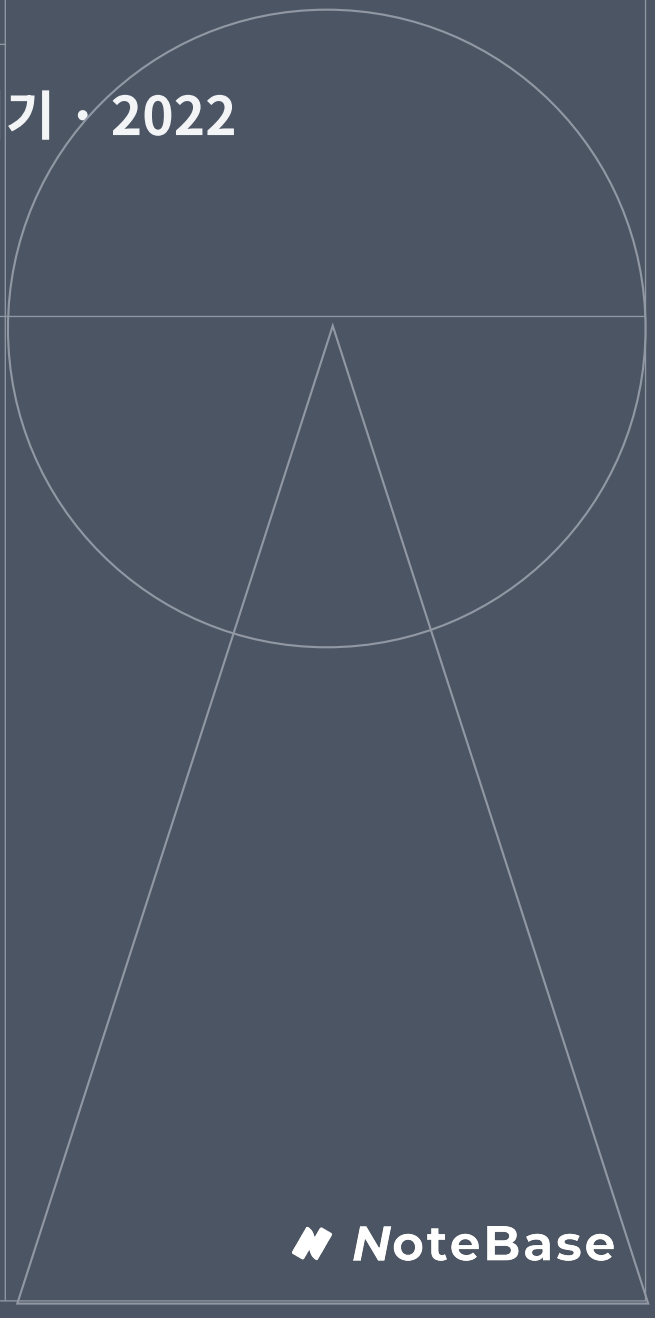
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2022



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2022

공무원/군무원/9급 · 전기기기 · 2022

1. 변압기의 1차 전압을 일정하게 하고 1차측 권선수를 2배로 하면, 최대자속과 여자전류는 어떻게 변하는가? (단, 변압기 철심은 포화되지 않는다고 가정한다.)

① 최대자속 1, 여자전류 $\frac{1}{2}$

② 최대자속 $\frac{1}{2}$, 여자전류 $\frac{1}{4}$

③ 최대자속 $\frac{1}{4}$, 여자전류 $\frac{1}{2}$

④ 최대자속 $\frac{1}{4}$, 여자전류 $\frac{1}{4}$

정답 2번

출제 포인트

1차 전압과 주파수가 일정할 때 1차 권선수의 변화가 최대자속과 여자전류에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 1차 전압은 일정하고 1차 권선수는 2배가 된다.
구해야 할 값: 최대자속과 여자전류의 변화 비율이다.
주의할 조건: 철심이 포화되지 않으므로 투자율과 자기저항을 일정하게 볼 수 있다. 주파수와 철심 단면적도 변하지 않는 동일 변압기의 조건이다.

사용할 공식

변압기의 유기기전력식은 $V_1 = 4.44 f N_1 \Phi_{max}$이므로 $\Phi_{max} \propto 1/N_1$이다.
여자 인덕턴스는 $L_m = N_1^2/\mathcal{R}_m$이고 여자전류는 $I_m = V_1/(\omega L_m)$이므로, 자기저항 $\mathcal{R}_m$이 일정할 때 $I_m \propto 1/N_1^2$이다.
이 공식은 철심이 비포화 상태여서 자기회로를 선형으로 취급할 수 있고, 1차 전압이 일정하다는 조건에 해당하므로 사용한다.

NoteBase

계산 과정

권선수가 $N_1' = 2N_1$이 되면 최대자속은
$\frac{\Phi_{max}'}{\Phi_{max}} = \frac{N_1}{N_1'} = \frac{1}{2}$
이 된다.

여자전류는 권선수의 제곱에 반비례하므로
$\frac{I_m'}{I_m} = \left(\frac{N_1}{N_1'}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$
이 된다. 따라서 최대자속은 기존의 1/2, 여자전류는 기존의 1/4이 된다.

선지 판단

① X — 최대자속을 1로, 여자전류를 1/2로 본 부분이 모두 틀리다. 올바르게는 최대자속 1/2, 여자전류 1/4이다.
② O — 최대자속은 권선수에 반비례하여 1/2, 여자전류는 권선수의 제곱에 반비례하여 1/4이 된다.
③ X — 최대자속 1/4, 여자전류 1/2라는 비율이 모두 틀리다. 올바르게는 최대자속 1/2, 여자전류 1/4이다.
④ X — 여자전류 1/4은 맞지만 최대자속 1/4이 틀리다. 최대자속은 권선수에 제곱 반비례하지 않으므로 올바르게는 1/2이다.

오답 포인트

최대자속과 여자전류를 모두 권선수에 단순 반비례한다고 생각하면 ①처럼 여자전류를 1/2로 고르게 된다. 반대로 두 양을 모두 권선수의 제곱에 반비례한다고 생각하면 ④처럼 최대자속을 1/4로 고르게 된다. 최대자속은 $1/N_1$, 여자전류는 $1/N_1^2$의 관계를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압과 주파수가 일정한 변압기에서 권선수가 k배가 되면 유기기전력식으로 최대자속은 $1/k$배, 여자 인덕턴스 관계로 여자전류는 $1/k^2$배가 된다고 판단한다.

암기 포인트

전압 일정·비포화 조건에서는 권선수 N 증가에 따라 최대자속은 $1/N$, 여자전류는 $1/N^2$로 감소한다.

NoteBase

2. 변압기의 설명중 적절하지 않은 것은?
① 3상 변압기의 -Δ결선은 변압기 권선에 흐르는 제 3고조파 성분을 억제할 수 있다.
② 3상 변압기는 경제성, 효율 등에서 단상변압기 3대를 사용하는 것보다 유리하다.
③ 누설변압기는 전기용접 등에서 전압을 일정하게 하기 위해 누설자속을 크게 한 변압기이다.
④ 탭절환 변압기는 2차 전압의 변동을 보상하기 위해 사용한다.

정답 3번

출제 포인트

변압기의 결선 방식과 특수 변압기가 각각 어떤 전기적 목적에 사용되는지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Δ결선: 제3고조파와 같은 3배수 고조파 전류가 결선 내부에서 순환할 수 있는 폐회로를 만든다.
3상 변압기: 단상 변압기 3대로 구성한 3상 변압기군보다 철심과 외함 등을 절약할 수 있어 일반적으로 경제성과 효율이 유리하다.
누설변압기: 누설자속과 누설리액턴스를 크게 하여 부하전류의 급격한 변화를 억제하는 변압기이다.
탭절환 변압기: 권선의 탭을 바꾸어 권수비를 조정함으로써 2차 전압의 변동을 보상한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
3상 변압기의 Δ결선은 제3고조파 전류가 결선 내부에서 순환할 통로를 제공하므로 제3고조파가 선로 측에 나타나는 것을 억제할 수 있다.

② O
하나의 철심 구조를 공유하는 3상 변압기는 같은 용량의 단상 변압기 3대를 사용하는 방식보다 재료와 설치 공간이 적게 들며, 일반적으로 경제성과 효율 면에서 유리하다.

③ X
틀린 표현은 '전압을 일정하게 하기 위해'이다. 누설변압기는 누설자속, 즉 누설리액턴스를 크게 하여 부하가 변해도 전류가 급격히 변하지 않도록 하는 정전류 특성을 얻는 데 사용한다. 전기용접에서는 아크 전류를 안정시키기 위한 용도이다.

④ O
탭절환 변압기는 권선의 유효 권수를 바꾸어 권수비를 조정하므로 전원이나 부하의 변화에 따른 2차 전압 변동을 보상할 수 있다.

오답 포인트

③의 '누설자속을 크게 한다'는 부분은 맞지만, 그 목적을 '전압 일정'으로 연결한 것이 함정이다. 누설변압기의 핵심은 전기용접 등에 필요한 정전류 특성이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 설명은 구조와 목적을 연결해 판단한다. Δ결선은 제3고조파 순환, 3상 변압기는 경제성과 효율, 누설변압기는 큰 누설리액턴스와 정전류, 탭절환은 권수비 조정과 전압 보상으로 구별한다.

