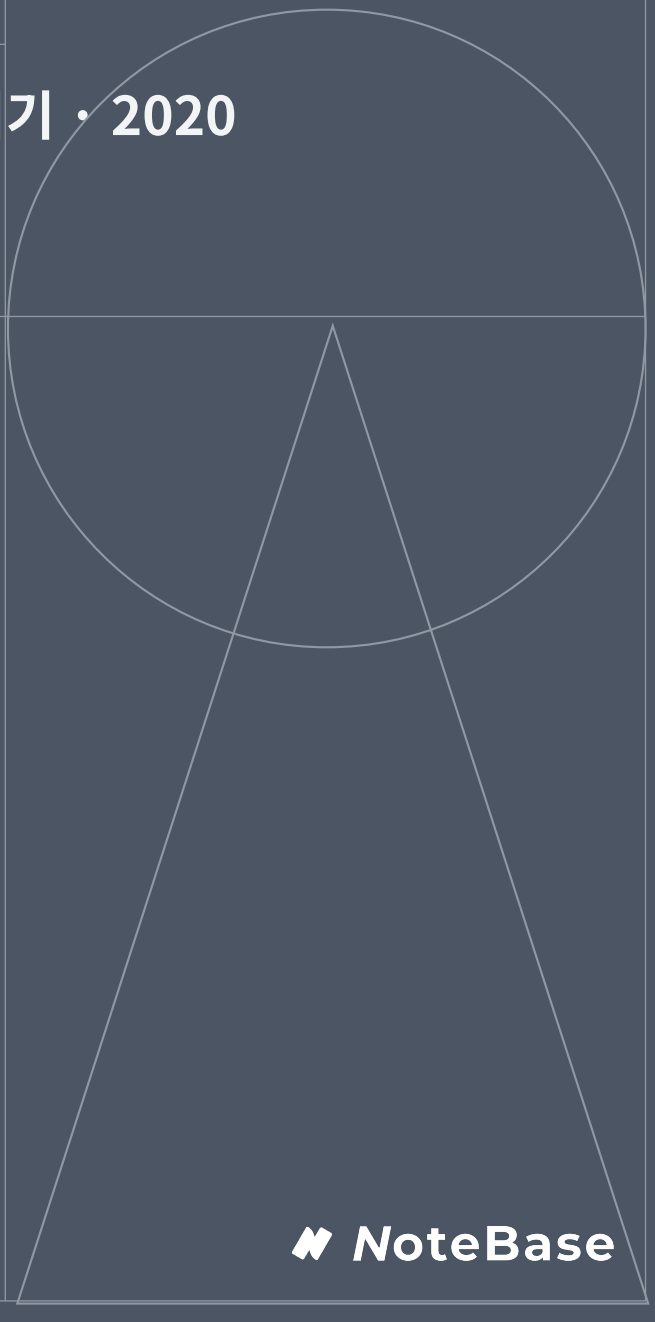
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2020

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2020

문 1. 동기전동기의 위상특성곡선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 역률 1에서 전기자전류는 최소가 된다.

② 전기자전류가 일정할 때 부하와 계자전류의 변화를 나타낸 곡선이다.

③ 계자전류가 증가하여 동기전동기가 과여자 상태로 운전되면 전기자전류는 진상전류가 된다.

④ 계자전류가 감소하여 동기전동기가 부족여자 상태로 운전되면 전기자전류는 지상전류가 된다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '전기자전류가 일정할 때'는 조건을 잘못 설명한 것이다. 위상특성곡선은 **부하를 일정하게 유지**하면서 계자전류를 변화시킬 때 나타나는 **전기자전류의 변화**를 나타낸다.

선지별 해설

① O: 공급전압과 부하가 일정하면 부하에 필요한 전기자전류의 유효성분은 거의 일정하다. 역률이 1일 때는 전류와 전압의 위상이 같아 **무효성분이 0**이므로 전기자전류의 크기가 최소가 된다. 부족여자나 과여자 상태에서는 무효성분이 더해져 전기자전류가 커진다.

② X: 위상특성곡선은 공급전압과 주파수 및 **부하를 일정하게 유지**한 상태에서 계자전류에 따른 전기자전류의 변화를 나타내는 V곡선이다. 가로축은 계자전류, 세로축은 전기자전류이다. 따라서 '전기자전류가 일정할 때 부하와 계자전류의 변화'가 아니라 '부하가 일정할 때 계자전류와 전기자전류의 관계'로 고쳐야 한다.

③ O: 역률 1인 여자 상태에서 계자전류를 더 증가시키면 과여자가 된다. 과여자 동기전동기는 전원에서 볼 때 용량성 부하처럼 작용하여 무효전력을 공급하므로, 전기자전류가 전압보다 앞서는 **진상전류**가 된다.

④ O: 역률 1인 여자 상태에서 계자전류를 감소시키면 부족여자가 된다. 부족한 자화를 전기자 쪽에서 보충하기 위해 전원으로부터 자화에 필요한 무효전력을 받아들이므로, 전기자전류가 전압보다 뒤지는 **지상전류**가 된다.

