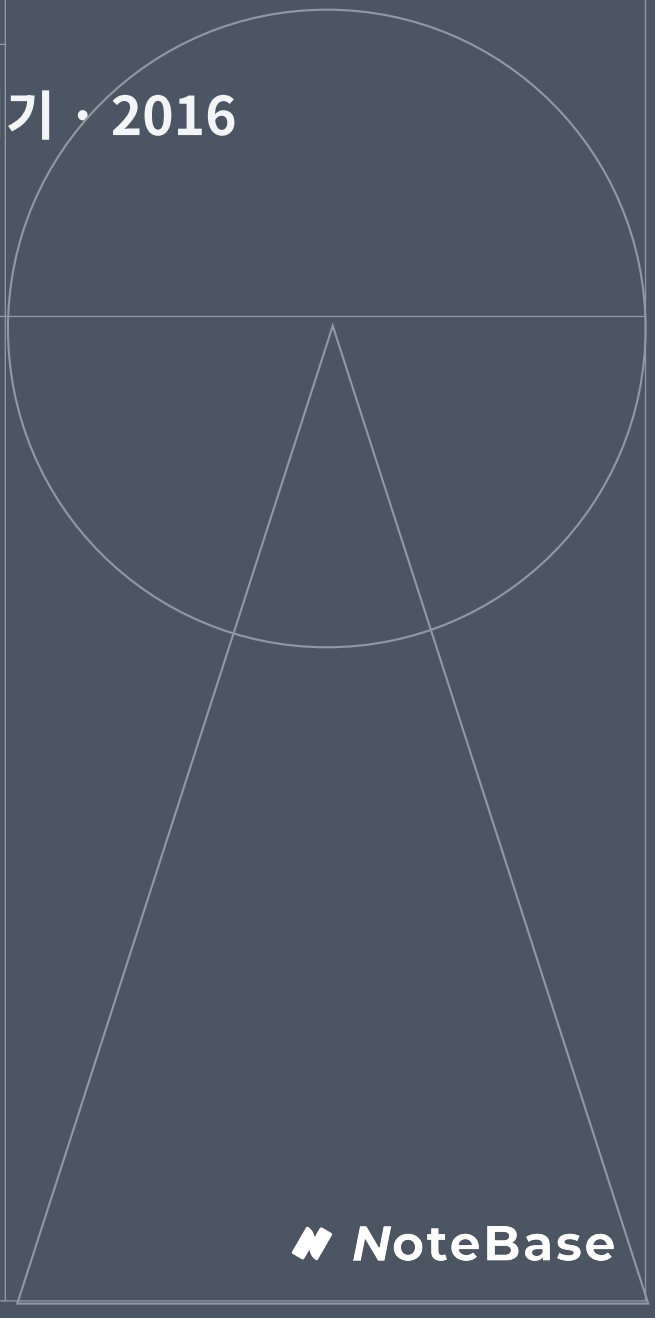
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 전기기기 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 전기기기 · 2016

공무원/국가직/9급 · 전기기기 · 2016

문 1. 돌극형 동기발전기의 직축(direct axis)과 횡축(quadrature axis)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 횡축은 계자권선의 자속축과 전기각으로 90°차이가 있다.

② 횡축방향의 공극길이가 직축방향의 공극길이보다 길다.

③ 횡축 동기 리액턴스가 직축 동기 리액턴스보다 크다.

④ 횡축 동기 리액턴스는 횡축 자화 리액턴스와 전기자 누설 리액턴스의 합이다.

정답 3번

간단한 해설

돌극형 동기발전기는 횡축방향의 공극이 더 길어 자기저항이 크므로, **횡축 동기 리액턴스가 직축 동기 리액턴스보다 작다**. ③의 '크다'는 이 관계를 반대로 설명한 것이다.

선지별 해설

① O: 직축은 회전자 자극의 중심을 지나는 축으로, 계자권선이 만드는 자속의 축과 일치한다. 횡축은 자극 사이의 중심을 지나는 축이므로 직축과 **전기각으로 90°** 차이가 난다.

② O: 돌극형 회전자는 자극이 돌출되어 있다. 자극 중심을 지나는 직축방향에서는 고정자와 회전자 사이의 공극이 짧고, 자극 사이를 지나는 횡축방향에서는 **공극이 더 길다**.

③ X: 횡축방향은 공극이 길어 자기저항이 크므로, 같은 전기자 기자력에 의해 생기는 자속이 직축방향보다 작다. 따라서 횡축 자화 리액턴스가 직축 자화 리액턴스보다 작으며, 공통의 전기자 누설 리액턴스를 더한 동기 리액턴스도 $X_q < X_d$이다. 선지의 '크다'는 **'작다'로 고쳐야 한다**.

④ O: 횡축 동기 리액턴스는 전기자 반작용에 따른 **횡축 자화 리액턴스와 전기자 누설 리액턴스의 합**이다. 횡축 자화 리액턴스를 X_{aq}, 전기자 누설 리액턴스를 X_l이라 하면 $X_q = X_{aq} + X_l$로 나타낸다.

NoteBase

문 2. 원동기를 사용하는 효율 0.9인 동기발전기가 900 [kVA], 역률 0.81의 부하에 전류를 공급하고 있을 때, 이 원동기의 입력[kW]은? (단, 원동기의 효율은 0.81이다)

① 1,000

② 900

③ 810

④ 730

정답 1번

간단한 해설

부하에 공급하는 유효전력은 900 × 0.81 = 729 kW이다. 효율은 입력에 대한 출력의 비율이므로, 이 전력을 **발전기와 원동기의 효율로 차례로 나누면** 원동기 입력은 1,000 kW가 된다.

계산 과정

동력은 원동기 입력 → 원동기 기계 출력 → 발전기 전기 출력으로 전달된다. 원동기의 기계 출력이 발전기의 기계 입력이 된다. 효율은 =P_출력P_입력이므로, 출력을 알고 입력을 구할 때는 **출력을 효율로 나눈다**.

발전기 전기 출력: 피상전력 S = 900 kVA에 역률 0.81을 곱하면 유효전력이 된다. 따라서 부하에 공급하는 전기 출력은 900 × 0.81 = 729 kW이다. 효율 계산에는 **피상전력이 아닌 유효전력**을 사용한다.

발전기 기계 입력: 발전기 효율이 0.9이므로 필요한 기계 입력은 $\frac{729}{0.9} = 810\text{kW}$이다. 이 810 kW가 원동기가 발전기 축에 전달해야 하는 기계 출력이다.