암기 포인트

누설변압기=누설리액턴스 증가=용접 전류 안정, 탭절환=권수비 조정=전압 보상이다.

NoteBase

3. 동기 발전기가 운전 중 갑자기 3상 단락을 일으켰을 때 그 순간 단락 전류를 제한하는 것은?
① 전기자 누설 리액턴스와 계자 누설리액턴스
② 전기자 반작용
③ 동기 리액턴스
④ 단락비

정답 1번

출제 포인트

동기 발전기에 갑자기 3상 단락이 발생한 직후의 큰 단락 전류를 제한하는 요소를 묻는 문제이다.

핵심 개념

갑작스러운 단락 직후에는 자속 쇄교수가 순간적으로 유지되므로 전기자 반작용에 해당하는 주자속 성분보다 누설 자속에 의한 리액턴스가 우선 작용한다. 따라서 최초의 단락 전류는 전기자 누설 리액턴스와 계자 누설 리액턴스에 의해 제한되며, 이때의 과도 초기 상태는 차과도 상태로 이해한다. 시간이 지나면 차과도 상태에서 과도 상태를 거쳐 정상 상태로 이행한다.

선지별 해설

① O — 단락이 발생한 순간에는 전기자와 계자의 누설 자속에 대응하는 누설 리액턴스가 최초 단락 전류를 제한하므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '전기자 반작용'이다. 전기자 반작용은 전기자 전류가 주자속에 미치는 자기적 작용이며, 갑작스러운 단락의 최초 순간에는 전기자 누설 리액턴스와 계자 누설 리액턴스가 전류 제한의 핵심이다.
③ X — 틀린 표현은 '동기 리액턴스'이다. 동기 리액턴스는 정상 상태의 단락 전류를 다룰 때 적용하며, 단락 직후의 최초 전류는 차과도 리액턴스에 의해 제한된다고 고쳐야 한다.
④ X — 틀린 표현은 '단락비'이다. 단락비는 동기기의 특성을 나타내는 비율이지 단락 전류를 직접 제한하는 회로 리액턴스가 아니다. 단락 순간의 전류 제한 요소는 누설 리액턴스에 기초한 차과도 리액턴스라고 고쳐야 한다.

오답 포인트

③의 동기 리액턴스는 단락과 관련된 익숙한 용어이지만 적용 시점이 다르다. 문제의 '갑자기'와 '그 순간'은 정상 상태가 아니라 차과도 초기 상태를 가리키므로 누설 리액턴스를 선택해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락 발생 직후이면 차과도 리액턴스, 그다음 과도 구간이면 과도 리액턴스, 충분한 시간이 지난 정상 상태이면 동기 리액턴스를 적용한다.

NoteBase

암기 포인트

갑작스러운 단락의 첫 순간은 누설 리액턴스와 차과도 상태이다.

NoteBase

4. 직류기에서 전기자 반작용으로 인해 발생되는 영향으로 옳지 않은 것은?
① 중성축의 이동
② 자속의 감소
③ 유기 기전력의 저하
④ 절연 내력의 저하

정답 4번

출제 포인트

직류기에서 전기자 반작용이 주자속과 유기 기전력, 중성축에 미치는 영향과 그 영향이 아닌 것을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전기자 반작용은 전기자 전류가 만든 자속이 주자속을 왜곡하고 약화하는 현상이다. 그 결과 중성축이 이동하고 유효 자속과 유기 기전력이 감소할 수 있다. 반면 절연 내력은 절연물이 견딜 수 있는 전압에 관한 성능으로, 전기자 반작용의 직접적인 영향이 아니다.

선지별 해설

① O — 전기자 자속이 주자속의 분포를 왜곡하므로 기하학적 중성축과 실제 자기적 중성축이 어긋나 중성축이 이동한다.
② O — 전기자 반작용의 감자 작용으로 극당 유효 자속이 감소할 수 있다.
③ O — 직류기의 유기 기전력은 유효 자속에 비례하므로 전기자 반작용으로 자속이 감소하면 유기 기전력도 저하된다.
④ X — 틀린 표현은 '절연 내력의 저하'이다. 절연 내력은 절연 재료, 구조, 온도 및 열화 상태 등에 좌우되며 전기자 반작용이 직접 낮추는 값이 아니다. 올바르게는 전기자 반작용의 영향으로 자속 분포의 왜곡, 중성축 이동, 유효 자속 및 유기 기전력의 감소가 나타날 수 있다고 해야 한다.

오답 포인트

전기자 반작용으로 중성축이 이동하면 정류가 나빠지고 브러시에서 불꽃이 생길 수 있다는 점을 절연 내력 자체가 낮아지는 현상과 혼동하기 쉽다. 정류 불량이나 불꽃 발생은 전자기적 영향이지만 절연 내력 저하는 별개의 절연 성능 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기자 반작용의 결과는 '자속 왜곡 → 중성축 이동'과 '감자 작용 → 유효 자속 감소 → 유기 기전력 감소'의 흐름으로 판단한다. 절연 재료의 내전압 성능처럼 절연계 고유의 성질은 직접 영향에서 제외한다.

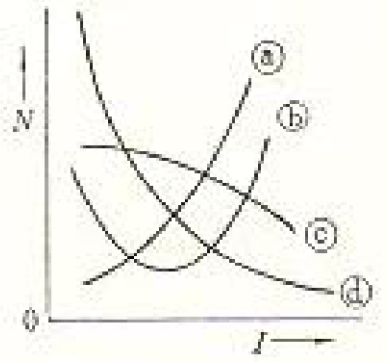
NoteBase

암기 포인트

전기자 반작용은 자속을 왜곡·약화하고 중성축을 이동시키지만, 절연 내력을 직접 낮추지는 않는다.

NoteBase

5. 정전압 직류 직권전동기의 전류(I)와 회전수(N)의 관계를 표시한 것으로 옳은 것은?



① ⓐ
② ⓑ
③ ⓒ
④ ⓓ

정답 4번

출제 포인트

정전압 직류 직권전동기에서 전류가 증가하면 직권계자 자속이 커져 회전수가 낮아지는 관계를 그래프에서 찾는 문제이다. 미포화 영역에서는 자속이 전류에 거의 비례하므로 회전수는 전류에 대하여 대체로 반비례하는 하강 곡선이 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- a 곡선은 전류가 증가할수록 회전수가 증가하는 형태이므로 직권전동기의 관계와 반대이다. 틀린 표현인 ‘a’는 ‘d’로 고쳐야 한다.

② X
- b 곡선도 전류 증가에 따라 회전수가 상승하는 형태이므로 자속 증가로 회전수가 낮아지는 직권전동기의 특성을 나타내지 못한다. 틀린 표현인 ‘b’는 ‘d’로 고쳐야 한다.

③ X
- c 곡선은 전류가 증가할 때 회전수가 완만하게 감소하는 형태이다. 이는 자속이 거의 일정한 분권전동기의 속도 특성에 가깝고, 전류에 따라 자속이 크게 변하는 직권전동기의 특성과 다르다. 틀린 표현인 ‘c’는 ‘d’로 고쳐야 한다.

④ O
- d 곡선은 작은 전류에서 회전수가 매우 높고 전류가 증가할수록 회전수가 급격히 낮아지는 하강 쌍곡선형이다. 직권전동기는 미포화 영역에서 $\Phi \propto I$이고, $N \propto (V - I(R_a + R_s))/\Phi$이므로 이 형태가 성립한다.

오답 포인트

c와 d가 모두 하강 곡선이라는 점이 함정이다. c처럼 완만한 속도 저하는 자속이 거의 일정한 분권전동기에 가깝고, 직권전동기는 전류가 작을수록 자속도 약해져 회전수가 매우 높아지므로 d처럼 급격한 하강 곡선을 이룬다.

다시 나오면 이렇게 판단

직권전동기에서는 전기자전류가 곧 계자전류이므로 먼저 ‘전류 증가 → 자속 증가 → 회전수 감소’의 연쇄를 적용한다. 그래프에서는 작은 전류에서 회전수가 매우 높고 전류 증가에 따라 급격히 내려가는 곡선을 선택한다.

암기 포인트

직권전동기의 속도 특성은 ‘무부하 고속, 전류 증가 시 급감’의 하강 쌍곡선형이다.

NoteBase

6. 출력이 200[ ]인 직류 발전기의 효율이 85[%]이면 전손실[kW]의 값은 약 얼마인가?
① 15[kW]
② 30[kW]
③ 35[kW]
④ 50[kW]

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 발전기의 효율을 이용해 입력을 구한 뒤, 입력과 출력의 차로 전손실을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 출력 $P_{out} = 200kW$, 효율 $\eta = 85\% = 0.85$
구해야 할 값: 전손실 P_{loss}
주의할 조건: 효율은 출력과 입력의 비이므로, 출력의 15%를 곧바로 손실로 계산하지 않는다.

사용할 공식

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$
$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$
효율은 입력 중 출력으로 변환된 비율이므로 첫 번째 식으로 입력을 구하고, 에너지 보존 관계에 따라 입력에서 출력을 빼 전손실을 구한다.

