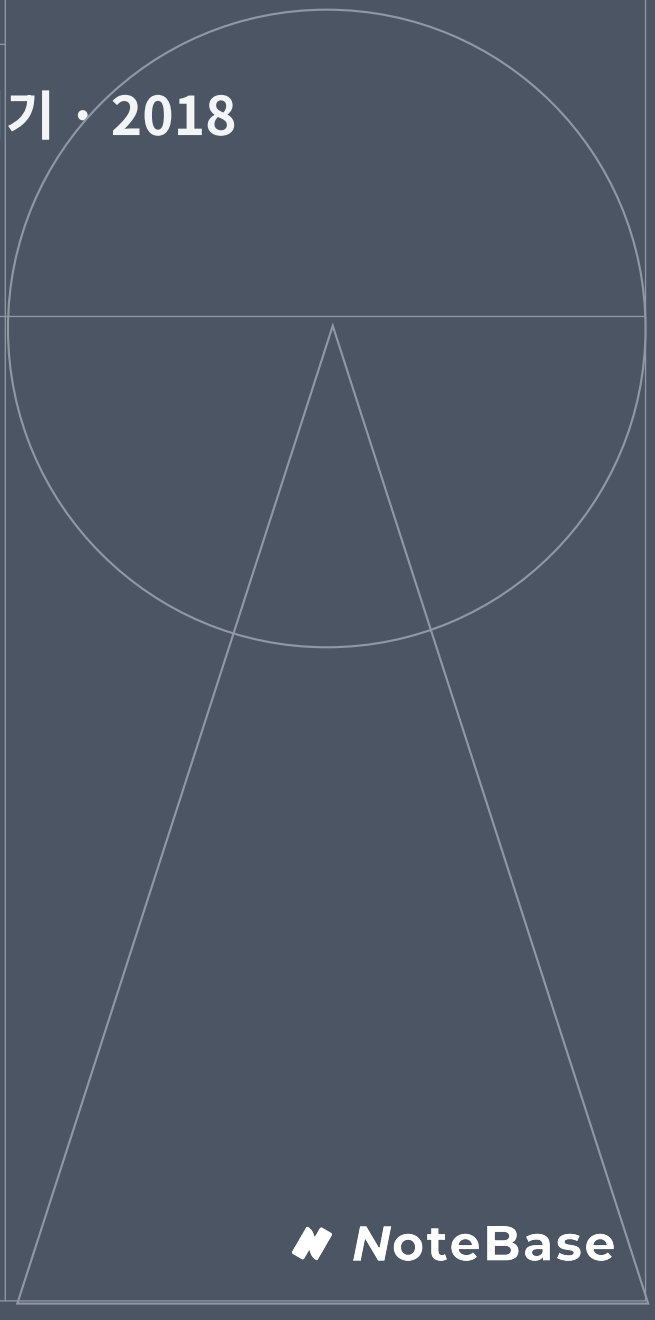
기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2018



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2018

공무원/국회직/9급 · 전기기기 · 2018

1. 직류기에서 전동기를 발전기로 동작시켜 유도기전력을 전원 전압보다 크게 하여 전력을 전원측으로 되돌려 보내면서 제동하는 방법은?

   ① 와전류제동
   ② 발전제동
   ③ 역전제동
   ④ 역상제동
   ⑤ 회생제동

정답 5번

출제 포인트

직류 전동기가 발전기로 동작할 때 발생한 전력을 전원으로 되돌려 보내는 제동 방식이 회생제동임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

회생제동: 전동기를 발전기로 동작시키고, 유도기전력 E가 전원 전압 V보다 커지게 하여 전류와 전력을 전원 측으로 되돌리면서 제동하는 방식이다.
발전제동: 전동기의 운동에너지를 전기에너지로 바꾸되, 발생 전력을 제동저항 등에서 열로 소비하여 제동하는 방식이다.
역전제동: 전기자 전류의 방향을 바꾸어 회전 방향과 반대인 토크를 발생시키는 방식으로, 전원에 에너지를 돌려보내는 제동이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 와전류제동은 도체에 유도된 와전류의 손실과 그에 따른 제동력을 이용한다. 틀린 표현은 전력을 전원 측으로 되돌려 보내는 방식이라는 연결이며, 올바르게는 와전류 손실로 운동에너지를 열로 소모하는 제동이다.
② X — 발전제동은 발전 작용으로 얻은 전력을 보통 제동저항에서 열로 소비한다. 틀린 부분은 전력을 전원 측으로 되돌려 보낸다는 점이며, 올바르게는 전원으로 회수하지 않고 저항 등에서 소비하는 제동이다.
③ X — 역전제동은 전기자 전류의 방향을 반대로 만들어 회전 반대 방향의 제동 토크를 발생시킨다. 틀린 부분은 유도기전력을 전원 전압보다 크게 하여 전력을 반환한다는 점이며, 올바르게는 접속을 바꾸어 역방향 토크를 만드는 제동이다.
④ X — 역상제동은 주로 교류 전동기에서 상순서를 바꾸어 역방향 토크를 발생시키는 제동이다. 틀린 부분은 직류기의 유도기전력으로 전력을 전원 측에 반환한다는 점이며, 올바르게는 상순서 변경으로 제동 토크를 만드는 방식이다.
⑤ O — 회생제동은 직류기를 발전기로 동작시키고 $E > V$가 되게 하여 전력을 전원 측으로 되돌리므로 문제의 조건과 정확히 일치한다.

오답 포인트

② 발전제동도 전동기의 발전 작용을 이용하므로 ⑤ 회생제동과 혼동하기 쉽다. 구별점은 발생 전력의 처리 방향이다. 제동저항에서 열로 소비하면 발전제동이고, 전원 측으로 반환하면 회생제동이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에서 '유도기전력이 전원 전압보다 크다'와 '전력을 전원으로 되돌려 보낸다'가 함께 제시되면 회생제동으로 판단한다. 발전 작용만 언급된 경우에는 발생 전력이 전원으로 반환되는지, 저항에서 소비되는지를 추가로 구분한다.

암기 포인트

전원으로 돌려보내면 회생제동, 저항에서 태우면 발전제동이다.

NoteBase

2. 직류 전동기에서 정류작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정류자와 브러시를 이용하여 전류의 방향을 바꾸어 회전자에 공급한다.
② 단락 전류를 억제하기 위해 접촉 저항이 큰 브러시를 사용하는 것이 좋다.
③ 정류시간을 길게 하는 것이 양호한 정류에 유리하다.
④ 정류자편의 강도는 브러시의 강도보다 낮을수록 좋다.
⑤ 정류작용이 원활하지 않으면 불꽃이 발생할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

직류 전동기의 정류 과정과 양호한 정류를 위한 브러시·정류자편의 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

정류는 회전 전기자 도체에 흐르는 전류가 중성축 부근에서 방향을 바꾸도록 하여 외부 회로에서는 직류가 되게 하는 과정이다. 정류자와 브러시가 이 전류 전환을 담당한다.
양호한 정류를 위해서는 접촉 저항이 큰 브러시로 단락 전류를 억제하고, 정류 시간을 충분히 확보하며, 마모되는 브러시를 정류자편보다 부드럽게 한다.

선지별 해설

① O — 정류자와 브러시는 전기자 코일의 접속을 회전 위치에 맞추어 바꾸므로 전류 방향이 전환되고, 외부에는 한 방향의 전류가 공급된다.
② O — 접촉 저항이 큰 브러시는 정류 중 브러시가 두 정류자편을 걸쳐 생기는 단락 전류를 제한하므로 정류에 유리하다.
③ O — 정류 시간이 길어지면 코일 전류가 급격하지 않게 반전되어 리액턴스 전압이 작아지므로 양호한 정류에 유리하다.
④ X — 틀린 부분은 '정류자편의 강도는 브러시의 강도보다 낮을수록 좋다'이다. 실제로는 정류자편의 강도를 브러시보다 높게 하고 브러시를 더 부드럽게 하여, 교체하기 어려운 정류자편보다 교체하기 쉬운 브러시가 주로 마모되도록 하는 것이 좋다.
⑤ O — 정류가 끝날 때 코일 전류가 완전히 반전되지 않으면 브러시가 정류자편에서 떨어지는 순간 잔류 전류가 끊어지면서 불꽃이 발생할 수 있다.