원동기 입력: 원동기 효율이 0.81이므로 기계 출력 810 kW를 내기 위한 입력은 $\frac{810}{0.81} = 1{,}000\text{kW}$이다. 원동기 입력은 1,000 kW로, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 3. 직류전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 분권 직류전동기는 단자전압 및 계자전류가 일정하고 전기자 반작용을 무시할 때, 속도-토크 특성이 선형적으로 변한다.

② 타여자 직류전동기의 속도는 계자 전류, 전기자 전압, 전기자 저항을 변화시킴으로써 조절할 수 있다.

③ 직권 직류전동기는 직류전동기 중에서 가장 작은 기동 토크를 가진다.

④ 가동 복권 직류전동기는 직권과 분권의 결합 형태로서 각각의 장점들을 포함하고 있다.

정답 3번

간단한 해설

직권 직류전동기는 계자권선과 전기자가 직렬로 연결되어, 기동할 때 큰 전기자전류가 계자자속도 증가시킨다. 따라서 '가장 작은 기동 토크'가 아니라 **큰 기동 토크**를 갖는 것이 특징이다.

선지별 해설

① O: 직류전동기의 역기전력은 $E = k_e \Phi \omega$이고, 전기자 회로에서는 브러시 전압강하를 무시하면 $E = V - I_a R_a$이다. 여기서 V는 단자전압, I_a는 전기자전류, R_a는 전기자저항, Φ는 자속, ω는 회전 각속도이다. 계자전류가 일정하고 전기자 반작용을 무시하면 **자속이 일정**하므로, 전기자전류가 증가할수록 속도는 일정한 비율로 감소한다. 토크도 $T = k_t \Phi I_a$에 따라 전기자전류에 비례하므로 속도-토크 특성은 우하향 직선이 된다. k_e와 k_t는 전동기 구조에 따른 상수이다.

② O: 타여자 직류전동기는 계자권선을 전기자와 별도의 전원으로 여자하므로 계자전류와 전기자전압을 조절할 수 있다. 속도 관계는 $\omega = \frac{V - I_a R_a}{k_e \Phi}$이다. **전기자전압 조절, 계자전류에 따른 자속 조절, 전기자 회로의 저항 조절**로 속도를 바꿀 수 있다. 예를 들어 같은 부하에서 자속을 일정하게 하고 전기자전압을 낮추면 속도가 낮아지며, 전기자 회로에 직렬 저항을 추가해도 전압강하가 커져 속도가 낮아진다.

③ X: 직권 직류전동기는 계자전류가 전기자전류와 같다. 자기포화 전에는 자속이 전기자전류에 거의 비례하므로, $T = k_t \Phi I_a$에서 토크는 대략 I_a^2에 비례한다. 기동 순간에는 회전속도가 0이어서 역기전력이 없고 큰 전류가 흐르므로 **큰 기동 토크**가 발생한다. 따라서 '가장 작은 기동 토크를 가진다'는 설명은 '큰 기동 토크를 가진다'로 고쳐야 한다. 자기포화 후에는 자속의 증가가 둔해져 토크의 증가가 전류의 제곱에 비례하는 관계에서 벗어난다.

④ O: 가동 복권 직류전동기는 분권계자와 직권계자의 자속이 **서로 더해지는 방향**으로 작용한다. 부하가 커지면 직권계자의 자속이 증가하여 큰 토크를 얻을 수 있고, 가벼운 부하에서도 분권계자가 자속을 유지하므로 직권 전동기의 과도한 속도 상승을 억제한다. 이처럼 직권 전동기의 큰 기동 토크와 분권 전동기의 비교적 안정된 속도 특성을 함께 얻는다.

NoteBase

문 4. Y결선, 선간전압 1,200 [V], 주파수 50 [Hz]의 6극 3상 동기발전기가 있다. 이 발전기의 주파수가 60 [Hz]일 때, 선간전압[V]은? (단, 계자전류는 5[A]로 일정하다)

① 1,000

② 1,200

③ 1,440

④ 1,728

정답 3번

간단한 해설

무부하로 보거나 부하의 영향을 무시하면, 계자전류가 일정한 같은 발전기의 **선간전압은 주파수에 비례**한다. 따라서 60 Hz에서의 선간전압은 $1{,}200 \times \frac{60}{50} = 1{,}440$ V이다.

계산 과정

적용 조건: 공식 답은 **무부하로 보거나 전기자반작용과 내부 전압강하를 무시하는 해석**에 따른다. 원문에는 부하 조건이 명시되어 있지 않다. 실제 부하 운전의 단자전압을 구하려면 부하 전류, 역률, 내부 임피던스 등의 정보가 추가로 필요하다.

유도기전력의 변화: 정현파를 기준으로 한 상의 유도기전력 실효값은 $E = 4.44 k_w N f \Phi$이다. 여기서 k_w는 권선계수, N은 한 상의 직렬 권선수, f는 주파수, Φ는 극당 자속이다. 같은 발전기에서 권선 조건은 변하지 않으며, 위의 가정 아래 계자전류를 5 A로 유지하면 계자자속도 일정하게 본다. 따라서 **유도기전력은 주파수에 비례**한다.

선간전압과의 관계: 평형 3상 Y결선에서 선간전압 V_L과 단자 상전압 V_{ph}의 관계는 $V_L = \sqrt{3} V_{\text{ph}}$이다. 무부하 또는 위의 이상적인 조건에서는 단자 상전압을 유도기전력 E와 같게 본다. 주파수가 변해도 Y결선의 배율은 같으므로 $\frac{V_{L2}}{V_{L1}} = \frac{E_2}{E_1} = \frac{f_2}{f_1}$이 성립한다.

전압 계산: 처음 선간전압은 1,200 V이고 주파수는 50 Hz에서 60 Hz로 증가한다. 주파수 비 $\frac{60}{50} = 1.2$만큼 선간전압도 증가하므로 $V_{L2} = 1{,}200 \times \frac{60}{50} = 1{,}440$V이다. 극수는 6극으로 변하지 않고 주파수가 직접 주어졌으므로, 회전속도를 별도로 계산할 필요는 없다.

따라서 위의 가정에서 구한 선간전압은 1,440 V이며, ③에 해당한다.

NoteBase

문 5. 분권 직류발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 잔류자속에 의하여 전압을 확립한다.

② 부하전류가 증가하면 타여자 직류발전기보다 전압강하가 커진다.

③ 단자전압이 내려가면 계자전류가 증가한다.

④ 계자저항을 증가시키면 유기기전력은 감소한다.

정답 3번

간단한 해설

분권 직류발전기의 계자권선에는 단자전압이 걸리므로, 계자저항이 일정할 때 단자전압이 내려가면 **계자전류도 감소한다**. ③의 '계자전류가 증가한다'는 전류 변화의 방향을 반대로 설명한 것이다.