NoteBase

문 2. 동기전동기에 설치된 제동권선의 역할에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 역률을 개선한다.

② 난조를 방지한다.

③ 효율을 좋게 한다.

④ 슬립을 1로 한다.

정답 2번

간단한 해설

제동권선은 회전자에 진동이 생길 때 유도전류를 발생시켜, 그 진동을 억제하는 **제동토크**를 만든다. 이 작용으로 회전자가 동기속도 부근에서 흔들리는 **난조를 방지한다**.

선지별 해설

① X: 동기전동기의 역률은 주로 **계자전류를 조절**하여 바꾼다. 과여자 운전으로 진상전류를 공급하면 전원 계통의 지상 무효전력을 보상할 수 있다. 제동권선의 주된 역할은 이러한 역률 조정이 아니라 회전자의 진동을 억제하는 것이다.

② O: 난조는 부하의 급변 등으로 회전자의 속도와 부하각이 평형 상태를 중심으로 진동하는 현상이다. 회전자 속도가 회전자계의 동기속도에서 벗어나면 제동권선에 전류가 유도되고, 이 전류가 **속도 편차를 줄이는 방향의 토크**를 발생시킨다. 회전자가 빨라지면 감속시키고 느려지면 가속시켜 진동을 감쇠하므로 난조를 방지한다.

③ X: 제동권선은 **효율 향상을 직접 목적으로 하는 권선이 아니다**. 이상적인 평형 정상 동기운전에서는 회전자와 기본파 회전자계 사이에 상대운동이 없어 제동권선에 유도전류가 흐르지 않는다. 제동권선은 난조가 생겼을 때 진동을 감쇠하여 운전을 안정시키는 역할을 한다.

④ X: 동기전동기는 정상 동기운전에서 회전자 속도와 동기속도가 같으므로 **슬립은 0**이다. 슬립 1은 회전자가 정지한 상태에 해당한다. 제동권선은 슬립을 1로 유지하는 것이 아니라 속도 편차가 생겼을 때 이를 줄이는 방향으로 작용한다.

NoteBase

문 3. 변압기에서 2차측 정격전압이 200[V]이고 무부하전압이 210[V]이면 전압변동률[%]은?

① 3

② 4.7

③ 5

④ 15.5

정답 3번

간단한 해설

전압변동률은 무부하전압과 정격전압의 차이를 **2차측 정격전압**으로 나눈 백분율이다. 전압 차이 10 V는 정격전압 200 V의 **5%**이다.

계산 과정

변압기의 전압변동률은 1차측 전압을 일정하게 유지할 때, 정격부하에서 무부하로 바뀌면서 생기는 2차측 전압의 변화를 나타낸다. 무부하전압을 V_{20}, 2차측 정격전압을 V_{2n}이라 하면 전압변동률은 $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100$으로 구한다. 전압 변화의 기준이 되는 분모는 **무부하전압이 아니라 정격전압**이다.

주어진 무부하전압은 210 V, 2차측 정격전압은 200 V이므로 전압 차이는 $210 - 200 = 10$ V이다. 이는 부하를 제거했을 때 2차측 전압이 올라간 크기이다. 따라서 $\varepsilon = \frac{210 - 200}{200} \times 100 = 5\%$이다.

전압변동률은 5%이며, 선택지 ③의 5에 해당한다.

NoteBase

문 4. 권수비 $\frac{N_1}{N_2}$이 60인 변압기의 1차측에 교류전압 6,000[V]를 인가하고, 2차측에 저항 0.5[Ω]을 연결하였을 때, 변압기 2차측 전류[A]는? (단, 1차측 권선수는 N_1, 2차측 권선수는 N_2이고, 변압기의 손실은 무시한다)

① 100

② 110

③ 200

④ 220

정답 3번

간단한 해설

변압기의 **전압비는 권수비와 같으므로** 2차측 전압은 6,000/60 = 100 V이다. 이 전압이 0.5 Ω의 저항에 걸리므로 옴의 법칙에 따라 2차측 전류는 100/0.5 = 200 A이다.

계산 과정

1. 전압비와 권수비의 관계: 1차측 전압을 V_1, 2차측 전압을 V_2라 한다. 손실을 무시하는 변압기에서는 **전압이 권선수에 비례**하므로 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = 60$이다. 즉, 2차측 전압은 1차측 전압의 1/60이다.

2. 2차측 전압: 1차측에 6,000 V를 인가했으므로 $V_2 = \frac{6{,}000}{60} = 100$ V이다. 이 100 V가 2차측에 연결된 저항에 걸리는 전압이다.

3. 2차측 전류: 저항 부하에는 **2차측 전압으로 옴의 법칙**을 적용한다. 부하 저항이 0.5 Ω이므로 $I_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{100}{0.5} = 200$ A이다. 따라서 구한 2차측 전류 200 A는 ③의 값에 해당한다.