계산 과정

1. 입력을 계산한다.
$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{200}{0.85} \approx 235.29kW$
2. 입력에서 출력을 뺀다.
$P_{loss} = 235.29 - 200 \approx 35.29kW$
3. 전손실은 약 $35kW$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 15kW는 계산 결과인 약 35.29kW와 다르다. '전손실은 15kW이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 '전손실은 약 35kW이다'이다.
② X — 30kW는 출력 200kW에 손실률 15%를 곱한 값이지만, 손실률 15%의 기준은 입력이다. '전손실은 30kW이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 '전손실은 약 35kW이다'이다.
③ O — 계산한 전손실 약 35.29kW를 선지의 정수값으로 나타내면 약 35kW이므로 맞다.
④ X — 50kW는 계산 결과인 약 35.29kW와 다르다. '전손실은 50kW이다'는 틀린 표현이며, 올바르게는 '전손실은 약 35kW이다'이다.

오답 포인트

효율 85%이므로 손실률은 입력의 15%이다. 출력 200kW에 15%를 바로 곱하면 ②의 30kW가 나오지만, 출력과 입력의 기준을 혼동한 계산이다.

다시 나오면 이렇게 판단

효율과 출력이 주어지면 $P_{in} = P_{out}/\eta$로 입력을 먼저 구하고, $P_{loss} = P_{in} - P_{out}$으로 손실을 계산한 뒤 단위를 확인한다.

암기 포인트

효율은 출력/입력이고, 전손실은 입력-출력이다.

NoteBase

7. 단상반파 정류회로에서 $= 2 \sin\theta$라 할 때, 이 회로의 직류전압의 평균치는 얼마인가?

①

② V

③ $\frac{2\sqrt{2}}{\pi} V$

④ $\frac{\sqrt{2}}{\pi} V$

[복원 표기]
입력전압: v = √2 V sin(θ).
선지 ① 0, ② V, ③ (2√2/π)V, ④ (√2/π)V.

정답 4번

출제 포인트

단상 반파 정류회로의 직류전압 평균값을 한 주기 적분으로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 입력전압은 $v = \sqrt{2}V\sin\theta$이고, 입력전압의 최댓값은 $V_m = \sqrt{2}V$이다. 반파 정류에서는 양의 반주기 $0 \le \theta \le \pi$에만 출력전압이 나타나고, 나머지 반주기의 출력전압은 0이다. 구해야 할 값은 출력전압을 한 주기 2π에 걸쳐 평균한 직류전압이다.

사용할 공식

반파 정류회로의 평균 직류전압은

$V_{dc} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\theta d\theta = \frac{V_m}{\pi}$

이다. 양의 반주기만 도통하지만 평균은 전체 한 주기를 기준으로 구하므로 분모가 2π가 된다.

계산 과정

입력전압의 최댓값 $V_m = \sqrt{2}V$를 대입하면

$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{\pi}V$

가 된다. 따라서 직류전압의 평균값은 $\frac{\sqrt{2}}{\pi}V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 0은 정류하지 않은 정현파를 한 주기 평균할 때의 값이다. 반파 정류 출력은 양의 반주기만 남으므로 평균값은 0이 아니며, 올바른 값은 $\frac{\sqrt{2}}{\pi}V$이다.
② X — V는 주어진 정현파 입력의 실횻값을 나타내며 반파 정류 출력의 평균값이 아니다. 올바른 평균값은 $\frac{\sqrt{2}}{\pi}V$이다.
③ X — $\frac{2\sqrt{2}}{\pi}V$는 양·음의 반주기를 모두 양으로 바꾸는 전파 정류의 평균값 $\frac{2V_m}{\pi}$을 적용한 값이다. 반파 정류에서는 올바르게 $\frac{V_m}{\pi}=\frac{\sqrt{2}}{\pi}V$가 된다.
④ O — 반파 정류 평균값 $V_{dc}=\frac{V_m}{\pi}$에 $V_m=\sqrt{2}V$를 대입한 $\frac{\sqrt{2}}{\pi}V$와 일치한다.

오답 포인트

③의 계수 2는 전파 정류 공식을 적용할 때 생긴다. 반파 정류는 한 주기 중 한쪽 반주기만 출력되므로 V_m/π이고, 전파 정류는 두 반주기가 모두 출력되므로 $2V_m/\pi$이다. 또한 입력식의 V와 최댓값 $V_m=\sqrt{2}V$를 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 입력식에서 최댓값 V_m을 찾고, 반파 정류이면 $V_{dc}=V_m/\pi$, 전파 정류이면 $V_{dc}=2V_m/\pi$를 적용한다. 마지막으로 입력의 실횻값과 정류 출력의 평균값을 구분한다.

암기 포인트

반파 평균은 V_m/π, 전파 평균은 $2V_m/\pi$이다.

NoteBase

8. 3상 유도기의 전압을 20[%] 낮추면 기동토크와 최대토크는 약 몇 [%] 낮아지는가?
① 기동토크 20[%], 최대토크 20[%]
② 기동토크 20[%], 최대토크 36[%]
③ 기동토크 36[%], 최대토크 36[%]
④ 기동토크 36[%], 최대토크 48[%]

정답 3번

출제 포인트

3상 유도기의 기동토크와 최대토크가 공급전압의 제곱에 비례한다는 원리를 이용해 전압 저하에 따른 토크 감소율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전압을 20% 낮춘다.
변화한 전압: 원래 전압의 $1 - 0.20 = 0.80$배이다.
구해야 할 값: 기동토크와 최대토크의 감소율이다.
주의할 조건: 토크는 전압에 비례하는 것이 아니라 전압의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

기동토크와 최대토크는 모두 전압의 제곱에 비례하므로 다음 관계를 사용한다.
$\frac{T'}{T} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2$
전압만 20% 낮아지고 다른 조건은 같으므로, 두 토크의 변화율을 구할 때 같은 제곱 관계가 적용된다.

계산 과정

1. 전압비는 $V'/V = 0.8$이다.
2. 토크비는 $T'/T = (0.8)^2 = 0.64$이다.
3. 토크가 원래의 64%가 되므로 감소율은 $1 - 0.64 = 0.36$, 즉 36%이다.

따라서 기동토크와 최대토크는 각각 36% 낮아진다.

NoteBase

선지 판단

① X — 기동토크와 최대토크가 각각 20% 낮아진다는 표현은 토크를 전압에 단순 비례시킨 결과이므로 틀리다. 올바르게는 기동토크 36%, 최대토크 36% 감소이다.
② X — 최대토크 36% 감소는 맞지만 기동토크 20% 감소가 틀리다. 올바르게는 기동토크와 최대토크가 모두 36% 감소한다.
③ O — 전압이 0.8배가 되면 두 토크는 $(0.8)^2 = 0.64$배가 되므로 기동토크와 최대토크가 각각 36% 감소한다.
④ X — 기동토크 36% 감소는 맞지만 최대토크 48% 감소가 틀리다. 올바르게는 최대토크도 36% 감소한다.

오답 포인트

전압이 20% 낮아졌다고 토크도 20% 낮아진다고 판단하는 것이 핵심 함정이다. 전압의 감소율을 그대로 적용하지 않고, 남은 전압비 0.8을 먼저 제곱한 뒤 토크의 감소율을 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도기에서 전압 변화에 따른 기동토크나 최대토크를 묻는 경우에는 '변화한 전압비 계산 → 전압비의 제곱으로 토크비 계산 → 1에서 토크비를 빼 감소율 계산'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

유도기의 기동토크와 최대토크는 전압의 제곱에 비례한다. 전압 0.8배 → 토크 0.64배 → 토크 36% 감소이다.

NoteBase

9. 교류전동기에서 인가전압은 일정하고 주파수가 감소하면 일어나는 현상으로 가장 적절한 것은?
① 동기속도가 감소하고 철손이 증가한다.
② 누설리액턴스가 증가하고 철손이 증가한다.
③ 효율이 나빠지고 누설리액턴스가 증가한다.
④ 동기속도가 감소하고 효율이 좋아진다.

정답 1번

출제 포인트

인가전압이 일정할 때 주파수 감소가 교류전동기의 동기속도, 자속, 철손, 누설리액턴스 및 효율에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기속도는 $N_s = 120f/P$이므로 극수 P가 일정하면 주파수 f가 낮아질수록 감소한다.
인가전압이 일정하면 자속은 대체로 $\Phi \propto V/f$이므로 주파수가 낮아질수록 증가하고, 이에 따라 철심의 포화와 철손 증가가 나타날 수 있다.
누설리액턴스는 $X_\ell = 2\pi f L_\ell$이므로 주파수가 낮아지면 감소한다. 철손 증가 등으로 효율은 나빠진다.

선지별 해설

① O — 주파수가 감소하면 동기속도가 감소하며, 일정 전압에서는 V/f가 커져 자속과 철손이 증가한다.
② X — 틀린 표현은 '누설리액턴스가 증가하고'이다. 누설리액턴스는 주파수에 비례하므로 감소한다.
올바르게는 '누설리액턴스가 감소하고 철손이 증가한다'이다.
③ X — 틀린 표현은 '누설리액턴스가 증가한다'이다. 손실 증가로 효율은 나빠질 수 있지만, 누설리액턴스는 감소한다. 올바르게는 '효율이 나빠지고 누설리액턴스가 감소한다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '효율이 좋아진다'이다. 동기속도는 감소하지만 철손 증가 등으로 효율은 나빠진다.
올바르게는 '동기속도가 감소하고 효율이 나빠진다'이다.

