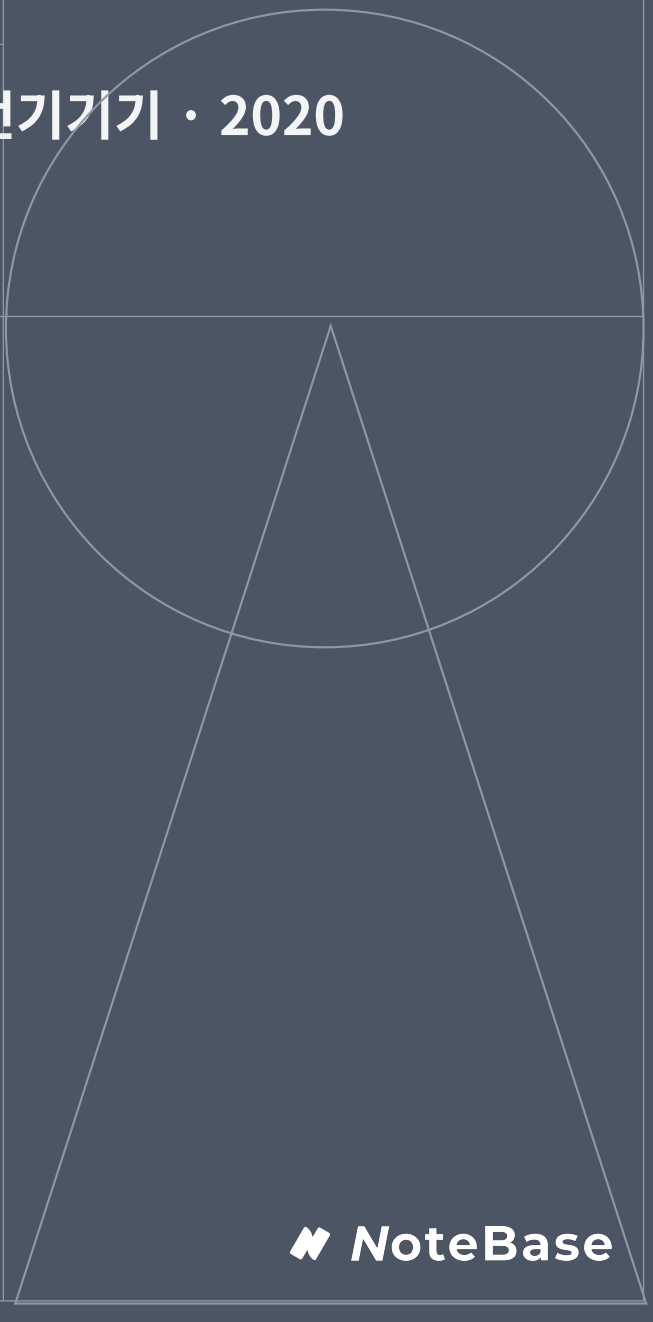
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2020

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2020

문 1. 직류 발전기의 회전수를 4배 증가시킬 때 유도 기전력을 이전과 같은 값으로 유지하려고 한다. 이때 필요한 계자 자속은 이전 자속의 몇 배인가?

① $\frac{1}{2}$배 ② 2배

③ $\frac{1}{4}$배 ④ 4배

정답 3번

출제 포인트

직류 발전기의 유도 기전력 관계식에서 기전력을 일정하게 유지할 때 회전수와 계자 자속의 비례 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 회전수를 이전의 4배로 증가시키고 유도 기전력은 이전과 같은 값으로 유지한다.
구해야 할 값: 변경 후 계자 자속이 이전 자속의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 발전기의 극수, 도체 수, 병렬 회로 수 등 구조적 상수는 변하지 않는 것으로 본다.

사용할 공식

직류 발전기의 유도 기전력은
$E = \frac{PZ}{60A}\Phi n = k\Phi n$
이다. 여기서 E는 유도 기전력, Φ는 극당 계자 자속, n은 회전수, k는 발전기 구조에 따른 상수이다. 같은 발전기에서 유도 기전력을 일정하게 유지하므로 Φn이 일정하다는 관계를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

변경 전을 $E_1 = k\Phi_1 n_1$, 변경 후를 $E_2 = k\Phi_2 n_2$라 둔다.
회전수가 4배이므로 $n_2 = 4n_1$이고, 유도 기전력이 같으므로
$k\Phi_1 n_1 = k\Phi_2 (4n_1)$
이다. 공통항을 약분하면
$\Phi_2 = \frac{1}{4}\Phi_1$
이므로 필요한 계자 자속은 이전 자속의 $\frac{1}{4}$배이다.

선지 판단

① X — $\frac{1}{2}$배는 회전수가 2배일 때 기전력을 일정하게 유지하는 자속비이다. 이 문제에서는 회전수가 4배이므로 올바르게는 $\frac{1}{4}$배이다.
② X — 2배로 증가시키면 회전수 증가와 함께 유도 기전력이 더 커진다. 올바르게는 자속을 $\frac{1}{4}$배로 줄여야 한다.
③ O — 회전수가 4배가 되면 Φn을 일정하게 유지하기 위해 계자 자속은 $\frac{1}{4}$배가 되어야 한다.
④ X — 4배로 증가시키는 것은 회전수와 자속이 같은 방향으로 변한다고 잘못 판단한 값이다. 올바르게는 계자 자속을 $\frac{1}{4}$배로 줄여야 한다.

오답 포인트

회전수가 4배가 되었다고 계자 자속도 4배로 잡는 것이 핵심 함정이다. 유도 기전력을 일정하게 유지하는 조건에서는 회전수와 계자 자속의 곱이 일정하므로 두 값은 서로 반비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 직류 발전기에서 유도 기전력이 일정하면 먼저 $\Phi_1 n_1 = \Phi_2 n_2$를 세운다. 회전수가 a배가 되면 계자 자속은 $\frac{1}{a}$배가 된다고 판단한다.

암기 포인트

직류 발전기에서 $E = k\Phi n$이며, E가 일정하면 자속과 회전수는 반비례한다.

NoteBase

문 2. 전동기의 토크(T)가 전기자 전류(I_a)의 제곱에 비례($T \propto I_a^2$)하는 토크 특성을 갖는 직류 전동기는?

① 복권 전동기
② 분권 전동기
③ 직권 전동기
④ 타여자 전동기

정답 3번

출제 포인트

직류 전동기의 토크식과 계자 방식에 따른 자속의 변화를 연결하여 토크-전기자 전류 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류 전동기의 토크는 $T = k\Phi I_a$이다. 직권 전동기는 계자권선과 전기자권선에 같은 전류가 흐르므로 자기회로가 포화되지 않은 영역에서 $\Phi \propto I_a$이고, 따라서 $T \propto I_a^2$가 된다. 반면 분권 전동기와 타여자 전동기는 자속이 거의 일정하므로 $T \propto I_a$이다. 복권 전동기는 분권 계자와 직권 계자를 함께 사용하므로 토크가 일반적으로 I_a^2에만 비례하지 않는다.

선지별 해설

① X — 복권 전동기는 분권 계자와 직권 계자를 함께 사용하므로 자속에 일정한 분권 자속과 전류에 따라 변하는 직권 자속이 함께 작용한다. 틀린 표현은 '복권 전동기의 토크가 I_a^2에 비례한다'는 판단이며, 올바르게는 토크가 일반적으로 $k(\Phi_{sh} + \Phi_{se})I_a$ 형태로 결정된다.
② X — 분권 전동기는 계자권선이 전원에 병렬로 연결되어 자속이 거의 일정하므로 토크는 전기자 전류에 거의 비례한다. 틀린 표현은 '분권 전동기의 토크가 I_a^2에 비례한다'는 판단이며, 올바르게는 $T \propto I_a$이다.
③ O — 직권 전동기는 계자전류와 전기자 전류가 같고, 비포화 영역에서 $\Phi \propto I_a$이므로 $T = k\Phi I_a \propto I_a^2$가 된다.
④ X — 타여자 전동기는 계자전류를 별도 전원에서 공급하여 자속이 거의 일정하므로 토크는 전기자 전류에 거의 비례한다. 틀린 표현은 '타여자 전동기의 토크가 I_a^2에 비례한다'는 판단이며, 올바르게는 $T \propto I_a$이다.