오답 포인트

④의 '낮을수록'이 함정이다. 마찰하는 두 부품 가운데 교체하기 어려운 정류자편을 더 약하게 만드는 것이 아니라, 소모품인 브러시를 더 부드럽게 하여 정류자편의 손상을 줄인다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

정류 관련 선지는 ‘전류 반전이 원활한가’, ‘단락 전류와 불꽃을 줄이는가’, ‘정류자편을 보호하는가’의 세 기준으로 판단한다. 브러시는 접촉 저항이 크고 정류자편보다 부드러운 것이 유리하다.

암기 포인트

정류는 천천히, 단락 전류는 작게, 마모는 브러시에 집중된다.

NoteBase

3. 직류기의 전기자 반작용에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 전동기의 경우 전기자 반작용 때문에 회전속도가 감소한다.
② 전기자 전류에 의해 발생한 자속으로 인해 기기 내에서 자속 분포가 왜곡된다.
③ 자기저항을 크게 설계하여 전기자 반작용을 줄일 수 있다.
④ 보상권선을 설치하여 전기자 반작용을 줄일 수 있다.
⑤ 전기적 중성축이 이동하고 주 자속이 감소한다.

정답 1번

출제 포인트

직류기에서 전기자 반작용이 주 자속의 분포와 크기, 전기적 중성축 및 전동기 속도에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기자 반작용은 부하 전류가 흐르는 전기자 권선의 자계가 주자계에 작용하여 공극 자속 분포를 왜곡하고 주 자속을 약화시키는 현상이다.
전기적 중성축은 회전 중인 전기자 도체의 유기기전력이 0이 되어 정류에 적합한 축이며, 전기자 반작용이 생기면 그 위치가 이동한다.
직류 분권전동기의 속도는 대략 $n = (V - I_a R_a)/(k\Phi)$이므로, 전기자 반작용으로 자속 Φ가 감소하면 다른 조건이 같을 때 속도는 증가하는 방향으로 변한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '회전속도가 감소한다'이다. 전동기에서는 전기자 반작용의 감자 작용으로 주 자속이 감소하므로, 다른 조건이 같다면 회전속도는 증가한다.
② O — 전기자 전류가 만드는 기자력이 주자계와 합성되면서 기기 내부의 공극 자속 분포가 한쪽으로 치우쳐 왜곡된다.
③ O — 자기저항이 큰 공극을 크게 하면 같은 전기자 기자력이 만드는 자속의 영향이 작아져 전기자 반작용을 줄일 수 있다.
④ O — 보상권선은 전기자 기자력과 반대 방향의 기자력을 만들어 전기자 반작용에 의한 주자계 왜곡을 상쇄한다.
⑤ O — 전기자 반작용의 교차자화 성분 때문에 전기적 중성축이 이동하고, 감자 성분과 자로 포화의 영향으로 주 자속은 감소한다.

NoteBase

오답 포인트

①에서 '자속 감소'를 곧바로 '속도 감소'로 연결하기 쉽다. 직류 분권전동기는 속도가 자속에 거의 반비례하므로 자속이 약해지면 오히려 속도가 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기자 반작용의 결과는 '자속 분포 왜곡, 전기적 중성축 이동, 주 자속 감소'로 정리한다. 전동기 속도에 관한 선지는 $n \propto 1/\Phi$ 관계를 적용하여 자속 감소가 속도 증가로 이어지는지 판단한다.

암기 포인트

전기자 반작용은 자속을 왜곡·약화하고 중성축을 이동시킨다. 분권전동기는 자속이 약해지면 속도가 증가한다.

NoteBase

4. 직류 분권전동기에서 단자전압과 자속을 일정하게 유지한 상태에서 부하토크가 $\frac{1}{2}$배가 되면 전기자전류는 몇 배가 되는가?

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

④ 2

⑤ 4

정답 2번

출제 포인트

직류 분권전동기의 자속이 일정할 때 전자토크와 전기자전류의 비례 관계를 이용해 부하토크 변화에 따른 전기자전류를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압과 자속은 일정하고, 부하토크는 처음의 1/2배가 된다.
구해야 할 값: 변화 후 전기자전류가 처음의 몇 배인지 구한다.
주의할 조건: 자속 Φ가 일정하므로 토크는 전기자전류 I_a에 정비례한다.

사용할 공식

직류전동기의 전자토크는 다음과 같다.
$T = K\Phi I_a$
자속이 일정하므로 다음 비례식이 성립한다.
$T \propto I_a$
이 공식을 쓰는 이유는 정상상태에서 전자토크가 부하토크와 균형을 이루며, 문제에서 자속을 일정하게 유지한다고 했기 때문이다.

계산 과정

처음과 변화 후의 값을 각각 아래첨자 1, 2로 나타내면 다음과 같다.
$\frac{T_2}{T_1} = \frac{K\Phi I_{a2}}{K\Phi I_{a1}} = \frac{I_{a2}}{I_{a1}}$
부하토크가 1/2배가 되었으므로 다음과 같다.
$\frac{I_{a2}}{I_{a1}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{2}$
따라서 전기자전류는 처음의 1/2배가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1/4배가 아니라 1/2배이다. 고정 자속에서는 토크와 전기자전류의 변화비가 같으므로 1/4배는 조건에 맞지 않는다.
② O — 고정 자속에서 $T \propto I_a$이므로 토크가 1/2배가 되면 전기자전류도 1/2배가 된다.
③ X — $1/\sqrt{2}$배가 아니라 1/2배이다. $1/\sqrt{2}$은 전기자전류가 토크의 제곱근에 비례한다고 잘못 본 값이다.
④ X — 2배가 아니라 1/2배이다. 토크와 전기자전류는 반비례하지 않고, 자속이 일정하면 정비례한다.
⑤ X — 4배가 아니라 1/2배이다. 토크 감소비를 역수로 취하거나 제곱 관계를 적용하면 안 된다.
계산 결과 전기자전류는 1/2배이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

분권전동기라는 말만 보고 모든 운전량을 제곱 관계로 처리하는 것이 함정이다. 이 문항은 자속이 일정하다고 명시했으므로 $T = K\Phi I_a$에서 T와 I_a의 1차 비례 관계를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자속의 변화 여부를 확인한다. 자속이 일정하면 $T_2/T_1 = I_{a2}/I_{a1}$을 바로 적용하고, 토크의 변화비를 전기자전류의 변화비로 사용한다.

암기 포인트

고정 자속 직류전동기에서는 $T \propto I_a$이다. 토크가 절반이면 전기자전류도 절반이다.

NoteBase

5. 전기자 총 도체수 200, 각 자극의 자속 0.02Wb이고, 6극인 직류 분권발전기가 있다. 이 발전기가 1,800rpm으로 회전할 때 전기자에 유도되는 기전력[V]은? (단, 전기자 권선은 파권이다.)

① 120
② 208
③ 220
④ 360
⑤ 480

정답 4번

출제 포인트

직류발전기의 유기 기전력 공식과 파권의 병렬회로 수를 이용하여 전기자에 유도되는 기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 총 도체수 $Z = 200$, 극수 $P = 6$, 자극당 자속 $\Phi = 0.02Wb$, 회전속도 $N = 1,800rpm$이다.
구해야 할 값: 전기자 유기 기전력 E이다.
주의할 조건: 전기자 권선이 파권이므로 극수와 관계없이 병렬회로 수는 $A = 2$이다.

사용할 공식

직류발전기의 유기 기전력은 다음과 같다.

$$E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$$

각 자극의 자속을 전기자 도체가 회전하면서 쇄교하여 기전력이 유도되므로 이 공식을 사용한다. 파권에서는 병렬회로 수 $A = 2$를 대입한다.

계산 과정

1. 파권이므로 $A = 2$로 정한다.
2. 주어진 값을 공식에 대입한다.

$$E = \frac{6 \times 0.02 \times 200 \times 1,800}{60 \times 2}$$

3. 계산하면 다음과 같다.

$$E = \frac{43,200}{120} = 360V$$

NoteBase

선지 판단

① X — 120V는 계산 결과 360V와 다르다. 파권인데 병렬회로 수를 극수와 같은 $A = 6$으로 잘못 적용하면 나오는 값이며, 올바른 값은 360V이다.
② X — 208V는 공식에 $P = 6, \Phi = 0.02Wb, Z = 200, N = 1,800rpm, A = 2$를 대입한 결과와 다르며, 올바른 값은 360V이다.
③ X — 220V는 계산 결과와 다르며, 주어진 조건에서의 유기 기전력은 360V이다.
④ O — 파권의 병렬회로 수 $A = 2$를 적용한 계산 결과가 360V이므로 옳다.
⑤ X — 480V는 계산 결과와 다르며, 올바른 값은 360V이다.