선지별 해설

분권 직류발전기는 계자권선을 전기자 단자에 병렬로 연결하여, 발전기 자신의 단자전압으로 계자전류를 공급한다. 회전속도가 일정하고 별도의 전압 조정이 없는 경우를 기준으로 특성을 살펴본다.

① O: 잔류자속은 계자전류가 없어도 자극에 남아 있는 자속이다. 전기자가 회전하면 이 자속으로 작은 기전력이 생기고, 그 전압에 의해 계자전류가 흐른다. 계자전류가 잔류자속을 강화하면 자속과 전압이 점차 커져 전압이 확립된다. 이러한 자기여자가 이루어지려면 **계자전류의 자속이 잔류자속을 강화하는 방향**이어야 하며, 주어진 회전속도에서 계자저항이 임계저항보다 작아야 한다.

② O: 부하전류가 증가하면 전기자저항에 의한 전압강하와 전기자반작용으로 단자전압이 낮아진다. 분권 발전기는 이때 **계자전류 감소에 따른 자속 약화**까지 생겨 유기기전력이 더 낮아진다. 계자전류를 일정하게 유지하는 타여자 발전기에는 이러한 추가적인 여자 약화가 없으므로, 같은 회전속도와 유사한 전기자 조건에서 분권 발전기의 전압강하가 더 크다.

③ X: 계자권선이 전기자 단자에 병렬로 연결되므로 계자전류는 $I_f = \frac{V}{R_f}$이다. 여기서 V는 단자전압, R_f는 계자회로의 저항이다. 계자저항이 일정하면 단자전압이 내려갈수록 **계자전류는 감소한다**. 따라서 '계자전류가 증가한다'를 '계자전류가 감소한다'로 고쳐야 한다.

④ O: 같은 회전속도에서 계자저항을 증가시키면 계자전류가 줄어 자속이 약해진다. 유기기전력은 회전속도가 일정할 때 자속에 비례하므로, **자속이 약해지면 유기기전력도 감소한다**. 계자저항이 임계저항 이상으로 커지면 정상적인 전압 확립도 어려워진다.

NoteBase

문 6. 4극, 7.5[kW], 60[Hz]의 3상 유도전동기가 있다. 전부하로 운전 시에 전동기의 회전속도가 1,692[rpm]이라고 할 때, 2차 입력 [W]은? (단, 전동기의 기계손은 무시한다)

① 6,679

② 7,500

③ 7,769

④ 7,979

정답 4번

간단한 해설

동기속도는 1,800 rpm이고 슬립은 0.06이므로, **2차 입력의 94%가 기계적 출력**으로 변환된다. 기계손을 무시하면 이 출력이 7,500 W이므로 2차 입력은 약 7,979 W이다.

계산 과정

동기속도: 극수 $p = 4$, 전원 주파수 $f = 60$ Hz일 때 회전자계의 회전속도인 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{p}$이다. 따라서 $n_s = \frac{120 \cdot 60}{4} = 1{,}800$ rpm이다.

슬립: 실제 회전속도 $n = 1{,}692$ rpm이 동기속도보다 얼마나 낮은지를 동기속도에 대한 비율로 나타낸다. $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이므로 $s = \frac{1{,}800 - 1{,}692}{1{,}800} = 0.06$이다.

출력과 2차 입력의 관계: 전부하 운전이므로 축출력은 정격출력인 7.5 kW = 7,500 W이다. 2차 입력 P_2는 공극을 통해 회전자에 전달되는 전력이며, 그중 sP_2는 2차 동손이 되고 $(1 - s)P_2$가 기계적 출력으로 변환된다. **기계손을 무시**하므로 변환된 기계적 출력이 축출력과 같아 $7{,}500 = (1 - 0.06)P_2$가 성립한다.

2차 입력: $P_2 = \frac{7{,}500}{0.94} \approx 7{,}979$ W이다. 출력에 2차 동손을 더한 전력이므로 7,500 W보다 크며, ④의 7,979 W에 해당한다.

NoteBase

문 7. 3상 유도전동기의 비례추이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 권선형 유도전동기에 있어서 2차 회로의 저항을 변화시킨다.

② 속도-토크 특성에서 최대토크는 증가하지 않는다.

③ 비례추이를 이용하여 기동전류를 감소시킬 수 있다.

④ 비례추이를 이용하여 출력과 효율을 증가시킬 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '출력과 효율을 증가'시킨다는 설명은 잘못되었다. 2차 저항을 증가시키면 같은 부하토크에서 속도가 낮아져 **출력이 감소**하고, 추가 저항에서 전력이 열로 소모되어 **효율도 낮아진다**.

선지별 해설

비례추이는 전원 전압과 주파수가 일정할 때 2차 회로의 저항을 바꾸어 유도전동기의 토크-속도 특성을 변화시키는 성질이다. 같은 토크에 대응하는 슬립은 2차 저항에 비례하며, 슬립이 커지면 동기속도에 비해 회전자 속도가 더 낮아진다.

① O: 권선형 유도전동기는 슬립링을 통해 회전자 권선에 외부 저항을 연결할 수 있다. 이 **2차 회로의 저항을 변화**시켜 같은 토크가 발생하는 슬립과 회전속도를 조절한다.

② O: 전원 전압과 주파수가 일정하면 **최대토크의 크기는 2차 저항과 무관**하다. 저항을 증가시키면 최대토크가 발생하는 슬립이 커져, 최대토크가 나타나는 속도가 낮아진다. 최대토크가 발생하는 위치가 바뀌는 것이며 최대토크 자체가 증가하는 것은 아니다.

③ O: 기동 시에는 회전자가 정지해 있어 슬립이 1이다. 이때 2차 회로에 외부 저항을 넣으면 회로의 임피던스가 커져 회전자 전류가 줄고, 이에 따라 **1차 측 기동전류도 감소**한다. 따라서 비례추이를 이용한 저항기동으로 기동전류를 제한할 수 있다.

④ X: 2차 저항을 추가하면 같은 부하토크에서 슬립이 증가하여 회전속도가 낮아진다. 기계적 출력은 토크와 회전각속도의 곱이므로, 같은 토크에서 속도가 낮아지면 **출력은 감소**한다. 또한 외부 저항에서 전력이 열로 소모되어 **효율도 낮아진다**. 따라서 비례추이는 기동전류 제한이나 속도 조절에 이용하며, 저항을 추가하여 출력과 효율을 높이는 방법은 아니다.

NoteBase

문 8. 자기회로와 전기회로의 유사성을 비교한 것 중 옳지 않은 것은?