오답 포인트

토크식 $T = k\Phi I_a$에서 I_a만 보고 모든 직류 전동기의 토크가 전기자 전류에 단순 비례한다고 판단하기 쉽다. ③ 직권 전동기는 자속 Φ 자체도 I_a에 비례하므로 전류 항이 두 번 곱해진다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $T = k\Phi I_a$를 적용하고, 계자 방식에 따라 자속이 일정한지 또는 I_a에 비례하는지를 판단한다. 자속이 일정하면 $T \propto I_a$, 직권 계자처럼 $\Phi \propto I_a$이면 비포화 영역에서 $T \propto I_a^2$가 된다.

NoteBase

암기 포인트

직권은 자속도 전기자 전류를 따라간다: 비포화 영역에서 $\Phi \propto I_a$, $T \propto I_a^2$이다.

NoteBase

문 3. 변압기의 1차측 전압과 주파수가 일정한 상태에서 1차측 코일의 권수를 1.5배 증가시키면 코일을 쇄교하는 자속은 이전 자속의 몇 배가 되는가?

① $\frac{3}{2}$ 배 ② $\frac{2}{3}$ 배

③ $\frac{3}{4}$ 배 ④ $\frac{4}{3}$ 배

정답 2번

출제 포인트

변압기의 유기기전력 관계식을 이용하여 1차측 전압과 주파수가 일정할 때 권수 변화에 따른 최대 자속의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차측 전압과 주파수는 일정하고, 1차측 권수는 기존의 1.5배이다.
구해야 할 값: 변경 후 코일을 쇄교하는 최대 자속이 이전 자속의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 전압과 주파수가 일정하므로 자속은 권수에 반비례한다.

사용할 공식

변압기의 정현파 유기기전력 관계식은
$E_1 = 4.44 f N_1 \Phi_m$
이다.
이 공식을 쓰는 이유: 1차측 전압을 유기기전력과 같다고 보는 변압기 기본 관계에서 E_1과 f가 일정하므로 $N_1\Phi_m$의 곱이 일정하기 때문이다.

계산 과정

변경 전 값을 $N_{1,\,\text{old}}$, $\Phi_{m,\,\text{old}}$, 변경 후 값을 $N_{1,\,\text{new}}$, $\Phi_{m,\,\text{new}}$라 하면
$N_{1,\,\text{old}}\Phi_{m,\,\text{old}} = N_{1,\,\text{new}}\Phi_{m,\,\text{new}}$
이다. 권수가 1.5배이므로
$N_{1,\,\text{new}} = 1.5 N_{1,\,\text{old}} = \frac{3}{2} N_{1,\,\text{old}}$
이고, 따라서
$\frac{\Phi_{m,\,\text{new}}}{\Phi_{m,\,\text{old}}} = \frac{N_{1,\,\text{old}}}{N_{1,\,\text{new}}} = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}$
이다. 그러므로 변경 후 자속은 이전 자속의 $\frac{2}{3}$배이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{3}{2}$배는 권수의 증가 배율을 그대로 자속에 적용한 값이다. 자속은 권수에 반비례하므로 올바르게는 $\frac{2}{3}$배이다.
② O — 계산 결과 자속비가 $\frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}$이므로 맞다.
③ X — $\frac{3}{4}$배는 권수비의 역수를 잘못 계산한 값이다. $1.5 = \frac{3}{2}$의 역수는 $\frac{2}{3}$이므로 올바르게는 $\frac{2}{3}$배이다.
④ X — $\frac{4}{3}$배는 권수가 증가하면 자속도 증가한다고 잘못 판단한 값이다. 전압과 주파수가 일정할 때 자속은 권수 증가에 따라 감소하므로 올바르게는 $\frac{2}{3}$배이다.

오답 포인트

권수를 1.5배로 늘렸다는 문구만 보고 자속도 $\frac{3}{2}$배라고 판단하는 것이 핵심 함정이다. 전압과 주파수가 일정하면 $N_1\Phi_m$이 일정하므로 권수와 자속은 같은 방향이 아니라 반대 방향으로 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $E_1 = 4.44fN_1\Phi_m$에서 일정한 항을 확인한다. 전압과 주파수가 일정하면 N_1_m=일정으로 두고, 권수 변화 배율의 역수를 자속 변화 배율로 계산한다.

암기 포인트

전압·주파수 일정: N=일정, 따라서 권수 1.5배이면 자속은 $\frac{2}{3}$배이다.

NoteBase

문 4. 유도 전동기의 슬립에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 동기 속도는 N_s이고, 회전자 속도는 N이다)

① $N=0$으로 정지 상태일 때의 슬립은 -1이다.

② $N=\frac{1}{2}N_s$로 정회전할 때의 슬립은 0.5이다.

③ $N=N_s$로 정회전할 때의 슬립은 0이다.

④ $N=-N_s$로 역회전할 때의 슬립은 2이다.

정답 1번

출제 포인트

유도 전동기의 동기 속도 N_s와 회전자 속도 N의 관계로부터 슬립 s를 계산하고, 회전 방향에 따른 부호를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 동기 속도 N_s, 회전자 속도 N
구해야 할 값: 슬립 s
주의할 조건: 정지 상태는 $N=0$이고, 역회전은 회전자 속도를 음수로 대입한다.

사용할 공식

$s=\frac{N_s-N}{N_s}=1-\frac{N}{N_s}$
슬립은 회전자계와 회전자의 속도 차를 동기 속도로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 정지 상태에서는 $N=0$이므로 $s=1$이다.
2. $N=\frac{1}{2}N_s$이면 $s=1-\frac{1}{2}=0.5$이다.
3. $N=N_s$이면 $s=1-1=0$이다.
4. $N=-N_s$이면 $s=1-(-1)=2$이다.

선지 판단

① X — $N=0$을 대입하면 슬립은 -1이 아니라 1이다. 올바르게는 '정지 상태일 때의 슬립은 1이다'이다.
② O — $N=\frac{1}{2}N_s$이면 $s=1-0.5=0.5$이므로 옳다.
③ O — $N=N_s$이면 속도 차가 없으므로 $s=0$이다.
④ O — 역회전에서는 $N=-N_s$이므로 $s=1-(-1)=2$이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 슬립의 분자 순서를 $N - N_s$로 뒤집어 정지 시 부호를 잘못 판단하게 만든 선지이다. 또한 ④에서는 역회전 속도 N가 음수라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전 방향을 반영한 N의 부호를 먼저 정한 뒤 $s = 1 - \frac{N}{N_s}$에 대입한다. 정지·동기 회전·역회전의 기준값은 각각 1, 0, 1보다 큰 값이다.

암기 포인트

슬립은 '동기 속도와 회전자 속도의 차'를 동기 속도로 나눈 값이다. 정지 시 $s = 1$, 동기 속도 회전 시 $s = 0$이다.

NoteBase

문 5. 60 Hz, 6극 3상 권선형 유도 전동기가 960 rpm으로 회전하고 있다. 이때 전동기의 토크를 일정하게 유지하면서 전동기의 2차 회로 저항을 가감하여 전동기 회전수를 600 rpm으로 하려면 2차 회로 저항은 이전 저항의 몇 배가 되는가?

① 0.5배 ② 1.5배

③ 2배 ④ 2.5배

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 권선형 유도 전동기의 2차 저항 제어에서 토크를 일정하게 유지할 때 슬립과 2차 회로 저항의 관계를 이용해 저항의 변화 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 $f = 60Hz$, 극수 $P = 6$, 초기 회전수 $N_1 = 960rpm$, 변경 회전수 $N_2 = 600rpm$이다.
구해야 할 값: 변경 후 2차 회로 저항 $R_{2,2}$이 이전 저항 $R_{2,1}$의 몇 배인지이다.
주의할 조건: 전동기 토크를 일정하게 유지하므로 2차 회로 저항은 슬립에 비례하여 조정된다.