오답 포인트

파권의 병렬회로 수를 극수와 같은 값으로 두는 것이 핵심 함정이다. 파권은 $A = 2$이고, 중권은 $A = P$이므로 두 권선의 병렬회로 수를 구분해야 한다. 이 문제에서 $A = 6$으로 잘못 두면 ①의 120V가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 유기 기전력 문제는 권선 방식으로 병렬회로 수 A를 먼저 정한 뒤 $E = P\Phi ZN/(60A)$에 값을 대입하고 단위를 확인하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

파권은 $A = 2$, 중권은 $A = P$이며, 유기 기전력은 $E = P\Phi ZN/(60A)$이다.

NoteBase

6. 300kVA 단상 변압기 3대를 $\Delta-\Delta$ 결선으로 운전하는 변전소에서 부하의 증가로 300kVA 단상 변압기 1대를 증설하여 V결선 2뱅크로 운전하였다. V결선 변압기에 과부하가 걸리지 않으면서 변전소에서 공급할 수 있는 최대 부하[kVA]는?

① $300\sqrt{3}$

② $\frac{300}{\sqrt{3}}$

③ $600\sqrt{3}$

④ $\frac{600}{\sqrt{3}}$

⑤ $\frac{600}{\sqrt{2}}$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기 2대로 구성한 V결선 1뱅크의 용량을 구한 뒤, 2뱅크의 전체 용량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단상 변압기 1대의 정격용량은 $S_T = 300kVA$이다.
구성: 변압기 1대를 증설하면 총 4대가 되며, 2대씩 V결선하여 2뱅크를 구성한다.
구해야 할 값: 각 변압기에 과부하가 걸리지 않을 때 변전소가 공급할 수 있는 최대 피상전력이다.

사용할 공식

단상 변압기 1대의 정격용량을 S_T라 하면 V결선 1뱅크의 용량은

$S_{V,1} = \sqrt{3}S_T$

이다. 따라서 V결선 2뱅크의 전체 용량은

$S_{V,2} = 2\sqrt{3}S_T$

이다. V결선에서는 2대의 단순 정격용량 합 $2S_T$가 아니라 그 $\sqrt{3}/2$배가 뱅크 용량이 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. V결선 1뱅크의 최대 용량을 계산한다.

$S_{V,1} = \sqrt{3} \times 300 = 300\sqrt{3}kVA$

2. 같은 V결선이 2뱅크이므로 2배한다.

$S_{V,2} = 2 \times 300\sqrt{3} = 600\sqrt{3}kVA$

따라서 과부하 없이 공급할 수 있는 최대 부하는 $600\sqrt{3}kVA$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $300\sqrt{3}kVA$는 V결선 1뱅크의 용량만 계산한 값이다. 문제의 2뱅크 전체 용량은 $600\sqrt{3}kVA$로 고쳐야 한다.
② X — $300/\sqrt{3}kVA$는 V결선 1뱅크 공식 $\sqrt{3}S_T$에도 맞지 않고 2뱅크도 반영하지 않은 값이다. 올바른 값은 $600\sqrt{3}kVA$이다.
③ O — V결선 1뱅크의 용량 $300\sqrt{3}kVA$를 2배하면 $600\sqrt{3}kVA$가 된다.
④ X — $600/\sqrt{3}kVA$는 V결선 계수 $\sqrt{3}$을 곱해야 하는데 나눈 값이다. 올바른 식은 $600\sqrt{3}kVA$이다.
⑤ X — $600/\sqrt{2}kVA$는 V결선 용량계수와 무관한 $\sqrt{2}$를 적용한 값이다. V결선에는 $\sqrt{3}$을 적용하여 $600\sqrt{3}kVA$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

①처럼 V결선 1뱅크의 용량까지만 구하고 끝내기 쉽다. 이 문제는 증설 후 총 4대를 2대씩 묶은 V결선 2뱅크이므로, 1뱅크 용량 $300\sqrt{3}kVA$를 반드시 2배해야 한다. 또한 V결선 계수는 $\sqrt{3}$이며 이를 나누거나 $\sqrt{2}$로 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 변압기 1대의 정격용량을 확인한 뒤, V결선 1뱅크 용량 $\sqrt{3}S_T$를 구하고 마지막에 뱅크 수를 곱한다. 과부하 금지 조건에서는 S_T에 변압기 1대의 정격용량을 그대로 대입한다.

암기 포인트

V결선 1뱅크는 $\sqrt{3}S_T$, 2뱅크는 $2\sqrt{3}S_T$이다.

NoteBase

7. 전력용 변압기가 전부하의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$에서 최대 효율이 되도록 제작되었다면 전부하에서 이 변압기의 부하 동손과 철손의 비는?

① $1:1$
② $1:2$
③ $1:\sqrt{2}$
④ $\sqrt{2}:1$
⑤ $2:1$

정답 5번

출제 포인트

변압기의 최대 효율 조건을 이용해 전부하 동손과 철손의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 최대 효율이 되는 부하율은 $x = 1/\sqrt{2}$이다.
구해야 할 값: 전부하 동손 $P_{cu,F}$과 철손 P_i의 비이다.
주의할 조건: 동손은 부하율의 제곱에 비례하지만 철손은 부하에 관계없이 일정하다고 본다.

사용할 공식

부하율이 x일 때 동손은 $P_{cu} = x^2 P_{cu,F}$이다. 변압기가 최대 효율이 되는 조건은 해당 부하에서 동손과 철손이 같은 것이므로 $x^2 P_{cu,F} = P_i$가 성립한다.

계산 과정

1. 최대 효율 부하율 $x = 1/\sqrt{2}$를 대입한다.
2. $(1/\sqrt{2})^2 P_{cu,F} = P_i$이므로 $\frac{1}{2} P_{cu,F} = P_i$이다.
3. 따라서 $P_{cu,F} = 2P_i$이므로 전부하 동손과 철손의 비는 2 : 1이다.

선지 판단

① X — 1 : 1은 최대 효율이 전부하에서 발생할 때의 비이다. 이 문제에서는 전부하 동손 : 철손이 2 : 1로 고쳐져야 한다.
② X — 1 : 2는 동손과 철손의 순서를 뒤집은 비이다. 올바른 비는 전부하 동손 : 철손 = 2 : 1이다.
③ X — $1:\sqrt{2}$는 동손이 부하율의 제곱에 비례한다는 점을 반영하지 않은 비이다. 올바른 비는 2 : 1이다.
④ X — $\sqrt{2}:1$은 부하율의 역수만 취한 결과이다. 전부하 동손은 부하율의 제곱으로 환산하므로 올바른 비는 2 : 1이다.
⑤ O — $x^2 P_{cu,F} = P_i$에 $x = 1/\sqrt{2}$를 대입하면 $P_{cu,F} : P_i = 2 : 1$이 된다.

NoteBase

오답 포인트

최대 효율 조건은 전부하 동손과 철손이 같다는 뜻이 아니라, 최대 효율이 발생하는 해당 부하에서의 동손과 철손이 같다는 뜻이다. 또한 동손은 부하율 x가 아니라 x^2에 비례하므로 $1/\sqrt{2}$를 반드시 제곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

최대 효율 부하율이 x로 주어지면 먼저 $x^2 P_{cu,F} = P_i$를 세운 뒤, $P_{cu,F} : P_i = 1 : x^2$로 정리한다.

암기 포인트

변압기 최대 효율 조건은 '그 부하에서 동손 = 철손'이며, 동손은 부하율의 제곱에 비례한다.

NoteBase

8. 200VA, 120/12V인 2권선 변압기가 승압 단권변압기 형태로 연결되어 있다. 120V의 전압이 변압기 1차측에 공급되고 있을 경우 변압기의 2차 전압[V]은?

① 10
② 108
③ 120
④ 132
⑤ 240

정답 4번

출제 포인트

승압 단권변압기 결선에서 입력전압과 직렬로 더해지는 2차 권선 전압을 이용해 출력전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 정격이 120/12V인 2권선 변압기의 1차측에 120V가 공급된다.
구해야 할 값: 승압 단권변압기 결선의 2차측 출력전압이다.
주의할 조건: 1차측에 정격전압이 공급되므로 보조 권선에는 12V가 유도되며, 승압 결선에서는 이 전압이 입력전압과 같은 방향으로 더해진다. 200VA는 변압기의 용량으로, 이 문항의 출력전압 계산에는 직접 사용되지 않는다.