오답 포인트

주파수 감소가 속도와 리액턴스를 모두 감소시키므로 효율도 좋아질 것이라고 단정하는 것이 함정이다. 일정 전압에서는 V/f가 증가하여 자속과 철손이 커진다는 점을 함께 고려해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전압이 일정한 상태에서 주파수가 감소하면 '동기속도 감소, 누설리액턴스 감소, 자속 증가, 철손 증가, 효율 저하'의 방향으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

일정 전압에서 주파수 감소: 속도·리액턴스는 감소하고, 자속·철손은 증가하며, 효율은 저하된다.

NoteBase

10. 3상 60[Hz] 전원에 연결된 3상 4극 유도 전동기가 1710[rpm]으로 회전할 때, 회전자계의 속도와 회전자 전류의 주파수는?
① 회전자계 속도= 1800[rpm], 회전자 전류 주파수= 3[Hz]
② 회전자계 속도= 1710[rpm], 회전자 전류 주파수= 3[Hz]
③ 회전자계 속도= 1800[rpm], 회전자 전류 주파수= 60[Hz]
④ 회전자계 속도= 1710[rpm], 회전자 전류 주파수= 60[Hz]

정답 1번

출제 포인트

유도전동기의 동기속도를 구한 뒤, 회전자계의 속도와 슬립에 따른 회전자 전류의 주파수를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원 주파수 $f_1 = 60Hz$, 극수 $P = 4$, 회전자 속도 $N = 1710rpm$이다.
구해야 할 값: 고정자 기준 회전자계의 속도와 회전자 전류의 주파수 f_2이다.
주의할 조건: 회전자 자체의 기계적 속도와 회전자계의 속도는 서로 다르다.

사용할 공식

동기속도는
$N_s = \frac{120f_1}{P}$
이고, 슬립은
$s = \frac{N_s - N}{N_s}$
이며, 회전자 전류의 주파수는
$f_2 = sf_1$
이다.
유도전동기의 회전자계는 고정자 기준으로 동기속도로 회전하고, 회전자 전류의 주파수는 고정자 주파수에 슬립을 곱하여 구하므로 이 공식들을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 동기속도는
$N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$
이다. 따라서 고정자 기준 회전자계의 속도도 $1800rpm$이다.
2. 슬립은
$s = \frac{1800 - 1710}{1800} = 0.05$
이다.
3. 회전자 전류의 주파수는
$f_2 = sf_1 = 0.05 \times 60 = 3Hz$
이다.

선지 판단

① O — 회전자계의 속도는 동기속도인 $1800rpm$이고, 회전자 전류의 주파수는 $3Hz$이므로 옳다.
② X — 회전자 전류의 주파수 $3Hz$는 맞지만, '회전자계 속도 $1710rpm$'은 회전자 자체의 기계적 속도를 잘못 적용한 표현이다. 올바르게는 회전자계 속도 $1800rpm$, 회전자 전류 주파수 $3Hz$이다.
③ X — 회전자계 속도 $1800rpm$은 맞지만, '회전자 전류 주파수 $60Hz$'는 고정자 전원 주파수를 그대로 적용한 표현이다. 올바르게는 회전자계 속도 $1800rpm$, 회전자 전류 주파수 $3Hz$이다.
④ X — '회전자계 속도 $1710rpm$'과 '회전자 전류 주파수 $60Hz$'가 모두 틀리다. 올바르게는 회전자계 속도 $1800rpm$, 회전자 전류 주파수 $3Hz$이다.
계산 결과 두 값이 각각 $1800rpm$, $3Hz$이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

②와 ④는 회전자계의 속도를 회전자 자체의 기계적 속도 $1710rpm$과 혼동하게 만든다. ③과 ④는 회전자 전류의 주파수에 슬립을 곱하지 않고 전원 주파수 $60Hz$를 그대로 고르게 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $N_s = 120f_1/P$로 동기속도를 구하고, 다음으로 $s = (N_s - N)/N_s$를 계산한 뒤, 회전자 전류의 주파수는 $f_2 = sf_1$로 구한다. 회전자계 속도와 회전자 기계속도를 분리하여 선지를 판단한다.

암기 포인트

회전자계는 동기속도, 회전자 전류 주파수는 슬립 주파수이다: $N_{field} = N_s$, $f_2 = sf_1$.

NoteBase

11. 다음 변환기 중 교류 출력을 발생할 수 없는 것은?
① 사이클로 컨버터
② 듀얼 컨버터
③ 초퍼
④ 단상교류전압제어기

정답 3번

출제 포인트

전력변환기의 입력·출력 형태와 인버터 동작 가능 여부를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

사이클로 컨버터는 교류를 다른 주파수의 교류로 직접 변환하는 교류-교류 변환기이다.
듀얼 컨버터는 두 개의 전력변환기를 역병렬로 구성하여 정류와 인버터 동작을 모두 수행할 수 있는 가역 변환기이다.
초퍼는 직류를 크기가 다른 직류로 바꾸는 직류-직류 변환기이므로 그 자체로 교류를 만들지 못한다.
교류전압제어기는 교류의 주파수는 그대로 두고 실효값을 조절하여 교류를 출력한다.

선지별 해설

① X — 사이클로 컨버터를 '교류 출력을 발생할 수 없는 변환기'로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 입력 교류를 다른 주파수의 교류로 직접 변환하므로 교류 출력이 가능하다.
② X — 듀얼 컨버터를 '교류 출력을 발생할 수 없는 변환기'로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 두 컨버터 중 하나가 인버터로 동작하여 직류 측 에너지를 교류 측으로 되돌리는 역변환이 가능하다.
③ O — 초퍼는 직류 입력을 스위칭하여 평균값이 조절된 직류로 변환하는 직류-직류 변환기이다. 출력 극성이나 크기를 제어할 수는 있어도 그 자체로 연속적인 교류 출력을 발생시키지는 못한다.
④ X — 단상교류전압제어기를 '교류 출력을 발생할 수 없는 변환기'로 보는 것은 틀리다. 올바르게는 단상 교류의 위상 제어 등으로 실효값을 조절한 교류를 출력한다.

오답 포인트

초퍼의 출력이 스위칭 때문에 맥동한다는 점을 교류 출력으로 착각하기 쉽다. 맥동이 있더라도 평균적인 변환 형태는 직류-직류이며, 듀얼 컨버터의 인버터 동작과도 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 장치를 입력→출력으로 분류한다. 교류→교류인 사이클로 컨버터와 교류전압제어기, 정류·인버터의 가역 동작이 가능한 듀얼 컨버터와 달리, 직류→직류인 초퍼는 교류 출력을 직접 만들 수 없다.

NoteBase

암기 포인트

사이클로·교류전압제어기는 교류 출력, 듀얼 컨버터는 정류·역변환, 초퍼는 직류→직류이다.

NoteBase

12. 변압기의 전압 변동률에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
① 일반적으로 부하 변동에 대하여 2차 단자 전압의 변동이 작을수록 좋다.
② 전부하시와 무부하시의 2차 단자 전압이 서로 다른 정도를 표시하는 것이다.
③ 전압 변동률은 전등의 광도, 수명, 전동기의 출력 등에 영향을 미친다.
④ 인가전압이 일정한 상태에서 무부하 2차 단자 전압에 반비례한다.

정답 4번

출제 포인트

변압기의 전압 변동률이 뜻하는 바와 정의식, 전압 변동률이 부하 특성에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전압 변동률은 1차 인가전압을 일정하게 유지할 때 무부하 2차 단자전압과 정격부하 2차 단자전압의 차이가 정격부하 2차 단자전압에 비해 어느 정도인지를 나타내는 비율이다. 무부하 2차 단자전압을 V_{20}, 정격부하 2차 단자전압을 V_{2n}이라 하면 $\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100\%$이다. 일반적으로 전압 변동률이 작을수록 부하가 변해도 2차 전압이 안정적으로 유지된다.

선지별 해설

① O — 부하 변화에 따른 2차 단자전압의 변동이 작을수록 전압을 안정적으로 공급하므로 일반적으로 좋다.
② O — 전압 변동률은 무부하와 정격부하에서의 2차 단자전압 차이를 정격부하 전압에 대한 비율로 나타낸다.
③ O — 2차 전압의 변동은 전등의 광도와 수명, 전동기의 출력 등에 영향을 미치므로 전압 변동률이 중요하다.
④ X — 틀린 표현은 '무부하 2차 단자전압에 반비례한다'이다. 전압 변동률은 무부하 전압에 단순히 반비례하지 않는다. 올바르게는 1차 인가전압이 일정할 때 무부하 전압과 정격부하 전압의 차이를 정격부하 2차 단자전압으로 나눈 비율이다.