사용할 공식

동기속도는
$N_s = \frac{120f}{P}$
이고, 슬립은
$s = \frac{N_s - N}{N_s}$
이다. 권선형 유도 전동기에서 토크를 일정하게 유지하며 2차 저항으로 속도를 제어할 때는
(R_2)/(s)=일정
이므로
$\frac{R_{2,2}}{R_{2,1}} = \frac{s_2}{s_1}$
을 사용한다. 토크식에서 토크가 R_2/s의 함수이므로 같은 토크를 유지하려면 R_2/s를 같게 해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 동기속도를 구하면
$N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1{,}200rpm$
이다.
2. 초기 슬립은
$s_1 = \frac{1{,}200 - 960}{1{,}200} = 0.2$
이다.
3. 변경 후 슬립은
$s_2 = \frac{1{,}200 - 600}{1{,}200} = 0.5$
이다.
4. 필요한 저항비는
$\frac{R_{2,2}}{R_{2,1}} = \frac{0.5}{0.2} = 2.5$
이다. 따라서 2차 회로 저항은 이전 저항의 2.5배가 된다.

선지 판단

① X — 0.5배가 아니다. 일정 토크 조건에서는 저항비가 슬립비와 같으므로 올바르게는 2.5배이다. 0.5는 변경 후 슬립 s_2 자체를 저항비로 잘못 고른 값이다.
② X — 1.5배가 아니다. 회전수의 감소분이나 슬립의 차를 저항비처럼 다루면 안 되며, 올바르게는 $s_2/s_1 = 0.5/0.2 = 2.5$배이다.
③ X — 2배가 아니다. 슬립의 증가량 $0.5 - 0.2 = 0.3$이나 회전수 비율만으로 저항비를 정할 수 없으며, 올바르게는 슬립의 비를 사용한 2.5배이다.
④ O — $R_{2,2}/R_{2,1} = s_2/s_1 = 0.5/0.2 = 2.5$이므로 2.5배가 맞다.

오답 포인트

변경 후 슬립 0.5를 그대로 저항의 배수로 고르는 것이 핵심 함정이다. 문제는 저항의 절댓값이 아니라 이전 저항에 대한 비를 묻고 있으므로, 변경 후 슬립을 초기 슬립으로 나눈 s_2/s_1을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수와 극수로 동기속도를 먼저 구하고, 각 회전수에서의 슬립을 계산한 뒤, 일정 토크의 2차 저항 제어에서는 R_2/s가 일정하다는 관계로 저항비를 구한다.

암기 포인트

권선형 유도 전동기의 일정 토크 2차 저항 제어에서는 저항비가 슬립비와 같다: $R_{2,2}/R_{2,1} = s_2/s_1$.

NoteBase

문 6. 1차 전압 22,000 V, 2차 전압 220 V인 단상 변압기 2차측에 순수한 저항 부하를 연결했을 때 부하에 30 A의 전류가 흐른다면 변압기의 입력 전력[kW]은? (단, 변압기의 손실은 무시한다)

① 3.3 ② 6.6
③ 66 ④ 666

정답 2번

출제 포인트

순저항 부하의 유효전력을 구하고, 손실을 무시한 변압기에서 입력전력과 출력전력이 같다는 원리를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 2차 전압 $V_2 = 220V$, 2차 전류 $I_2 = 30A$
구해야 할 값: 변압기의 입력전력 P_1
주의할 조건: 부하가 순저항이므로 역률은 $\cos\phi = 1$이고, 변압기 손실을 무시하므로 $P_1 = P_2$이다.

사용할 공식

2차측 유효전력은
$P_2 = V_2 I_2 \cos\phi$
이고, 손실을 무시한 변압기에서는
$P_1 = P_2$
이다. 순저항 부하는 전압과 전류의 위상차가 없어 역률이 1이므로 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 순저항 부하이므로 $\cos\phi = 1$이다.
2. 2차 출력전력은 $P_2 = 220 \times 30 \times 1 = 6{,}600W$이다.
3. $6{,}600W = 6.6kW$이고 손실을 무시하므로 입력전력도 $P_1 = 6.6kW$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 3.3kW는 계산값 6.6kW의 절반이다. 전력을 절반으로 나눌 조건이 없으므로 틀렸으며, 올바른 값은 6.6kW이다.
② O — 220V × 30A = 6,600W = 6.6kW이고, 손실을 무시하면 입력전력과 출력전력이 같으므로 맞다.
③ X — 66kW는 6,600W를 kW로 바꿀 때 소수점을 한 자리만 옮긴 값이다. W를 kW로 바꿀 때는 1,000으로 나누므로 올바른 값은 6.6kW이다.
④ X — 666kW는 220 × 30 = 6,600이라는 곱셈과 W에서 kW로의 단위 변환에 맞지 않는다. 올바른 값은 6.6kW이다.
계산 결과 입력전력은 6.6kW이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

1차 전압 22,000V까지 반드시 사용해야 한다고 생각하는 것이 함정이다. 2차 전압과 2차 전류로 출력전력을 바로 구할 수 있고, 손실을 무시하면 그 값이 곧 입력전력이다. 또한 6,600W를 6.6kW로 바꾸는 단위 변환을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

부하 종류로 역률을 정한 뒤 $P = VI\cos\phi$로 부하전력을 구하고, 변압기 손실 조건을 확인하여 입력전력과 출력전력의 관계를 적용한 다음 단위를 검산한다.

암기 포인트

순저항은 역률 1, 이상 변압기는 입력전력과 출력전력이 같다. 1kW = 1,000W이다.

NoteBase

문 7. 유도 전동기의 부하가 증가할 때 발생하는 현상으로 옳은 것은?

① 슬립이 감소한다.
② 회전자 전류(2차 전류)가 감소한다.
③ 회전자 전압(2차 전압)이 감소한다.
④ 회전자의 회전 속도가 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

유도 전동기의 부하가 증가할 때 회전 속도, 슬립, 회전자 유도 전압 및 회전자 전류가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

슬립은 동기 속도와 회전자 속도의 차이를 동기 속도에 대한 비율로 나타낸 값이다. 유도 전동기의 부하가 증가하면 더 큰 토크가 필요하므로 회전자 속도가 낮아지고 슬립이 증가한다. 슬립이 증가하면 회전자 유도 전압이 커지고 회전자 전류도 증가하여 더 큰 토크를 만든다. 관계식은 $s = (n_s - n)/n_s$, $n = (1 - s)n_s$, $E_{2s} = sE_2$이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '슬립이 감소한다'이다. 부하가 증가하면 회전자 속도가 낮아져 동기 속도와의 차이가 커지므로, 올바르게는 슬립이 증가한다.
② X — 틀린 표현은 '회전자 전류(2차 전류)가 감소한다'이다. 부하 증가로 슬립과 회전자 유도 전압이 커지므로, 정상 운전 영역에서는 올바르게는 회전자 전류가 증가한다.
③ X — 틀린 표현은 '회전자 전압(2차 전압)이 감소한다'이다. 운전 중 회전자 유도 전압은 슬립에 비례하므로, 올바르게는 부하 증가로 슬립이 커질 때 회전자 전압도 증가한다.
④ O — 부하가 증가하면 필요한 토크를 만들기 위해 슬립이 증가하며, $n = (1 - s)n_s$에 따라 회전자의 회전 속도는 감소한다.

오답 포인트

부하가 증가하면 전동기가 더 빨리 돌아야 한다고 생각하기 쉽다. 그러나 유도 전동기는 회전자 속도가 먼저 낮아져 슬립이 커져야 회전자 유도 전압과 전류가 증가하고 더 큰 토크를 발생시킬 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도 전동기의 부하 증가 문제에서는 '속도 감소 → 슬립 증가 → 회전자 유도 전압 증가 → 회전자 전류 증가 → 발생 토크 증가'의 흐름으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

부하가 커지면 속도는 내려가고, 슬립·2차 전압·2차 전류는 올라간다.

NoteBase

문 8. 60 Hz, 4극, 4.7 kW 3상 유도 전동기를 전부하로 운전할 때 슬립이 6 %라면 이 전동기의 2차 입력 전력[W]은? (단, 기계손은 무시한다)

① 4,952
② 4,982
③ 5,000
④ 5,018

정답 3번

출제 포인트

유도 전동기의 슬립과 2차 입력의 관계를 이용하여 기계적 출력을 기준으로 2차 입력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 기계적 출력 $P_m = 4.7kW = 4,700W$, 슬립 $s = 6\% = 0.06$이다.
구해야 할 값: 2차 입력 P_2이다.
주의할 조건: 기계손을 무시하므로 전동기 축출력은 기계적으로 변환된 전력과 같다. 주파수와 극수는 이 계산에 직접 사용되지 않는다.