NoteBase

문 5. 일정한 속도로 운전 중인 3상 유도전동기를 제동하기 위하여 고정자 a상, b상, c상 권선 중 b상과 c상의 두 권선을 서로 바꾸어 전원에 연결하였다. 이 경우 발생하는 현상으로 옳지 않은 것은?

① 역 토크가 발생하여 감속한다.

② 발생된 전력을 전원으로 반환한다.

③ 회전자계의 방향이 역전된다.

④ 농형은 회전자에서 열이 발생한다.

정답 2번

간단한 해설

두 상의 접속을 바꾸는 것은 **역상제동**이다. 이때는 전력을 전원으로 돌려보내지 않고, 전원에서 공급받는 전기에너지와 회전계의 운동에너지를 **열로 소모**한다. 전력을 전원으로 반환하는 것은 회생제동이다.

선지별 해설

운전 중인 3상 유도전동기의 두 상 접속을 서로 바꾸어 회전자계를 반대로 회전시키는 제동법을 역상제동 또는 플러깅이라고 한다.

① O: 회전자계가 역전되어도 회전자는 관성 때문에 당분간 기존 방향으로 회전한다. 이때 전자기 토크는 **회전자의 회전 방향과 반대**로 작용하므로 회전자가 감속한다.

② X: 역상제동 중에는 전력을 전원으로 반환하는 것이 아니라 **전원에서 전력을 공급받는다**. 공급받는 전기에너지와 회전자·부하의 운동에너지가 전동기 내부에서 열로 소모된다. '발생된 전력을 전원으로 반환한다'는 회생제동의 설명이다.

③ O: 3상 유도전동기의 회전자계 방향은 전원의 상순서에 따라 정해진다. b상과 c상의 접속을 서로 바꾸면 상순서가 a-b-c에서 a-c-b로 바뀌므로 **회전자계의 회전 방향이 역전**된다.

④ O: 농형 회전자의 도체봉은 양쪽 끝에서 단락환으로 연결되어 폐회로를 이룬다. 역상제동 때도 회전자계와 회전자 사이의 상대운동으로 전류가 유도되며, 이 전류가 회전자 도체의 저항을 흐르면서 **줄열**을 발생시킨다.

NoteBase

문 6. 전동기에서 히스테리시스손과 자기 히스테리시스 루프 면적의 관계는?

① 비례한다.

② 반비례한다.

③ 제곱에 비례한다.

④ 제곱에 반비례한다.

정답 1번

간단한 해설

자기 히스테리시스 루프 면적은 자화 한 주기 동안 단위 부피에서 소모되는 에너지를 나타낸다. 주파수와 철심 부피가 일정하면 히스테리시스손은 **루프 면적에 비례한다**.

공통 해설

철심을 자화하고 반대 방향으로 자화하는 과정을 반복하면 자속밀도 B가 자계의 세기 H의 변화에 뒤처져 B–H 곡선이 닫힌 루프를 이룬다. 이 루프의 면적 A는 **한 주기 동안 단위 부피에서 열로 소모되는 에너지**를 나타내며, 단위는 J/m^3이다.

철심 부피를 V, 자화 주파수를 f라 하면 한 주기의 손실 에너지는 VA이고, 1초에 f번 반복되므로 히스테리시스손은 $P_h = fVA$이다. V를 m^3, f를 Hz로 나타내면 P_h의 단위는 W이다.

따라서 **주파수와 철심 부피가 일정할 때** 히스테리시스손은 루프 면적에 비례한다. 루프 면적이 2배이면 손실도 2배가 되므로, 반비례하거나 면적의 제곱에 비례·반비례하는 관계가 아니다.

NoteBase

문 7. 직류기에서 계자와 전기자 권선에 흐르는 전류에 의한 줄(Joule) 열로 발생하는 손실은?

① 히스테리시스손

② 기계손

③ 표유부하손

④ 동손

정답 4번

간단한 해설

계자와 전기자 권선의 저항에 전류가 흐를 때 줄열로 소모되는 전력은 **동손**이다.

공통 해설

동손은 **권선의 전기저항 때문에 전기에너지가 열로 바뀌는 손실**이다. 권선에 흐르는 전류를 I, 권선의 저항을 R이라 하면 줄의 법칙에 따라 손실 전력은 $P = I^2R$로 나타낸다. I의 단위가 A, R의 단위가 Ω이면 손실 전력의 단위는 W이다.

직류기의 계자 권선과 전기자 권선에서도 각각 전류와 저항에 따른 줄열이 발생한다. 각 권선의 손실을 더한 것이 이들 권선의 전체 동손이며, 문제의 '권선에 흐르는 전류에 의한 줄열'은 바로 이 손실을 뜻한다.

NoteBase

문 8. 스테핑 전동기의 특성이 아닌 것은?

① 슬립제어를 통해 광범위한 속도제어가 가능하다.

② 입력 펄스의 제어를 통해 정밀한 운전이 가능하다.