오답 포인트

④에서 무부하 2차 단자전압이 정의식에 들어간다는 사실을 곧바로 '무부하 전압에 반비례'한다고 바꾸어 표현한 것이 함정이다. 무부하 전압은 분자에 포함되고, 분모는 정격부하 2차 단자전압이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전압 변동률 선지는 먼저 '무부하 전압과 정격부하 전압의 차이'를 구하고, 그 차이를 '정격부하 2차 단자전압'으로 나누는 정의식과 대조하여 판단한다.

암기 포인트

전압 변동률은 '무부하와 정격부하의 전압 차이 ÷ 정격부하 전압'이며, 일반적으로 작을수록 좋다.

NoteBase

13. 60[Hz] 전원에 연결된 3상 4극 유도 전동기가 정격전압에서 10[HP]의 정격출력을 내고 있다. 이때의 회전자 회전수[rpm]와 2차측 효율[%]은? (단, 회전자 동손은 350[W], 회전자 입력은 전동기 출력과 회전자 동손으로 가정한다.)

① 회전자 속도= 1719[rpm], 2차측 효율= 0.995
② 회전자 속도= 1719[rpm], 2차측 효율= 0.955
③ 회전자 속도= 1791[rpm], 2차측 효율= 0.993
④ 회전자 속도= 1791[rpm], 2차측 효율= 0.955

정답 2번

출제 포인트

3상 유도전동기의 동기속도와 슬립 관계를 이용해 회전자 속도와 2차측 효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수 $f = 60Hz$, 극수 $P = 4$, 출력 $P_o = 10HP$, 회전자 동손 $P_{c2} = 350W$이다.
단위 변환: $1HP = 746W$이므로 $P_o = 10 \times 746 = 7460W$이다.
회전자 입력은 문제의 조건에 따라 $P_2 = P_o + P_{c2} = 7460 + 350 = 7810W$이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
슬립은 회전자 입력에 대한 회전자 동손의 비이므로 $s = \frac{P_{c2}}{P_2}$이다.
회전자 속도와 2차측 효율은 각각 $N = (1 - s)N_s$, $\eta_2 = \frac{P_o}{P_2} = 1 - s$이다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = 120 \times 60/4 = 1800rpm$이다.
2. 슬립은 $s = 350/7810 \approx 0.0448$이다.
3. 회전자 속도는 $N = (1 - 0.0448) \times 1800 \approx 1719rpm$이다.
4. 2차측 효율은 $\eta_2 = 7460/7810 \approx 0.955$, 즉 약 95.5%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 회전자 속도 1719*rpm*은 맞지만 2차측 효율 0.995가 틀리다. 올바르게는 회전자 속도 1719*rpm*, 2차측 효율 0.955이다.
② O — 계산한 회전자 속도 1719*rpm*과 2차측 효율 0.955가 모두 일치한다.
③ X — 회전자 속도 1791*rpm*과 2차측 효율 0.993이 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 회전자 속도 1719*rpm*, 2차측 효율 0.955이다.
④ X — 2차측 효율 0.955는 맞지만 회전자 속도 1791*rpm*이 틀리다. 올바르게는 회전자 속도 1719*rpm*, 2차측 효율 0.955이다.

오답 포인트

동기속도 1800*rpm*을 회전자 속도로 착각하거나, 출력 10*HP*을 7460*W*로 바꾸지 않으면 슬립과 효율이 어긋난다. 또한 회전자 동손은 회전자 입력에 더하는 값이므로 $P_2 = P_o + P_{c2}$로 잡아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $N_s = 120f/P$로 동기속도를 구하고, 회전자 입력을 출력과 회전자 동손의 합으로 정리한다. 이어서 $s = P_{c2}/P_2$, $N = (1 - s)N_s$, $\eta_2 = 1 - s$의 순서로 계산한다.

암기 포인트

유도전동기에서 회전자 동손은 sP_2, 기계적 출력은 $(1 - s)P_2$이므로 2차측 효율은 $1 - s$이다.

NoteBase

14. 다음 중 유도 발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 농형 유도기는 발전기로 사용할 수 없다.
② 풍력발전기와 같은 가변 회전력 동력원에서 적용이 가능하다.
③ 권선형 유도기의 회전자저항 조정으로 토크 특성을 변화시켜 발전기로 동작가능하다.
④ 농형 유도기도 무효전력을 공급하는 커패시터를 병렬로 연결한다면 발전기로 동작가능하다.

정답 1번

출제 포인트

유도기가 발전기로 동작하는 조건과 농형·권선형 유도기의 발전 운전 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유도 발전기는 외부 동력으로 회전자를 동기속도보다 빠르게 회전시켜 기계적 에너지를 전기에너지로 변환하는 유도기이다. 발전에 필요한 여자 무효전력은 전력계통이나 병렬 접속한 커패시터에서 공급받는다. 농형과 권선형 모두 발전 운전이 가능하며, 권선형은 회전자저항 조정으로 토크 특성을 바꿀 수 있다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '농형 유도기는 발전기로 사용할 수 없다'이다. 농형 유도기도 원동기로 회전자를 동기속도보다 빠르게 구동하고 여자 무효전력을 공급하면 발전기로 사용할 수 있다.

② O
유도 발전기는 구조가 간단하고 가변속 원동기와 결합할 수 있으므로 풍력발전기와 같은 동력원에 적용할 수 있다.

③ O
권선형 유도기는 외부 회전자저항을 조정하여 토크 특성과 운전 특성을 변화시킬 수 있으며 발전 운전도 가능하다.

④ O
농형 유도기에 커패시터를 병렬로 연결하면 커패시터가 여자에 필요한 무효전력을 공급할 수 있으므로 독립형 자기여자 유도 발전기로 동작할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '농형은 발전 불가'라는 단정이 함정이다. 유도기의 발전 가능 여부는 회전자 구조가 농형인지 권선형인지보다 동기속도 이상의 회전과 여자 무효전력 공급 여부로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

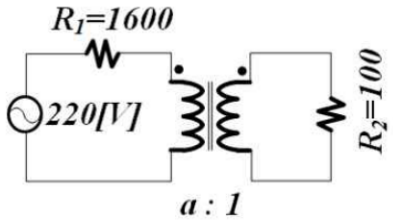
유도 발전기 선지는 먼저 회전자가 동기속도보다 빠른지 확인하고, 다음으로 전력계통 또는 커패시터가 여자 무효전력을 공급하는지 확인한다. 두 조건이 갖추어지면 농형과 권선형 모두 발전 운전이 가능하다.

암기 포인트

유도 발전기의 핵심은 '동기속도 초과 회전 + 무효전력 공급'이며, 농형도 발전이 가능하다.

NoteBase

15. 아래 그림과 같은 변압기 회로에서 부하 R_2에 공급되는 전력이 최대로 되는 변압기의 권수비 a는?
(단, $1{,}600[\Omega], R_2 = 100[\Omega]$ 다.)



① 1
② 2
③ 3
④ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 이상 변압기에서 2차 부하를 1차측으로 환산한 뒤 최대전력 전달 조건을 적용하여 권수비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전원전압은 $220V$, 1차측 직렬저항은 $R_1 = 1{,}600\Omega$, 2차측 부하는 $R_2 = 100\Omega$이다.
구해야 할 값: 권수비 a : 1의 a이다.
주의할 조건: 최대전력 조건은 2차 부하 R_2 자체가 아니라 이를 1차측으로 환산한 저항에 적용한다.

사용할 공식

2차 부하를 1차측으로 환산하면
$R_2' = a^2 R_2$
이다. 부하에 전달되는 전력이 최대가 되는 조건은
$R_2' = R_1$
이다. 이상 변압기에서는 2차 부하에 전달되는 전력과 1차측 환산 부하에 전달되는 전력이 같으므로 최대전력 전달 정리를 이 환산회로에 적용한다.

계산 과정

1. 최대전력 조건을 세우면 $a^2 R_2 = R_1$이다.
2. 수치를 대입하면 $a^2 \times 100\Omega = 1{,}600\Omega$이다.
3. 따라서 $a^2 = 16$이고, 권수비는 양수이므로 $a = 4$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $a=1$이면 1차측 환산 부하는 $1^2 \times 100\Omega = 100\Omega$로 R_1과 같지 않다. ①의 1은 틀린 값이며, 올바르게는 4이다.
② X — $a=2$이면 1차측 환산 부하는 $2^2 \times 100\Omega = 400\Omega$로 R_1과 같지 않다. ②의 2는 틀린 값이며, 올바르게는 4이다.
③ X — $a=3$이면 1차측 환산 부하는 $3^2 \times 100\Omega = 900\Omega$로 R_1과 같지 않다. ③의 3은 틀린 값이며, 올바르게는 4이다.
④ O — $a=4$이면 1차측 환산 부하는 $4^2 \times 100\Omega = 1{,}600\Omega$가 되어 R_1과 일치하므로 부하 전력이 최대가 된다.

오답 포인트

권수비를 저항에 한 번만 곱해 aR_2로 계산하는 것이 핵심 함정이다. 임피던스는 권수비의 제곱으로 환산되므로 반드시 a^2R_2를 사용한다. 또한 전원전압 $220V$는 최대전력이 되는 권수비를 정하는 데 영향을 주지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기를 사이에 둔 최대전력 문제에서는 부하를 전원 쪽으로 환산하고, 환산 부하와 전원 측 직렬저항을 같게 놓은 뒤 권수비를 계산한다.