사용할 공식

$P_m = (1 - s)P_2$
따라서
$P_2 = \frac{P_m}{1 - s}$
슬립 s만큼의 2차 입력은 2차 동손이 되고, 나머지 $1 - s$만큼이 기계적 출력으로 변환되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 슬립을 소수로 바꾸면 $s = 0.06$이다.
2. 기계적 출력은 $4.7kW = 4,700W$이다.
3. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$P_2 = \frac{4,700}{1 - 0.06} = \frac{4,700}{0.94} = 5,000W$

따라서 2차 입력은 $5,000W$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 4, 952W는 4, 700/0.94의 계산값과 일치하지 않는다. 올바른 값은 5, 000W이다.
② X — 4, 982W는 출력에 슬립 6%를 단순히 더한 4, 700 × 1.06의 값이다. 슬립은 2차 입력에 대한 비율이므로 올바르게는 4, 700/(1 − 0.06) = 5, 000W이다.
③ O — 4, 700/(1 − 0.06) = 5, 000W이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 5, 018W는 4, 700/0.94의 계산값과 일치하지 않는다. 올바른 값은 5, 000W이다.

오답 포인트

슬립 6%를 기계적 출력의 6%로 보고 4, 700 × 1.06을 계산하면 ②를 고르게 된다. 슬립은 2차 입력에 대한 2차 동손의 비율이므로 출력에서 입력을 역산할 때는 $1 - s$로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기계손을 무시한 유도 전동기 문제에서는 먼저 $P_m = (1 - s)P_2$를 세우고, 출력으로 2차 입력을 구할 때 $P_2 = P_m/(1 - s)$로 역산한다.

암기 포인트

2차 입력은 2차 동손과 기계적 출력으로 나뉘며, 기계적 출력은 2차 입력의 $1 - s$배이다.

NoteBase

문 9. 타여자 직류 전동기의 인가 전압이 50 V이고 역기전력이 30 V, 회전 속도가 300 rpm, 전기자 권선 저항이 2 Ω일 때 타여자 직류 전동기의 토크[N · m]는? (단, 브러시 전압 강하는 무시한다)

① 1 ② $\frac{30}{\pi}$

③ 2 ④ $\frac{60}{\pi}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 타여자 직류 전동기의 전기자 전류와 전자기적 변환 전력을 구한 뒤, 회전 각속도로 나누어 토크를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 인가 전압 $V = 50V$, 역기전력 $E = 30V$, 전기자 권선 저항 $R_a = 2\Omega$, 회전 속도 $N = 300rpm$이다.
구해야 할 값: 전동기의 토크 T이다.
주의할 조건: 브러시 전압 강하를 무시하므로 전기자 회로에서 $V = E + I_aR_a$를 적용한다.

사용할 공식

전기자 전류는 $I_a = (V - E)/R_a$이다. 전자기적 변환 전력은 $P_m = EI_a$이고, 각속도는 $\omega = 2\pi N/60$이므로 토크는 $T = P_m/\omega = EI_a/\omega$이다.
인가 전력 전체가 기계적 출력으로 변환되는 것이 아니라, 역기전력과 전기자 전류의 곱이 전자기적으로 변환되는 전력이므로 $P_m = EI_a$를 사용한다.

계산 과정

1. 전기자 전류를 구하면 $I_a = \frac{50 - 30}{2} = 10A$이다.
2. 전자기적 변환 전력은 $P_m = EI_a = 30 \times 10 = 300W$이다.
3. 회전 각속도는 $\omega = \frac{2\pi \times 300}{60} = 10\pi rad/s$이다.
4. 따라서 토크는 $T = \frac{P_m}{\omega} = \frac{300}{10\pi} = \frac{30}{\pi} N \cdot m$이다.

선지 판단

① X — $1N \cdot m$는 계산 결과 $30/\pi N \cdot m$와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $30/\pi N \cdot m$이다.
② O — 전자기적 변환 전력 $300W$를 각속도 $10\pi rad/s$로 나누면 $30/\pi N \cdot m$가 된다.
③ X — $2N \cdot m$는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 $30/\pi N \cdot m$이다.
④ X — $60/\pi N \cdot m$는 정확한 계산값의 2배이다. 올바른 값은 $30/\pi N \cdot m$이다.
계산 결과 $30/\pi N \cdot m$이므로 정답은 2번이다.

NoteBase

오답 포인트

인가 전력 VI_a를 그대로 기계적 변환 전력으로 사용하면 안 된다. 전기자 동손 $I_a^2R_a$을 제외하고 실제로 전자기 변환에 관여하는 전력은 EI_a이다. 또한 rpm을 그대로 토크 공식에 넣지 않고 $\omega = 2\pi N/60$으로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 토크 문제는 $I_a = (V - E)/R_a$로 전류를 구하고, $P_m = EI_a$로 변환 전력을 구한 다음, $\omega = 2\pi N/60$으로 각속도를 환산하여 $T = P_m/\omega$를 적용한다.

암기 포인트

직류 전동기의 전자기 토크는 $T = EI_a/\omega$이며, 회전 속도 N이 rpm으로 주어지면 $\omega = 2\pi N/60$으로 바꾼다.

NoteBase

문 10. 3상 동기 발전기에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 회전자 형식을 회전 계자형으로 하면 회전 전기자형보다 전기자 권선 절연이 용이하다.
ㄴ. 50 Hz, 16극 발전기의 경우 동기 속도는 450 rpm이 된다.
ㄷ. 전기자 결선을 Y결선 방식으로 하면 △결선 방식보다 절연이 용이하다.
ㄹ. 수력, 화력, 원자력 등의 발전소에서 교류 전력을 발생하기 위해 사용된다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

3상 동기 발전기의 회전자 형식, 동기속도 공식, 고정자 결선의 절연 특성, 발전소에서의 용도를 함께 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 $f = 50Hz$, 극수 $P = 16$이다.
구해야 할 값: ㄴ의 동기속도와 ㄱ·ㄷ·ㄹ의 옳고 그름이다.
주의할 조건: 동기속도 공식의 극수 P에는 극쌍수가 아니라 전체 극수를 대입한다.

사용할 공식

동기속도는 다음과 같다.
$N_s = \frac{120f}{P}$ [rpm]
교류 주파수와 발전기의 극수가 주어졌으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

주파수와 극수를 대입하면 다음과 같다.
$N_s = \frac{120 \times 50}{16} = 375\text{rpm}$
따라서 ㄴ의 450rpm은 틀리고, 올바른 동기속도는 375rpm이다.

NoteBase

선지 판단

ㄱ O — 회전 계자형은 전기자 권선을 고정자에 배치하므로 고전압 전기자 권선의 절연을 쉽게 할 수 있어 회전 전기자형보다 전기자 권선의 절연이 용이하다.
ㄴ X — 동기속도는 450rpm이 아니라 375rpm이다. 틀린 표현 450rpm은 375rpm으로 고쳐야 한다.
ㄷ O — Y결선에서는 각 상권선에 걸리는 전압이 선간전압의 $1/\sqrt{3}$이므로, 각 상권선에 선간전압이 걸리는 △결선보다 절연이 용이하다.
ㄹ O — 동기 발전기는 수력·화력·원자력 발전소에서 원동기의 기계적 에너지를 교류 전력으로 변환하는 데 사용된다.