③ 정류자, 브러시 등의 접촉 부분이 없어 수명이 길다.

④ 기동, 정지, 정역회전이 이루어지는 제어에 적합하다.

정답 1번

간단한 해설

스테핑 전동기는 슬립을 조절하는 대신 **입력 펄스의 주파수**로 회전속도를 제어한다. 슬립제어는 유도전동기의 속도제어 방식이다.

선지별 해설

① X: 슬립은 회전자계의 동기속도와 회전자 속도의 차이를 동기속도에 대한 비율로 나타낸 것으로, 슬립을 변화시키는 속도제어는 유도전동기에 적용된다. 스테핑 전동기는 정상적으로 동작할 때 입력 펄스에 맞추어 일정한 각도씩 회전하므로, 속도를 바꾸려면 **슬립이 아니라 입력 펄스의 주파수**를 조절한다.

② O: 입력 펄스 하나에 대응하여 정해진 스텝각만큼 회전한다. 따라서 **펄스 수로 회전각을, 펄스 주파수로 회전속도를** 제어할 수 있어 정밀한 위치결정과 운전이 가능하다. 다만 부하나 가속이 허용 범위를 넘으면 펄스를 따라가지 못하는 탈조가 발생할 수 있다.

③ O: 고정자 권선의 여자 상태를 구동회로에서 전환하므로 **정류자와 브러시의 기계적 접촉이 필요 없다**. 이들 접촉부의 마모가 없어 수명이 길고 유지보수가 용이하다. 베어링 등 다른 기계 부품의 수명까지 무한하다는 뜻은 아니다.

④ O: 펄스 입력으로 기동과 정지를 제어하고, **권선의 여자 순서를 반대로 바꾸어** 회전 방향을 바꿀 수 있어 기동·정지·정역회전이 반복되는 제어에 적합하다. 즉시 기동·정지·역전할 수 있는 범위는 부하와 펄스 주파수에 따라 제한되므로, 그 범위를 넘는 운전에서는 적절한 가속·감속이 필요하다.

NoteBase

문 9. 단상 반파 다이오드 정류회로에서 정현파 교류전압을 인가하여 직류전압 100[V]를 얻으려 한다. 다이오드에 인가되는 역방향 최대전압[V]은? (단, 부하는 무유도 저항이고, 다이오드의 전압강하는 무시한다)

① 100

② $100\sqrt{2}$

③ $100\sqrt{3}$

④ 100π

정답 4번

간단한 해설

저항 부하의 반파 정류회로에서 직류전압은 출력전압의 **한 주기 평균값**이며, 입력전압 최댓값의 $1/\pi$배이다. 다이오드의 **역방향 최대전압은 입력전압의 최댓값**과 같으므로 100πV이다.

계산 과정

1. 직류전압과 입력전압의 관계: 입력 정현파 전압의 최댓값을 V_m, 출력의 직류전압을 V_{dc}라 한다. 다이오드의 전압강하를 무시하므로 양의 반주기에는 입력전압이 그대로 부하에 걸린다. 부하가 무유도 저항이므로 음의 반주기에는 다이오드가 차단되어 전류와 부하전압이 모두 0이 된다. 따라서 출력전압을 **한 주기 전체에 걸쳐 평균**하면 $V_{dc} = \frac{V_m}{\pi}$이다.

2. 입력전압의 최댓값 계산: 주어진 직류전압 100 V를 대입하면 $V_m = \pi V_{dc} = 100\pi$V이다. 이 값은 입력 교류전압의 실효값이 아니라 **순간전압의 최댓값**이다.

3. 역방향 최대전압: 음의 반주기에는 전류가 흐르지 않아 저항 부하의 전압이 0이므로, 입력전압 전체가 다이오드에 역방향으로 걸린다. 입력전압이 음의 최댓값에 도달할 때 역방향 전압의 크기가 가장 커져 $V_{R,\,max} = V_m = 100\pi$V이다. 이는 ④의 값이다.

NoteBase

문 10. 전동기의 토크를 크게 하는 방법이 아닌 것은?

① 자속밀도를 증가시킨다.

② 전류를 증가시킨다.

③ 코일의 턴수를 증가시킨다.

④ 공극을 증가시킨다.

정답 4번

간단한 해설

공극을 증가시키면 같은 여자 조건에서 **자기저항이 커져 자속밀도가 감소**하므로 토크를 크게 하는 방법이 아니다. 토크를 높이려면 기계적으로 필요한 간격을 확보하는 범위에서 공극을 줄이는 방향이 유리하다.

선지별 해설

전동기는 자기장 속에서 전류가 흐르는 코일이 받는 힘으로 회전한다. 균일한 자기장 속 코일의 토크는 $T = NBIA\sin\theta$로 나타낸다. N은 코일의 턴수, B는 자속밀도, I는 코일 전류, A는 코일 면적, θ는 코일 면에 수직인 방향과 자기장이 이루는 각이다. 코일 면적과 회전 위치가 같고 토크가 발생하는 조건에서 각 요인을 비교한다.