사용할 공식

승압 단권변압기의 출력전압은

$$V_{out} = V_1 + V_2$$

이다. 승압 결선은 두 권선의 전압이 가산되도록 직렬로 연결된 형태이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 1차측에 정격전압 120V가 공급되므로 2차 권선 전압은 정격값인 12V이다.
2. 승압 결선이므로 두 전압을 더한다.

$$V_{out} = 120 + 12 = 132V$$

3. 따라서 변압기의 2차 전압은 132V이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 10V가 아니라 132V이다. 10은 120/12 = 10으로 구한 권수비에 해당하며 출력전압이 아니다.
② X — 108V가 아니라 132V이다. 120 − 12 = 108V는 감산되는 강압 결선의 값이며, 문제는 승압 결선이다.
③ X — 120V가 아니라 132V이다. 120V는 공급전압만 적은 값으로, 직렬로 가산되는 12V를 포함하지 않았다.
④ O — 120V와 12V를 가산하면 132V이므로 계산 결과와 일치한다.
⑤ X — 240V가 아니라 132V이다. 입력전압을 단순히 두 배로 할 근거가 없으며, 가산되는 전압은 보조 권선의 12V이다.

오답 포인트

승압과 강압의 가산·감산 방향을 혼동하면 ②의 108V를 고르게 된다. 또한 정격 120/12V의 비인 10을 출력전압으로 착각하거나, 변압기 용량 200VA를 전압 계산에 불필요하게 사용하는 것도 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 1차 공급전압으로 보조 권선 전압을 확인한 뒤, 승압이면 더하고 강압이면 뺀다. 그다음 용량 단위인 VA와 전압 단위인 V를 구분해 검산한다.

암기 포인트

단권변압기 결선은 승압이면 $V_{out} = V_1 + V_2$, 강압이면 $V_{out} = V_1 - V_2$이다.

NoteBase

9. 1차측 정격 전압이 5,500V, 1차측과 2차측의 권선비가 10:1 인 단상 변압기가 2차측 부하에 30A를 공급할 때 1차측 입력 [kW]은? (단, 부하의 역률은 1.0 이다.)

① 15.5
② 16.5
③ 17.5
④ 18.5
⑤ 19.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기의 권수비로 2차 전압을 구하고, 부하의 유효전력으로 1차 입력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 정격 전압 $V_1 = 5{,}500V$, 권수비 $N_1 : N_2 = 10 : 1$, 2차 전류 $I_2 = 30A$, 부하 역률 $\cos\phi = 1.0$ 이다.

구해야 할 값: 1차 입력 P_1이다.

주의할 조건: 손실이 제시되지 않은 변압기 계산에서는 입력전력과 출력전력을 같게 본다.

사용할 공식

이상적인 변압기의 전압비는 권수비와 같으므로

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$

이다. 단상 부하의 유효전력은

$P_2 = V_2 I_2 \cos\phi$

이다. 권수비가 주어졌으므로 첫 번째 식으로 2차 전압을 구하고, 2차측 부하 전력과 1차 입력전력이 같다는 관계를 적용한다.

계산 과정

1. 2차 전압은

$V_2 = V_1 \frac{N_2}{N_1} = 5{,}500 \times \frac{1}{10} = 550V$

이다.

2. 2차측 부하의 유효전력은

$P_2 = 550 \times 30 \times 1.0 = 16{,}500W = 16.5kW$

이다.

3. 변압기 손실을 무시하면 $P_1 = P_2$이므로 1차 입력은 $16.5kW$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 15.5kW는 계산값 16.5kW와 다르다. 올바르게는 16.5kW이다.
② O — 권수비로 구한 2차 전압 550V에 30A와 역률 1.0을 곱하면 16.5kW이다.
③ X — 17.5kW는 계산값보다 1.0kW 크다. 올바르게는 16.5kW이다.
④ X — 18.5kW는 계산값보다 2.0kW 크다. 올바르게는 16.5kW이다.
⑤ X — 19.5kW는 계산값보다 3.0kW 크다. 올바르게는 16.5kW이다.
계산 결과가 16.5kW이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

권수비 10 : 1을 전압에 반대로 적용하는 것이 핵심 함정이다. 1차가 고압측이므로 2차 전압은 5,500V의 10분의 1인 550V이다. 또한 역률이 1.0이므로 $\cos\phi$를 곱해도 값이 변하지 않으며, 16,500W를 16.5kW로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 계산에서는 먼저 권수비의 어느 쪽이 1차인지 확인하여 2차 전압을 구하고, $P = VI\cos\phi$를 적용한 뒤 W와 kW의 단위를 검산한다. 손실이나 효율이 별도로 제시되지 않으면 입력전력과 출력전력을 같게 본다.

암기 포인트

전압은 권수에 비례하고 전류는 권수에 반비례한다. 이상적인 단상 변압기에서는 $V_1 I_1 = V_2 I_2$이며, 유효전력은 $P = VI\cos\phi$이다.

NoteBase

10. 변압기의 1차, 2차 임피던스를 각각 Z_1, Z_2 라 하고, 권선비 a 를 $(\frac{N_1}{N_2})$라 하면 2차측에서 본 임피던스는? (여기서, N_1은 1차측 권선수, N_2는 2차측 권선수이다.)

① $Z = Z_1 + Z_2$

② $Z = a^2 Z_1 + Z_2$

③ $Z = Z_1 + \frac{Z_2}{a^2}$

④ $Z = \frac{Z_1}{a^2} + Z_2$

⑤ $Z = Z_1 + \frac{Z_2}{a}$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 임피던스를 한쪽 권선으로 환산할 때 권선비의 제곱을 적용하여 2차측에서 본 전체 임피던스를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 임피던스는 Z_1, 2차 임피던스는 Z_2, 권선비는 $a = N_1/N_2$이다.
구해야 할 값: 2차측에서 본 전체 임피던스 Z이다.
주의할 조건: 1차 임피던스 Z_1을 2차측 값으로 환산해야 하며, 임피던스의 환산비는 권선비의 제곱이다.

사용할 공식

1차 임피던스를 2차측으로 환산하면
$Z_1' = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 Z_1 = \frac{Z_1}{a^2}$
이므로 2차측에서 본 전체 임피던스는
$Z = Z_1' + Z_2 = \frac{Z_1}{a^2} + Z_2$
이다. 변압기의 전압은 권선비에 비례하고 전류는 권선비에 반비례하므로, 전압과 전류의 비인 임피던스는 권선비의 제곱에 따라 환산된다.

계산 과정

1. $a = N_1/N_2$이므로 1차측 값을 2차측으로 옮기는 임피던스 환산계수는 $1/a^2$이다.
2. 따라서 1차 임피던스의 2차측 환산값은 Z_1/a^2이다.
3. 여기에 원래 2차 임피던스 Z_2를 더하면 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — $Z = Z_1 + Z_2$는 서로 다른 권선측의 임피던스를 환산 없이 더한 식이다. 틀린 표현 Z_1은 2차측 환산값 Z_1/a^2로 고쳐 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$로 써야 한다.
② X — $a^2Z_1 + Z_2$는 1차 임피던스에 환산계수를 반대로 적용한 식이다. $a = N_1/N_2$일 때 1차에서 2차로 환산하면 a^2Z_1이 아니라 Z_1/a^2이므로 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$가 된다.
③ X — $Z_1 + Z_2/a^2$는 환산 대상이 뒤바뀐 식이다. 2차측에서 보므로 2차 임피던스 Z_2는 그대로 두고 1차 임피던스 Z_1을 환산하여 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$로 써야 한다.
④ O — 1차 임피던스를 2차측으로 환산한 값이 Z_1/a^2이므로 전체 임피던스는 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$이다.
⑤ X — $Z_1 + Z_2/a$는 환산 대상도 잘못되었고 권선비를 1제곱으로 적용하였다. 임피던스는 권선비의 제곱으로 환산하므로 $Z = Z_1/a^2 + Z_2$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

핵심 함정은 환산 방향과 제곱을 동시에 구분하는 데 있다. $a = N_1/N_2$일 때 1차 임피던스를 2차측으로 옮기면 a^2를 곱하는 것이 아니라 나누며, 이미 2차측에 있는 Z_2에는 환산계수를 적용하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 어느 측에서 본 임피던스인지 확인하고, 그 측에 원래 있는 임피던스는 그대로 둔다. 반대편 임피던스만 목표 권선수와 원래 권선수의 비를 제곱하여 곱한다. 이 문제에서는 $(N_2/N_1)^2 = 1/a^2$이므로 Z_1만 Z_1/a^2로 바뀐다.