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리고 ㄷ·ㄹ이 빠져 있다. ‘ㄱ, ㄴ’은 ‘ㄱ, ㄷ, ㄹ’로 고쳐야 한다.
② X — ㄴ이 틀리고 ㄱ·ㄹ이 빠져 있다. ‘ㄴ, ㄷ’은 ‘ㄱ, ㄷ, ㄹ’로 고쳐야 한다.
③ O — 옳은 설명인 ㄱ, ㄷ, ㄹ을 모두 포함하고 틀린 ㄴ을 제외한다.
④ X — 틀린 ㄴ까지 포함한다. ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ’은 ‘ㄱ, ㄷ, ㄹ’로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄴ에서 극수 16을 잘못 처리해 동기속도를 오산하기 쉽다. 또한 ㄷ은 Y결선의 상전압이 선간전압보다 낮다는 점을 △결선과 반대로 기억하기 쉽다. 각 문장을 독립적으로 판정한 뒤 조합 선지와 대조해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기속도 문장은 $N_s = 120f/P$로 먼저 계산한다. 결선의 절연은 각 상권선에 걸리는 전압을 비교하고, 회전자 형식과 발전기 용도는 구조와 에너지 변환 기능으로 판정한 뒤 옳은 문장만 조합한다.

암기 포인트

동기속도는 $120f/P$, Y결선 상전압은 선간전압의 $1/\sqrt{3}$, 옳은 문장은 ㄱ·ㄷ·ㄹ이다.

NoteBase

문 11. 동기 발전기의 병렬 운전 조건에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유도 기전력의 위상이 동일해야 한다.
② 유도 기전력의 주파수가 동일해야 한다.
③ 유도 기전력의 파형이 동일해야 한다.
④ 유도 기전력의 크기가 다르면 동기화 전류가 흐른다.

정답 4번

출제 포인트

동기발전기를 병렬로 투입할 때 맞추어야 하는 동기 조건과, 조건 불일치로 생기는 전류의 성격을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

동기발전기의 병렬 운전 조건은 두 발전기의 유도 기전력 크기, 주파수, 위상, 파형 및 상순서가 서로 일치하는 것이다. 전압 크기가 다르면 주로 무효 순환전류가 흐르고, 위상이 다르면 동기화 전류와 동기화 전력이 발생한다.

선지별 해설

① O — 병렬 접속 순간 두 유도 기전력의 위상이 같아야 한다. 위상차가 있으면 두 전압의 순간값 차이로 큰 동기화 전류가 흐른다.
② O — 두 발전기의 주파수가 같아야 상대 위상각이 일정하게 유지된다. 주파수가 다르면 위상차가 계속 변하여 안정적인 병렬 운전이 어렵다.
③ O — 유도 기전력의 파형이 같아야 순간 전압이 대응한다. 파형이 다르면 고조파 전압 차이로 순환전류가 생길 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '유도 기전력의 크기가 다르면 동기화 전류가 흐른다'이다. 전압 크기가 다를 때 주로 흐르는 것은 무효 순환전류이며, 올바르게는 위상차가 있을 때 동기화 전류가 흐른다고 표현한다.

오답 포인트

④는 병렬 운전 조건이 어긋나면 전류가 흐른다는 점만 보면 맞아 보이지만, 전압 크기 차이로 생기는 무효 순환전류와 위상차로 생기는 동기화 전류를 바꾸어 표현한 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

조건의 불일치 원인과 결과를 짝지어 판단한다. 전압 크기 차이는 무효 순환전류, 위상차는 동기화 전류, 주파수 차이는 계속 변하는 위상차로 연결한다.

암기 포인트

병렬 조건은 크기·주파수·위상·파형·상순서 일치이며, 크기 차이는 무효 순환전류, 위상차는 동기화 전류이다.

NoteBase

문 12. 변압기가 1차측에서 2차측으로 전력을 전달할 때 변압기 내부에 발생하는 손실에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 맴돌이 전류손을 줄이기 위하여 얇은 강판을 적층하여 사용한다.
② 동손은 철심에 생기는 손실로 주로 히스테리시스손이다.
③ 부하손은 2차측에 부하가 있을 때 발생하는 손실로 주로 철손이다.
④ 무부하손은 변압기가 무부하 상태에 있을 때 발생하는 손실로 주로 동손이다.

정답 1번

출제 포인트

변압기의 철손과 동손이 발생하는 부분과 원인을 구분하고, 무부하손과 부하손의 주성분을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

철손은 철심에서 자속이 반복해서 변할 때 생기는 손실이며, 히스테리시스손과 맴돌이전류손으로 이루어진다.
맴돌이전류손은 철심을 얇은 규소강판으로 성층하여 전류의 경로를 끊고 저항을 크게 함으로써 줄인다.
동손은 1차·2차 권선의 저항 때문에 생기는 손실로, 전류의 제곱에 비례하는 I^2R 손실이다.
정격 전압과 주파수가 일정할 때 무부하손의 주성분은 철손이고, 부하손의 주성분은 동손이다.

선지별 해설

① O — 맴돌이전류손을 줄이기 위해 철심에 얇은 규소강판을 적층한다. 강판 사이의 절연층이 맴돌이전류의 큰 순환 경로를 차단하므로 손실이 감소한다.
② X — 틀린 표현은 '동손은 철심에 생기는 손실로 주로 히스테리시스손이다'이다. 동손은 권선의 저항에서 발생하는 I^2R 손실이며, 히스테리시스손은 철심에서 발생하는 철손의 한 종류이다.
③ X — 틀린 표현은 '부하손은 주로 철손이다'이다. 2차측에 부하를 연결하면 권선 전류가 증가하므로 부하손의 주성분은 동손이다. 철손은 전압과 주파수가 일정하면 부하 변화와 관계없이 거의 일정하다.
④ X — 틀린 표현은 '무부하손은 주로 동손이다'이다. 무부하 상태에서는 작은 여자전류만 흐르므로 동손은 작고, 무부하손의 주성분은 철심에서 발생하는 철손이다.

오답 포인트

②는 동손과 히스테리시스손의 발생 위치를 바꾸어 놓았고, ③과 ④는 부하손과 무부하손의 주성분을 서로 뒤바꾸어 놓았다. '철심-철손', '권선-동손'의 대응을 먼저 확정하면 혼동을 피할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

손실이 발생하는 위치를 먼저 본다. 철심의 자속 변화에 따른 손실이면 철손, 권선 전류와 저항에 따른 손실이면 동손이다. 이어서 무부하는 철손 중심, 부하는 동손 중심으로 판단한다.

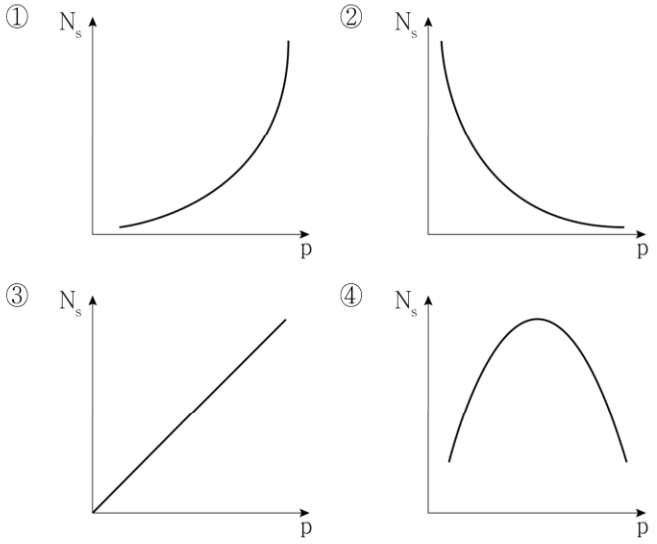
NoteBase

암기 포인트

철심은 철손, 권선은 동손이다. 무부하는 철손, 부하는 동손이며, 얇은 규소강판 적층은 맴돌이전류손을 줄인다.

NoteBase

문 13. 동기 발전기에서 동기 속도(N_s)와 극수(p)와의 관계를 나타낸 그래프는? (단, 주파수는 일정하다)



정답 2번

출제 포인트

동기 발전기의 동기속도 N_s와 극수 p의 관계를 그래프의 모양으로 판단하는 문제이다. 동기속도는 $N_s = \frac{120f}{p}$이고 주파수 f가 일정하므로, 극수가 증가할수록 동기속도는 반비례하여 감소한다.

선지별 해설

① X

극수가 증가할수록 동기속도가 점점 증가하는 그래프이므로 반비례 관계와 맞지 않는다. 틀린 증가 곡선이 아니라, 올바르게는 극수가 증가할수록 동기속도가 감소하는 곡선이어야 한다.

② O

극수가 증가할수록 동기속도가 감소하며, 감소 폭도 점차 작아지는 반비례 곡선이다. 이는 일정한 주파수에서 $N_s = \frac{120f}{p}$인 관계와 일치한다.