① 자기회로: 자속(flux), 전기회로: 전류(current)

② 자기회로: 기자력(mmf), 전기회로: 기전력(emf)

③ 자기회로: 자기 저항(magnetic reluctance), 전기회로: 전기 저항(electric resistance)

④ 자기회로: 퍼미언스(permeance), 전기회로: 서셉턴스(susceptance)

정답 4번

간단한 해설

퍼미언스는 자기 저항의 역수이므로 전기 저항의 역수인 **컨덕턴스(conductance)**에 대응한다. ④의 서셉턴스는 컨덕턴스로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: 자기회로에서 자속은 기자력에 의해 형성되는 양이고, 전기회로에서 전류는 기전력에 의해 흐르는 양이다. 자기회로의 관계식 $\Phi = \frac{F}{R_m}$과 전기회로의 관계식 $I = \frac{E}{R}$에서 **자속 Φ와 전류 I**가 서로 대응한다. 여기서 F는 기자력, E는 기전력, R_m은 자기 저항, R은 전기 저항이다.

② O: 기자력은 자기회로에 자속을 형성시키는 원인이며, 기전력은 전기회로에 전류를 흐르게 하는 원인이다. 따라서 두 양은 각 회로의 **구동 원인**이라는 역할에서 대응한다.

③ O: 자기 저항은 자속이 형성되기 어려운 정도를 나타내고, 전기 저항은 전류가 흐르기 어려운 정도를 나타낸다. 기자력이 일정하면 자기 저항이 클수록 자속이 작아지고, 기전력이 일정하면 전기 저항이 클수록 전류가 작아진다. 두 양은 각각 **자속과 전류를 제한하는 역할**에서 대응한다.

④ X: 퍼미언스 P는 자속이 형성되기 쉬운 정도를 나타내며, 자기 저항의 역수인 $P = \frac{1}{R_m}$이다. 전기회로에서 전기 저항의 역수는 $G = \frac{1}{R}$인 **컨덕턴스**이므로 퍼미언스는 컨덕턴스에 대응한다. 서셉턴스는 교류회로에서 어드미턴스의 허수 성분으로, 이 대응 관계의 전기 저항 역수에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 9. 정격출력이 4.8 [kW], 1,250 [rpm]인 분권 직류발전기가 있다. 이 발전기의 전기자 저항이 0.2 [Ω], 계자전류가 2 [A]라고 할 때, 전부하 효율[%]은? (단, 단자전압은 100 [V], 철손 및 기계손의 합은 500 [W]이다. 브러시의 전기손 및 표류부하손은 무시한다)

① 75.0

② 77.5

③ 80.0

④ 82.7

정답 3번

간단한 해설

분권발전기의 전기자전류는 **부하전류와 계자전류의 합**이므로 50 A이다. 전기자 동손·계자 동손·철손 및 기계손을 합한 총손실은 1,200 W이며, 출력 4,800 W에 대한 입력은 6,000 W이므로 전부하 효율은 **80.0%**이다.

계산 과정

부하전류: 전부하에서는 정격출력 4.8 kW, 즉 4,800 W를 부하에 공급한다. 단자전압을 V, 부하전류를 I_L라 하면 출력은 $P_{\text{out}} = VI_L$이므로 $I_L = \frac{4,800}{100} = 48\text{A}$이다.

전기자전류와 동손: 분권발전기는 전기자에서 나온 전류가 부하와 분권계자로 나뉜다. 따라서 전기자전류는 **부하전류에 계자전류를 더한 값**으로, $I_a = I_L + I_f = 48 + 2 = 50\text{A}$이다. 전기자 저항에서 발생하는 동손은 $P_{\text{cu},a} = I_a^2 R_a = 50^2 \cdot 0.2 = 500\text{W}$이다.

총손실: 분권계자는 단자전압 100 V를 공급받으므로 계자 동손은 $P_f = VI_f = 100 \cdot 2 = 200\text{W}$이다. 여기에 전기자 동손 500 W와 철손 및 기계손 500 W를 합한다. 브러시의 전기손과 표류부하손은 조건에 따라 무시하므로 총손실은 500 + 200 + 500 = 1,200 W이다.

입력과 효율: 발전기에 공급하는 기계적 입력은 **부하에 전달한 출력과 총손실의 합**이므로 4,800 + 1,200 = 6,000 W이다. 효율은 입력 중 부하에 전달된 출력의 비율이므로 $\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100 = \frac{4,800}{6,000} \cdot 100 = 80.0\%$이다. 이는 ③의 80.0%에 해당한다.

NoteBase

문 10. 단상 유도전동기의 기동방식에 따른 종류에 해당하지 않는 것은?

① 분상 기동형 단상 유도전동기

② 커패시터 기동형 단상 유도전동기

③ 셰이딩 코일형 단상 유도전동기

④ 제동권선 기동형 단상 유도전동기

정답 4번

간단한 해설

제동권선은 **동기전동기의 기동과 난조 억제**에 쓰이는 권선이다. 따라서 '제동권선 기동형'은 단상 유도전동기의 기동방식에 따른 종류에 해당하지 않는다.

선지별 해설

단상 유도전동기는 주권선에 단상 교류만 공급하면 정지 상태에서 기동토크가 생기지 않는다. 따라서 보조권선이나 셰이딩 코일 등을 이용하여 기동토크를 만들어야 한다.

① O: 분상 기동형은 주권선과 보조권선의 **저항과 리액턴스의 비율 차이**를 이용한다. 공간적으로 떨어져 배치된 두 권선에 위상이 다른 전류가 흐르게 하여 회전자에 기동토크를 발생시키므로 단상 유도전동기의 기동방식에 해당한다.

② O: 커패시터 기동형은 **보조권선에 커패시터를 직렬로 연결**하여 주권선 전류와 보조권선 전류 사이의 위상차를 크게 만든다. 이 위상차로 기동토크를 얻으며, 기동 후에는 기동용 커패시터와 보조권선을 회로에서 분리한다.

③ O: 셰이딩 코일형은 고정자 자극의 일부에 단락된 구리 고리인 셰이딩 코일을 설치한다. 이 코일의 유도전류 때문에 **코일로 둘러싼 부분의 자속이 나머지 부분보다 위상이 늦어져** 자속이 자극면을 따라 이동하는 효과가 생기고, 이에 따라 기동토크가 발생한다.

④ X: 제동권선을 이용한 기동은 **동기전동기의 기동방식**이다. 동기전동기의 회전자에 설치된 제동권선에 유도전류가 흐르면 유도전동기처럼 기동토크가 발생한다. 동기속도에 가까워진 뒤 계자에 직류를 공급하여 동기운전으로 들어가게 하므로, 이를 단상 유도전동기의 기동방식으로 분류할 수 없다.