① O: 다른 조건이 같을 때 **자속밀도가 커지면 도선이 받는 자기력이 커진다**. 따라서 코일을 회전시키는 토크도 증가한다.

② O: 자기장과 코일의 구조가 같을 때 **코일 전류를 증가시키면** 도선이 받는 자기력이 커지므로 토크가 증가한다.

③ O: 각 턴에 흐르는 전류와 자속밀도가 같으면 턴마다 발생하는 토크가 더해진다. 따라서 **코일의 턴수가 많을수록** 전체 토크가 커진다.

④ X: 공극은 고정자와 회전자 사이의 공기 간격이다. 공극이 길어지면 자속이 통과하는 데 대한 저항인 자기저항이 커진다. 같은 여자 조건에서는 자속과 자속밀도가 감소하므로 토크를 증가시키는 방법이 아니다. 토크를 높이는 방향은 기계적으로 필요한 간격을 확보하면서 **공극을 줄이는 것**이다.

NoteBase

문 11. 이상적인 변압기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 1차측 주파수와 2차측 주파수는 같다.

② 직류전원을 공급하면 교번 자기력선속이 발생하지 않는다.

③ 부하에 무효전력을 공급할 수 없다.

④ 철심의 투자율이 무한대이다.

정답 3번

간단한 해설

이상적인 변압기는 자체적으로 무효전력을 소비하지 않지만, **전원에서 받은 무효전력을 부하에 전달할 수 있다**. 따라서 '부하에 무효전력을 공급할 수 없다'는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: 1차 권선과 2차 권선에는 같은 교번 자기력선속이 쇄교한다. 두 권선의 유도기전력은 같은 자기력선속의 변화로 발생하므로 **1차측과 2차측의 주파수는 같다**. 권수비에 따라 전압의 크기는 달라져도 주파수는 달라지지 않는다.

② O: 직류전원은 극성이 주기적으로 바뀌지 않으므로 **방향이 주기적으로 바뀌는 교번 자기력선속을 만들지 못한다**. 전원을 연결하거나 끊을 때의 과도적인 변화와, 교류 운전에서 계속 반복되는 자기력선속의 변화는 구별해야 한다.

③ X: 이상적인 변압기는 **부하에 무효전력을 공급할 수 있다**. 예를 들어 유도성 부하를 연결하면 전원에서 받은 무효전력을 2차측 부하에 전달한다. 이상적인 변압기는 자체적인 여자와 누설리액턴스에 의한 무효전력 소비가 없으므로, 1차측에서 받은 무효전력과 2차측으로 공급한 무효전력이 같다. 자체적으로 무효전력을 소비하지 않는다는 조건을 부하에 전달할 수도 없다는 뜻으로 해석하면 안 된다.

④ O: 이상적인 변압기는 철심의 **투자율이 무한대**라고 가정한다. 이는 유한한 자기력선속을 만드는 데 필요한 자화력이 0이라는 뜻이며, 이에 따라 여자전류도 0으로 본다. 실제 철심의 투자율은 유한하지만 이상적인 모델에서는 이와 같이 단순화한다.

NoteBase

문 12. 영구자석을 사용하여 자속을 발생시키는 전동기가 아닌 것은?

① BLDC 전동기

② PM형 스테핑 전동기

③ 유도전동기

④ PMSM 전동기

정답 3번

간단한 해설

유도전동기는 **영구자석을 사용하지 않고**, 고정자의 회전자계에 의해 회전자에 유도된 전류로 회전자 자속을 만든다.

공통 해설

구분 기준은 회전자 자속을 영구자석으로 만드는지, 전류로 만드는지이다. BLDC 전동기, PM형 스테핑 전동기, PMSM 전동기는 모두 회전자에 둔 **영구자석으로 자속을 만든다**. PM은 영구자석(Permanent Magnet)을 뜻한다.

유도전동기는 고정자 권선에 흐르는 교류가 회전자계를 만들고, 이 회전자계와 회전자의 상대운동으로 회전자에 전류가 유도된다. 이 **유도전류가 만드는 자속**과 고정자 자속의 상호작용으로 토크가 발생하므로, 영구자석을 자속원으로 사용하지 않는다.

NoteBase

문 13. 6극 동기발전기의 회전자 둘레가 2[m]이고, 60[Hz]로 운전할 때 회전자 주변속도[m/s]는?

① 10

② 20

③ 30

④ 40

정답 4번

간단한 해설

6극 동기발전기는 회전자 1회전마다 전기적으로 3주기가 생기므로, 60 Hz에서 **초당 20회전**한다. 회전자 둘레 2 m에 초당 회전수를 곱하면 주변속도는 **40 m/s**이다.