③ X

원점을 지나는 직선은 동기속도가 극수에 정비례한다는 뜻이므로 틀리다. 틀린 정비례 직선이 아니라, 올바르게는 $N_s \propto \frac{1}{p}$인 감소 곡선이어야 한다.

④ X

동기속도가 어느 극수까지 증가한 뒤 다시 감소하는 아래로 열린 포물선 형태이므로 틀리다. 올바르게는 극수가 증가하는 전 구간에서 동기속도가 계속 감소하는 반비례 곡선이어야 한다.

NoteBase

오답 포인트

극수가 많아지면 회전자 한 바퀴에 필요한 자극의 교대가 많아지므로 같은 주파수를 만들기 위한 회전속도는 낮아진다. 단순히 '극수가 늘어난다'는 말에 이끌려 ①이나 ③의 증가 그래프를 고르면 안 되며, 감소 관계 중에서도 직선이나 포물선이 아니라 $1/p$ 형태의 반비례 곡선임을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

주파수가 일정한 조건을 확인한 뒤 $N_s = \frac{120f}{p}$에서 $120f$를 상수로 본다. 그러면 p가 커질수록 N_s가 작아지는 반비례 관계이므로 오른쪽으로 갈수록 낮아지는 곡선을 선택한다.

암기 포인트

동기속도는 주파수에 비례하고 극수에 반비례한다: $N_s \propto f$, $N_s \propto \frac{1}{p}$.

NoteBase

문 14. 철심 단면적이 $0.1\,\mathrm{m}^2$, 최대 자속 밀도가 $2.0\,\mathrm{Wb/m}^2$, 1차 권수가 10회, 2차 권수가 100회인 단상 변압기의 2차측 교류 전압이 8,880 V가 되기 위한 인가 전압의 주파수[Hz]는? (단, 철심 내에서 자속 밀도는 균일하고, $\frac{2\pi}{\sqrt{2}}=4.44$이다)

① 600 ② 100
③ 60 ④ 10

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 정현파 변압기의 유기기전력식과 최대 자속 $\Phi_m = B_m A$를 이용해 주파수 f를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 철심 단면적 $A = 0.1m^2$, 최대 자속 밀도 $B_m = 2.0Wb/m^2$, 2차 권수 $N_2 = 100$, 2차 실효값 전압 $E_2 = 8{,}880V$이다.
구해야 할 값: 전압의 주파수 $f[Hz]$이다.
주의할 조건: 최대 자속은 $\Phi_m = B_m A$로 구하며, 2차 전압에는 2차 권수 N_2를 사용한다. 1차 권수 $N_1 = 10$은 이 계산에 직접 필요하지 않다.

사용할 공식

정현파 자속이 균일하게 분포하는 변압기의 권선 유기기전력 실효값은
$E_2 = 4.44 f N_2 \Phi_m$
이고, 최대 자속은
$\Phi_m = B_m A$
이다. 문제에서 $2\pi/\sqrt{2} = 4.44$를 제시했으므로 정현파 유기기전력 실효값 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 최대 자속을 구한다.
$\Phi_m = B_m A = 2.0 \times 0.1 = 0.2Wb$
2. 2차 유기기전력식에 값을 대입한다.
$8{,}880 = 4.44 \times f \times 100 \times 0.2$
3. 주파수를 계산한다.
$f = \frac{8{,}880}{4.44 \times 100 \times 0.2} = 100Hz$

NoteBase

선지 판단

① X — $600Hz$를 대입하면 $E_2 = 4.44 \times 600 \times 100 \times 0.2 = 53{,}280V$가 되어 주어진 $8{,}880V$와 다르다. ①의 $600Hz$는 $100Hz$로 고쳐야 한다.
② O — $100Hz$를 대입하면 $E_2 = 8{,}880V$가 되어 문제의 조건과 정확히 일치한다.
③ X — $60Hz$를 대입하면 $E_2 = 5{,}328V$이므로 조건을 만족하지 않는다. ③의 $60Hz$는 $100Hz$로 고쳐야 한다.
④ X — $10Hz$를 대입하면 $E_2 = 888V$이므로 조건을 만족하지 않는다. ④의 $10Hz$는 $100Hz$로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $100Hz$이므로 정답은 ②이다.

오답 포인트

최대 자속 밀도 B_m를 최대 자속 Φ_m로 바로 대입하면 안 된다. 먼저 철심 단면적을 곱해 $\Phi_m = 0.2Wb$로 바꾸어야 한다. 또한 2차 전압식에는 1차 권수 10회가 아니라 2차 권수 100회를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기의 전압·주파수 계산은 B_mA로 최대 자속을 구한 뒤, 해당 측의 권수를 골라 $E = 4.44fN\Phi_m$에 대입하고 전압 단위로 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

정현파 변압기는 $E = 4.44fN\Phi_m$, 최대 자속은 $\Phi_m = B_mA$이다.

NoteBase

문 15. 유도 전동기의 속도 제어 방법 중 인버터를 사용한 PWM 제어에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 주파수만 제어할 수 있고, 전압은 제어할 수 없다.
② 전압만 제어할 수 있고, 주파수는 제어할 수 없다.
③ 전압과 주파수를 함께 제어할 수 있다.
④ 전동기 극수를 직접 변화시켜 속도를 제어한다.

정답 3번

출제 포인트

PWM 인버터를 이용한 유도 전동기 속도 제어에서 출력 전압과 주파수를 함께 조절할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

PWM 인버터 제어는 직류 전원을 스위칭하여 가변 전압·가변 주파수의 교류 전압을 만들고, 이를 유도 전동기에 공급하여 속도를 제어하는 방식이다.
유도 전동기의 동기 속도는 주파수와 극수에 의해 결정되므로, 인버터는 주로 주파수를 바꾸어 속도를 조절한다. 이때 자속을 적정하게 유지하기 위해 전압도 주파수에 맞추어 함께 조절하는 V/f 제어를 사용할 수 있다.

선지별 해설

① X — '주파수만 제어할 수 있고, 전압은 제어할 수 없다'는 부분이 틀렸다. PWM 인버터는 출력 주파수뿐 아니라 펄스 폭을 조절하여 출력 전압도 제어할 수 있다. 올바르게는 '주파수와 전압을 모두 제어할 수 있다'이다.
② X — '전압만 제어할 수 있고, 주파수는 제어할 수 없다'는 부분이 틀렸다. 인버터는 출력 교류의 주기를 바꾸어 주파수를 제어할 수 있다. 올바르게는 '전압과 주파수를 모두 제어할 수 있다'이다.
③ O — PWM 인버터는 출력 전압과 주파수를 함께 제어할 수 있으며, 유도 전동기에서는 두 값을 연동하는 V/f 제어가 대표적으로 사용된다.
④ X — '전동기 극수를 직접 변화시켜'라는 부분이 틀렸다. 일반적인 인버터 속도 제어는 전동기의 물리적인 극수를 직접 바꾸는 방식이 아니라 공급 주파수를 변화시키는 방식이다. 올바르게는 '공급 전원의 주파수를 변화시켜 속도를 제어한다'이다.

오답 포인트

속도 조절의 직접적인 기준이 주파수라는 사실만 보고 ①을 고르기 쉽다. 그러나 PWM 인버터는 주파수만 바꾸는 장치가 아니며, 전동기 자속과 토크 특성을 유지하기 위해 출력 전압도 함께 조절할 수 있다. 또한 극수는 전동기 권선 구조에 관한 값이므로 일반적인 인버터 제어에서 직접 변화시키지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

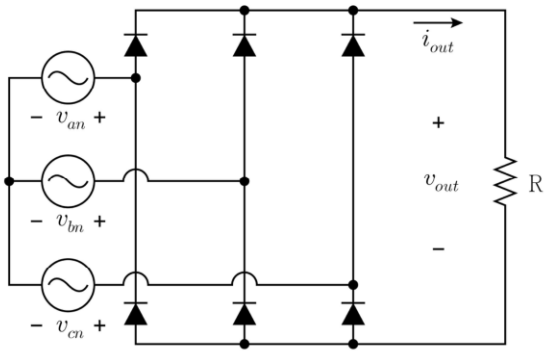
인버터 제어는 '가변 전압·가변 주파수의 교류 전원 공급'으로 판단한다. 유도 전동기의 속도는 주로 공급 주파수로 조절하고, 전압은 자속을 적절히 유지하도록 주파수와 연동하여 조절한다.