NoteBase

문 11. 변압기에 연결된 부하가 증가하면 일어나는 현상으로 옳지 않은 것은?

① 동손이 증가한다.

② 온도가 상승한다.

③ 철손은 거의 변화가 없다.

④ 여자전류는 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

여자전류는 철심의 자속을 만들고 철손을 공급하는 전류로, 인가전압과 주파수가 일정하면 부하가 증가해도 **거의 일정하다**. 부하 증가에 따라 커지는 것은 주로 부하전류이며, 여자전류가 감소하는 것은 아니다.

선지별 해설

1차 인가전압과 주파수가 일정한 통상적인 변압기 운전 조건을 기준으로 판단한다.

① O: 동손은 권선의 저항에서 전류가 흐르며 발생하는 손실이다. 각 권선의 동손은 $P = I^2R$로 나타내며, I는 권선전류, R은 권선저항이다. 부하가 증가하면 2차전류와 이에 대응하는 1차전류가 커지므로 **동손이 증가한다**.

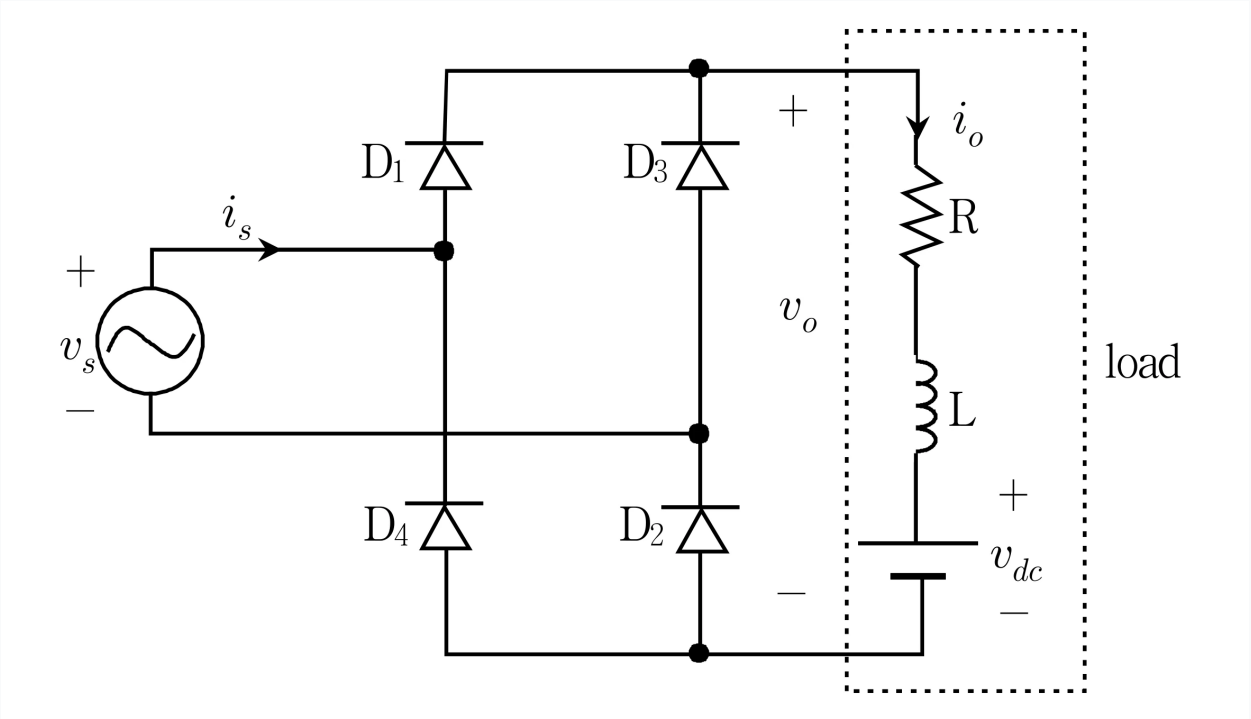
② O: 부하 증가로 동손이 커지면 변압기 내부에서 발생하는 열이 많아진다. 같은 주변 온도와 냉각 조건에서는 열 발생과 방출이 균형을 이루는 **정상상태 온도가 높아진다**.

③ O: 철손은 철심에서 발생하는 히스테리시스손과 와전류손이다. 1차 인가전압과 주파수가 일정하면 철심의 최대 자속도 거의 일정하게 유지되므로, **철손은 부하에 따라 거의 변하지 않는다**.

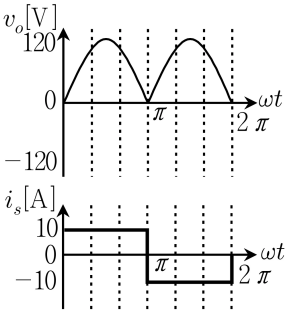
④ X: 여자전류는 철심의 자속을 형성하는 자화전류와 철손을 공급하는 전류 성분으로 이루어진다. 부하가 증가할 때 2차전류가 만드는 자속을 상쇄하도록 1차의 부하전류 성분이 증가하므로, 철심의 주자속은 거의 일정하게 유지된다. 따라서 인가전압과 주파수가 일정하면 여자전류는 **감소하는 것이 아니라 거의 일정하다**. 부하 증가로 커지는 1차전류 전체를 여자전류와 구분해야 한다.

NoteBase

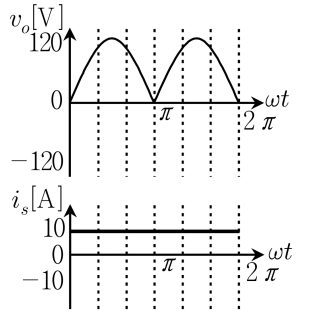
문 12. 다음 그림의 회로에서 부하전류 i_o는 10 [A]이고 연속 전류이다. 입력 전압은 $v_s = 120\sin(120\pi t)$ [V]일 때, 출력 전압 v_o와 입력 전류 i_s의 파형으로 옳은 것은? (단, 다이오드는 이상적이며, L은 충분히 커서 부하전류의 리플 성분을 무시할 수 있다)



①

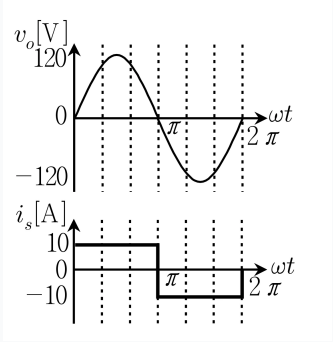


②

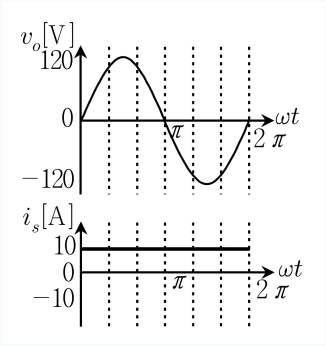


NoteBase

③



④



정답 1번

간단한 해설

브리지는 입력 전압의 극성이 바뀌어도 부하에는 같은 방향으로 전류를 흘리므로, 출력 전압은 **음의 반주기가 양으로 뒤집힌 전파정류 파형**이다. 부하전류가 일정한 10 A이므로 입력 전류는 반주기마다 방향만 바뀌는 **+10 A와 −10 A의 구형파**가 된다.