암기 포인트

임피던스 환산은 권선비의 제곱이며, $a = N_1/N_2$일 때 1차에서 2차로 환산하면 $Z_1' = Z_1/a^2$이다.

NoteBase

11. 동기 발전기의 병렬 운전 조건이 아닌 것은?

① 각 발전기의 회전수가 같을 것
② 각 발전기의 주파수가 같을 것
③ 각 발전기의 상회전 방향이 같을 것
④ 각 발전기의 발생 전압의 크기가 같을 것
⑤ 각 발전기의 발생 전압의 파형이 같을 것

정답 1번

출제 포인트

동기 발전기를 병렬 운전할 때 맞추어야 하는 전압의 크기·주파수·상회전 방향·위상 및 파형과, 반드시 같을 필요가 없는 회전수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

동기 발전기의 병렬 운전은 두 발전기를 같은 모선에 접속하여 함께 전력을 공급하는 운전이다. 투입 순간의 큰 순환전류와 충격을 막으려면 발생 전압의 크기와 주파수가 같고, 상회전 방향과 위상이 일치하며, 전압 파형도 같아야 한다. 발전 주파수는 $f = PN/120$이므로 극수 P가 다르면 같은 주파수 f에서도 회전수 N은 서로 다를 수 있다.

선지별 해설

① X — '각 발전기의 회전수가 같을 것'은 병렬 운전의 필수 조건이 아니다. 틀린 표현은 '회전수가 같을 것'이며, 올바르게는 각 발전기의 발생 주파수가 같아야 한다. 극수가 다르면 같은 주파수에서도 회전수는 달라질 수 있다.
② O — 주파수가 다르면 두 전압의 위상차가 계속 변하여 큰 순환전류와 기계적 충격이 생길 수 있으므로 주파수가 같아야 한다.
③ O — 상회전 방향이 다르면 각 상의 대응 관계가 맞지 않으므로 각 발전기의 상회전 방향, 즉 상순서가 같아야 한다.
④ O — 발생 전압의 크기가 다르면 발전기 사이에 무효 순환전류가 흐르므로 전압의 크기가 같아야 한다.
⑤ O — 발생 전압의 파형이 다르면 고조파에 의한 순환전류가 생길 수 있으므로 전압 파형이 같아야 한다.

오답 포인트

①의 '회전수'와 ②의 '주파수'를 같은 조건으로 보는 것이 함정이다. 동기 발전기의 주파수는 회전수뿐 아니라 극수에도 좌우되므로, 병렬 운전에서 직접 일치시켜야 하는 것은 회전수가 아니라 주파수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 투입 조건은 모선과 발전기의 전압을 직접 비교하여 판단한다. 전압의 크기, 주파수, 상회전 방향, 위상, 파형의 일치를 확인하며, 회전수 자체의 일치는 필수 조건에서 제외한다.

NoteBase

암기 포인트

병렬 운전은 전압·주파수·상순서·위상·파형을 맞추고, 회전수는 극수에 따라 달라질 수 있다.

NoteBase

12. 비돌극형 3상 동기발전기의 단자전압(1상)을 V, 유기기전력(1상)을 E, 동기리액턴스를 X_s, 부하각을 δ 라 하면 1상의 출력은? (단, 동기리액턴스의 저항분은 무시한다.)

① $\frac{EV}{X_s}cos\delta$

② $\frac{EV}{X_s}sin\delta$

③ $\frac{EV}{2X_s}cos\delta$

④ $\frac{E^2V}{X_s}sin\delta$

⑤ $\frac{EV^2}{X_s}sin\delta$

정답 2번

출제 포인트

비돌극형 3상 동기발전기에서 전기자저항을 무시할 때, 내부 유기기전력과 단자전압 사이의 부하각으로부터 1상 유효출력을 구하는 전력각 특성을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1상 단자전압 V, 1상 유기기전력 E, 동기리액턴스 X_s, 부하각 δ이다.
구해야 할 값: 발전기의 1상 유효출력이다.
주의할 조건: 전기자저항을 무시하므로 내부 임피던스는 동기리액턴스 jX_s만 고려한다. 문제는 3상 전체 출력이 아니라 1상 출력을 묻고 있으므로 3을 곱하지 않는다.

사용할 공식

비돌극형 동기발전기의 1상 유효출력은
$P = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$
이다. 전기자저항이 없으면 단자전압과 동상인 전류 성분만 유효전력에 기여하며, 그 성분이 내부 유기기전력의 직교 성분 $E\sin\delta$에 의해 결정되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

단자전압 V를 위상 기준으로 잡으면 내부 유기기전력은 $E\angle\delta$이고 전류는
$I = \frac{E\angle\delta - V}{jX_s}$
이다. 이를 실수부와 허수부로 나누면
$I = \frac{E\sin\delta}{X_s} - j\frac{E\cos\delta - V}{X_s}$
가 된다. 1상 유효출력은 단자전압과 동상인 전류 성분을 이용하므로
$P = V\mathrm{Re}(I) = V\left(\frac{E\sin\delta}{X_s}\right) = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$
이다. 따라서 ②와 일치한다.

선지 판단

① X — $\frac{EV}{X_s}\cos\delta$는 유효출력식에서 부하각 함수가 잘못되었다. $\cos\delta$가 아니라 $\sin\delta$를 사용하여 $\frac{EV}{X_s}\sin\delta$로 고쳐야 한다.
② O — 전기자저항을 무시한 비돌극형 동기발전기의 1상 유효출력식 $P = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$와 정확히 일치한다.
③ X — $\frac{EV}{2X_s}\cos\delta$는 부하각 함수와 계수가 모두 잘못되었다. $\cos\delta$를 $\sin\delta$로 바꾸고 불필요한 $\frac{1}{2}$를 제거하여 $\frac{EV}{X_s}\sin\delta$로 고쳐야 한다.
④ X — $\frac{E^2V}{X_s}\sin\delta$는 E가 한 번 더 곱해진 식이다. 분자는 E^2V가 아니라 EV이므로 $\frac{EV}{X_s}\sin\delta$로 고쳐야 한다.
⑤ X — $\frac{EV^2}{X_s}\sin\delta$는 V가 한 번 더 곱해진 식이다. 분자는 EV^2가 아니라 EV이므로 $\frac{EV}{X_s}\sin\delta$로 고쳐야 한다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 유효출력의 부하각 함수를 $\cos\delta$로 혼동하는 것이다. 유효출력은 내부 유기기전력의 직교 성분과 관련되므로 $\sin\delta$가 들어간다. 또한 문제는 1상 출력을 요구하므로 3상 전체 출력식처럼 3을 곱하지 않으며, E나 V를 제곱하지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

비돌극형 동기발전기에서 전기자저항을 무시한 유효출력 문제는 먼저 $P_{1\phi} = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$를 적용한다. 3상 전체 출력을 물으면 여기에 3을 곱하고, 1상 출력을 물으면 그대로 사용한다.

암기 포인트

동기발전기 전력각 특성은 '유효전력은 사인'으로 기억한다: $P_{1\phi} = \frac{EV}{X_s}\sin\delta$, $P_{3\phi} = 3\frac{EV}{X_s}\sin\delta$이다.

NoteBase

13. 동기조상기를 부족 여자로 사용하면 어떻게 되겠는가?

① 일반 부하의 뒤진 전류를 보상한다.
② 앞선 전류로 작용하여 전기자 반작용 증자 작용을 한다.
③ 리액터로 작용한다.
④ 저항 손실을 보상한다.
⑤ 콘덴서로 작용한다.

정답 3번

출제 포인트

동기조상기의 여자 정도에 따라 전류의 위상과 무효전력 특성이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기조상기는 무부하로 운전하는 동기전동기의 여자전류를 조절하여 무효전력을 흡수하거나 공급하는 설비이다.
부족 여자: 계자자속이 부족한 상태로 뒤진 전류를 흘리며, 유도성 무효전력을 흡수하므로 리액터와 같은 역할을 한다.
과여자: 계자자속이 큰 상태로 앞선 전류를 흘리며, 용량성 무효전력을 공급하므로 콘덴서와 같은 역할을 한다.