암기 포인트

PWM 인버터는 전압과 주파수를 함께 제어하며, 속도는 주파수로 바꾸고 전압은 V/f 관계에 맞춘다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 3상 전파 정류회로에서 3상 전원이 $v_{an} = V_m \sin\omega t$ [V], $v_{bn} = V_m \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$ [V], $v_{cn} = V_m \sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$ [V]일 때, 출력 전압 v_{out}의 평균값[V]은? (단, V_m은 상전압 최댓값이다)



① $\frac{3\sqrt{2}\,V_m}{\pi}$ ② $\frac{3\,V_m}{\pi}$

③ $\frac{3\sqrt{6}\,V_m}{\pi}$ ④ $\frac{3\sqrt{3}\,V_m}{\pi}$

정답 4번

출제 포인트

3상 전파 다이오드 정류회로에서 상전압 최댓값 V_m으로부터 출력전압의 평균값을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 상전압의 최댓값은 V_m이고, 세 상의 위상차는 120 °이다.
구해야 할 값: 저항 R 양단 출력전압 v_{out}의 한 주기 평균값이다.
주의할 조건: 매 순간 위쪽 다이오드에서는 상전압이 가장 큰 상이, 아래쪽 다이오드에서는 상전압이 가장 작은 상이 도통하므로 출력전압은 두 상전압의 차인 선간전압이 된다.

사용할 공식

상전압의 최댓값이 V_m이면 선간전압의 최댓값은 $V_{LL,m} = \sqrt{3}V_m$이다. 3상 전파 정류 출력은 한 주기에 같은 모양의 선간전압 구간이 6번 반복되므로

$V_{out,avg} = \frac{6}{2\pi}\int_{-\pi/6}^{\pi/6} V_{LL,m}\cos\theta d\theta$

를 사용한다. 각 도통 구간의 폭이 $\pi/3$이고, 그 구간에서 선택된 선간전압이 출력전압이 되기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 선간전압의 최댓값을 구하면 $V_{LL,m} = \sqrt{3}V_m$이다.
2. 한 도통 구간을 적분하면
$\int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{3}V_m \cos\theta d\theta = \sqrt{3}V_m$
이다.
3. 같은 구간이 한 주기에 6번 나타나므로
$V_{out,avg} = \frac{6}{2\pi} \times \sqrt{3}V_m = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$
이다.

선지 판단

① X — $\frac{3\sqrt{2}V_m}{\pi}$는 선간전압 최댓값의 계수를 $\sqrt{3}$이 아닌 $\sqrt{2}$로 잘못 적용한 값이다. 올바른 식은 $\frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$이다.
② X — $\frac{3V_m}{\pi}$는 상전압에서 선간전압으로 바꿀 때 필요한 $\sqrt{3}$배를 누락한 값이다. 올바른 식은 $\frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$이다.
③ X — $\frac{3\sqrt{6}V_m}{\pi}$는 최댓값 V_m을 실효값처럼 취급하여 $\sqrt{2}$배를 중복 반영한 값이다. 선간전압 실효값은 $V_{LL} = \sqrt{3}V_m/\sqrt{2}$이므로 올바른 평균값은 $\frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$이다.
④ O — 계산 결과가 $V_{out,avg} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$이므로 일치한다.

오답 포인트

이 문제의 함정은 V_m이 상전압의 실효값이 아니라 최댓값이라는 점이다. 또한 출력이 상전압 하나가 아니라 가장 큰 상전압과 가장 작은 상전압의 차인 선간전압이라는 점을 놓치면 ②를 선택하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

3상 다이오드 브리지의 평균 출력전압은 먼저 입력값이 상전압인지 선간전압인지, 최댓값인지 실효값인지 구분한 뒤 $V_{dc} = 3V_{LL,m}/\pi$를 적용한다. 상전압 최댓값이 주어지면 $V_{LL,m} = \sqrt{3}V_m$로 변환한다.

암기 포인트

3상 전파 정류는 $V_{dc} = 3V_{LL,m}/\pi = 3\sqrt{3}V_m/\pi$이다. 여기서 V_m은 상전압 최댓값이다.

NoteBase

문 17. 다음 중 제어 신호를 인가하여 도통(turn on) 상태로 점호(또는 트리거)한 후, 제어 신호를 제거해도 도통 상태를 계속 유지할 수 있는 래치형 반도체 소자만을 모두 고르면?

ㄱ. IGBT
ㄴ. 트라이액(TRIAC)
ㄷ. 사이리스터(thyristor)
ㄹ. MOSFET

① ㄱ

② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 게이트 신호를 제거한 뒤에도 도통 상태를 유지하는 래칭 소자와, 도통을 위해 게이트 제어 신호를 계속 유지해야 하는 소자를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

사이리스터와 트라이액은 게이트 펄스로 턴온된 뒤 주전류가 유지전류 이상이면 게이트 신호를 제거해도 도통을 계속하는 래칭 소자이다. 트라이액은 양방향으로 동작하는 사이리스터 계열 소자이다.
IGBT와 MOSFET은 게이트 제어형 트랜지스터로, 도통 상태를 유지하려면 필요한 게이트 전압이 계속 인가되어야 하므로 이 문제에서 말하는 래칭 소자가 아니다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 IGBT는 게이트 신호를 제거한 뒤에도 스스로 도통을 유지하는 래칭 소자가 아니다. 올바르게는 게이트-이미터 사이에 필요한 전압을 계속 인가해야 도통 상태가 유지되며, 래칭 소자만 고르면 ㄴ과 ㄷ이다.
② X — ㄴ의 트라이액은 래칭 소자이지만 ㄱ의 IGBT는 래칭 소자가 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
③ O — ㄴ의 트라이액과 ㄷ의 사이리스터는 모두 게이트로 턴온한 뒤 주전류가 유지전류 이상이면 게이트 신호를 제거해도 도통을 유지한다.
④ X — ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ의 IGBT와 ㄹ의 MOSFET은 게이트 전압을 유지해야 도통하므로 래칭 소자가 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ이다.

NoteBase

오답 포인트

IGBT와 MOSFET도 게이트로 턴온된다는 점 때문에 모두 래칭 소자로 보기 쉽다. 그러나 래칭 여부의 기준은 단순히 게이트를 사용하는지가 아니라, 턴온 후 게이트 신호를 제거해도 주전류만으로 도통이 유지되는지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

게이트가 턴온의 계기만 제공하고 이후 주전류가 유지전류 이상인 동안 도통이 지속되면 사이리스터 계열의 래칭 소자로 판단한다. 게이트 전압을 계속 인가해야 채널이나 전도 상태가 유지되면 MOSFET·IGBT 계열의 비래칭 소자로 판단한다.

암기 포인트

트라이액·사이리스터는 한 번 점호하면 래칭되고, MOSFET·IGBT는 게이트 전압을 계속 유지해야 한다.

NoteBase

문 18. 동기 전동기의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 유도 전동기에 비해 구조가 단순하고 보수가 쉬우며 가격이 저렴하다.

② 회전자의 자극이 회전 자계에 이끌려 회전 자계와 일정한 각도를 유지하면서 동기 속도로 회전한다.

③ 회전자는 영구자석이나 전자석으로 구성할 수 있다.

④ 기동토크는 0이다.

정답 1번

출제 포인트

동기 전동기의 구조, 동기 운전 원리, 회전자 구성 및 기동 특성을 유도 전동기와 구별하는 문제이다.

핵심 개념

동기 전동기는 고정자의 회전자계와 회전자의 자극이 자력으로 맞물려 동기 속도로 회전하는 전동기이다. 정상 운전에서는 회전자계와 회전자가 일정한 각도를 유지하지만, 정지 상태에서는 회전 방향의 평균 토크가 생기지 않아 기본적으로 스스로 기동하지 못한다. 일반적인 여자형 동기 전동기는 회전자 여자 장치 등이 필요하므로 유도 전동기보다 구조와 설비가 복잡하고 가격도 비싼 편이다.