NoteBase

도식 해설

회로와 조건: 네 다이오드는 브리지를 이루고, 출력 전압 v_o는 R·L·직류 전압원 전체에 걸린 전압이다. L이 충분히 크므로 부하전류 i_o는 리플을 무시하면 10 A로 일정하다. 이 조건은 **부하전류가 일정하다**는 뜻이며, 출력 전압까지 일정하다는 뜻은 아니다. 가로축의 위상을 $\theta = \omega t = 120\pi t$로 둔다.

양의 반주기: $0 < \theta < \pi$에서는 입력 전원의 위쪽 단자가 아래쪽보다 전위가 높다. 전류는 전원 위쪽 단자 → D_1 → 부하 → D_2 → 전원 아래쪽 단자로 흐른다. 이상적 다이오드의 도통 전압강하는 0이므로 $v_o = v_s$이다. 입력 전류는 그림의 화살표와 같은 방향이어서 $i_s = i_o = 10\text{A}$이다.

음의 반주기: $\pi < \theta < 2\pi$에서는 전원 아래쪽 단자의 전위가 더 높아져 D_3와 D_4가 도통한다. 전류는 전원 아래쪽 단자 → D_3 → 부하 → D_4 → 전원 위쪽 단자로 흐른다. **부하전류의 방향은 그대로이고 전원 쪽 전류의 방향만 반대**가 된다. 따라서 $v_o = -v_s$로 양의 전압이 걸리고, $i_s = -i_o = -10\text{A}$이다.

파형 판독: 두 반주기를 합치면 $v_o = 120|\sin(120\pi t)|\text{V}$이므로 출력 전압은 최댓값 120 V인 전파정류 파형이다. 입력 전류는 양의 반주기에 +10 A, 음의 반주기에 −10 A를 유지하며 반복된다. ①은 이 두 파형을 모두 나타낸다. ②의 일정한 +10 A 파형은 입력 전류가 아니라 부하전류에 해당한다. ③과 ④의 출력 전압은 음의 반주기가 남아 있어 브리지의 정류 작용과 맞지 않으며, ④는 입력 전류의 방향 변화도 반영하지 못한다.

NoteBase

문 13. Boost 컨버터로 속도 제어를 할 수 있는 전동기는?

① 직권 직류전동기

② 유도전동기

③ 3상 동기전동기

④ 동기 릴럭턴스전동기

정답 1번

간단한 해설

Boost 컨버터는 **직류 전압을 높여 조절하는 DC-DC 변환기**이다. 직권 직류전동기는 이 출력 전압을 공급받아 전압 조절로 속도를 제어할 수 있다.

공통 해설

Boost 컨버터는 직류 입력을 더 높은 직류 전압으로 변환하는 승압형 컨버터이다. 스위치의 한 주기 중 켜져 있는 시간의 비율인 듀티비를 조절하여 출력 전압을 바꾼다. 출력은 **교류가 아니라 직류**이므로, 이 출력 전압을 전동기에 직접 공급하여 속도를 제어할 수 있는지가 판단 기준이다.

직권 직류전동기는 계자권선과 전기자권선이 직렬로 연결된 직류전동기이다. 공급전압이 바뀌면 전기자 전류와 역기전력 사이의 평형이 달라지므로, 부하 조건에 따른 운전 속도를 바꿀 수 있다. 따라서 Boost 컨버터의 직류 출력 전압을 조절하는 방식으로 속도를 제어할 수 있다.

유도전동기, 3상 동기전동기, 동기 릴럭턴스전동기는 모두 교류로 회전자계를 만들어 운전한다. Boost 컨버터는 회전자계에 필요한 교류를 만들지 않으므로 **직류 출력만으로 이들 전동기를 직접 구동하여 속도를 제어할 수 없다**. 직류 전원으로 이들을 구동하려면 교류 전압과 주파수를 만들어 주는 인버터가 추가로 필요하다.

NoteBase

문 14. 계기용 변류기(CT)와 계기용 변압기(PT)의 2차측에 연결된 계기를 교체하려고 할 때, 옳은 것은?

① CT는 2차측을 단락해야 하고, PT는 2차측을 단락해야 한다.

② CT는 2차측을 단락해야 하고, PT는 2차측을 개방해야 한다.

③ CT는 2차측을 개방해야 하고, PT는 2차측을 단락해야 한다.

④ CT는 2차측을 개방해야 하고, PT는 2차측을 개방해야 한다.

정답 2번

간단한 해설

CT는 1차 전류가 흐를 때 2차측을 개방하면 높은 전압이 유도되므로 **단락**해야 한다. PT는 2차측을 단락하면 과전류가 흐르므로 계기를 분리할 때 **개방**해야 한다.

선지별 해설

1차측이 통전된 상태에서 계기를 분리할 때, CT와 PT는 서로 다른 조치가 필요하다. CT는 평소 낮은 임피던스의 계기에 전류를 공급한다. 2차측을 개방하면 1차측의 자속을 억제하던 2차 전류가 사라져 높은 전압이 유도되고 절연 손상이 생길 수 있다. 반면 PT는 평소 높은 임피던스의 계기에 전압을 공급한다. 2차측을 단락하면 작은 임피던스에 전압이 걸려 과전류가 흐르고 권선이 손상될 수 있다.

① X: CT의 단락 조치는 적절하지만, PT까지 단락하면 과전류가 흐른다. PT의 조치는 **2차측 개방**으로 고쳐야 한다.

② O: CT는 계기를 떼기 전에 2차측을 단락하여 **전류가 흐를 경로를 유지**한다. PT는 계기를 분리하고 2차측을 개방하여 단락에 따른 과전류를 방지한다.

③ X: 두 기기의 조치가 모두 반대로 되어 있다. CT는 개방에 따른 고전압을 막기 위해 **단락**하고, PT는 단락에 따른 과전류를 막기 위해 **개방**해야 한다.

