간격**으로, 전절 코일의 피치이다.

단절계수와 코일 전기각: 코일 양변 사이의 전기각을 θ라 하면 기본파 단절계수는 $k_p = \sin\frac{\theta}{2}$이다. 단절계수는 같은 조건의 전절 코일에 대한 단절 코일의 유기전압 비를 나타낸다. 단절 코일에서는 $0 < \theta < \pi$이므로, 주어진 $k_p = \sin\frac{7\pi}{18}$에서 $\frac{\theta}{2} = \frac{7\pi}{18}$, 즉 $\theta = \frac{7\pi}{9}$이다.

코일 피치: 9슬롯이 전기각 π에 해당하므로, 코일 피치 y는 $y = 9 \cdot \frac{7\pi/9}{\pi} = 7$슬롯이다. 여기서 구한 값은 **코일 양변 사이의 슬롯 간격**이며, 전절 피치에 대한 비율 $\frac{7}{9}$와 구별한다.

따라서 전기자 코일의 피치값은 7이며, ④에 해당한다.

NoteBase

문 19. 단상변압기 1차측 권수를 2배로 증가했을 때, 변압기 여자전류의 크기는 몇 배가 되는가? (단, 변압기 철심의 크기, 권선저항, 인가전압, 전원 주파수는 동일하며, 철심 포화는 없다)

① 0.25

② 0.50

③ 2.0

④ 4.0

정답 1번

간단한 해설

철심이 포화되지 않는 같은 자기회로에서 여자인덕턴스는 **권수의 제곱에 비례**한다. 인가전압과 주파수가 같으면 권수를 2배로 늘릴 때 여자리액턴스가 4배가 되므로 여자전류는 **0.25배**가 된다.

계산 과정

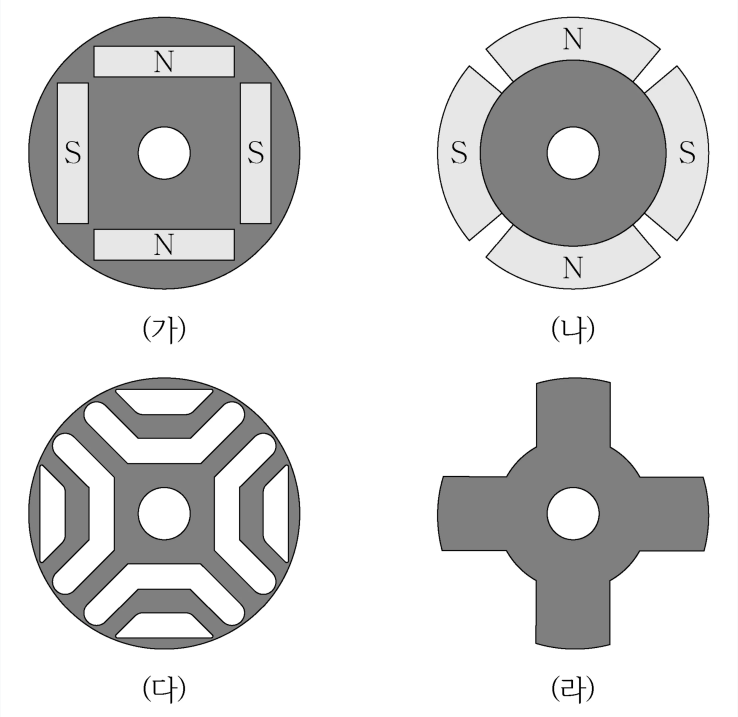
조건과 모델: 변경 전 1차 권수를 N_1, 여자인덕턴스를 L_m, 자속을 만드는 여자전류를 I_m이라 하자. 철심의 크기가 같고 포화가 없으므로 선형 자기회로로 보아 자기저항 $\mathcal{R}$을 일정하게 둔다. 권선저항은 동일하며, 여기서는 **여자전류에 의한 권선 전압강하를 무시**하는 통상적인 변압기 근사를 적용한다.

여자인덕턴스의 변화: 자속은 $\Phi = \frac{N_1 I_m}{\mathcal{R}}$이고, 인덕턴스는 전류당 쇄교자속이므로 $L_m = \frac{N_1 \Phi}{I_m} = \frac{N_1^2}{\mathcal{R}}$이다. 따라서 권수를 2배로 늘리면 $L_m' = \frac{(2N_1)^2}{\mathcal{R}} = 4L_m$이 된다. 이는 같은 철심에서 전류 변화에 대한 유도작용이 4배가 된다는 뜻이다.

여자전류의 변화: 여자리액턴스는 $X_m = 2\pi f L_m$이다. 전원 주파수 f가 같으므로 $X_m' = 4X_m$이고, 인가전압 V_1도 같으므로 $I_m \approx \frac{V_1}{X_m}$에서 전류는 리액턴스에 반비례한다. 변경 전후의 비는 $\frac{I_m'}{I_m} = \frac{X_m}{4X_m} = \frac{1}{4} = 0.25$이다. 따라서 여자전류의 크기는 원래의 0.25배이며, ①의 0.25에 해당한다.

NoteBase

문 20. 그림은 서로 다른 형태의 전동기 회전자 구조이다. 마그네틱 토크와 릴럭턴스 토크가 함께 발생하는 회전자 구조는? (단, 고정자측에는 3상권선이 설치되어 있다)



① (가)

② (나)

③ (다)

④ (라)

정답 1번

간단한 해설

(가)는 **영구자석을 회전자 내부에 매입한 구조**여서 자석 자속에 의한 마그네틱 토크와 방향별 자기저항 차이에 의한 릴럭턴스 토크를 함께 이용한다. 회전자 외곽이 원형이어도 내부의 자속 통로가 방향에 따라 다르면 릴럭턴스 토크가 발생할 수 있다.

NoteBase

공통 해설

두 토크를 함께 이용하려면 **영구자석의 자속과 방향에 따른 자기저항 차이**가 모두 있어야 한다. 고정자의 3상권선이 만드는 회전자계와 영구자석 자속의 상호작용으로 생기는 것이 마그네틱 토크이다. 릴럭턴스 토크는 자속이 통과하기 쉬운 방향, 즉 자기저항이 작은 방향으로 회전자가 정렬하려는 작용에서 생긴다.

(가)는 N극과 S극으로 표시된 영구자석이 철심 내부에 들어 있는 매입형 영구자석 회전자이다. 자석과 철심의 자기적 성질이 달라 자석을 통과하는 방향과 그에 직각인 방향의 자기저항 및 인덕턴스가 달라진다. 따라서 **영구자석에 의한 마그네틱 토크와 자기적 돌극성에 의한 릴럭턴스 토크**를 함께 발생시킬 수 있다. 여기서 자기적 돌극성은 회전자 외곽의 돌출 여부가 아니라 방향에 따른 자기적 특성의 차이를 뜻한다.

(나)는 영구자석이 철심 표면에 붙어 있는 표면부착형이다. 일반적인 표면부착형 모델에서는 방향별 인덕턴스 차이를 무시하므로 **릴럭턴스 토크는 무시하고 마그네틱 토크를 이용**한다.

(다)의 내부 빈 공간은 자속의 통과를 어렵게 하는 자속 장벽이며, (라)는 철심 외곽에 돌출된 극을 가진다. 두 구조 모두 방향별 자기저항 차이를 이용해 릴럭턴스 토크를 발생시키지만, **영구자석이 없어 자석 자속에 의한 마그네틱 토크는 발생하지 않는다**.

NoteBase