암기 포인트

저항 환산은 권수비의 제곱인 $R' = a^2R$, 최대전력은 저항 정합인 $R_2' = R_1$이다.

NoteBase

16. 정격이 5[kW], 100[V], 50[A], 1800[rpm]인 타여자 직류발전기가 있다. 무부하시 단자전압[V]은 얼마인가? (단, 계자 전압은 50[V], 계자 전류 5[A], 전기자 저항은 0.1[Ω]이고 브러시의 전압강하는 3[V]이다.)

① 100
② 105
③ 108
④ 110

정답 3번

출제 포인트

타여자 직류발전기의 정격 부하 시 내부 유기기전력을 전기자 저항 전압강하와 브러시 전압강하를 반영하여 구하고, 이를 같은 속도와 계자 조건에서의 무부하 단자전압으로 판단하는 문제이다.

조건 정리

정격 단자전압: $V_t = 100V$
정격 부하전류: $I_a = 50A$
전기자 저항: $R_a = 0.1\Omega$
브러시 전압강하: $V_b = 3V$
회전속도: $1800rpm$
계자 전압과 계자 전류는 각각 $50V$, $5A$이다. 타여자 방식에서는 계자회로가 전기자회로와 분리되므로 계자전류를 전기자전류에 더하지 않는다.

사용할 공식

발전기의 정격 부하 시 내부 유기기전력은
$E_g = V_t + I_aR_a + V_b$
이다. 발전기에서는 내부에서 유기된 전압 중 전기자 저항과 브러시에서 생기는 전압강하를 제외한 값이 단자에 나타나므로 이 공식을 사용한다. 같은 회전속도와 계자전류에서 무부하가 되면 전기자전류가 거의 0이므로, 시험 계산에서는 무부하 단자전압을 정격 상태에서 역산한 내부 유기기전력과 같게 본다.

NoteBase

계산 과정

1. 정격 부하에서 전기자 저항 전압강하는
$I_a R_a = 50 \times 0.1 = 5V$
이다.
2. 내부 유기기전력은
$E_g = 100 + 5 + 3 = 108V$
이다.
3. 같은 속도와 계자 조건의 무부하에서는 $I_a \approx 0$이므로 무부하 단자전압은
$V_0 \approx E_g = 108V$
이다.

선지 판단

① X — $100V$는 정격 부하에서의 단자전압이다. 무부하 단자전압으로 고치면 내부 전압강하를 반영한 $108V$이다.
② X — $105V$는 전기자 저항 전압강하 $5V$만 더하고 브러시 전압강하 $3V$를 누락한 값이다. 올바르게는 $100 + 5 + 3 = 108V$이다.
③ O — 전기자 저항 전압강하 $5V$와 브러시 전압강하 $3V$를 모두 더하면 내부 유기기전력과 무부하 단자전압이 $108V$가 된다.
④ X — 주어진 전기자 저항과 브러시 전압강하를 공식에 대입하면 $110V$가 나오지 않는다. 올바른 무부하 단자전압은 $108V$이다.

오답 포인트

②의 $105V$는 브러시 전압강하를 빠뜨릴 때 나오는 대표 오답이다. 또한 타여자 발전기에서는 계자전류 $5A$가 별도 전원에서 흐르므로 이를 정격 전기자전류 $50A$에 더하거나 빼지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

타여자 직류발전기의 무부하 전압은 먼저 정격 부하 조건에서 $E_g = V_t + I_a R_a + V_b$로 내부 유기기전력을 역산한 뒤, 같은 속도와 계자 조건에서 $V_0 \approx E_g$로 판단한다.

암기 포인트

발전기에서는 E_g=V_t+내부 전압강하이다. 타여자 계자전류는 전기자전류에 포함하지 않는다.

NoteBase

17. 스위칭 주기 10[μs], 오프(off) 시간 2[μs]일 때, 초퍼의 입력전압이 100[V]이면 출력전압[V]은 얼마인가?
① 90[V]
② 80[V]
③ 50[V]
④ 20[V]

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 초퍼의 통류율(듀티비)을 이용해 평균 출력전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 스위칭 주기 $T = 10\mu s$, 오프 시간 $T_{off} = 2\mu s$, 입력전압 $V_i = 100V$이다.
구해야 할 값: 평균 출력전압 V_o이다.
주의할 조건: 온 시간은 전체 주기에서 오프 시간을 뺀 $8\mu s$이다.

사용할 공식

$T_{on} = T - T_{off}$
$D = \frac{T_{on}}{T}$
$V_o = DV_i$
초퍼는 한 주기 중 스위치가 켜진 시간의 비율만큼 입력전압이 출력에 나타나므로 통류율을 입력전압에 곱한다.

계산 과정

1. 온 시간을 구하면 $T_{on} = 10 - 2 = 8\mu s$이다.
2. 통류율은 $D = 8/10 = 0.8$이다.
3. 평균 출력전압은 $V_o = 0.8 \times 100 = 80V$이다.

선지 판단

① X — 계산값은 $80V$이므로 $90V$가 아니다. 올바르게는 출력전압 $80V$이다.
② O — 통류율 0.8을 입력전압 $100V$에 곱하면 $80V$가 된다.
③ X — 계산값은 $80V$이므로 $50V$가 아니다. 올바르게는 출력전압 $80V$이다.
④ X — $20V$는 오프 시간의 비율 2/10을 입력전압에 곱한 값이다. 출력전압에는 온 시간의 비율 8/10을 적용하므로 올바르게는 $80V$이다.

NoteBase

오답 포인트

오프 시간 $2\mu s$을 그대로 통류 시간으로 착각하면 ④의 $20V$를 고르게 된다. 먼저 온 시간을 $10 - 2 = 8\mu s$로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

오프 시간이 주어지면 먼저 $T_{on} = T - T_{off}$를 구하고, 통류율 T_{on}/T에 입력전압을 곱한다.

암기 포인트

초퍼의 평균 출력전압은 입력전압에 온 시간의 비율을 곱한 값이다: $V_o = (T_{on}/T)V_i$.

NoteBase

18. 다음 중 DC 서보모터의 기계적 시정수를 나타낸 것은 ? (단, R은 권선의 저항, J는 관성 모멘트, Ke는 DC 서보모터의 역기전력 상수, Kt는 서보모터의 토크 상수이다.)

① $\frac{K_e K_t}{JR}$

② $\frac{JR}{K_e K_t}$

③ $\frac{K_e R}{JK_t}$

④ $\frac{JK_t}{K_e R}$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 DC 서보모터의 전기 방정식과 기계 방정식을 결합하여 기계적 시정수 τ_m를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 권선 저항 R, 관성 모멘트 J, 역기전력 상수 K_e, 토크 상수 K_t이다.
구해야 할 값: DC 서보모터의 기계적 시정수 τ_m이다.
주의할 조건: 전기자 인덕턴스를 무시한 기본 모델에서 역기전력은 $K_e\omega$, 발생 토크는 $K_t i$로 나타낸다.

사용할 공식

전기 방정식은 $e = Ri + K_e\omega$, 기계 방정식은 $J\frac{d\omega}{dt} = K_t i$이다. 두 식을 결합하면
$J\frac{d\omega}{dt} + \frac{K_e K_t}{R}\omega = \frac{K_t}{R}e$
가 된다. 이를 표준 1차계 형태와 비교하면
$\tau_m = \frac{JR}{K_e K_t}$
이다. 역기전력에 의한 속도 피드백이 있는 DC 서보모터의 속도 응답이 1차계이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 전기 방정식에서 전류를 구하면 $i = \frac{e - K_e\omega}{R}$이다.
2. 이를 $J\frac{d\omega}{dt} = K_t i$에 대입하면 $J\frac{d\omega}{dt} = \frac{K_t}{R}(e - K_e\omega)$이다.
3. 정리한 미분방정식의 $\frac{d\omega}{dt}$ 계수와 ω 계수의 비를 취하면 $\tau_m = \frac{J}{K_e K_t/R} = \frac{JR}{K_e K_t}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $\frac{K_eK_t}{JR}$는 기계적 시정수의 역수 $\frac{1}{\tau_m}$에 해당한다. 틀린 식 $\frac{K_eK_t}{JR}$은 올바르게는 $\frac{JR}{K_eK_t}$이다.
② O — 유도한 기계적 시정수 $\tau_m = \frac{JR}{K_eK_t}$와 정확히 일치한다.
③ X — $\frac{K_eR}{JK_t}$는 J와 K_e의 위치를 잘못 배치한 식이다. 올바르게는 J가 분자, K_e가 분모에 놓여 $\frac{JR}{K_eK_t}$가 된다.
④ X — $\frac{JK_t}{K_eR}$는 K_t와 R의 분자·분모 위치를 뒤바꾼 식이다. 올바르게는 R이 분자, K_t가 분모에 놓여 $\frac{JR}{K_eK_t}$가 된다.

오답 포인트

①은 시정수 자체가 아니라 그 역수라는 점이 핵심 함정이다. 또한 ③과 ④처럼 J, R, K_e, K_t의 분자·분모 위치를 바꾸기 쉽다. 관성이 클수록 응답이 느려져 시정수가 커지므로 J가 분자에 있어야 한다는 물리적 검산이 가능하다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기 방정식에서 i를 구해 기계 방정식에 대입한 뒤, $J\frac{d\omega}{dt} + \frac{K_eK_t}{R}\omega$의 형태로 정리한다. 미분항 계수를 속도항 계수로 나누면 시정수 $\tau_m = \frac{JR}{K_eK_t}$가 된다.