계산 과정

회전수 계산: 극수 P = 6, 발생 주파수 f = 60 Hz이다. 동기발전기는 한 쌍의 자극이 지나갈 때 전기적으로 1주기가 생기므로, **6극이면 기계적 1회전에 전기적 3주기**가 대응한다. 초당 회전수를 n이라 하면 $f = \frac{P}{2}n$이므로, n=(2f)/(P)=(2×60)/(6)=20 회/s이다. 즉, 회전자는 1초에 20바퀴 돈다.

주변속도 계산: 회전자 표면의 한 점은 1회전할 때 회전자 둘레 C = 2 m만큼 이동한다. 따라서 주변속도는 **둘레에 초당 회전수를 곱한 값**으로, $v = Cn = 2 \times 20 = 40\text{m/s}$이다. 이는 ④의 40 m/s에 해당한다.

NoteBase

문 14. 전력용 반도체 소자 중 3단자 소자가 아닌 것은?

① DIAC

② SCR

③ GTO

④ LASCR

정답 1번

간단한 해설

DIAC은 **게이트가 없는 2단자 소자**이다. 두 주단자 사이에 걸리는 전압의 크기가 브레이크오버 전압에 도달하면 도통한다.

공통 해설

이 문항에서는 전류가 흐르는 두 주단자 외에 **게이트 단자가 있는지**로 소자를 구분한다. SCR, GTO, LASCR은 애노드(A)·캐소드(K)·게이트(G)를 갖는 3단자 소자이다. LASCR은 빛으로 켤 수 있는 SCR이며, 광점호 방식이라는 이유로 게이트 단자가 없는 소자로 분류하지 않는다.

DIAC은 두 주단자만 있고 **별도의 게이트 단자가 없다**. 어느 극성이든 두 단자 사이 전압의 크기가 브레이크오버 전압에 도달하면 도통하는 양방향 소자이다. 따라서 3단자 소자가 아닌 것에 해당하는 소자는 DIAC이다.

NoteBase

문 15. 이상적인 변압기의 2차측에서 전압 200[V]와 전류 2[A]를 얻었다. 2차회로 임피던스를 1차회로측으로 환산한 임피던스가 400[Ω]일 때, 변압기의 권수비 $\frac{N_1}{N_2}$와 1차측 전압[V]은? (단, 1차측 권선수는 N_1, 2차측 권선수는 N_2이다)

① 권수비: 2, 1차측 전압: 100

② 권수비: 2, 1차측 전압: 400

③ 권수비: 4, 1차측 전압: 100

④ 권수비: 4, 1차측 전압: 400

정답 2번

간단한 해설

이상적인 변압기에서 2차측 임피던스를 1차측으로 환산하면 **권수비의 제곱**이 곱해진다. 2차측 임피던스는 100 Ω이므로 권수비는 2이며, 전압은 권수비에 비례하므로 1차측 전압은 400 V이다.

계산 과정

권수비를 $a = \frac{N_1}{N_2}$, 1·2차측 전압을 각각 V_1, V_2, 2차측 임피던스를 Z_2, 이를 1차측으로 환산한 임피던스를 Z_2'라 하자. 이상적인 변압기에서는 1차측 전압이 2차측 전압의 a배이고, 1차측 전류는 2차측 전류의 $\frac{1}{a}$배이다. 따라서 전압을 전류로 나눈 임피던스는 **권수비의 제곱에 비례**하여 $Z_2' = a^2 Z_2$가 된다.

2차측 임피던스: 주어진 전압 200 V와 전류 2 A의 비로 구한다. $Z_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{200}{2} = 100\Omega$이다. 이는 환산하기 전 2차회로 자체의 임피던스이다.

권수비: 환산 임피던스 400 Ω은 2차측 임피던스 100 Ω의 4배이다. 이 4배는 권수비 자체가 아니라 **권수비의 제곱**이므로, $a^2 = \frac{400}{100} = 4$에서 $a = 2$이다. 권선수의 비는 양수이므로 양의 제곱근을 취한다.

1차측 전압: 이상적인 변압기의 전압비는 권수비와 같으므로 $V_1 = aV_2$이다. 따라서 $V_1 = 2 \cdot 200 = 400\text{V}$이다. 권수비 2와 1차측 전압 400 V의 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 16. 유도전동기에서 회전자가 동기속도로 운전할 때, 슬립 s는?

① s = 0

② 0 < s < 1

③ s = 1

④ 1 < s

정답 1번

간단한 해설

회전자가 동기속도로 회전하면 회전자와 회전자계 사이에 **속도 차이가 없으므로** 슬립은 s = 0이다.

공통 해설

슬립은 동기속도에 대한 회전자계와 회전자의 속도 차이의 비율이다. 동기속도를 n_s, 회전자 속도를 n이라 하면 $s = \frac{n_s - n}{n_s}$로 정의하며, 두 속도는 같은 단위로 나타낸다. 슬립은 단위가 없는 값이다.