선지별 해설

① X

틀린 표현은 '유도 전동기에 비해 구조가 단순하고 보수가 쉬우며 가격이 저렴하다'이다. 일반적인 동기 전동기는 회전자 여자 장치 등이 필요하므로 유도 전동기보다 구조가 복잡하고 보수가 까다로우며 가격도 비싼 편이다.

② O

회전자의 자극은 고정자가 만드는 회전자계에 자력으로 맞물린다. 동기 운전 상태에서는 회전자가 회전자계와 일정한 각도를 유지하면서 동기 속도로 회전한다.

③ O

동기 전동기의 회전자는 영구자석형 또는 전자석형으로 구성할 수 있다. 두 방식 모두 회전자에 일정한 자극을 형성하여 고정자의 회전자계와 동기화한다.

④ O

기본적인 동기 전동기는 정지 상태에서 한 주기 동안의 평균 기동 토크가 0이므로 스스로 기동할 수 없다. 실제 기동에는 제동 권선, 보조 전동기 또는 전력전자 제어 등의 별도 방법이 사용된다.

NoteBase

오답 포인트

①은 유도 전동기의 장점을 동기 전동기의 특징처럼 바꾸어 놓은 선지이다. 또한 ④의 '기동토크는 0이다'와 정상 운전 중 토크가 발생한다는 사실을 혼동하기 쉽다. 동기 전동기는 일단 동기 속도로 들어가면 토크를 발생하지만, 정지 상태에서는 기본적으로 평균 기동 토크가 0이다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기 전동기 선지는 '회전자계와 같은 속도', '일정한 부하각', '영구자석 또는 전자석 회전자', '자기 기동 불가'를 기준으로 판단한다. 유도 전동기보다 단순하고 저렴하다는 표현은 동기 전동기의 일반적 특징과 반대이다.

암기 포인트

동기 전동기는 회전자계와 발맞춰 돌고, 기본 기동 토크는 0이다.

NoteBase

문 19. 직류 스테핑 전동기(DC stepping motor)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 펄스 한 개당 회전 각도가 2°인 스테핑 전동기에 주파수 60 Hz의 입력 펄스를 인가하면 회전 속도는 20 rpm이 된다.

② 브러시 등의 접촉 부분이 없어 수명이 길다.

③ 기동, 정지, 정역회전이 용이하며, 공작기계 및 로봇 등의 정밀 제어용으로 사용이 가능하다.

④ 회전각 및 속도를 제어하기 위한 검출기가 필요하다.

정답 4번

출제 포인트

스테핑 전동기의 회전 속도 계산과 구조·제어상의 특징을 묻는 문제이다. 스테핑 전동기는 입력 펄스 수에 따라 회전각이, 펄스 주파수에 따라 회전 속도가 정해지므로 일반적으로 검출기 없이 개방루프로 제어할 수 있다.

조건 정리

①의 주어진 값은 1펄스당 스텝각 2 °, 펄스 주파수 60Hz이다.
구해야 할 값은 분당 회전수 N이다.
펄스 주파수 60Hz는 1초에 60개의 펄스가 입력된다는 뜻이다.

사용할 공식

스텝각을 θ_s, 펄스 주파수를 f라 하면 회전 속도는
$N = \frac{f\theta_s}{360^\circ} \times 60 \quad [\text{rpm}]$
이다. 펄스 하나마다 회전자가 θ_s만큼 회전하므로, 초당 회전수를 구한 뒤 60을 곱해 분당 회전수로 바꾸는 공식이다.

계산 과정

초당 회전각은
$60 \times 2^\circ = 120^\circ/\text{s}$
이다. 따라서 회전 속도는
$N = \frac{120^\circ}{360^\circ} \times 60 = 20\text{rpm}$
이 된다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 회전 속도가 20rpm이므로 옳다.

② O — 스테핑 전동기는 브러시와 정류자 같은 기계적 접촉·정류 부분이 없어 마모가 적고 수명이 길다.

③ O — 입력 펄스로 기동·정지·정역회전과 회전각을 제어하기 쉬워 공작기계와 로봇 등의 정밀 위치 제어에 사용할 수 있다.

④ X — '회전각 및 속도를 제어하기 위한 검출기가 필요하다'는 표현이 틀렸다. 올바르게는 회전각은 입력 펄스 수로, 속도는 펄스 주파수로 정해지므로 일반적인 개방루프 제어에서는 검출기가 필요하지 않다. 다만 탈조 검출이나 폐루프 제어가 필요한 특수한 경우에는 검출기를 추가할 수 있다.

오답 포인트

정밀 제어 장치에는 항상 위치·속도 검출기가 필요하다고 생각하기 쉽다. 그러나 스테핑 전동기는 입력 펄스 자체가 위치와 속도의 명령이 되므로, ④의 '검출기가 필요하다'는 단정이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

스테핑 전동기 문제에서는 '펄스 수 → 회전각, 펄스 주파수 → 회전 속도'를 먼저 적용한다. 구조적 특징은 브러시가 없는 점, 제어 방식은 검출기 없이 가능한 개방루프 제어를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

스테핑 전동기는 펄스 수로 각도, 펄스 주파수로 속도를 제어하며 기본적으로 검출기가 필요 없는 개방루프 방식이다.

NoteBase

문 20. 다음 중 회전자의 기계적 회전을 이용하여 별도의 전원 없이 발전기로 사용할 수 있는 전동기만을 모두 고르면?

ㄱ. 영구 자석형 동기 전동기
ㄴ. 권선형 유도 전동기
ㄷ. 타여자식 직류 전동기
ㄹ. 농형 유도 전동기

① ㄱ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ, ㄹ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

기계적으로 회전시켰을 때 외부에서 계자 전원이나 여자 전력을 공급하지 않아도 자속을 만들 수 있는 전동기를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

영구 자석형 동기 전동기는 회전자 영구 자석이 자속을 스스로 만들므로 축을 외력으로 회전시키면 별도의 계자 전원 없이 발전할 수 있다. 권선형·농형 유도 전동기는 발전 운전에서도 자속 형성에 필요한 여자 무효전력을 계통이나 콘덴서 등에서 공급받아야 한다. 타여자식 직류 전동기는 계자 자속을 만들기 위한 별도의 직류 계자 전원이 필요하다. 따라서 조건을 만족하는 것은 ㄱ뿐이다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 고른 조합이다. 영구 자석형 동기 전동기는 영구 자석이 계자 자속을 제공하므로 별도의 전기적 여자 전원 없이 발전기로 사용할 수 있다.
② X — ㄷ을 포함한 것이 틀렸다. 타여자식 직류 전동기는 계자 권선에 별도의 직류 전원을 공급해야 발전 전압을 만들 수 있으므로, 올바르게는 ㄱ만 해당한다.
③ X — ㄴ·ㄷ·ㄹ을 모두 해당한다고 본 것이 틀렸다. 권선형 및 농형 유도 전동기는 발전 시 여자 무효전력이 필요하고, 타여자식 직류 전동기는 별도의 계자 전원이 필요하므로, 올바르게는 ㄱ만 해당한다.
④ X — ㄴ·ㄷ·ㄹ까지 모두 포함한 것이 틀렸다. 네 기종이 모두 가능한 것이 아니라 영구 자석으로 자속을 확보하는 ㄱ만 별도의 전원 없이 발전기로 사용할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

유도 전동기도 회전 속도를 동기 속도보다 높이면 발전 운전이 가능하다는 사실만 보고 ㄴ이나 ㄹ을 고르기 쉽다. 그러나 발전 가능 여부와 별도의 여자 전력 없이 발전 가능한지는 다르다. 유도 발전기는 자속 형성을 위한 무효전력 공급이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 회전자 자속의 공급원을 확인한다. 영구 자석이면 외부 계자 전원이 필요 없고, 타여자 계자 권선이면 별도 계자 전원이 필요하며, 유도기는 계통이나 콘덴서가 공급하는 여자 무효전력이 필요하다.

암기 포인트

영구 자석은 자속을 자체 공급하고, 타여자기는 계자 전원이 필요하며, 유도 발전기는 여자 무효전력이 필요하다.

NoteBase