암기 포인트

DC 서보모터의 기계적 시정수는 '관성×저항 ÷ 역기전력 상수×토크 상수', 즉 $\tau_m = \frac{JR}{K_eK_t}$이다.

NoteBase

19. 정류회로에서 상의 수를 크게 했을 경우 옳은 것은?
① 맥동주파수와 맥동률이 증가한다.
② 맥동주파수와 맥동률이 감소한다.
③ 맥동주파수는 증가하고, 맥동률은 감소한다.
④ 맥동주파수와 맥동률은 감소하나, 출력이 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

정류회로의 상의 수가 증가할 때 맥동주파수와 맥동률이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

맥동주파수는 정류된 출력에 나타나는 주기적 맥동의 주파수이고, 맥동률은 직류 성분에 대한 교류 맥동 성분의 상대적 크기이다. 상의 수가 많아지면 한 주기 동안 정류되는 전압 파형의 봉우리 수가 늘어나므로 맥동주파수는 증가한다. 또한 출력 파형의 빈틈이 줄어 더 평활해지므로 맥동률은 감소한다.

선지별 해설

① X — 맥동주파수가 증가한다는 부분은 맞지만, '맥동률이 증가한다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 맥동주파수는 증가하고 맥동률은 감소한다.
② X — '맥동주파수가 감소한다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 맥동주파수는 증가하고 맥동률은 감소한다.
③ O — 상의 수가 증가하면 한 주기당 맥동의 횟수가 많아져 맥동주파수는 증가하고, 출력 파형은 더 평활해져 맥동률은 감소한다.
④ X — '맥동주파수가 감소한다'는 부분이 틀렸다. 올바르게는 맥동주파수는 증가하고 맥동률은 감소한다.
출력의 증감은 회로 방식과 입력 조건에도 좌우되므로, 이 문항의 일반적인 판단 기준은 맥동주파수와 맥동률의 변화이다.

오답 포인트

상의 수가 증가하면 맥동 자체가 줄어든다고 생각하여 맥동주파수까지 감소한다고 혼동하기 쉽다. 실제로는 맥동의 크기는 작아지지만 한 주기 동안 발생하는 맥동의 횟수는 많아지므로, 맥동률은 감소하고 맥동주파수는 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

상의 수 증가를 '봉우리 수 증가'와 '출력 파형 평활화'로 나누어 판단한다. 봉우리 수 증가는 맥동주파수 증가로, 평활화는 맥동률 감소로 연결된다.

NoteBase

암기 포인트

다상일수록 맥동은 더 자주 나타나지만 더 작아진다: 맥동주파수 증가, 맥동률 감소이다.

NoteBase

20. 3상 유도 전동기의 회전원리를 설명한 것 중 옳지 않은 것은 ?
① 슬립이 발생할 때만 회전력이 발생된다.
② 회전방향은 플래밍의 왼손법칙에 의하여 정의된다.
③ 회전자의 회전 속도가 증가할수록 슬립은 증가한다.
④ 부하를 회전시키기 위해서는 회전자의 속도는 동기속도 이하로 운전되어야 한다.

정답 3번

출제 포인트

3상 유도 전동기의 회전 원리와 회전자 속도·동기속도·슬립의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

3상 유도 전동기는 고정자의 회전자계가 회전자에 유도 전류를 만들고, 회전자계와 유도 전류의 상호 작용으로 토크를 발생시키는 전동기이다. 슬립은 회전자계의 동기속도 N_s와 회전자 속도 N의 상대적인 속도 차를 나타내며, $s = (N_s - N)/N_s$이다. 전동기 운전에서는 $N < N_s$이므로 $s > 0$이다.

선지별 해설

① O — 회전자계와 회전자 사이에 상대속도, 즉 슬립이 있어야 회전자에 기전력과 전류가 유도되어 토크가 발생한다. 슬립이 0이면 유도 기전력과 토크도 0이 된다.
② O — 회전자 도체의 전류와 자계가 만드는 힘의 방향은 플레밍의 왼손법칙으로 정해지며, 그 힘에 따른 토크 방향으로 회전한다. 실제 회전 방향은 전원의 상순서를 바꾸면 반대로 바뀐다.
③ X — 틀린 표현은 '회전자의 회전 속도가 증가할수록 슬립은 증가한다'이다. 동기속도가 일정할 때 $s = (N_s - N)/N_s$이므로 회전자 속도 N이 증가할수록 슬립은 감소한다.
④ O — 부하를 구동하는 전동기 운전에서는 유도 토크를 계속 만들기 위한 양의 슬립이 필요하므로 회전자 속도는 동기속도보다 낮아야 한다.

오답 포인트

③은 회전자 속도 자체와 회전자계에 대한 상대속도를 혼동하게 만든다. 회전자 속도가 동기속도에 가까워질수록 두 속도의 차가 작아지므로 슬립도 작아진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

동기속도가 일정한 조건에서는 슬립 식 $s = (N_s - N)/N_s$의 분자 $N_s - N$을 확인한다. 회전자 속도 N이 증가하면 분자가 작아져 슬립은 감소하고, $N = N_s$이면 슬립과 유도 토크는 0이 된다.

암기 포인트

회전자 속도 상승 → 동기속도와의 차 감소 → 슬립 감소이다.

NoteBase

21. 전기 기계에 있어서 히스테리시스 손실을 감소시키기 위한 방법으로 가장 옳은 것은?
① 보상 권선 설치
② 표면의 절연처리
③ 성층 철심 사용
④ 규소 강판 사용

정답 4번

출제 포인트

히스테리시스손과 와류손의 저감 방법을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

히스테리시스손은 철심의 자화 방향이 반복해서 바뀔 때 자구의 변화로 발생하는 철손이며, 히스테리시스 곡선의 면적이 작은 규소강판과 같은 자성 재료를 사용하면 감소한다.
와류손은 교번 자속에 의해 철심 내부에 유도되는 순환전류로 발생하며, 철심을 얇게 성층하고 강판 사이를 절연하여 전류 경로의 저항을 크게 하면 감소한다.

선지별 해설

① X — 보상 권선 설치는 전기자 반작용을 줄이기 위한 방법이지 히스테리시스손을 줄이는 방법이 아니다. 틀린 표현인 '히스테리시스손 감소'는 '전기자 반작용 감소'로 고쳐야 한다.
② X — 철심 강판 표면의 절연처리는 강판 사이로 흐르는 와전류를 차단하여 와류손을 줄인다. 틀린 표현인 '히스테리시스손 감소'는 '와류손 감소'로 고쳐야 한다.
③ X — 성층 철심은 철심을 얇은 강판으로 나누어 와전류의 통로를 제한하므로 와류손을 줄인다. 틀린 표현인 '히스테리시스손 감소'는 '와류손 감소'로 고쳐야 한다.
④ O — 규소강판은 히스테리시스 곡선의 면적이 작아 자화가 반복될 때 소비되는 에너지가 적으므로 히스테리시스손을 줄이는 데 적합하다.

오답 포인트

②의 표면 절연처리와 ③의 성층 철심은 모두 철손을 줄이지만, 직접 줄이는 대상은 히스테리시스손이 아니라 와류손이다. '철손을 줄인다'는 공통점만 보고 선택하면 두 손실을 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

재료의 자화 특성과 히스테리시스 곡선이 핵심이면 히스테리시스손, 얇은 성층·강판 사이 절연·전류 경로 차단이 핵심이면 와류손으로 판단한다. 보상 권선은 전기자 반작용과 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

규소강판은 히스테리시스손, 성층·절연은 와류손, 보상 권선은 전기자 반작용이다.

NoteBase

22. 동기발전기의 단락비는 기계의 특성을 단적으로 잘 나타내는 수치로서, 동일정격에 대하여 단락비가 큰 기계가 갖는 특성이 옳지 않은 것은?
① 동기 임피던스가 적어지고, 송전선 충전용량이 크다.
② 극수가 적은 고속기가 된다.
③ 과부하 내량이 크고 안정도가 좋다.
④ 전압변동률이 작다.

정답 2번

출제 포인트

동기발전기의 단락비가 클 때 동기 임피던스, 송전선 충전용량, 운전 특성, 극수와 속도가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

단락비는 정격 무부하전압을 만드는 계자전류와 정격 단락전류를 만드는 계자전류의 비이며, 단위법으로는 동기리액턴스에 대체로 반비례하여 $K_s \approx 1/X_s$로 본다. 따라서 단락비가 크면 동기 임피던스가 작고 전압변동률이 작으며, 안정도와 과부하 내량이 커진다. 구조적으로는 공극과 기계 치수가 커지는 경향이 있고, 일반적으로 극수가 많은 저속기에 해당한다.