④ X: PT의 개방 조치는 적절하지만, CT를 개방하면 높은 전압이 유도될 수 있다. CT의 조치는 **2차측 단락**으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 15. 정격 용량 100 [kVA]의 변압기가 있다. 이 변압기의 전부하 동손은 2 [kW]이고, 철손이 1 [kW]일 때, 역률 0.8이고 부하율 $\frac{1}{2}$인 부하의 효율[%]은?

① 80

② 86

③ 90

④ 96

정답 4번

간단한 해설

동손은 **부하율의 제곱에 비례**하므로 반부하에서 0.5 kW이다. 출력은 40 kW이고 철손을 포함한 총손실은 1.5 kW이므로, 효율은 약 **96%**이다.

계산 과정

출력: 부하율은 정격 용량에 대한 실제 부하 용량의 비율이다. 부하율이 1/2이므로 부하 용량은 50 kVA이며, 여기에 **역률을 곱해야 유효전력**이 된다. 따라서 출력은 $P_2 = 100 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0.8 = 40\text{kW}$이다.

동손: 권선의 저항에서 발생하는 동손은 전류의 제곱에 비례한다. 정격 전압에서 부하율 1/2은 전류가 전부하 전류의 1/2이라는 뜻이므로, 동손은 **전부하 동손의 1/4**이 된다. 따라서 $P_c = 2 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0.5\text{kW}$이다.

철손: 철손은 철심에서 발생하는 손실로, **전압과 주파수가 일정하면 부하가 변해도 거의 일정**하다. 따라서 철손은 주어진 1 kW를 그대로 적용하며, 총손실은 1 + 0.5 = 1.5 kW이다.

효율: 입력전력은 출력전력과 손실의 합이므로, 효율은 출력을 그 합으로 나누어 구한다. 철손을 P_i, 동손을 P_c라 하면 $\eta = \frac{P_2}{P_2 + P_i + P_c} \times 100$이다. 이 변압기의 입력은 40 + 1.5 = 41.5 kW이므로 $\eta = \frac{40}{41.5} \times 100 \approx 96.4\%$이다. 선택지의 정수 값으로는 ④의 96%에 해당한다.

NoteBase

문 16. 직권 직류전동기를 단상 직권 정류자 전동기로 사용하기 위하여 교류를 인가하였을 때, 옳지 않은 것은?

① 효율이 나빠진다.

② 계자권선이 필요 없다.

③ 정류가 불량하다.

④ 역률이 떨어진다.

정답 2번

간단한 해설

단상 직권 정류자 전동기에서도 전기자 전류와 작용하여 토크를 만드는 자속이 필요하므로, **계자권선이 필요하다**.

선지별 해설

① O: 교류를 인가하면 계자 자속이 주기적으로 변하므로 계자 철심 등에서 히스테리시스손과 와전류손이 증가한다. 이처럼 **철손이 증가**하여 열로 소모되는 에너지가 많아지므로 직류 운전보다 효율이 나빠진다.

② X: 계자권선은 전동기의 주자속을 만드는 권선으로, 교류 운전에서도 **전기자권선과 직렬로 연결된 계자권선이 필요하다**. 교류의 반주기마다 계자 자속과 전기자 전류의 방향이 함께 반전되므로 토크는 같은 방향으로 발생한다. 따라서 교류로 회전할 수 있다는 것이 계자권선을 없애도 된다는 뜻은 아니다.

③ O: 정류 중에는 브러시가 인접한 정류자편을 연결하여 해당 전기자 코일이 잠시 단락된다. 교류 운전에서는 시간에 따라 변하는 계자 자속이 이 코일에 **변압기 기전력**을 유도한다. 이에 따른 단락전류가 정류를 어렵게 하고 브러시와 정류자 사이의 불꽃을 증가시킨다.

④ O: 교류 운전에서는 계자권선과 전기자권선의 인덕턴스에 의한 **유도성 리액턴스**가 작용한다. 이로 인해 전류가 전압보다 늦어지는 위상차가 생겨 역률이 낮아진다.

NoteBase

문 17. 스테핑모터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 양방향 회전이 가능하다.

② 위치, 속도 및 방향제어에 사용될 수 있다.

③ 스텝각이 작을수록 1회전 당 스텝수는 적어진다.

④ 전기적 신호에 의해 특정 각 변위를 회전할 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

한 바퀴의 회전각은 360°로 일정하므로, 스텝각이 작아지면 한 바퀴를 도는 데 필요한 **스텝수는 많아진다**.
스텝각과 1회전당 스텝수는 반비례한다.

선지별 해설

① O: 고정자 권선에 전류를 공급하는 여자 순서를 바꾸면 회전자가 따라가는 자기장의 방향이 달라진다. 따라서 **여자 순서를 반대로 하면 회전 방향도 반대**가 되어 양방향 회전이 가능하다.

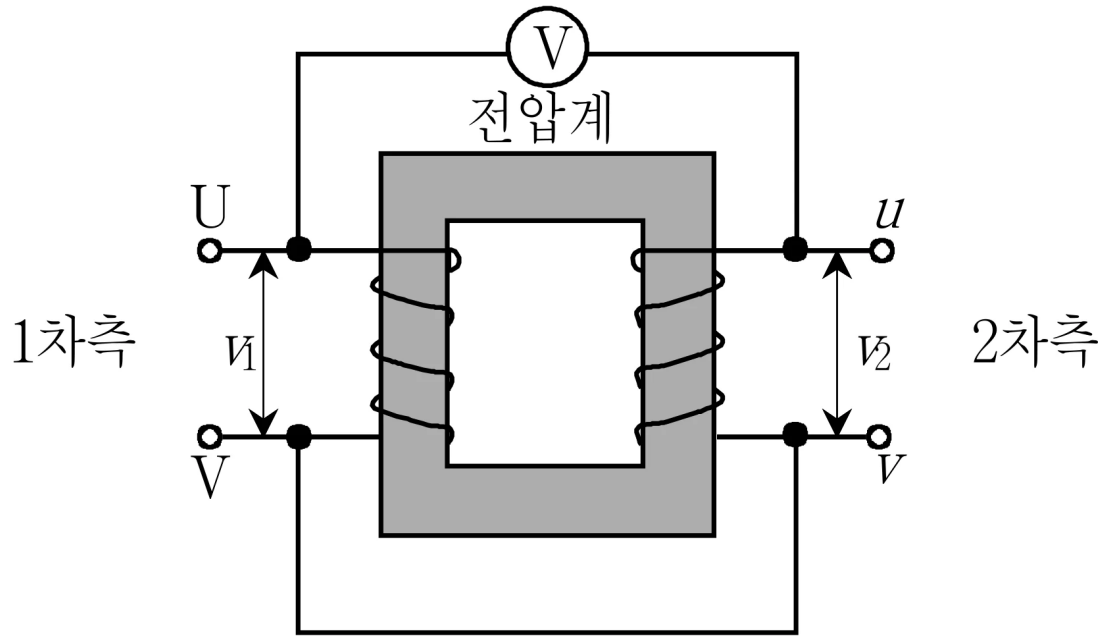
② O: 정상적으로 스텝을 따라 회전하는 범위에서 입력 펄스의 **개수로 회전각, 주파수로 회전속도**를 제어할 수 있다. 펄스를 더 많이 주면 더 큰 각도만큼 이동하고, 같은 시간에 더 많은 펄스를 주면 더 빠르게 회전한다. 여자 순서를 바꾸면 회전 방향도 제어할 수 있으므로 위치·속도·방향 제어에 사용된다.