선지별 해설

① X — '일반 부하의 뒤진 전류를 보상한다'는 과여자 운전의 특성이다. 부족 여자 운전은 뒤진 전류를 흘려 유도성 무효전력을 흡수한다.
② X — 틀린 표현은 '앞선 전류'이다. 부족 여자 상태에서는 뒤진 전류가 흐르며 전기자 반작용은 계자자속의 부족분을 보완하는 증자 작용을 한다.
③ O — 부족 여자된 동기조상기는 뒤진 전류를 흘리고 유도성 무효전력을 흡수하므로 리액터로 작용한다.
④ X — 틀린 표현은 '저항 손실을 보상한다'이다. 동기조상기는 무효전력을 조정하는 설비이며, 자체 손실을 충당하기 위한 소량의 유효전력은 오히려 소비한다.
⑤ X — '콘덴서로 작용한다'는 과여자 운전의 특성이다. 부족 여자 운전에서는 리액터로 작용한다.

오답 포인트

부족 여자를 '전류가 부족하다'는 뜻으로만 받아들이면 앞선 전류나 콘덴서 작용과 연결하기 쉽다. 이 문항에서는 ③의 '리액터'가 부족 여자와 연결되고, ①과 ⑤의 보상·콘덴서 작용은 과여자와 연결된다.

다시 나오면 이렇게 판단

여자 정도와 무효전력 특성을 한 묶음으로 대응시킨다. 부족 여자이면 뒤진 전류·무효전력 흡수·리액터 작용이고, 과여자이면 앞선 전류·무효전력 공급·콘덴서 작용이다.

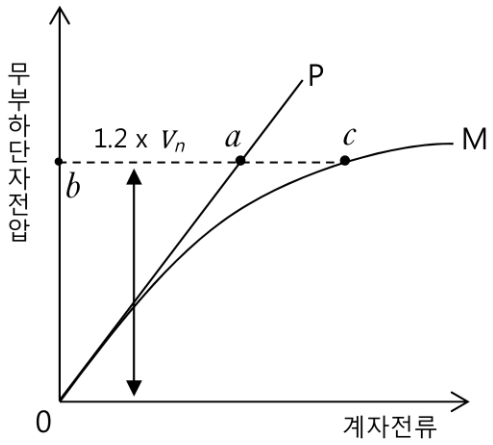
NoteBase

암기 포인트

부족 여자 = 뒤진 전류 = 리액터, 과여자 = 앞선 전류 = 콘덴서이다.

NoteBase

14. 동기발전기의 특성곡선이다. 철심의 포화 정도를 나타내는 포화율의 올바른 표현은? (여기서, V_n은 정격 단자전압, P는 공극선, M은 무부하 포화곡선이다.)



① $\frac{\overline{0b}}{\overline{0a}}$ ② $\frac{\overline{ab}}{\overline{ac}}$ ③ $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$ ④ $\frac{\overline{0a}}{\overline{0b}}$ ⑤ $\frac{\overline{ba}}{\overline{bc}}$

정답 3번

출제 포인트

같은 단자전압에서 공극선 P와 무부하 포화곡선 M에 필요한 계자전류를 비교하여 철심의 포화율을 구하는 문제이다. 점 a는 공극선상의 계자전류, 점 c는 실제 포화곡선상의 계자전류를 나타내므로, $\overline{ab}$는 공극선 기준 계자전류이고 $\overline{ac}$는 포화 때문에 추가로 필요한 계자전류이다.

선지별 해설

① X — $\frac{\overline{0b}}{\overline{0a}}$는 포화로 인한 추가 계자전류와 공극선 기준 계자전류의 비가 아니다. 올바른 포화율은 $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$이다.
② X — $\frac{\overline{ab}}{\overline{ac}}$는 포화율의 역수이다. 분자는 포화로 인한 추가분인 $\overline{ac}$, 분모는 공극선 기준분인 $\overline{ab}$가 되어야 하므로 $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$가 옳다.
③ O — 같은 전압에서 포화 때문에 더 필요한 계자전류는 $\overline{ac}$이고, 공극선 기준 계자전류는 $\overline{ab}$이다. 따라서 포화율은 $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$이다.
④ X — $\frac{\overline{0a}}{\overline{0b}}$는 도식의 원점·점 a·점 b 사이 길이를 비교한 값으로 포화율의 정의에 해당하지 않는다. 올바른 식은 $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$이다.
⑤ X — b, a, c가 같은 수평선 위에 있으므로 $\overline{bc} = \overline{ba} + \overline{ac}$이다. 따라서 $\frac{\overline{ba}}{\overline{bc}}$는 공극선 기준 계자전류를 실제 총 계자전류로 나눈 비이며, 포화로 인한 추가분을 기준분으로 나눈 포화율이 아니다. 올바른 식은 $\frac{\overline{ac}}{\overline{ab}}$이다.

NoteBase

오답 포인트

점 c까지의 전체 계자전류 $\overline{bc}$를 포화량으로 착각하기 쉽다. 포화의 영향은 공극선상의 점 a에서 실제 포화곡선상의 점 c까지 늘어난 계자전류이므로 추가분은 $\overline{ac}$이다. 또한 포화율은 '추가분/기준분'이므로 ②처럼 분자와 분모를 뒤집지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 전압의 수평선에서 공극선과 실제 포화곡선의 교점을 찾는다. 원점 쪽부터 공극선 교점까지의 수평 길이를 기준 계자전류로, 두 교점 사이의 수평 길이를 포화로 인한 추가 계자전류로 잡으면 포화율은 '추가분/기준분'으로 판단된다.

암기 포인트

포화율은 '포화로 더 필요한 계자전류 ÷ 공극선 기준 계자전류', 즉 $\overline{ac}/\overline{ab}$이다.

NoteBase

15. 동기기에서 동기임피던스와 단락비의 관계는?

① 동기 임피던스$[\Omega] = \frac{1}{\text{단락비}^2}$

② 단락비$= \frac{\text{동기 임피던스}[\Omega]}{\text{동기 각속도}}$

③ 단락비$= \frac{1}{\text{동기 임피던스}[\text{p.u}]}$

④ 동기 임피던스$[\text{p.u}] =$ 단락비

⑤ 동기 임피던스$[\Omega] = \frac{1}{\text{단락비}}$

정답 3번

출제 포인트

동기기의 단락비와 동기 임피던스의 퍼유닛값이 서로 역수 관계임을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 관계: 동기 임피던스와 단락비의 관계
구해야 할 것: 단락비를 동기 임피던스로 나타낸 식
주의할 조건: 단락비는 무차원량이므로, 동기 임피던스는 절대값인 Ω가 아니라 퍼유닛값으로 사용한다.

사용할 공식

$\text{SCR} = \frac{1}{Z_s(\text{p. u. })}$
또는
$Z_s(\text{p. u. }) = \frac{1}{\text{SCR}}$
여기서 SCR은 단락비, $Z_s(\text{p. u. })$는 동기 임피던스의 퍼유닛값이다. 정격 전압을 발생시키는 계자전류와 정격 전류가 흐르게 하는 단락 계자전류의 비를 퍼유닛 동기 임피던스로 정리하면 이 역수 관계가 성립한다.

계산 과정

1. 동기 임피던스를 기준 임피던스로 나눈 퍼유닛값 $Z_s(\text{p. u. })$를 사용한다.
2. 단락비는 그 퍼유닛값의 역수이므로 SCR = $1/Z_s(\text{p. u. })$이다.
3. 이 관계와 일치하는 선지는 ③이다.

NoteBase

선지 판단

① X — '단락비의 제곱의 역수'가 잘못되었다. 또한 Ω 단위의 절대 임피던스를 단락비만으로 바로 나타낼 수 없다. 올바르게는 $Z_s(\text{p. u.}) = 1/\text{SCR}$이며, 절대값은 $Z_s(\Omega) = Z_{\text{base}}/\text{SCR}$이다.
② X — 동기 임피던스를 동기 각속도로 나눈 값은 단락비가 아니며 차원도 맞지 않는다. 올바르게는 $\text{SCR} = 1/Z_s(\text{p. u.})$이다.
③ O — 단락비는 동기 임피던스의 퍼유닛값의 역수이므로 $\text{SCR} = 1/Z_s(\text{p. u.})$가 맞다.
④ X — 두 값을 서로 같다고 한 것이 잘못되었다. 올바르게는 $Z_s(\text{p. u.}) = 1/\text{SCR}$이다.
⑤ X — Ω 단위의 동기 임피던스에는 기준 임피던스가 반영되어야 한다. 올바르게는 $Z_s(\Omega) = Z_{\text{base}}/\text{SCR}$이며, 역수 관계를 직접 쓰려면 $Z_s(\text{p. u.}) = 1/\text{SCR}$이다.
따라서 정답은 3번이다.

오답 포인트

①은 역수 관계에 불필요한 제곱을 넣었고, ④는 역수 관계를 등식 관계로 바꾸었다. ⑤는 퍼유닛값과 Ω 단위의 절대값을 혼동하게 만든 선지이다. 단락비와 바로 역수 관계를 이루는 것은 동기 임피던스의 퍼유닛값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락비가 나오면 먼저 동기 임피던스가 퍼유닛값인지 확인하고, $\text{SCR} = 1/Z_s(\text{p. u.})$의 역수 관계를 적용한다. Ω 단위가 제시되면 기준 임피던스 Z_{base}가 필요한지도 함께 확인한다.

암기 포인트

단락비가 크면 퍼유닛 동기 임피던스는 작다. 둘의 곱은 1이다: $\text{SCR}Z_s(\text{p. u.}) = 1$.

NoteBase

16. 유도전동기의 최대 토크에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 최대토크는 입력전압의 제곱에 비례한다.
② 최대토크는 고정자 인덕턴스에 반비례한다.
③ 최대토크는 회전자 저항과 관계없다.
④ 최대토크는 주파수에 반비례한다.
⑤ 최대토크를 발생시키는 슬립은 회전자 저항에 비례한다.

정답 4번

출제 포인트

유도전동기의 최대 토크와 입력전압, 인덕턴스, 주파수, 회전자 저항 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

최대 토크는 유도전동기가 전동 운전 중 낼 수 있는 토크의 최댓값이다. 고정자 저항을 무시한 근사식에서 최대 토크는 $T_{max} \propto V^2/(\omega_s X)$이고, $\omega_s \propto f$, $X = 2\pi fL$이므로 $T_{max} \propto V^2/(f^2 L)$이다. 최대 토크의 크기는 회전자 저항과 관계없지만 최대 토크가 발생하는 슬립은 회전자 저항에 비례한다.

선지별 해설

① O — 최대 토크는 입력전압의 제곱에 비례하므로 옳다. 즉 입력전압이 커지면 최대 토크는 그 제곱의 비율로 증가한다.
② O — 최대 토크는 등가 누설 인덕턴스에 반비례하므로 옳다. 선지의 고정자 인덕턴스가 커지면 리액턴스가 커져 최대 토크는 감소한다.
③ O — 회전자 저항이 변하면 최대 토크가 발생하는 슬립은 변하지만 최대 토크의 크기는 변하지 않으므로 옳다.
④ X — 틀린 표현은 '주파수에 반비례'이다. 실제로는 입력전압과 인덕턴스가 일정할 때 최대 토크는 주파수의 제곱에 반비례한다. 동기 각속도와 리액턴스가 모두 주파수에 비례하기 때문이다.
⑤ O — 최대 토크 발생 슬립은 $s_m \propto R_2/X$이므로 회전자 저항에 비례한다. 회전자 저항이 커질수록 최대 토크가 발생하는 슬립이 커진다.

오답 포인트

④에서 리액턴스만 생각하면 주파수에 한 번 반비례한다고 착각하기 쉽다. 최대 토크 식에는 주파수에 비례하는 동기 각속도와 리액턴스가 함께 들어가므로 전체적으로 주파수의 제곱에 반비례한다. 또한 회전자 저항은 최대 토크의 크기가 아니라 최대 토크 발생 슬립을 바꾼다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $T_{max} \propto V^2/(\omega_s X)$를 세우고 $\omega_s \propto f$, $X \propto fL$를 대입한다. 그러면 전압에는 제곱 비례, 인덕턴스에는 반비례, 주파수에는 제곱 반비례라는 관계가 나온다. 회전자 저항은 최대 토크의 크기와 발생 슬립을 구분하여 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

최대 토크는 V^2에 비례하고 f^2L에 반비례하며, 회전자 저항은 최대 토크의 크기가 아니라 발생 슬립을 바꾼다.

NoteBase

17. 극수 P인 3상 유도 전동기가 주파수 f [Hz], 슬립 s, 토크 τ [N · m]로 회전하고 있을 때 기계적 출력[W]은?

① $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$

② $\tau \cdot \frac{4Pf}{\pi}(1-s)$

③ $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P} \cdot s$

④ $\tau \cdot \frac{4Pf}{\pi} \cdot s$

⑤ $\tau \cdot f \cdot P(1-s)$

정답 1번

출제 포인트

유도 전동기의 동기속도와 슬립으로 회전자의 기계적 각속도를 구한 뒤, 토크와 각속도의 곱으로 기계적 출력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 P, 주파수 $f[Hz]$, 슬립 s, 토크 $\tau[N \cdot m]$
구해야 할 값: 회전자가 내는 기계적 출력 $P_{mech}[W]$
주의할 조건: 회전자 속도는 동기속도가 아니라 슬립만큼 감소한 $(1-s)$배의 속도이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}[rpm]$이고, 회전자 속도는 $N = (1-s)N_s$이다.
회전자의 기계적 각속도는 $\omega_m = \frac{2\pi N}{60}[rad/s]$이며, 기계적 출력은 $P_{mech} = \tau\omega_m$이다.
토크에 곱해야 하는 것은 회전자의 실제 기계적 각속도이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 회전자 속도를 구하면 $N = (1-s)\frac{120f}{P}[rpm]$이다.
2. 이를 각속도로 변환하면
$\omega_m = \frac{2\pi}{60}\left(\frac{120f}{P}\right)(1-s) = \frac{4\pi f}{P}(1-s)[rad/s]$
3. 따라서 기계적 출력은
$P_{mech} = \tau\omega_m = \tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)[W]$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$는 토크에 회전자의 실제 기계적 각속도를 곱한 식이므로 옳다.
② X — $\frac{4Pf}{\pi}$는 극수 P와 π의 위치가 잘못되었다. 올바르게는 $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$이다.
③ X — s를 곱한 $\frac{4\pi f}{P}s$는 동기 각속도에 대한 회전자의 실제 각속도가 아니라 슬립 각속도에 해당한다.
올바르게는 s 대신 $(1-s)$를 곱한 $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$이다.
④ X — $\frac{4Pf}{\pi}s$는 극수와 π의 위치도 잘못되었고, 실제 회전 속도 인자 $(1-s)$ 대신 s를 사용하였다. 올바르게는 $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$이다.
⑤ X — $fP(1-s)$는 rpm을 rad/s로 바꾸는 계수와 극수의 역비례 관계를 반영하지 못한다. 올바르게는 $\tau \cdot \frac{4\pi f}{P}(1-s)$이다.
계산 결과가 ①의 식과 일치하므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

③처럼 슬립 s를 그대로 곱하면 슬립 각속도를 구하게 된다. 기계적 출력에는 회전자의 실제 속도가 필요하므로 반드시 $(1-s)$를 사용한다. 또한 $N_s = 120f/P$는 rpm 단위이므로 $2\pi/60$을 곱해 rad/s로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도 전동기의 기계적 출력은 동기속도 $N_s = 120f/P$를 구하고, $(1-s)$를 곱해 회전자 속도로 바꾼 다음, $2\pi/60$으로 각속도를 환산하여 $P_{mech} = \tau\omega_m$를 적용한다.

암기 포인트

유도 전동기의 실제 회전자 각속도는 $\omega_m = \frac{4\pi f}{P}(1-s)$이고, 기계적 출력은 $P_{mech} = \tau\omega_m$이다.

NoteBase

18. 2중 슬롯을 갖는 농형 유도전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 회전자의 바깥쪽 도체에는 저항이 높은 도체가 사용된다.
② 기동 시 회전자의 안쪽 도체로 전류가 집중되어 흐른다.
③ 정상 속도에서 운전 시 도체의 유효저항을 작게 하여 손실을 줄인다.
④ 기동 시에는 도체의 유효저항을 크게 하여 기동토크를 크게 한다.
⑤ 기동토크를 크게 하고 정상속도에서의 효율을 좋게 하기 위하여 사용한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 2중 농형 유도전동기에서 기동 시와 정상 운전 시 전류가 주로 흐르는 도체 및 그에 따른 유효저항·토크 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

2중 농형 회전자는 바깥쪽의 고저항 도체와 안쪽의 저저항 도체를 함께 사용하여 기동 특성과 정상 운전 효율을 모두 개선한 구조이다.
기동 시에는 회전자 주파수가 높아 안쪽 도체의 누설리액턴스가 크게 작용하므로 전류가 주로 바깥쪽 고저항 도체에 흐른다. 유효저항이 커져 기동토크가 커진다.
정상 속도에서는 회전자 주파수가 낮아 안쪽 도체의 리액턴스가 작아지므로 전류가 주로 안쪽 저저항 도체에 흐른다. 유효저항과 동손이 작아져 효율이 좋아진다.

선지별 해설

① O — 회전자의 바깥쪽에는 기동 시 큰 유효저항을 얻기 위한 저항이 높은 도체가 사용된다.
② X — 틀린 부분은 '기동 시 회전자의 안쪽 도체로 전류가 집중되어 흐른다'이다. 기동 시에는 안쪽 도체의 누설리액턴스가 크므로 전류는 주로 바깥쪽 고저항 도체에 집중되어 흐른다.
③ O — 정상 속도에서는 안쪽 저저항 도체가 주로 전류를 담당하여 회전자 유효저항과 동손이 작아지므로 손실이 줄어든다.
④ O — 기동 시 바깥쪽 고저항 도체에 전류가 집중되면 회전자의 유효저항이 커져 기동토크가 커진다.
⑤ O — 2중 농형 구조는 기동 시 큰 토크를 얻고 정상 운전 시에는 저저항 안쪽 도체를 이용하여 효율을 높이기 위해 사용된다.

오답 포인트

②는 안쪽 도체가 저저항이므로 언제나 전류가 많이 흐른다고 오해하게 만든다. 기동 시에는 저항만이 아니라 회전자 주파수에 따른 누설리액턴스의 영향까지 보아야 하며, 이때 전류는 바깥쪽 도체에 집중된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

기동 상태이면 '바깥쪽 고저항 도체 → 큰 유효저항 → 큰 기동토크'의 흐름으로 판단한다. 정상 운전 상태이면 '안쪽 저저항 도체 → 작은 동손 → 높은 효율'의 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

기동은 바깥쪽 고저항, 정상 운전은 안쪽 저저항이다.

NoteBase

19. 유도전동기의 회전자 저항을 2배로 하면 최대 회전력은 몇 배가 되는가?

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{1}{\sqrt{2}}$

③ $\sqrt{2}$

④ 2

⑤ 불변

정답 5번

출제 포인트

유도전동기의 회전자 저항을 바꿀 때 최대 토크의 크기와 최대 토크가 발생하는 슬립이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 변화: 회전자 저항 R_2를 2배로 한다.
구해야 할 값: 변경 전 최대 회전력에 대한 변경 후 최대 회전력의 배수이다.
주의할 조건: 회전자 저항은 최대 토크가 발생하는 슬립을 바꾸지만, 전원 전압과 주파수가 일정하면 최대 토크의 크기는 바꾸지 않는다.

사용할 공식

간이식에서 토크는 다음과 같이 나타낼 수 있다.
$T \propto \frac{sR_2}{R_2^2 + (sX_2)^2}$
최대 토크가 발생하는 조건은 $s_m = R_2/X_2$이다. 이 조건을 토크식에 대입하면 R_2가 약분되므로 최대 토크의 크기는 R_2와 무관하다.

계산 과정

1. 변경 전 최대 토크 슬립은 $s_m = R_2/X_2$이다.
2. 회전자 저항을 $2R_2$로 바꾸면 최대 토크 슬립은 $s_m' = 2R_2/X_2 = 2s_m$가 된다.
3. 최대 토크의 크기는 회전자 저항과 무관하므로 $T_{max}' = T_{max}$이다.
4. 따라서 최대 회전력의 배수는 $T_{max}'/T_{max} = 1$이며, 최대 회전력은 불변이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1/2배가 아니다. 올바르게는 1배, 즉 불변이다. 회전자 저항이 2배가 된 것을 최대 토크가 절반이 되는 것으로 잘못 해석한 값이다.
② X — $1/\sqrt{2}$배가 아니다. 올바르게는 1배, 즉 불변이다. 회전자 저항은 최대 토크가 발생하는 슬립만 바꾼다.
③ X — $\sqrt{2}$배가 아니다. 올바르게는 1배, 즉 불변이다. 최대 토크식에서는 회전자 저항의 영향이 소거된다.
④ X — 2배가 아니다. 올바르게는 1배, 즉 불변이다. 회전자 저항과 함께 2배가 되는 것은 최대 토크 자체가 아니라 최대 토크 슬립이다.
⑤ O — 회전자 저항을 2배로 해도 최대 회전력은 변하지 않는다. 다만 최대 회전력이 발생하는 슬립은 2배가 된다.

오답 포인트

회전자 저항이 2배라는 조건을 최대 토크도 2배라는 뜻으로 연결하기 쉽다. 실제로 저항에 비례하여 변하는 것은 최대 토크가 발생하는 슬립이며, 최대 토크의 크기는 불변이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기의 회전자 저항 변화 문제에서는 최대 토크의 크기와 최대 토크 슬립을 구분한다. 전압과 주파수가 일정하면 최대 토크는 불변이고, 최대 토크 슬립은 회전자 저항에 비례한다.

암기 포인트

회전자 저항 증가: 최대 토크는 불변, 최대 토크 슬립은 저항에 비례한다.

NoteBase

20. 운전하고 있는 3상 유도전동기의 슬립이 0.2라고 할 때 회전자가 960rpm으로 회전하고 있다면 이 유도전동기의 극수는? (단, 주파수는 60Hz이다.)

① 2
② 4
③ 6
④ 8
⑤ 12

정답 3번

출제 포인트

유도전동기의 슬립 관계식과 동기속도 공식을 연결하여 극수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주파수는 $f = 60Hz$, 슬립은 $s = 0.2$, 회전자 속도는 $N_r = 960rpm$이다. 구해야 할 값은 극수 P이다.

사용할 공식

슬립 관계식은 $s = \frac{N_s - N_r}{N_s}$이고, 동기속도 공식은 $N_s = \frac{120f}{P}$이다. 슬립은 동기속도와 회전자 속도의 차이를 동기속도로 나눈 값이므로 먼저 동기속도를 구한 뒤 극수를 계산한다.

계산 과정

슬립 관계식에서 $N_r = (1 - s)N_s$이므로 $960 = (1 - 0.2)N_s = 0.8N_s$이다. 따라서 $N_s = \frac{960}{0.8} = 1200rpm$이다. 동기속도 공식에 대입하면 $P = \frac{120f}{N_s} = \frac{120 \times 60}{1200} = 6$이므로 극수는 6극이다.

선지 판단

① X — 2극이면 동기속도는 $3600rpm$이고 슬립이 0.2일 때 회전자 속도는 $2880rpm$이므로 주어진 $960rpm$과 다르다. 올바른 극수는 6극이다.
② X — 4극이면 동기속도는 $1800rpm$, 회전자 속도는 $1440rpm$이 된다. 올바른 극수는 6극이다.
③ O — 6극이면 동기속도는 $1200rpm$이고 회전자 속도는 $(1 - 0.2) \times 1200 = 960rpm$으로 조건과 일치한다.
④ X — 8극이면 동기속도는 $900rpm$, 회전자 속도는 $720rpm$이 된다. 올바른 극수는 6극이다.
⑤ X — 12극이면 동기속도는 $600rpm$, 회전자 속도는 $480rpm$이 된다. 올바른 극수는 6극이다.

NoteBase

오답 포인트

회전자 속도 960rpm을 동기속도로 바로 대입하면 안 된다. 슬립이 0.2이므로 회전자 속도는 동기속도의 80%이며, 동기속도는 1200rpm이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $N_r = (1 - s)N_s$로 동기속도를 구하고, 그다음 $P = 120f/N_s$로 극수를 구한다. 마지막에는 극수가 양의 짝수인지 확인한다.

암기 포인트

유도전동기는 $N_r = (1 - s)N_s$, 동기속도는 $N_s = 120f/P$이다.

NoteBase