회전자가 동기속도로 운전한다는 것은 $n = n_s$라는 뜻이다. 따라서 **속도 차이가 0**이 되어 s = 0이다. 슬립이 양수인 나머지 후보들은 회전자와 회전자계 사이에 속도 차이가 있는 상태이므로 주어진 조건에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 17. 4극 직류발전기가 1,000 [rpm]으로 회전하면 유기기전력이 100 [V]이다. 회전속도가 80 [%]로 감소하고, 자속이 두 배가 되었을 때 유기기전력[V]은?

① 40

② 62.5

③ 160

④ 250

정답 3번

간단한 해설

같은 직류발전기의 유기기전력은 **자속과 회전속도의 곱에 비례**한다. 자속이 2배, 회전속도가 0.8배가 되므로 유기기전력은 처음의 1.6배인 160 V가 된다.

계산 과정

직류발전기의 유기기전력은 $E = k\Phi N$이다. 여기서 E는 유기기전력, Φ는 극당 자속, N은 회전속도이며 k는 발전기의 구조에 따른 상수이다. 4극인 같은 발전기에서 극수와 전기자 권선 구조가 변하지 않으므로 k는 일정하고, **자속과 회전속도의 변화 비율을 곱하여** 기전력의 변화 비율을 구할 수 있다.

회전속도가 처음의 80%가 되므로 변경 후 속도는 1,000 × 0.8 = 800 rpm이다. 이는 **80%만큼 감소하는 것이 아니라 처음의 80%로 줄어드는 것**이다. 자속은 처음의 2배가 된다.

변경 전후의 유기기전력을 각각 E_1, E_2라 하면 $\frac{E_2}{E_1} = 2 \cdot 0.8 = 1.6$이다. 즉, 속도 감소에도 자속 증가의 영향이 더 커서 기전력은 처음보다 60% 증가한다. 따라서 변경 후 유기기전력은 100 × 1.6 = 160 V이며, ③의 160에 해당한다.

NoteBase

문 18. 정격출력 9[kW], 60[Hz] 4극 3상 유도전동기의 전부하 회전수가 1,620[rpm]이다. 전부하로 운전할 때 2차 동손[W]은? (단, 기계손은 무시한다)

① 800

② 1,000

③ 1,200

④ 1,400

정답 2번

간단한 해설

동기속도는 1,800 rpm이므로 전부하 슬립은 0.1이다. 기계손을 무시할 때 **2차 동손과 출력의 비는 0.1 : 0.9**이므로, 출력 9 kW에 대응하는 2차 동손은 1,000 W이다.

계산 과정

동기속도와 슬립: 주파수를 f, 극수를 p라 하면 회전자계의 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{p}$이다. 따라서 $n_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1{,}800\text{rpm}$이다. 슬립은 동기속도에 대한 회전자의 상대적인 속도 차이이므로, 전부하 회전수 1,620 rpm에서 $s = \frac{1{,}800 - 1{,}620}{1{,}800} = 0.1$이다.

2차 입력의 배분: 회전자에 전달되는 2차 입력을 P_2라 하면 2차 동손은 $P_{c2} = sP_2$, 기계적 발생출력은 $P_m = (1 - s)P_2$이다. 즉, 2차 입력 중 슬립에 해당하는 비율은 회전자 저항에서 열로 소모되고, 나머지는 기계적 동력으로 변환된다. **기계손을 무시하므로 기계적 발생출력과 축출력이 같아** $P_m = 9\text{kW} = 9{,}000\text{W}$이다.

2차 동손 계산: 출력 9,000 W는 2차 입력 전체가 아니라 **2차 입력의 90%**이다. 따라서 $P_2 = \frac{9{,}000}{0.9} = 10{,}000\text{W}$이고, 그중 10%가 동손이므로 $P_{c2} = 0.1 \times 10{,}000 = 1{,}000\text{W}$이다.

구한 2차 동손 1,000 W는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. 8극 선형 유도전동기의 극 간격(pole pitch)은 0.5[m]이고 전원 주파수는 60[Hz]이다. 가동부의 속도가 48[m/s]일 때 슬립 s는?

① 0.01

② 0.1

③ 0.15

④ 0.2

정답 4번

간단한 해설

진행자계의 동기속도는 60 m/s이다. 가동부가 이보다 12 m/s 느리므로, **동기속도를 기준으로 한 속도 차의 비율**인 슬립은 0.2이다.

계산 과정

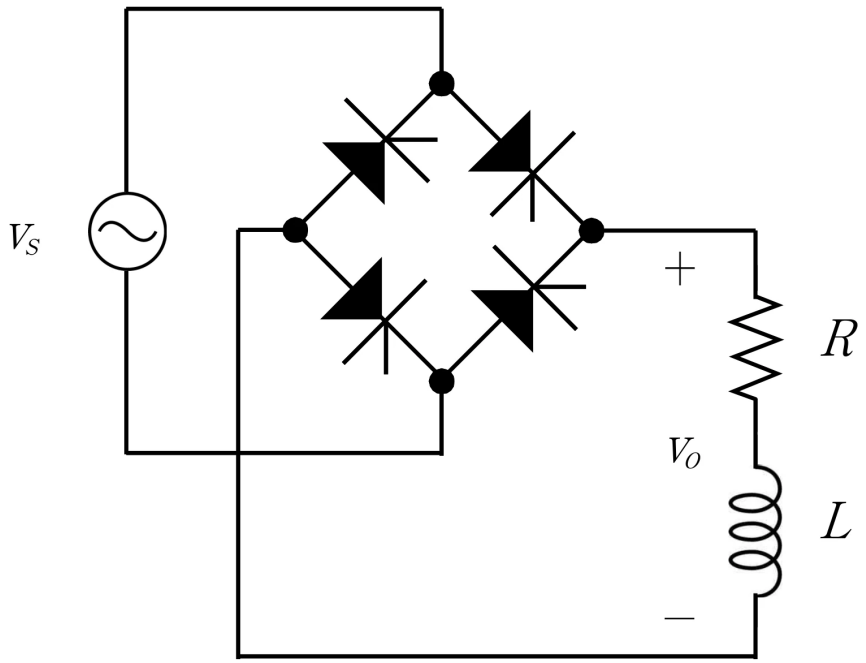
동기속도: 극 간격 τ는 인접한 두 자극 사이의 거리이다. 진행자계는 전원 한 주기 동안 두 극 간격만큼 이동하므로, 동기속도는 $v_s = 2\tau f$이다. 주어진 8극 선형 유도전동기에서 극 간격은 0.5 m, 전원 주파수는 60 Hz이므로 $v_s = 2 \times 0.5 \times 60 = 60\text{m/s}$이다. 이는 **진행자계가 이동하는 속도**이다.

슬립 계산: 가동부의 실제 속도 v는 48 m/s이다. 슬립은 진행자계와 가동부의 속도 차를 **동기속도로 나눈 비율**이므로 $s = \frac{v_s - v}{v_s}$를 적용한다. 속도 차는 60 − 48 = 12 m/s이고, $s = \frac{60-48}{60} = \frac{12}{60} = 0.2$이다.

결과: 슬립은 단위가 없는 비율이며 0.2는 동기속도의 20%에 해당하는 속도 차가 있다는 뜻이다. 계산값 0.2는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 그림과 같은 단상 전파 위상제어 정류회로에서 전원전압 V_s의 실횻값은 220 [V], 전원 주파수는 60 [Hz]이다. 부하단에 연결되어 있는 저항 R은 20 [Ω]이고 사이리스터의 지연각(점호각) $\alpha = 60°$라 할 때, 저항 R에 흐르는 전류의 평균값[A]은? (단, 부하에 연결된 인덕턴스 L은 $L \gg R$로 충분히 큰 값을 가진다)



① 22

② $11\sqrt{2}$

③ $\frac{22}{\pi}$

④ $\frac{11\sqrt{2}}{\pi}$

정답 4번

간단한 해설

큰 인덕턴스로 부하전류가 연속일 때, 단상 전제어 브리지의 평균전압은 $V_{\text{avg}} = \frac{2V_m}{\pi}\cos\alpha$이다. 이를 **저항 20 Ω으로 나누면 평균전류**는 $\frac{11\sqrt{2}}{\pi}$ A가 된다.

NoteBase

계산 과정

회로와 적용 조건: 그림은 사이리스터 4개로 구성된 단상 전제어 브리지이며, R과 L이 직렬로 연결되어 있다. 인덕턴스가 충분히 크므로 **부하전류가 끊어지지 않는 연속전류**로 본다. 이때 한 쌍의 사이리스터가 180°씩 도통하고 다음 쌍으로 전류가 넘어간다.

전원전압의 최댓값: 주어진 220 V는 전원전압의 실효값이다. 정현파 전압의 최댓값을 V_m이라 하면 $V_m = \sqrt{2}\,V_s = 220\sqrt{2}$ V이다.

평균 출력전압: 연속전류 상태에서는 점호각부터 180° 동안 이어지는 출력전압을 평균하므로 $V_{\text{avg}} = \frac{2V_m}{\pi}\cos\alpha$를 적용한다. $\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$이므로 $V_{\text{avg}} = \frac{440\sqrt{2}}{\pi}\cdot\frac{1}{2} = \frac{220\sqrt{2}}{\pi}$ V이다. 이는 직렬 R–L 부하 전체에 걸리는 전압의 평균값이다.

저항에 흐르는 평균전류: 정상상태에서는 한 주기 뒤 인덕터 전류가 원래 값으로 돌아오므로 **인덕터 양단 전압의 평균값은 0**이다. 따라서 평균 출력전압은 저항의 평균 전압강하와 같으며, $I_{\text{avg}} = \frac{V_{\text{avg}}}{R}$이다. R과 L에는 같은 전류가 흐르므로 저항의 평균전류는 $I_{\text{avg}} = \frac{220\sqrt{2}}{20\pi} = \frac{11\sqrt{2}}{\pi}$ A로, ④의 값과 일치한다.

NoteBase