③ X: 스텝각은 한 스텝마다 회전하는 각도이다. 스텝각을 α, 1회전당 스텝수를 N이라 하면, 각도를 도 단위로 나타낼 때 $N = \frac{360^\circ}{\alpha}$이다. 한 바퀴에 필요한 총 회전각은 일정하므로 스텝각이 작을수록 이를 채우는 **스텝수는 많아진다**. 선지의 '적어진다'는 '많아진다'로 고쳐야 한다.

④ O: 스테핑모터는 전기적 펄스 신호에 따라 권선의 여자 상태를 순차적으로 바꾸어 회전자를 이동시킨다. 각 여자 상태에서 회전자가 정렬되는 위치가 달라지므로, **정해진 스텝각 단위로 각 변위**를 발생시킬 수 있다.

NoteBase

문 18. 1차 전압 6,600[V], 2차 전압 220[V], 주파수 60[Hz]의 단상 변압기가 있다. 다음 그림과 같이 결선하고 1차측에 120[V]의 전압을 인가하였을 때, 전압계의 지시값[V]은?



① 100

② 116

③ 120

④ 124

정답 2번

간단한 해설

2차 유기전압은 권수비에 따라 4 V이다. 그림은 감극성 결선이므로 전압계에는 두 권선 전압의 차인 **120 − 4 = 116 V**가 나타난다.

NoteBase

계산 과정

권수비: 권선의 전압강하를 무시하면, 같은 철심의 자속을 공유하는 두 권선의 **전압비는 권수비와 같다**. 1차와 2차의 권수를 각각 N_1, N_2라 하면, 주어진 60 Hz에서 정격전압으로 구한 권수비는 $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{6600}{220} = 30$이다.

2차 전압: 실제 인가한 1차 전압은 6,600 V가 아니라 120 V이다. 실제 1차와 2차 전압을 각각 V_1, V_2라 하면, $V_2 = \frac{V_1}{a} = \frac{120}{30} = 4$V이다. 이 4 V는 1차에 120 V를 가했을 때 2차 권선 양단에 유기되는 전압이다.

전압계 지시값: 그림에서 양쪽 아래 단자는 도선으로 연결되어 같은 전위이고, 전압계는 위쪽 U–u 사이에 연결되어 있다. 권선의 감긴 방향을 보면 U와 u는 아래 단자에 대해 같은 극성이므로, 이 결선에서는 **두 권선 전압의 차**가 측정된다. 따라서 지시값은 120 − 4 = 116 V이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 부하전류가 40 [A]일 때, 1,800 [rpm]으로 20 [kg·m]의 토크를 발생하는 직권 직류전동기가 있다. 이 전동기의 부하를 감소시켜 부하전류가 20 [A]일 때, 토크[kg·m]는? (단, 자기회로는 불포화 상태이다)

① 5

② 10

③ 20

④ 40

정답 1번

간단한 해설

자기회로가 불포화인 직권 직류전동기의 토크는 **전류의 제곱에 비례**한다. 전류가 절반으로 줄면 토크는 처음의 1/4이 되어 5 kg·m이다.

계산 과정

직권 직류전동기는 계자권선과 전기자권선이 직렬로 연결되어 부하전류와 같은 전류가 두 권선에 흐른다. 부하전류를 I, 자속을 Φ, 토크를 T라 하면 $T = k\Phi I$이다. 여기서 k는 같은 전동기에서 일정한 비례상수이다. 자기회로가 **불포화 상태**이므로 자속은 전류에 비례하고, 이에 따라 $T \propto I^2$이 성립한다.

처음과 변경 후를 각각 아래첨자 1, 2로 나타내면 $I_1 = 40\text{A}$, $I_2 = 20\text{A}$이다. 전류가 절반이 되면 자속도 절반이 되므로 토크는 두 비율의 곱인 1/4로 줄어든다. 토크비는 $\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$이므로, 처음 토크 20 kg·m를 대입하면 $T_2 = 20\left(\frac{20}{40}\right)^2 = 5$ kg·m이다.

변경 후 토크는 5 kg·m이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 강압초퍼 회로에 인가된 전압이 400[V]이고, 스위칭 주파수가 2[kHz]로 동작할 때, 출력 전압은 300[V]이다. 이 때, 스위치가 온(ON)된 시간[ms]은?

① 0.325

② 0.375

③ 0.425

④ 0.475

정답 2번

간단한 해설

강압초퍼의 평균 출력 전압은 입력 전압에 **통류율(한 주기 중 ON 시간의 비율)**을 곱한 값이다. 통류율 0.75와 스위칭 주기 0.5 ms를 적용하면 ON 시간은 0.375 ms이다.

계산 과정

통류율: 소자의 전압 강하를 무시하는 이상적인 강압초퍼에서는 ON 동안 입력 전압이 부하에 걸리고 OFF 동안 부하 전압은 0이므로, **평균 출력 전압은 ON 시간의 비율에 비례**한다. 입력 전압을 V_i, 평균 출력 전압을 V_o, 통류율을 D라 하면 $V_o = DV_i$이다. 따라서 $D = \frac{V_o}{V_i} = \frac{300}{400} = 0.75$이며, 이는 한 주기의 75% 동안 스위치가 ON된다는 뜻이다.

스위칭 주기: 주파수 f = 2 kHz = 2,000 Hz이므로 주기 T는 주파수의 역수이다. $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2000}\text{s} = 0.5\text{ms}$이다. 즉, ON과 OFF를 합한 한 번의 스위칭에 걸리는 시간이 0.5 ms이다.

ON 시간: 통류율은 $D = \frac{t_{on}}{T}$이므로, ON 시간은 $t_{on} = DT$이다. 따라서 $0.75 \times 0.5 = 0.375$ ms이다.

계산된 ON 시간 0.375 ms는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase