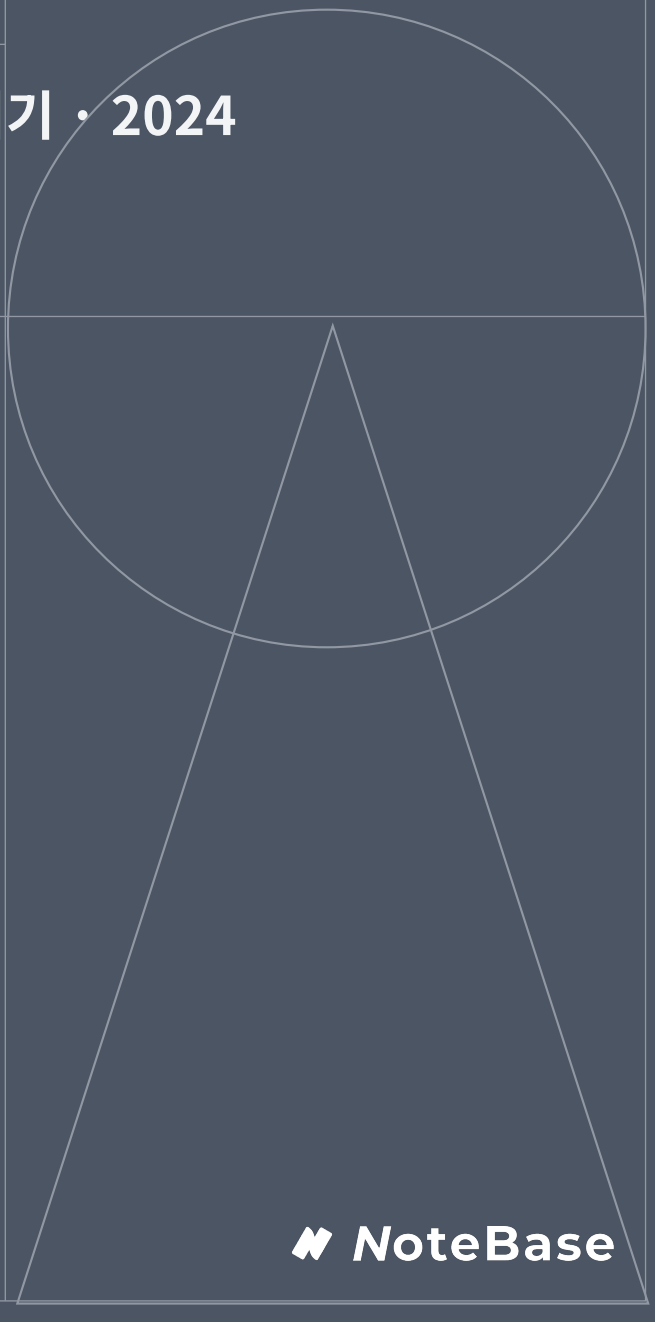
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2024

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2024

1. 4극 단중 중권, 전기자 도체수 100의 직류발전기가 1,200 [rpm]으로 회전할 때 유기기전력이 500 [V]이다. 매극당 자속 [Wb]은?

① $\frac{1}{8}$ ② $\frac{1}{4}$

③ $\frac{1}{480}$ ④ $\frac{1}{240}$

정답 2번

출제 포인트

직류발전기의 유기기전력 공식과 중권의 병렬회로수 관계를 이용해 매극당 자속을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 4$, 도체수 $Z = 100$, 회전속도 $N = 1,200rpm$, 유기기전력 $E = 500V$이다.
구해야 할 값: 매극당 자속 Φ $[Wb]$이다.
주의할 조건: 중권에서는 병렬회로수 A가 극수와 같으므로 $A = P = 4$이다.

사용할 공식

직류발전기의 유기기전력은
$E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$
이다. 이 공식은 극수, 매극당 자속, 총도체수, 회전속도 및 병렬회로수로 발전기의 유기기전력을 나타낸다. 이 문제는 중권이므로 $A = P$를 대입하면 P와 A가 약분된다.

NoteBase

계산 과정

중권의 조건 $A = P$를 적용하면

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

이므로

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

이다. 주어진 값을 대입하면

$\Phi = \frac{60 \times 500}{100 \times 1,200} = \frac{30,000}{120,000} = \frac{1}{4} Wb$

이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{8} Wb$는 계산값 $\frac{1}{4} Wb$의 절반이므로 틀리다. 올바르게는 매극당 자속이 $\frac{1}{4} Wb$이다.

② O — 중권 조건을 적용한 계산 결과가 $\frac{1}{4} Wb$이므로 맞다.

③ X — $\frac{1}{480} Wb$는 계산값보다 120배 작은 값이므로 틀리다. 올바르게는 매극당 자속이 $\frac{1}{4} Wb$이다.

④ X — $\frac{1}{240} Wb$는 계산값보다 60배 작은 값이므로 틀리다. 올바르게는 매극당 자속이 $\frac{1}{4} Wb$이다.

따라서 계산 결과가 $\frac{1}{4} Wb$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

중권이라는 조건을 놓치고 병렬회로수 A를 잘못 적용하거나, 유기기전력 공식의 상수 60을 자속의 분모에 그대로 남기면 오답이 나온다. 이 문제에서는 $A = P$이므로 극수와 병렬회로수가 먼저 약분된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 계산은 권선 방식으로 병렬회로수 A를 먼저 정한 뒤, $E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$에 대입하고 구하려는 변수를 정리한다. 중권이면 $A = P$, 파권이면 일반적으로 $A = 2$를 적용한다.

암기 포인트

중권은 $A = P$이므로 $E = \frac{\Phi ZN}{60}$이다.

NoteBase

2. 다음 중 보조 전동기를 사용하여 직류 분권전동기의 속도를 제어하는 방식으로 제어 범위가 넓고 손실이 거의 없는 제어법으로 가장 적절한 것은?
① 계자제어법
② 직렬저항제어법
③ 일그너 방식
④ 직·병렬제어법

정답 3번

출제 포인트

직류 분권전동기의 속도 제어법 가운데 보조 전동기와 발전기를 사용하면서 넓은 범위의 연속 제어가 가능하고 제어저항 손실이 거의 없는 방식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류 분권전동기의 속도는 대략 $n \propto (V - I_a R_a)/\Phi$로 결정된다. 일그너 방식은 보조 전동기로 직류발전기를 구동하고, 발전기의 계자전류를 조절하여 전동기에 공급하는 전기자전압을 연속적으로 바꾸는 방식이다. 따라서 저속부터 고속까지 넓게 제어할 수 있고 속도 반전과 제동도 용이하며, 전기자 직렬저항에서 생기는 큰 제어손실이 없다.

선지별 해설

① X — 계자제어법은 분권전동기의 계자전류를 바꾸어 자속 Φ를 조절하는 방식이다. 제어손실은 작지만 일반적으로 약계자에 의한 정격속도 이상의 제어에 쓰이며, 자속과 정류의 한계 때문에 제어 범위가 일그너 방식만큼 넓지 않다. 틀린 표현은 '보조 전동기를 사용하여 넓은 범위를 제어하는 방식'과 계자제어법을 연결한 부분이며, 올바르게는 '계자전류를 조절하여 주로 정격속도 이상의 속도를 제어하는 방식'이다.
② X — 직렬저항제어법은 전기자회로에 저항을 직렬로 넣어 전동기 단자전압을 낮추는 방식이다. 저속 제어는 가능하지만 저항에서 $I_a^2 R$ 손실이 크게 발생하여 효율이 낮다. 틀린 표현은 '손실이 거의 없는 제어법'이며, 올바르게는 '구조는 간단하지만 저항 손실이 큰 저속 제어법'이다.
③ O — 일그너 방식은 보조 전동기와 직류발전기로 이루어진 전동발전기 세트를 사용하고, 발전기의 출력전압을 연속적으로 조절하여 직류 분권전동기의 속도를 넓은 범위에서 제어한다. 직렬 제어저항을 사용하지 않으므로 그에 따른 손실이 거의 없어 제시된 조건에 가장 적합하다.
④ X — 직·병렬제어법은 여러 대의 직류 직권전동기를 직렬 또는 병렬로 접속하여 단자전압을 단계적으로 바꾸는 방식으로, 주로 전기철도 차량의 속도 제어에 사용된다. 틀린 표현은 '직류 분권전동기를 보조 전동기로 넓고 연속적으로 제어하는 방식'과 직·병렬제어법을 연결한 부분이며, 올바르게는 '여러 직류 직권전동기의 접속을 전환하는 단계식 속도 제어법'이다.

NoteBase

오답 포인트

① 계자제어법도 제어손실이 작다는 점 때문에 정답처럼 보이지만, 문제의 결정적 단서는 ‘보조 전동기 사용’과 ‘제어 범위가 넓음’이다. 이 두 조건을 함께 만족하는 것은 일그너 방식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘보조 전동기+직류발전기’, ‘발전기 출력전압 조절’, ‘광범위한 연속 속도 제어’가 함께 제시되면 일그너 방식으로 판단한다. 전기자 직렬저항의 전력손실이 강조되면 직렬저항제어법과 반대되는 방식인지 확인한다.

암기 포인트

일그너 방식은 전동기-발전기 세트로 전기자전압을 바꾸는 광범위·저손실 제어이다.

NoteBase

3. 출력 10 [kW], 60 [Hz], 4극 3상 유도전동기의 기계손이 200 [W], 전부하시의 슬립이 4 [%]일 때, 2차 동손 [W]은?

① 400 ② 408

③ 417 ④ 425

정답 4번

출제 포인트

유도전동기의 출력과 기계손으로 기계적 발생출력을 구한 뒤, 슬립과 2차 동손의 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 축출력 $P_{out} = 10kW = 10{,}000W$, 기계손 $P_{mec} = 200W$, 슬립 $s = 4\% = 0.04$이다.
구해야 할 값: 2차 동손(회전자 동손) P_{c2}이다.
주의할 조건: 축출력에는 기계손이 제외되어 있으므로 먼저 기계손을 더해야 한다. 주파수와 극수는 이 계산에 사용하지 않는다.

사용할 공식

기계적 발생출력은 $P_m = P_{out} + P_{mec}$이다. 유도전동기에서 $P_m = (1 - s)P_2$, $P_{c2} = sP_2$이므로 다음 관계가 성립한다.
$P_{c2} = \frac{s}{1-s} P_m$
이 공식은 회전자 입력 P_2 중 슬립 비율 s만큼이 2차 동손이 되고, 나머지 $1 - s$만큼이 기계적 발생출력으로 변환되기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 기계적 발생출력을 구한다.
$P_m = 10{,}000 + 200 = 10{,}200W$
2. 2차 동손을 구한다.
$P_{c2} = \frac{0.04}{1-0.04} \times 10{,}200 = \frac{0.04}{0.96} \times 10{,}200 = 425W$
따라서 2차 동손은 $425W$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $400W$는 축출력 $10{,}000W$에 슬립 0.04를 곧바로 곱한 값이다. 기계손을 더하지 않았고 $1-s$로 나누지도 않은 계산이므로 틀리며, 올바른 값은 $425W$이다.
② X — $408W$는 기계적 발생출력 $10{,}200W$에 슬립 0.04만 곱한 값이다. $P_{c2}=\frac{s}{1-s}P_m$에서 $1-s$로 나누어야 하므로 틀리며, 올바른 값은 $425W$이다.
③ X — $417W$는 기계손을 빼먹고 $\frac{0.04}{0.96}\times 10{,}000$을 계산해 반올림한 값이다. 축출력에 기계손 $200W$를 먼저 더해야 하므로 틀리며, 올바른 값은 $425W$이다.
④ O — $\frac{0.04}{0.96}\times 10{,}200=425W$로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

축출력과 기계적 발생출력을 같은 값으로 보는 것이 핵심 함정이다. 축출력에 기계손을 더해 P_m을 구해야 하며, $P_m=(1-s)P_2$이므로 2차 동손은 단순히 sP_m이 아니라 $\frac{s}{1-s}P_m$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

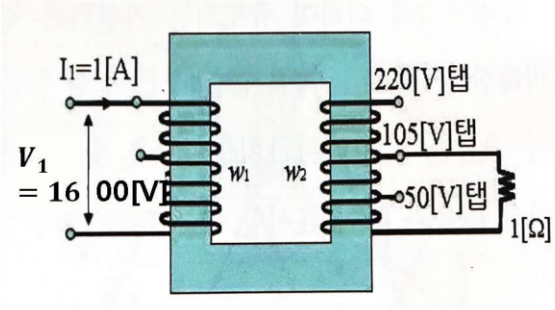
출력이 주어지면 먼저 $P_m=P_{out}+P_{mec}$로 기계적 발생출력을 구하고, 이어서 $P_{c2}=\frac{s}{1-s}P_m$을 적용한다.
문제에 함께 제시된 주파수와 극수가 손실 계산에 필요한지도 구분한다.

암기 포인트

축출력에 기계손을 더하면 기계적 발생출력이고, 2차 동손은 기계적 발생출력의 $\frac{s}{1-s}$배이다.

NoteBase

4. 단상 주상변압기의 2차측 105 [V]탭에 1 [Ω]의 저항을 접속하고, 1차측에 1,600 [V]의 전압을 가할 때, 1차 전류가 1 [A]로 된다. 1차측 단자는 몇 [V]탭에 접속하고 있는가? (단, 변압기의 임피던스 및 손실은 무시한다.)



① 3,200 ② 4,200
③ 40 ④ 220

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기에서 부하 임피던스가 권수비의 제곱에 비례하여 1차측으로 환산된다는 원리로 1차측 접속 탭을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 인가전압 $V_1 = 1,600V$, 1차 전류 $I_1 = 1A$, 부하저항 $Z_L = 1\Omega$, 부하가 연결된 2차측 탭 $V_{2t} = 105V$이다.
구해야 할 값: 1차측 접속 탭 V_{1t}이다.
주의할 조건: 105 V는 2차측의 탭 정격값이며, 1차에 1,600 V를 가했을 때 부하에 실제로 걸리는 전압이 105 V라는 뜻은 아니다. 그림의 50 V 탭은 부하에 연결되어 있지 않다.

사용할 공식

1차측에서 본 입력 임피던스는
$Z_1 = \frac{V_1}{I_1}$
이고, 이상적인 변압기의 임피던스 환산식은
$Z_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 Z_L = \left(\frac{V_{1t}}{V_{2t}}\right)^2 Z_L$
이다. 변압기의 탭 정격전압비는 권수비와 같고, 2차 부하 임피던스는 그 권수비의 제곱만큼 1차측으로 환산되므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 1차측에서 본 입력 임피던스를 구한다.
$Z_1 = \frac{1,600}{1} = 1,600\Omega$
2. 권수비 $a = N_1/N_2 = V_{1t}/V_{2t}$를 구한다.
$1,600 = a^2 \times 1, \qquad a = 40$
3. 2차측 105 V 탭에 대응하는 1차측 탭을 구한다.
$V_{1t} = aV_{2t} = 40 \times 105 = 4,200V$
따라서 1차측 단자는 4,200 V 탭에 접속한다. 실제 2차 전압은 $1,600/40 = 40V$, 부하전류는 $40/1 = 40A$이며, 이를 1차측으로 환산하면 $40/40 = 1A$가 되어 조건과 일치한다.

선지 판단

① X — 3,200 V 탭은 권수비가 $3,200/105$이므로 부하 1Ω을 입력 임피던스 1,600Ω으로 환산하지 못한다. 3,200 V가 아니라 4,200 V이다.
② O — 계산된 권수비가 40이므로 1차측 접속 탭은 $40 \times 105 = 4,200V$이다.
③ X — 40은 1차측 접속 탭 전압이 아니라 계산된 권수비 N_1/N_2이다. 1차측 탭은 40 V가 아니라 4,200 V이다.
④ X — 220 V는 그림에 표시된 다른 2차측 탭의 정격값일 뿐, 구하는 1차측 접속 탭이 아니다. 1차측 탭은 220 V가 아니라 4,200 V이다.

오답 포인트

105 V 탭의 표기를 현재 부하에 실제로 걸리는 전압으로 보면 안 된다. 1차측 정격 탭이 아직 정해지지 않았으므로 먼저 V_1/I_1로 입력 임피던스를 구하고, 임피던스가 권수비의 제곱으로 환산된다는 관계를 적용해야 한다. 또한 계산 중 얻은 40은 전압값이 아니라 권수비이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기의 탭과 부하가 함께 제시되면 먼저 $Z_1 = V_1/I_1$을 구하고, $Z_1 = a^2 Z_L$에서 권수비 a를 찾은 다음, $V_{1t} = aV_{2t}$로 필요한 탭을 결정한다. 마지막에는 실제 2차 전압과 전류를 구해 입력전류 조건과 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

전압비·권수비는 a, 임피던스비는 a^2이다. 탭 문제에서는 '입력 임피던스 → 권수비 → 탭 전압'의 순서로 계산한다.

NoteBase

5. 다음 중 유도발전기 슬립 s의 범위나 값으로 가장 적절한 것은?

① $s = 1$ ② $s = 0$

③ $s < 0$ ④ $0 < s < 1$

정답 3번

출제 포인트

유도기의 슬립 공식에서 회전자 속도와 동기속도의 대소 관계를 이용하여 발전기 운전의 슬립 부호를 판단하는 문제이다.

조건 정리

유도발전기는 외부의 원동력으로 회전자를 동기속도보다 빠르게 회전시키는 상태이다. 따라서 회전자 속도 N은 동기속도 N_s보다 크다.

사용할 공식

슬립은 다음과 같다.

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

여기서 N_s는 동기속도, N은 회전자 속도이다. 발전기 운전에서는 $N > N_s$이므로 분자 $N_s - N$이 음수가 된다.

계산 과정

1. 유도발전기의 속도 관계는 $N > N_s$이다.
2. 따라서 $N_s - N < 0$이다.
3. $N_s > 0$이므로 $s = (N_s - N)/N_s < 0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $s = 1$은 $N = 0$, 즉 회전자가 정지한 상태에 해당하므로 발전기 운전이 아니다. 올바르게는 유도발전기의 슬립은 $s < 0$이다.

② X — $s = 0$은 $N = N_s$인 동기속도 상태로, 회전자에 유도기전력이 발생하지 않아 발전 작용을 하지 않는다. 올바르게는 유도발전기에서 $N > N_s$이고 $s < 0$이다.

③ O — 유도발전기는 회전자가 동기속도보다 빠르게 회전하므로 $N_s - N < 0$이고, 따라서 $s < 0$이다.

④ X — $0 < s < 1$은 회전자 속도가 동기속도보다 낮은 유도전동기 운전 범위이다. 올바르게는 유도발전기의 슬립 범위가 $s < 0$이다.

오답 포인트

슬립의 크기만 생각하고 부호를 놓치기 쉽다. 유도전동기는 $N < N_s$여서 슬립이 양수이지만, 유도발전기는 $N > N_s$여서 슬립이 음수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 운전 상태의 속도 관계를 정한 뒤 슬립 공식의 분자 부호를 판단한다. $N < N_s$이면 전동기 운전으로 $s > 0$, $N = N_s$이면 $s = 0$, $N > N_s$이면 발전기 운전으로 $s < 0$이다.

암기 포인트

유도발전기: 동기속도 초과 $N > N_s \rightarrow$ 음의 슬립 $s < 0$이다.

NoteBase

6. 용량 2 [kVA], 2,500/250 [V]의 단상 변압기를 단권 변압기로 결선하여 2,500/2,750 [V]의 승압기로 사용할 때 그 부하용량 [kVA]은?

① 22 ② 20

③ $\frac{1}{5}$ ④ $\frac{2}{11}$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단권변압기 결선에서 직렬권선이 전달하는 용량과 전체 부하용량의 관계를 이용해 승압기의 부하용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 변압기 용량: $S_w = 2kVA$
원래 전압비: $2{,}500/250V$
단권변압기 입력전압: $V_1 = 2{,}500V$
단권변압기 출력전압: $V_2 = 2{,}750V$
직렬권선 전압: $V_s = V_2 - V_1 = 250V$
구해야 할 값: 단권변압기의 부하용량 S_a

사용할 공식

$S_a = S_w \frac{V_2}{V_s}$
여기서 S_w는 원래 두 권선 변압기의 정격용량이고, V_s는 입력전압과 출력전압의 차이인 직렬권선 전압이다. 원래 변압기의 $250V$ 권선이 승압분을 담당하므로 직렬권선 용량 $S_w = V_sI$에서 부하전류를 구할 수 있고, 전체 부하용량은 $S_a = V_2I$가 된다.

계산 과정

직렬권선이 담당하는 전압은
$V_s = 2{,}750 - 2{,}500 = 250V$
이다. 따라서 부하전류는
$I = \frac{S_w}{V_s} = \frac{2{,}000VA}{250V} = 8A$
이고, 단권변압기의 부하용량은
$S_a = V_2I = 2{,}750V \times 8A = 22{,}000VA = 22kVA$
이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 22kVA이므로 옳다.
② X — 20kVA는 2,500V × 8A만 계산하여 직렬권선의 승압분 250V가 전달하는 2kVA를 빠뜨린 값이다. 올바른 부하용량은 22kVA이다.
③ X — 1/5kVA는 원래 용량 2kVA에 전압비 250/2,500을 잘못 곱한 값이다. 전체 출력전압과 부하전류를 곱해야 하므로 올바른 부하용량은 22kVA이다.
④ X — 2/11kVA는 용량 확대비 $V_2/V_s = 11$을 반대로 적용한 값이다. 올바르게는 2kVA에 11을 곱하여 22kVA가 된다.

오답 포인트

단권변압기의 부하용량을 원래 두 권선 변압기의 정격용량 2kVA와 같다고 보면 안 된다. 또한 ②처럼 공통권선 측 전압 2,500V만 사용하면 승압분이 누락된다. 부하용량에는 전체 출력전압 2,750V를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

승압용 단권변압기는 먼저 직렬권선 전압 $V_s = V_2 - V_1$을 구한 뒤, $S_a = S_w(V_2/V_s)$를 적용한다. 마지막에는 출력전압과 부하전류의 곱으로 같은 결과가 나오는지 검산한다.

암기 포인트

단권변압기 용량은 원래 변압기 용량에 '전체 전압/직렬권선 전압'을 곱한다: $S_a = S_w(V_2/V_s)$.

NoteBase

7. 다음 중 유도전동기의 제동방법에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 단상제동: 권선형 유도전동기의 2차측을 단상교류로 여자하고 1차측에 적당한 크기의 저항을 넣으면 전동기의 회전과 역방향의 토크가 발생하여 제동하는 방법

② 역전제동: 회전중인 전동기의 1차 권선 3단자 중 임의의 2단자의 접속을 바꾸면 역방향 토크가 발생되어 제동하는 방법

③ 회생제동: 전동기를 전원으로부터 분리한 후 1차 측에 직류전원을 공급하여 발생된 전력을 저항에서 열로 소비시키는 방법

④ 발전제동: 유도전동기를 유도발전기로 동작시켜 그 발전전력을 전원에 반환하면서 제동하는 방법

정답 2번

출제 포인트

유도전동기의 단상제동, 역전제동, 발전제동, 회생제동을 제동 토크의 발생 원리와 에너지 처리 방식으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

단상제동: 권선형 유도전동기의 1차측을 단상 교류로 여자하고 2차측에 저항을 넣어 역방향 제동 토크를 발생시키는 방식이다.
역전제동: 운전 중인 전동기의 1차측 전원선 두 가닥을 바꾸어 회전자계의 방향을 반대로 만들고 역방향 토크로 제동하는 방식이다.
발전제동: 전동기를 전원에서 분리한 뒤 발전 작용으로 얻은 전기 에너지를 저항에서 열로 소모하는 방식이다.
회생제동: 전동기를 발전기로 동작시켜 발생 전력을 전원으로 되돌려 보내는 방식이다.
핵심 대비는 발전제동은 발생 에너지를 저항에서 소모하고, 회생제동은 전원으로 반환한다는 점이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ‘2차측을 단상교류로 여자하고 1차측에 저항을 넣는다’는 부분에서 1차측과 2차측이 뒤바뀌었다. 올바르게는 권선형 유도전동기의 1차측을 단상 교류로 여자하고 2차측에 적당한 저항을 넣어 역방향 토크를 발생시키는 방식이다.
② O — 회전 중인 유도전동기의 1차측 3상 전원선 가운데 임의의 두 선을 바꾸면 상순서와 회전자계의 방향이 반대로 된다. 이에 따라 현재 회전 방향과 반대인 토크가 발생하므로 역전제동이 이루어진다.
③ X — ‘전원으로부터 분리한 후 직류전원을 공급하고 발생 전력을 저항에서 열로 소비한다’는 설명은 회생제동이 아니라 발전제동이다. 올바르게는 회생제동은 전동기를 발전기로 동작시켜 발생한 전력을 전원으로 되돌려 보내는 방식이다.
④ X — ‘발전전력을 전원에 반환한다’는 설명은 발전제동이 아니라 회생제동이다. 올바르게는 발전제동은 발전작용으로 생긴 전기 에너지를 저항에서 열로 소모하는 방식이다.

오답 포인트

①은 1차측 여자와 2차측 저항의 위치를 서로 바꾸었고, ③과 ④는 발전제동과 회생제동의 명칭을 서로 바꾸었다. 특히 ‘발전기로 동작한다’는 공통점만 보고 발전제동과 회생제동을 같은 방식으로 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전원선 두 가닥의 교환 여부를 확인하면 역전제동을 찾을 수 있다. 다음으로 발생 에너지가 저항에서 열로 소모되면 발전제동, 전원으로 되돌아가면 회생제동으로 판단한다. 단상제동은 1차측 단상 여자와 2차측 저항의 위치를 확인한다.

암기 포인트

두 선 교환은 역전, 저항에서 소모하면 발전, 전원으로 반환하면 회생, 1차 단상·2차 저항은 단상제동이다.

NoteBase

8. 다음 중 발전기의 동기화 전류가 교대로 주기적으로 흘러 난조의 원인이 되는 경우로 가장 적절한 것은?
① 기전력의 크기가 같지 않은 경우
② 기전력의 파형이 같지 않은 경우
③ 기전력의 위상이 다른 경우
④ 기전력의 주파수가 다른 경우

정답 4번

출제 포인트

발전기를 병렬 운전할 때 주파수 차이가 상대 위상과 동기화 전류를 주기적으로 변화시켜 난조를 일으킨다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기화 조건: 병렬로 연결할 발전기와 모선은 기전력의 크기와 주파수가 같고, 파형과 상순이 같으며, 투입 순간의 위상이 일치해야 한다.
주기적 난조: 두 기전력의 주파수가 다르면 상대 위상각이 시간에 따라 계속 변한다. 이에 따라 두 기전력의 차와 동기화 전류가 반복해서 커졌다 작아지므로 주기적인 난조가 발생한다.

선지별 해설

① X — 기전력의 크기가 다르면 주로 무효 순환전류가 흐르지만, 상대 위상각이 시간에 따라 반복적으로 변하는 원인은 아니다. 틀린 표현은 '기전력의 크기가 같지 않은 경우'이며, 주기적 난조의 원인으로는 '기전력의 주파수가 다른 경우'가 옳다.
② X — 기전력의 파형이 다르면 고조파 순환전류와 파형 왜곡, 손실·발열 등이 생길 수 있으나 동기화 전류가 저주기로 주기적 증감하는 직접 원인은 아니다. 틀린 표현은 '기전력의 파형이 같지 않은 경우'이며, 주기적 난조의 원인으로는 '기전력의 주파수가 다른 경우'가 옳다.
③ X — 주파수가 같은 상태에서 투입 순간의 위상이 다르면 큰 동기화 전류와 충격 토크가 발생하지만, 그 위상차 자체가 계속 변하여 주기적으로 흐르는 경우는 아니다. 틀린 표현은 '기전력의 위상이 다른 경우'이며, 주기적 난조의 원인으로는 '기전력의 주파수가 다른 경우'가 옳다.
④ O — 기전력의 주파수가 다르면 상대 위상이 계속 미끄러지면서 기전력 차가 주기적으로 변한다. 따라서 동기화 전류와 동기화 토크가 주기적으로 증감하여 난조가 발생한다.

NoteBase

오답 포인트

①~③도 모두 동기 투입 조건을 어긴 경우이므로 이상 전류나 충격을 일으킬 수 있다. 그러나 문제의 핵심 표현은 ‘주기적으로’이다. 지속적으로 상대 위상을 변화시키는 것은 위상차 그 자체가 아니라 주파수 차이이다.

다시 나오면 이렇게 판단

‘주기적 증감·맥동·난조’가 보이면 먼저 주파수 차이를 확인한다. 주파수 차이 → 상대 위상의 연속 변화 → 기전력 차의 반복 변화 → 동기화 전류와 토크의 주기적 증감 순서로 판단한다.

암기 포인트

크기 차이는 순환전류, 위상차는 투입 충격, 주파수 차이는 주기적 난조이다.

NoteBase

9. 유도전동기의 구속시험에 사용되는 전압의 조건으로 가장 적절한 것은?
① 정격 전압, 정격 주파수
② 정격보다 높은 전압, 정격보다 낮은 주파수
③ 정격보다 낮은 전압, 정격보다 낮은 주파수
④ 정격보다 낮은 전압, 정격보다 높은 주파수

정답 3번

출제 포인트

유도전동기의 회전자를 움직이지 못하게 한 구속시험에서 인가 전압과 주파수를 정격값보다 어떻게 정하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

구속시험은 회전자를 고정한 상태에서 전동기의 특성을 확인하는 시험이다. 이때 큰 전류와 과열을 막기 위해 정격보다 낮은 전압과 낮은 주파수를 사용한다. 핵심 조건은 '저전압·저주파'이다.

선지별 해설

① X — '정격 전압, 정격 주파수'가 틀리다. 회전자가 구속된 상태에서 정격 조건을 그대로 인가하면 큰 전류가 흐를 수 있다. 올바르게는 정격보다 낮은 전압과 정격보다 낮은 주파수를 사용한다.
② X — '정격보다 높은 전압'이 틀리다. 높은 전압은 구속 상태의 전류와 발열을 더욱 키운다. 올바르게는 정격보다 낮은 전압과 정격보다 낮은 주파수를 사용한다.
③ O — 정격보다 낮은 전압과 정격보다 낮은 주파수를 사용하는 조건으로, 구속시험의 인가 조건에 해당한다.
④ X — '정격보다 높은 주파수'가 틀리다. 구속시험의 적절한 조건은 높은 주파수가 아니라 정격보다 낮은 주파수이다. 올바르게는 정격보다 낮은 전압과 정격보다 낮은 주파수를 사용한다.

오답 포인트

구속시험을 일반 운전 시험처럼 생각하여 ①의 정격 전압·정격 주파수를 고르기 쉽다. 그러나 회전자가 돌지 않는 특수한 시험이므로 정격 조건을 그대로 쓰지 않고 전압과 주파수를 모두 낮춘다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문두에서 '구속시험'을 확인하면 먼저 회전자가 고정되어 큰 전류가 흐르기 쉬운 상태임을 떠올린다. 이어 인가 조건을 '정격보다 낮은 전압 + 정격보다 낮은 주파수'로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

유도전동기 구속시험의 조건은 저전압·저주파이다.

NoteBase

10. 50 [Hz]인 3상 8극 및 2극의 유도전동기를 병렬 종속으로 접속하여 운전할 때의 무부하 속도 [rpm]는?

① 2000 ② 1200

③ 1000 ④ 600

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 극수가 서로 다른 두 유도전동기를 병렬 종속으로 접속했을 때의 무부하 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주파수: $f = 50\text{Hz}$

첫 번째 전동기의 극수: $p_1 = 8$

두 번째 전동기의 극수: $p_2 = 2$

구해야 할 값: 병렬 종속 접속 시 무부하 속도 N_0

주의할 조건: 직렬 종속이나 차동 종속이 아니라 병렬 종속이므로 병렬 종속 속도 공식을 적용한다.

사용할 공식

병렬 종속 접속의 무부하 속도는 다음과 같다.

$N_0 = \frac{240f}{p_1 + p_2}$

두 전동기가 병렬 종속으로 접속되어 있으므로 일반 유도전동기 한 대의 동기속도 공식이 아니라 두 극수의 합을 사용하는 병렬 종속 공식을 적용한다. 무부하에서는 슬립을 거의 0으로 보아 이 속도를 무부하 속도로 취급한다.

계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.

$N_0 = \frac{240 \times 50}{8 + 2} = \frac{12000}{10} = 1200\text{rpm}$

따라서 무부하 속도는 1200rpm이다.

선지 판단

① X — 2000rpm은 병렬 종속 공식으로 계산한 값이 아니다. '2000rpm'은 '1200rpm'으로 고쳐야 한다.

② O — 병렬 종속 공식에 $f = 50\text{Hz}$, $p_1 = 8$, $p_2 = 2$를 대입하면 1200rpm이 된다.

③ X — 1000rpm은 $120f/(p_1 - p_2)$로 계산한 차동 종속의 값이다. 병렬 종속에서는 '1000rpm'을 '1200rpm'으로 고쳐야 한다.

④ X — 600rpm은 $120f/(p_1 + p_2)$로 계산한 직렬 종속의 값이다. 병렬 종속에서는 '600rpm'을 '1200rpm'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

병렬 종속을 직렬 종속 또는 차동 종속과 혼동하는 것이 핵심 함정이다. 극수의 합만 보고 $120f/(p_1+p_2)$를 적용하면 ④가 나오고, 극수의 차를 사용하면 ③이 나온다. 병렬 종속에서는 분자가 $240f$라는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

접속 방식을 먼저 확인한 뒤 병렬 종속이면 $N_0 = 240f/(p_1+p_2)$를 선택하고, 주파수와 두 극수를 대입하여 단위를 rpm으로 검산한다.

암기 포인트

병렬 종속의 무부하 속도는 '분자 240, 분모 두 극수의 합'이다: $N_0 = 240f/(p_1+p_2)$.

NoteBase

11. 직류기에서 전기자 반작용으로 인해 발생되는 영향으로 적절하지 않은 것은?
① 자속의 감소
② 전기적 중성축 이동
③ 발전기 출력 감소
④ 기전력 증가

정답 4번

출제 포인트

직류기에서 전기자 전류가 만드는 자속이 주자속에 미치는 전기자 반작용의 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전기자 반작용은 부하 전류가 흐를 때 전기자 자속이 주자속을 일그러뜨리고 일부를 약화하는 현상이다. 그 결과 자속이 감소하고 전기적 중성축이 이동하며, 발전기에서는 유기기전력과 출력이 감소할 수 있다.

선지별 해설

① O — 전기자 자속의 감자 작용으로 극당 유효 자속이 감소할 수 있으므로 적절하다.
② O — 전기자 반작용으로 주자속 분포가 찌그러지면 기하학적 중성축과 일치하던 전기적 중성축이 이동하므로 적절하다.
③ O — 발전기의 유기기전력은 자속에 비례하므로 자속 감소에 따라 유기기전력과 단자전압이 낮아져 출력이 감소할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '기전력 증가'이다. 실제로는 전기자 반작용의 감자 효과로 자속이 감소하므로, 회전속도가 일정할 때 발전기의 유기기전력은 감소한다.

오답 포인트

전기자 전류가 커지면 기전력도 커진다고 단순하게 연결하기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 전기자 전류가 만드는 반작용 자속이 주자속을 약화하므로 기전력 변화의 방향은 증가가 아니라 감소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기자 반작용의 영향을 묻는 문항에서는 '주자속 왜곡 및 감소 → 전기적 중성축 이동 → 발전기 유기기전력·출력 감소'의 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

전기자 반작용은 자속을 약화하고 중성축을 이동시키며, 발전기의 기전력과 출력을 낮춘다.

NoteBase

12. 온도시험법에 대한 다음 설명에서 빈칸에 들어갈 가장 적절한 것은?

> (　　)에 의한 반환부하법은 2대를 기계적으로 직결하고 한 쪽을 발전기, 다른 쪽을 전동기로 하여 발전기가 발생한 전력으로 전동기를 운전하고 전동기가 발생하는 기계력을 발전기 축으로 반환하여 두 기계의 손실만을 기계적으로 공급하는 방식이다.

① 카프법(Kapp method)
② 홉킨슨법(Hopkinson method)
③ 블론델법(Blondel method)
④ 실부하법

정답 2번

출제 포인트

반환부하법에서 손실을 공급하는 방식에 따라 홉킨슨법, 카프법, 블론델법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

반환부하법은 두 회전기의 출력을 서로 되돌려 보내면서 외부에서는 두 기계의 손실에 해당하는 동력만 공급하여 온도 상승을 시험하는 방법이다.
홉킨슨법: 발전기 출력으로 전동기를 운전하고 전동기의 기계적 출력을 발전기 축에 반환하며, 두 기계의 전손실을 기계적으로 공급한다.
카프법: 두 기계의 손실을 전원에서 전기적으로 공급한다.
블론델법: 무부하손은 보조 전동기가 기계적으로 공급하고 동손은 부스터가 전기적으로 공급한다.
실부하법: 피시험기에 실제 부하를 걸어 정격 부하 상태를 직접 만드는 방법이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '카프법'이다. 카프법은 손실을 전원에서 전기적으로 공급하는 반환부하법이다. 제시된 설명처럼 전손실을 기계적으로 공급하는 방식은 홉킨슨법이다.
② O — 두 기계를 기계적으로 직결하고 발전기의 전기 출력과 전동기의 기계 출력을 서로 반환하며, 외부에서는 두 기계의 손실만 기계적으로 공급하는 방식은 홉킨슨법이다.
③ X — 틀린 표현은 '블론델법'이다. 블론델법은 보조 전동기로 무부하손을 공급하고 부스터로 동손을 공급하는 방식이다. 제시된 방식은 홉킨슨법이다.
④ X — 틀린 표현은 '실부하법'이다. 실부하법은 저항이나 동력계 등의 실제 부하를 피시험기에 직접 걸어 시험하는 방식이다. 출력을 두 기계 사이에서 반환하고 손실분만 공급하는 방식은 반환부하법인 홉킨슨법이다.

오답 포인트

①의 카프법과 ②의 홉킨슨법은 모두 반환부하법이어서 혼동하기 쉽다. 이 문항의 결정적 표현은 '두 기계의 손실만을 기계적으로 공급'이다. 기계적 공급은 홉킨슨법이고, 전원에서 전기적으로 공급하면 카프법이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 기계 사이에서 전기 출력과 기계 출력이 순환하는지 확인한 뒤 손실의 외부 공급 경로를 찾는다. 전손실을 기계적으로 공급하면 홉킨슨법, 전기적으로 공급하면 카프법, 무부하손과 동손을 보조 전동기와 부스터가 나누어 공급하면 블론델법으로 판단한다.

암기 포인트

홉킨슨은 기계적 전손실, 카프는 전기적 전손실, 블론델은 보조 전동기와 부스터의 분담이다.

NoteBase

13. 정격전압 200 [V], 전기자회로의 저항 0.2 [Ω]의 직류분권전동기가 정격운전을 할 때 역기전력이 190 [V]라면 기계적 출력은 얼마인가? (단, I_f는 무시한다.)

① 9.5 [kW] ② 10 [kW]
③ 49.5 [kW] ④ 50 [kW]

정답 1번

출제 포인트

직류분권전동기에서 전기자전류를 구한 뒤, 역기전력과 전기자전류의 곱으로 기계적으로 변환되는 출력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압 $V = 200V$, 역기전력 $E = 190V$, 전기자저항 $R_a = 0.2\Omega$이다.
구해야 할 값: 기계적 출력 P_m이다.
주의할 조건: 계자전류 I_f를 무시하므로 선전류를 전기자전류로 보며, 단자 입력전력과 기계적 변환전력을 구분한다.

사용할 공식

전동기의 전압 방정식은 $V = E + I_aR_a$이므로 전기자전류는 $I_a = (V - E)/R_a$이다. 기계적으로 변환되는 출력은 $P_m = EI_a$이다.
역기전력 E은 전기자 내부에서 기계적 에너지로 변환되는 전력에 대응하므로, 단자전압 V가 아니라 E에 전기자전류를 곱한다.

계산 과정

1. 전기자에 걸리는 저항 전압강하는 $V - E = 200 - 190 = 10V$이다.
2. 전기자전류는 $I_a = \frac{V-E}{R_a} = \frac{10}{0.2} = 50A$이다.
3. 기계적 출력은 $P_m = EI_a = 190 \times 50 = 9500W = 9.5kW$이다.

검산하면 전기자 입력전력은 $VI_a = 10kW$, 전기자 동손은 $I_a^2R_a = 0.5kW$이므로 $10 - 0.5 = 9.5kW$로 일치한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과가 $9.5kW$이므로 기계적 출력과 일치한다.
② X — $10kW$는 VI_a로 계산한 전기자 입력전력이며 기계적 출력이 아니다. 올바르게는 전기자 동손 $0.5kW$를 제외한 $9.5kW$이다.
③ X — $49.5kW$는 $P_m = EI_a$에 주어진 값을 대입한 결과가 아니다. 올바른 계산은 $190V \times 50A = 9.5kW$이다.
④ X — 50은 전기자전류의 수치이며 단위는 A이지 kW가 아니다. 올바르게는 $I_a = 50A$, $P_m = 9.5kW$이다.
따라서 계산 결과가 $9.5kW$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

②의 $10kW$는 단자전압과 전기자전류를 곱한 입력전력이다. 기계적 출력을 구할 때 VI_a를 그대로 사용하지 않고, 전기자 동손을 빼거나 역기전력 E를 사용해야 한다. 또한 50은 전력값이 아니라 전기자전류의 값이라는 단위 구분이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 문제에서는 먼저 $I_a = (V - E)/R_a$로 전기자전류를 구하고, 기계적 변환전력은 $P_m = EI_a$로 계산한다. 마지막에 $VI_a - I_a^2 R_a = EI_a$가 성립하는지 검산한다.

암기 포인트

전동기에서 입력은 VI_a, 동손은 $I_a^2 R_a$, 기계적 변환전력은 EI_a이다.

NoteBase

14. 12극 3상 동기발전기가 있다. 기계각 10°에 대응하는 전기각은?

① 30° ② 40°

③ 60° ④ 90°

정답 3번

출제 포인트

동기발전기에서 극수와 기계각으로 전기각을 구하는 관계를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 12$, 기계각 $\theta_m = 10^\circ$

구해야 할 값: 전기각 θ_e

주의할 조건: 전기각은 기계각에 극수가 아니라 극쌍수 $P/2$를 곱한다. 3상이라는 조건은 이 각도 환산식에 직접 사용하지 않는다.

사용할 공식

$\theta_e = \frac{P}{2}\theta_m$

이 공식을 쓰는 이유: 회전자가 기계적으로 한 바퀴 회전할 때 전기적 주기는 극쌍수만큼 반복되므로, 전기각은 기계각의 극쌍수 배가 되기 때문이다.

계산 과정

1. 12극의 극쌍수는 $P/2 = 12/2 = 6$이다.
2. 전기각은 $\theta_e = 6 \times 10^\circ = 60^\circ$이다.
3. 계산값 60°와 일치하는 선지는 ③이다.

선지 판단

① X — 30°는 극쌍수 6을 적용한 값이 아니다. 올바르게는 $10^\circ \times 6 = 60^\circ$이다.

② X — 40°는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전기각은 60°이다.

③ O — $12/2 = 6$이므로 $10^\circ \times 6 = 60^\circ$가 되어 계산 결과와 일치한다.

④ X — 90°는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 전기각은 60°이다.

오답 포인트

①의 30°처럼 3상이라는 조건을 기계각에 곱하면 안 된다. 각도 환산에는 상수가 아니라 극쌍수 $P/2$를 사용한다. 또한 극수 12를 그대로 곱하지 않고 먼저 2로 나누어 극쌍수 6으로 바꾸어야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

극수 P를 확인한 뒤 극쌍수 $P/2$를 구하고, $\theta_e = (P/2)\theta_m$ 순서로 계산한다. 상수는 전기각과 기계각의 환산 배수가 아니다.

암기 포인트

전기각 = 극쌍수 × 기계각, 즉 $\theta_e = (P/2)\theta_m$이다.

NoteBase

15. 6,000/300 [V] 변압기의 1차 임피던스가 400 [Ω]이면 2차 환산 임피던스는 몇 [Ω]인가?

① 1 ② 1.3

③ 1.5 ④ 2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 한쪽 권선 임피던스를 다른 쪽으로 환산할 때 전압비의 제곱을 적용하는 원리를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 전압 $V_1 = 6{,}000V$, 2차 전압 $V_2 = 300V$, 1차 임피던스 $Z_1 = 400\Omega$이다.
구해야 할 값: 1차 임피던스를 2차측으로 환산한 임피던스 $Z_{1\to 2}$이다.
주의할 조건: 임피던스는 전압비 자체가 아니라 전압비의 제곱에 비례하여 환산한다.

사용할 공식

$Z_{1\to 2} = Z_1\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2$
이상적인 변압기에서 전압비와 권수비가 같고, 임피던스비는 권수비의 제곱이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 2차 전압과 1차 전압의 비는 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{300}{6{,}000} = \frac{1}{20}$이다.
2. 전압비를 제곱하여 임피던스 환산비를 구하면 $\left(\frac{1}{20}\right)^2 = \frac{1}{400}$이다.
3. 따라서 $Z_{1\to 2} = 400 \times \frac{1}{400} = 1\Omega$ 이다.

선지 판단

① O: 계산 결과가 1Ω이므로 옳다.
② X: 1.3Ω은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 1.3Ω은 올바르게는 1Ω이다.
③ X: 1.5Ω은 전압비의 제곱을 적용한 결과가 아니다. 틀린 값 1.5Ω은 올바르게는 1Ω이다.
④ X: 2Ω은 계산 결과와 다르다. 틀린 값 2Ω은 올바르게는 1Ω이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 전압비 300/6,000을 그대로 곱하거나 1차와 2차의 전압비 방향을 뒤집는 것이다. 1차 임피던스를 전압이 낮은 2차측으로 환산하므로 값은 작아져야 하며, 반드시 전압비를 제곱한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

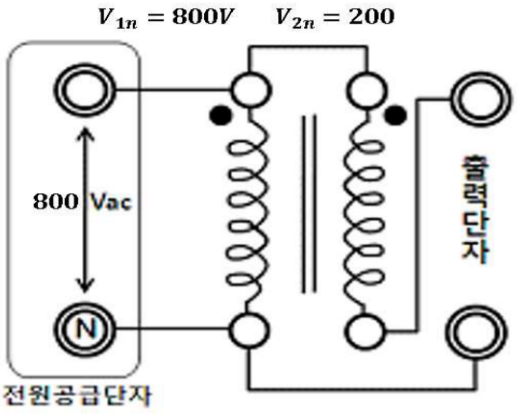
환산하려는 쪽의 전압을 분자에 놓고 그 전압비를 제곱한 뒤 원래 임피던스에 곱한다. 계산 후 고전압측에서 저전압측으로 환산했다면 임피던스가 작아졌는지도 검산한다.

암기 포인트

변압기의 임피던스 환산은 전압비의 제곱이며, 고전압측에서 저전압측으로 환산하면 임피던스가 작아진다.

NoteBase

16. 다음 그림과 같이 단상변압기를 단권변압기로 사용한다면 출력 단자의 전압 [V]은?
(단, V_{1n} [V]를 1차 정격전압이라고 하고, V_{2n} [V]를 2차 정격전압이라고 한다.)



① 120 ② 480
③ 600 ④ 720

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 점표시 극성으로 직렬 가극성·감극성을 판별하고 단권변압기 결선의 출력 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 정격전압은 $V_{1n} = 800V$, 2차 정격전압은 $V_{2n} = 200V$이다.
구해야 할 값: 출력 단자 사이의 전압이다.
주의할 조건: 그림은 1차와 2차의 점표시 단자끼리 연결한 결선이다. 점표시 단자는 같은 순간에 같은 극성이므로, 두 권선의 점이 연결되면 나머지 두 단자 사이의 전압은 서로 반대 방향으로 작용한다.

사용할 공식

점표시 단자끼리 연결한 감극성 직렬결선의 출력 전압은
$V_{out} = |V_{1n} - V_{2n}|$
이다. 두 권선 전압이 출력 단자 사이에서 서로 반대 방향이므로 합이 아니라 차를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 1차 권선 전압은 $800V$, 2차 권선 전압은 $200V$이다.
2. 점표시 단자끼리 연결되어 있으므로 두 전압을 뺀다.
$V_{out} = |800 - 200| = 600V$
3. 출력 단자의 전압은 $600V$이다.

선지 판단

① X — 계산 결과는 $600V$이므로 $120V$는 아니다. 틀린 값 $120V$를 올바르게 고치면 $600V$이다.
② X — 감극성 직렬결선에는 $800 - 200$을 적용하므로 $480V$가 아니라 $600V$이다.
③ O — $|800 - 200| = 600V$이므로 출력 전압과 일치한다.
④ X — 두 권선 전압의 차는 $720V$가 아니라 $600V$이다. 따라서 $720V$를 $600V$로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $600V$이므로 정답은 ③이다.

오답 포인트

핵심 함정은 단권변압기라는 말만 보고 두 정격전압을 무조건 더하는 것이다. 먼저 점표시의 연결 상태를 확인해야 한다. 이 그림처럼 점표시 단자끼리 연결하면 출력 쪽에서 두 권선 전압이 반대 방향으로 작용하므로 $800 + 200$이 아니라 $800 - 200$을 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 점표시 단자의 위치와 공통 접속점을 확인한다. 점과 점 또는 무점과 무점이 연결되어 나머지 두 단자에서 전압을 취하면 감극성이므로 전압의 차를 구하고, 점과 무점이 연결되면 가극성이므로 전압의 합을 구한다.

암기 포인트

같은 극성끼리 연결하면 감극성으로 빼고, 다른 극성끼리 연결하면 가극성으로 더한다.

NoteBase

17. 정격전압이 같은 A, B 두 개의 단상변압기가 있다. A는 용량이 100 [kVA], 퍼센트 임피던스강하 5 [%], B는 용량이 300 [kVA], 퍼센트 임피던스강하 3 [%]이다. 이들을 병렬로 하여 2차측에 360 [kVA]의 부하를 걸었을 때, 각 변압기에 대한 부하의 분담은 얼마인가?
(단, 각 변압기의 저항과 리액턴스의 비는 같다.)
① A: 300 [kVA], B: 60 [kVA]
② A: 360 [kVA], B: 300 [kVA]
③ A: 100 [kVA], B: 400 [kVA]
④ A: 60 [kVA], B: 300 [kVA]

정답 4번

출제 포인트

정격전압이 같은 단상변압기를 병렬 운전할 때 정격용량과 %임피던스로 각 변압기의 부하 분담을 구하는 문제이다.

조건 정리

A 변압기: 정격용량 100kVA, %임피던스 5%
B 변압기: 정격용량 300kVA, %임피던스 3%
전체 부하: 360kVA
두 변압기의 저항과 리액턴스의 비가 같으므로 부하의 유효분과 무효분이 같은 비율로 분담되며, 부하 분담비는 각 변압기의 임피던스 크기에 반비례한다.

사용할 공식

정격전압이 같을 때 실제 임피던스는 $Z \propto z/S_N$이므로 부하 분담비는 다음과 같다.
$S_A : S_B = \frac{S_{NA}}{z_A} : \frac{S_{NB}}{z_B}$
여기서 S_N은 정격용량, z는 %임피던스이다. 병렬 변압기의 부하는 임피던스에 반비례하여 나뉘기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 부하 분담비를 계산한다.
$S_A : S_B = \frac{100}{5} : \frac{300}{3} = 20 : 100 = 1 : 5$
2. 전체 비의 합은 $1 + 5 = 6$이다.
3. 각 변압기의 분담 부하는 다음과 같다.
$S_A = 360 \times \frac{1}{6} = 60kVA$
$S_B = 360 \times \frac{5}{6} = 300kVA$
따라서 A는 $60kVA$, B는 $300kVA$를 분담한다.

선지 판단

① X — A: $300kVA$, B: $60kVA$는 계산된 분담량을 서로 뒤바꾼 값이다. 올바르게는 A: $60kVA$, B: $300kVA$이다.
② X — A: $360kVA$, B: $300kVA$는 합계가 $660kVA$로 전체 부하 $360kVA$와 일치하지 않는다. 올바르게는 A: $60kVA$, B: $300kVA$이다.
③ X — A: $100kVA$, B: $400kVA$는 합계가 $500kVA$이고 분담비도 1 : 5가 아니다. 올바르게는 A: $60kVA$, B: $300kVA$이다.
④ O — A: $60kVA$, B: $300kVA$는 분담비 1 : 5를 만족하고 합계도 전체 부하 $360kVA$와 일치한다.

오답 포인트

%임피던스가 작은 B가 더 많은 부하를 맡는다는 점만 보고 A와 B의 값을 단순히 뒤바꾸면 ①을 고르기 쉽다. 정격용량도 함께 반영해야 하므로 S_N/z를 각각 계산해야 한다. 또한 두 분담량의 합이 반드시 전체 부하 $360kVA$인지 검산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

정격전압이 같은 병렬 변압기는 먼저 각 변압기의 S_N/z를 계산해 부하 분담비를 만들고, 전체 부하를 그 비로 나눈다. 마지막에는 각 분담량의 합이 전체 부하와 같은지 확인한다.

암기 포인트

병렬 변압기의 부하 분담은 정격용량에 비례하고 %임피던스에 반비례하므로 $S_1 : S_2 = (S_{N1}/z_1) : (S_{N2}/z_2)$이다.

NoteBase

18. 다음 중 이상변압기에 대한 조건으로 적절하지 않은 것은?
① 누설자속이 없다.
② 권선의 저항이 없다.
③ 철심의 투자율이 무한대이다.
④ 철심의 도전율이 무한대이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상변압기에서 손실과 자화에 필요한 전류를 없애기 위해 가정하는 조건을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상변압기는 권선의 동손, 철심의 철손, 누설자속에 따른 전압강하가 없고 결합이 완전하다고 가정한 변압기이다.
누설자속은 0, 권선 저항은 0, 철심의 투자율은 무한대, 철심의 도전율은 0으로 본다. 투자율이 무한대이면 유한한 자속을 만드는 데 필요한 자화전류를 0으로 볼 수 있고, 도전율이 0이면 철심에 와전류가 흐르지 않는다.

선지별 해설

① O — 누설자속이 없다는 것은 1차 권선에서 생긴 자속이 모두 2차 권선과 쇄교한다는 뜻이므로 이상변압기의 완전결합 조건에 맞는다.

② O — 권선의 저항을 0으로 가정하면 권선에서 동손과 저항에 의한 전압강하가 발생하지 않으므로 이상변압기의 조건에 맞는다.

③ O — 철심의 투자율을 무한대로 가정하면 자기저항이 0이 되어 유한한 자속을 만드는 데 자화전류가 필요하지 않으므로 이상변압기의 조건에 맞는다.

④ X — 틀린 표현은 '철심의 도전율이 무한대이다'이다. 도전율이 무한대이면 철심에 와전류가 쉽게 흘러 와전류손을 없앨 수 없다. 올바르게는 '철심의 도전율이 0이다' 또는 '철심의 고유저항이 무한대이다'이다.

오답 포인트

③의 투자율과 ④의 도전율에 모두 '무한대'를 붙이는 것이 함정이다. 투자율은 자화전류를 없애기 위해 무한대로 가정하지만, 도전율은 와전류를 차단하기 위해 0으로 가정한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

이상변압기의 조건은 손실이나 불완전한 결합을 만드는 물리량은 0, 자속을 쉽게 만드는 투자율과 전류를 막는 고유저항은 무한대로 구분한다.

암기 포인트

누설자속·권선저항·도전율은 0, 투자율·고유저항은 무한대이다.

NoteBase

19. 유도전동기의 2차 입력 2.4 [kW], 출력 2 [kW], 동기속도 1,000 [rpm] 일 때 회전력 [kg·m]은?

① 22.93 ② 19.11

③ 2.34 ④ 1.95

정답 3번

출제 포인트

유도전동기의 2차 입력과 동기속도로부터 회전력을 구하는 공식 $T = 974P_2/N_s$를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2차 입력 $P_2 = 2.4kW$, 출력 $P_o = 2kW$, 동기속도 $N_s = 1{,}000rpm$이다.
구해야 할 값: 2차 입력에 대응하는 회전력 T이다.
주의할 조건: 회전력 계산에는 출력 $2kW$가 아니라 2차 입력 $2.4kW$를 대입한다.

사용할 공식

$T = \frac{974P_2}{N_s} \quad [kg \cdot m]$
여기서 P_2는 kW, N_s는 rpm 단위이다. 전동기의 회전력은 회전동력과 회전속도의 관계로 구하며, kW와 rpm을 문제의 중력단위 회전력으로 환산하면 계수 974를 사용한다.

계산 과정

1. 공식에 2차 입력과 동기속도를 대입한다.
$T = \frac{974 \times 2.4}{1{,}000}$
2. 계산하면 다음과 같다.
$T = 2.3376kg \cdot m$
3. 선지의 자릿수에 맞추어 반올림하면 $T \approx 2.34kg \cdot m$이다.

선지 판단

① X — $22.93kg \cdot m$는 계산 결과 $2.34kg \cdot m$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $2.34kg \cdot m$이다.
② X — $19.11kg \cdot m$는 2차 입력과 동기속도를 공식에 대입한 결과가 아니다. 올바른 값은 $2.34kg \cdot m$이다.
③ O — $974 \times 2.4/1{,}000 = 2.3376$이므로 반올림한 $2.34kg \cdot m$와 일치한다.
④ X — $1.95kg \cdot m$는 출력 $2kW$를 대입한 $974 \times 2/1{,}000 \approx 1.95$의 값이다. 이 문항에서는 2차 입력을 사용하므로 올바른 값은 $2.34kg \cdot m$이다.

NoteBase

오답 포인트

출력 $2kW$를 회전력 공식에 넣으면 ④가 나오지만, 문제에서 요구하는 회전력 계산의 기준값은 2차 입력 $2.4kW$이다. 또한 속도가 이미 rpm으로 주어졌으므로 계수 974가 포함된 공식을 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 문제에서 회전력의 기준이 되는 동력이 입력인지 출력인지 확인하고, $T = 974P/N$에 해당 동력과 rpm을 대입한 뒤 단위와 반올림을 검산한다.

암기 포인트

kW, rpm, $kg \cdot m$의 조합에서는 $T = 974P/N$이며, 이 문항의 P는 2차 입력이다.

NoteBase

20. 4극, 310 [V], 60 [Hz]의 3상 유도기가 발전기 동작을 하는 속도 [rpm]는?

① -500 ② 1700

③ 1800 ④ 1900

정답 4번

출제 포인트

유도기의 동기속도를 계산하고, 발전기 운전에서는 회전자 속도가 동기속도보다 커야 한다는 조건을 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 4$, 주파수 $f = 60Hz$

구해야 할 값: 유도기가 발전기 동작을 하는 회전자 속도 N

주의할 조건: 발전기 동작에서는 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 동기속도보다 빠르게 회전하므로 $N > N_s$ 이고 슬립은 음수이다. 310 V는 동기속도 계산에 사용되지 않는다.

사용할 공식

동기속도는

$N_s = \frac{120f}{P}$ [rpm]

이고, 슬립은

$s = \frac{N_s - N}{N_s}$

이다. 발전기 동작에서는 $s < 0$이므로 $N > N_s$가 성립한다.

계산 과정

1. 동기속도를 계산한다.

$N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\text{rpm}$

2. 발전기 동작 조건을 적용하면 회전자 속도는 1800rpm보다 커야 한다.

3. 선지 중 이 조건을 만족하는 속도는 1900rpm이다. 이때 슬립은 $s = (1800 - 1900)/1800 < 0$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — −500rpm은 회전자계의 기준 방향과 반대로 회전하는 값으로, 같은 방향에서 동기속도를 초과해야 하는 발전기 동작 조건을 만족하지 않는다. 올바르게는 $N > 1800$rpm이어야 한다.
② X — 1700rpm은 동기속도보다 작아 슬립이 양수이므로 전동기 동작 영역이다. 올바르게는 동기속도보다 큰 속도여야 한다.
③ X — 1800rpm은 동기속도와 같아 슬립이 0이고 유도기전력과 전자기 토크가 발생하지 않으므로 발전기 동작 속도가 아니다. 올바르게는 1800rpm을 초과해야 한다.
④ O — 1900rpm은 동기속도 1800rpm보다 크므로 슬립이 음수가 되어 발전기 동작 조건을 만족한다.

오답 포인트

③의 1800rpm은 동기속도 자체일 뿐 발전기 운전 속도가 아니다. 유도발전기는 동기속도와 같은 속도가 아니라 동기속도를 초과하는 속도에서 운전한다. 또한 310 V를 속도 계산에 끌어들이는 것은 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $N_s = 120f/P$로 동기속도를 구한 뒤, 회전자계와 같은 방향을 기준으로 $N < N_s$이면 전동기, $N = N_s$이면 슬립 0, $N > N_s$이면 발전기로 판단한다.

암기 포인트

유도발전기: 동기속도 초과, 음의 슬립.

NoteBase

21. 6극, 60 [Hz] 3상 유도전동기의 회전자에 흐르는 전류의 주파수가 3 [Hz]라면, 회전자의 회전속도 [rpm]는?

① 1100 ② 1140

③ 1160 ④ 1200

정답 2번

출제 포인트

회전자 전류의 주파수로 슬립을 구한 뒤, 유도전동기의 동기속도와 회전속도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 6$, 전원 주파수 $f_1 = 60Hz$, 회전자 전류 주파수 $f_2 = 3Hz$이다.
구해야 할 값: 회전자의 회전속도 N이다.
주의할 조건: 회전자 전류 주파수는 슬립 주파수이므로 $f_2 = sf_1$의 관계를 이용한다.

사용할 공식

슬립은 $s = \frac{f_2}{f_1}$이고, 동기속도는 $N_s = \frac{120f_1}{P}$이다. 회전자의 회전속도는 $N = (1 - s)N_s$이다.
회전자 전류 주파수는 회전자와 회전자계의 상대속도에 비례하므로 슬립을 구하는 데 사용한다.

계산 과정

1. 슬립을 계산한다.
$s = \frac{f_2}{f_1} = \frac{3}{60} = 0.05$
2. 동기속도를 계산한다.
$N_s = \frac{120f_1}{P} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200rpm$
3. 회전자의 회전속도를 계산한다.
$N = (1 - s)N_s = (1 - 0.05) \times 1200 = 1140rpm$

선지 판단

① X — $1100rpm$은 계산 결과와 다르다. 올바른 회전속도는 $1140rpm$이다.
② O — 계산한 회전자의 회전속도 $1140rpm$과 일치한다.
③ X — $1160rpm$은 계산 결과와 다르다. 올바른 회전속도는 $1140rpm$이다.
④ X — $1200rpm$은 회전자의 실제 회전속도가 아니라 동기속도이다. 슬립을 반영한 실제 회전속도는 $1140rpm$이다.

NoteBase

오답 포인트

④의 1200rpm은 동기속도 계산에서 멈추면 선택하게 되는 값이다. 유도전동기의 회전자는 전동 운전 시 동기속도보다 느리므로, 회전자 전류 주파수로 구한 슬립 0.05를 반드시 반영해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전자 전류 주파수가 주어지면 $s = f_2/f_1$로 슬립을 구하고, $N_s = 120f_1/P$로 동기속도를 구한 다음, $N = (1 - s)N_s$로 실제 회전속도를 계산한다.

암기 포인트

회전자 주파수는 슬립에 비례한다: $f_2 = sf_1$. 실제 회전속도는 동기속도에 $1 - s$를 곱한다.

NoteBase

22. 유도전동기의 제어방식 중 전압과 주파수의 비를 일정하게 유지하며 운전할 때 나타나는 현상은?

① 최대토크가 일정하다.
② 기동토크가 일정하다.
③ 최대출력이 일정하다.
④ 최대효율이 일정하다.

정답 1번

출제 포인트

유도전동기를 정전압·정주파수비 제어할 때 전압과 주파수의 변화가 자속 및 최대토크에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 전압과 주파수의 비 V/f를 일정하게 유지한다.
구해야 할 현상: 일정하게 유지되는 운전 특성이다.
주의할 조건: 일반적인 해석에서는 고정자 전압강하를 무시하며, 이때 공극 자속은 $\Phi \propto V/f$이므로 거의 일정하다.

사용할 공식

유도전동기의 최대토크 관계는 다음과 같이 정리할 수 있다.
$T_{\max} \propto \frac{V^2}{\omega_s X} \propto \frac{V^2}{f^2}$
여기서 동기 각속도는 $\omega_s \propto f$, 리액턴스는 $X \propto f$이다. 또한 V/f가 일정하면 $V \propto f$이므로 V^2/f^2가 일정해진다.

계산 과정

1. V/f가 일정하므로 전압은 주파수에 비례한다.
2. ω_s와 X도 각각 주파수에 비례하므로 $\omega_s X$는 f^2에 비례한다.
3. 따라서 $T_{\max} \propto V^2/f^2$에서 분자와 분모가 같은 비율로 변하여 최대토크가 일정하게 유지된다.

NoteBase

선지 판단

① O — V/f를 일정하게 하면 자속이 거의 일정하고, $T_{max} \propto V^2/f^2$이므로 최대토크가 일정하게 유지된다.
② X — 기동토크는 회전자 저항과 전체 임피던스의 영향을 함께 받으므로 V/f 일정만으로 일정해지지 않는다. 틀린 표현 '기동토크가 일정하다'는 '최대토크가 일정하다'로 고쳐야 한다.
③ X — 최대출력은 토크와 회전 각속도의 곱이며, 주파수 변화에 따라 속도도 변하므로 일정하지 않다. 틀린 표현 '최대출력이 일정하다'는 '최대토크가 일정하다'로 고쳐야 한다.
④ X — 효율은 철손·동손·기계손 등 여러 손실의 영향을 받으므로 V/f 일정만으로 일정하게 유지되지 않는다. 틀린 표현 '최대효율이 일정하다'는 '최대토크가 일정하다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'자속이 일정하다'는 사실을 모든 성능값이 일정하다는 뜻으로 확대하면 안 된다. 이 제어에서 직접 일정하게 유지되는 대표적 토크 특성은 최대토크이며, 기동토크·최대출력·최대효율은 각각 임피던스, 속도, 손실의 추가 영향을 받는다.

다시 나오면 이렇게 판단

정전압·정주파수비 제어가 나오면 먼저 V/f 일정에서 자속이 일정함을 확인하고, 최대토크 관계 $T_{max} \propto V^2/f^2$에 $V \propto f$를 대입하여 최대토크가 일정하다고 판단한다.

암기 포인트

V/f 일정 → 자속 일정 → 최대토크 일정이다.

NoteBase

23. 다음 중 단상유도전동기에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 기동토크를 얻기 위해 보조권선을 사용한다.
② 주권선에 커패시터를 직렬연결하여 기동성능을 개선할 수 있다.
③ 주권선 전류의 위상이 보조권선에 앞선다.
④ 회전자는 3상 농형유도전동기의 구조와 다르다.

정답 1번

출제 포인트

단상 유도전동기의 기동 원리와 주권선·보조권선의 위상 관계, 회전자 구조를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

단상 유도전동기는 단상 전원만으로는 정지 상태에서 기동토크를 만들기 어려우므로 보조권선으로 주권선 전류와 위상차가 있는 전류를 만들어 기동 회전자계를 형성한다.
주권선은 운전의 중심이 되는 권선이고, 보조권선은 기동을 위한 위상차를 만드는 권선이다. 콘덴서 기동형에서는 콘덴서를 보조권선과 직렬로 연결하여 위상차와 기동토크를 크게 한다. 회전자는 일반적으로 3상 농형유도전동기와 같은 농형 구조를 사용한다.

선지별 해설

① O — 단상 전원만으로는 정지 시 기동토크가 생기기 어려우므로 보조권선을 사용해 위상차를 만들고 기동토크를 얻는다.
② X — 틀린 표현은 '주권선에 캐패시터를 직렬연결'이다. 올바르게는 콘덴서 기동형에서 캐패시터를 보조권선과 직렬로 연결하여 기동 성능을 개선한다.
③ X — 틀린 표현은 '주권선 전류의 위상이 보조권선에 앞선다'이다. 올바르게는 보조권선 전류의 위상이 주권선 전류보다 앞서도록 하여 두 전류 사이에 위상차를 만든다.
④ X — 틀린 표현은 '3상 농형유도전동기의 구조와 다르다'이다. 올바르게는 단상 유도전동기의 회전자는 일반적으로 3상 농형유도전동기와 같은 농형 구조이다.

오답 포인트

②는 캐패시터의 효과 자체는 맞지만 연결 대상을 주권선으로 바꾼 함정이다. ③은 주권선과 보조권선의 위상 선후를 반대로 제시했고, ④는 고정자 권선의 차이를 회전자 구조의 차이로 오인하게 만든다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기 문제에서는 먼저 보조권선이 기동용 위상차를 만든다는 점을 확인한다. 이어 캐패시터는 보조권선과 직렬이고, 보조권선 전류가 주권선 전류보다 앞서며, 회전자는 농형이라는 기준으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

보조권선은 기동, 캐패시터는 보조권선과 직렬, 보조전류는 앞섬, 회전자는 농형이다.

NoteBase

24. 인덕터에 전압 $v(t) = \sqrt{2} \cdot 220\cos\omega t$을 가할 때, $i(t) = \sqrt{2} \cdot (\sin\omega t + 0.1\cos\omega t - 0.1\sin 3\omega t)$가 흐르면, 철손 [W]은 얼마인가? (단, 권선저항은 무시한다.)

① 22 ② 44
③ 220 ④ 221

정답 1번

출제 포인트

전압과 전류의 평균전력에서 같은 주파수이면서 동상인 성분만 유효전력에 기여한다는 점을 이용해 철손을 구하는 문제이다.

조건 정리

전압의 실효값은 $220V$이고 전압에는 기본파 $\cos\omega t$만 있다. 전류의 기본파 성분은 $\sin\omega t + 0.1\cos\omega t$이며, 제3고조파 성분은 $-0.1\sin 3\omega t$이다. 권선저항을 무시하므로 입력 유효전력은 철손과 같다.

사용할 공식

평균전력은 $P = \frac{1}{T}\int_0^T v(t)i(t)dt$이다. 서로 직교하는 $\cos\omega t$와 $\sin\omega t$, 그리고 주파수가 다른 기본파와 제3고조파의 곱은 한 주기 평균이 0이다. 따라서 전압과 같은 위상의 전류 성분 $\sqrt{2}\cdot 0.1\cos\omega t$만 계산한다.

계산 과정

전압과 동상인 전류 성분의 실효값은 $0.1A$이다. 따라서 $P = V_{\text{rms}} I_{\text{rms, in-phase}} = 220 \times 0.1 = 22W$이다. 권선저항에 의한 동손이 없으므로 철손은 $22W$이다.

선지 판단

① O — 계산한 철손 $22W$와 일치한다.
② X — $44W$는 첨두값 계수끼리 곱한 뒤 평균에서 생기는 1/2을 반영하지 않은 값이다. 올바른 철손은 $22W$이다.
③ X — $220W$는 전류의 $\sin\omega t$ 성분까지 전압과 동상인 것처럼 취급한 값이므로 틀리다. 이 성분은 전압과 위상이 90°달라 평균전력이 0이며, 올바른 철손은 $22W$이다.
④ X — $221W$는 동상 기본파 성분만 남겨 계산한 평균전력과 일치하지 않는다. 기본파의 무효 성분과 제3고조파 성분은 철손 계산에 더하지 않으며, 올바른 철손은 $22W$이다.

NoteBase

오답 포인트

전류식에 여러 성분이 있다고 해서 각 성분의 크기를 모두 더하면 안 된다. $\sin \omega t$ 성분은 기본파이지만 전압과 직교하고, $\sin 3\omega t$ 성분은 주파수가 달라 각각 평균전력이 0이다. 또한 $\sqrt{2}$가 붙은 첨두값 표현을 직접 곱할 때는 삼각함수 제곱의 평균 1/2이 반영된다.

다시 나오면 이렇게 판단

비정현파 전류의 유효전력은 전압과 주파수가 같고 동상인 전류 성분만 남겨 실효값끼리 곱한다. 이후 권선저항이 무시되는지 확인하여 입력 유효전력을 철손으로 본다.

암기 포인트

철손 = 입력 유효전력 = 전압과 같은 주파수·같은 위상의 전류 성분이 만드는 전력이다.

NoteBase

25. 원형철심에 권선을 감고 구형파의 전압을 인가하면, 철심 내부 자속의 파형은?

① 구형파 ② 펄스파

③ 정현파 ④ 삼각파

정답 4번

출제 포인트

권선에 인가한 전압의 파형과 철심 내부 자속의 파형 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

패러데이 법칙에 따라 권선 전압과 자속의 관계는 $v = N\frac{d\Phi}{dt}$이다. 따라서 자속 Φ는 전압을 시간에 대해 적분한 파형이 된다. 구형파 전압은 각 반주기 동안 크기와 부호가 일정하므로 자속은 일정한 기울기로 직선적으로 증가하거나 감소하여 삼각파가 된다.

선지별 해설

① X — 구형파는 인가 전압의 파형이지 자속의 파형이 아니다. 자속은 구형파 전압을 적분한 삼각파가 되므로, '구형파'는 '삼각파'로 고쳐야 한다.
② X — 펄스파는 구형파 전압을 적분하여 얻는 자속 파형이 아니다. 각 반주기에서 자속이 직선적으로 변하므로, '펄스파'는 '삼각파'로 고쳐야 한다.
③ X — 정현파 자속은 정현파 전압과 미분·적분 관계에 있을 때 나타나는 파형이다. 구형파 전압을 인가한 경우이므로, '정현파'는 '삼각파'로 고쳐야 한다.
④ O — 구형파 전압의 양의 구간에서는 자속이 일정한 기울기로 증가하고, 음의 구간에서는 일정한 기울기로 감소하므로 자속은 삼각파가 된다.

오답 포인트

인가 전압의 구형파 모양을 자속에도 그대로 적용하는 것이 함정이다. 전압은 자속 그 자체가 아니라 자속의 시간 변화율에 비례하므로, 전압 파형을 적분해서 자속 파형을 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압과 자속이 함께 나오면 먼저 $v = N\frac{d\Phi}{dt}$를 적용한다. 전압이 일정한 구간에서는 자속의 기울기가 일정하므로, 양·음의 구형파 전압은 상승·하강 직선으로 이루어진 삼각파 자속을 만든다.

암기 포인트

구형파 전압을 적분하면 삼각파 자속이 된다.

NoteBase