선지별 해설

① O — 단락비가 크면 동기 임피던스가 작아진다. 송전선의 충전전류를 흡수할 수 있는 용량은 동기 임피던스가 작을수록 커지므로 송전선 충전용량이 크다.
② X — 틀린 표현은 '극수가 적은 고속기'이다. 단락비가 큰 기계는 일반적으로 극수가 많은 저속기가 된다.
③ O — 동기 임피던스가 작아 전기자 반작용에 따른 전압강하가 줄고, 동기화력이 커져 과부하 내량과 안정도가 좋다.
④ O — 동기 임피던스가 작으므로 부하 변화에 따른 내부 전압강하가 작아 전압변동률이 작다.

오답 포인트

단락비가 크다는 말을 단순히 고성능·고속과 연결하면 ②를 옳다고 착각하기 쉽다. 이 문항에서는 '극수가 적은 고속기'가 반대로 제시된 함정이며, 올바른 관계는 '극수가 많은 저속기'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

단락비가 크면 동기 임피던스는 작다고 먼저 연결한다. 이어서 전압변동률은 작고 안정도·과부하 내량·송전선 충전용량은 크며, 속도와 극수는 일반적으로 저속·다극으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

단락비 대: 임피던스·전압변동률은 소, 안정도·과부하 내량·충전용량은 대, 저속·다극이다.

23. 다음은 스텝 모터(step motor)의 특징을 나열한 것이다. 다음 중 옳지 않은 것은?
① 피드백 루프가 필요 없이 오픈 루프로 쉽게 속도 및 위치제어를 할 수 있다.
② 디지털 신호를 직접 제어 할 수 있어 디지털 기기와 인터페이스가 쉽다.
③ 가속, 감속이 용이하며 정.역전 및 변속이 쉽다.
④ 위치제어를 할 때, 각도 오차가 있고 누적된다.

정답 4번

출제 포인트

스텝 모터의 펄스 기반 구동 특성과 위치 오차의 비누적성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

스텝 모터는 입력 펄스 하나마다 일정한 스텝각만큼 회전하는 전동기이다. 입력 펄스 수로 회전 위치를, 펄스 주파수로 회전 속도를 정하므로 정상적인 운전 범위에서는 피드백 없이도 디지털 방식의 위치·속도 제어가 가능하다. 각 스텝의 위치 오차는 다음 스텝에 계속 더해지는 누적 오차가 아니라 일정 범위 안의 비누적 오차이다.

선지별 해설

① O
입력 펄스 수와 펄스 주파수로 각각 위치와 속도를 정할 수 있으므로, 정상적인 운전 범위에서는 피드백 루프가 없는 오픈 루프 제어가 가능하다.

② O
구동 명령 자체가 펄스 형태의 디지털 신호이므로 마이크로프로세서 등 디지털 기기와 직접 연결하여 제어하기 쉽다.

③ O
입력 펄스의 주파수와 순서를 조절하면 가속·감속, 정지 및 회전 방향 전환을 쉽게 구현할 수 있다.

④ X
틀린 표현은 '각도 오차가 있고 누적된다'이다. 실제로는 스텝각의 정밀도 등에 따른 위치 오차가 생길 수 있어도 그 오차가 스텝마다 계속 합산되는 누적 오차는 아니다. 다만 과부하 등으로 탈조가 발생하면 지령 위치와 실제 위치가 달라질 수 있으므로 이는 정상적인 스텝각 오차의 누적과 구별한다.

NoteBase

오답 포인트

④에서 '각도 오차가 있을 수 있다'는 부분만 보고 맞는 선지로 판단하기 쉽다. 이 문항의 결정적 오류는 '누적된다'는 표현이다. 스텝 모터의 정상적인 위치 오차는 비누적성이며, 탈조로 인한 위치 이탈과 같은 현상은 별도로 구별한다.

다시 나오면 이렇게 판단

스텝 모터 선지는 '펄스 수=위치, 펄스 주파수=속도, 펄스 순서=회전 방향'으로 대응시킨다. 오차에 대해서는 정상적인 스텝각 오차가 누적되지 않는다는 점을 확인한다.

암기 포인트

스텝 모터는 디지털 펄스로 오픈 루프 제어가 쉽고, 정상적인 스텝각 오차는 누적되지 않는다.

NoteBase

24. 동기발전기에서 극수는 4극, 한극의 자속수는 0.062[Wb], 회전속도를 1800[rpm], 코일의 권수를 100[회]이라 하면, 이때 유기 기전력의 실효값[V]은? (단, 권선 계수 k는 1이다.)
① 526
② 1652
③ 2336
④ 3216

정답 2번

출제 포인트

극수와 회전속도로 주파수를 구한 뒤, 동기발전기의 유기기전력 공식으로 실효값을 계산하는 문제이다.

조건 정리

극수: 4극
한 극의 자속: $\Phi = 0.062Wb$
회전속도: $n = 1800rpm$
코일의 권수: $T = 100$회
권선계수: $k = 1$
구해야 할 값: 유기기전력의 실효값 E

사용할 공식

주파수는
$f = \frac{Pn}{120}$
이고, 동기발전기의 유기기전력 실효값은
$E = 4.44kf\Phi T$
이다. 극수 P와 회전속도 n가 주어졌으므로 먼저 전기적 주파수 f를 구해야 하며, 자속이 정현파로 변할 때의 유기기전력 실효값을 구하므로 계수 4.44를 사용하는 공식이 적용된다.

계산 과정

1. 주파수를 구한다.
$f = \frac{4 \times 1800}{120} = 60Hz$
2. 유기기전력 공식에 대입한다.
$E = 4.44 \times 1 \times 60 \times 0.062 \times 100 = 1651.68V$
3. 보기의 정수값에 맞추면 $E \approx 1652V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 $1652V$이므로 $526V$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $526V$ → 올바른 값은 $1652V$이다.
② O — $4.44 \times 1 \times 60 \times 0.062 \times 100 = 1651.68V$이므로 반올림한 $1652V$와 일치한다.
③ X — 계산 결과는 $1652V$이므로 $2336V$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $2336V$ → 올바른 값은 $1652V$이다.
④ X — 계산 결과는 $1652V$이므로 $3216V$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $3216V$ → 올바른 값은 $1652V$이다.

오답 포인트

회전속도 $1800rpm$을 유기기전력 공식에 바로 넣으면 안 된다. 먼저 $f = Pn/120$으로 $60Hz$를 구해야 한다. 또한 문제에서 권선계수 $k = 1$을 주었으므로 이를 빠뜨리거나 별도의 계수로 바꾸지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

극수와 회전속도가 제시된 동기발전기 문제는 먼저 $f = Pn/120$으로 주파수를 계산하고, 그다음 $E = 4.44kf\Phi T$에 대입한 뒤 단위와 반올림을 확인한다.

암기 포인트

동기속도 관계는 $f = Pn/120$, 발전기 유기기전력 실효값은 $E = 4.44kf\Phi T$이다.

NoteBase

25. 다음 중 동기발전기의 V 곡선에서 알 수 없는 것은?
① 같은 부하조건에서 여자를 조정하면 역률이 변한다.
② 같은 부하조건에서 여자를 조정해도 전기자 전류는 변하지 않는다.
③ 같은 여자조건에서 부하가 변하면 역률이 변한다.
④ 부하조건에 관계없이 역률 1로 운전할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

동기발전기의 V 곡선이 일정한 부하에서 여자전류에 따라 전기자전류와 역률이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기발전기의 V 곡선은 부하를 일정하게 유지하면서 여자전류를 바꿀 때 전기자전류가 V자 모양으로 변하는 관계를 나타낸다. 전기자전류가 최소가 되는 지점에서 역률은 1이며, 그 지점보다 여자전류가 작거나 크면 무효전류 성분이 생겨 전기자전류가 증가하고 역률이 낮아진다. 부하가 달라지면 서로 다른 V 곡선이 나타나고, 각 부하의 곡선마다 역률 1인 최솟값이 존재한다.

선지별 해설

① O — 같은 부하에서 여자를 조정하면 무효전류 성분과 전기자전류의 위상이 달라지므로 역률이 변한다.

② X — 틀린 표현은 '전기자전류는 변하지 않는다'이다. 실제로는 같은 부하에서 여자전류를 조정하면 전기자전류가 변하며, 역률 1인 지점에서 최소가 된다.

③ O — 여자전류를 같은 값으로 유지하더라도 부하가 달라지면 유효전류와 무효전류의 관계가 달라지므로 역률이 변한다. 서로 다른 부하의 V 곡선을 비교하면 이를 알 수 있다.

④ O — 부하마다 전기자전류가 최소가 되는 역률 1의 운전점이 있으므로, 각 부하에 맞게 여자전류를 조정하면 부하조건과 관계없이 역률 1로 운전할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

부하가 일정하다는 조건을 '전기자전류도 일정하다'는 뜻으로 오해하기 쉽다. V 곡선에서 일정한 것은 부하이고, 여자전류를 바꾸면 전기자전류와 역률은 함께 변한다.

다시 나오면 이렇게 판단

V 곡선에서는 먼저 가로축의 여자전류와 세로축의 전기자전류를 확인한다. 같은 부하에서 여자를 바꾸면 전기자전류가 변하고, 곡선의 최솟값은 역률 1이며, 부하가 달라지면 V 곡선과 역률 1의 운전점도 달라진다고 판단한다.

암기 포인트

일정 부하에서 여자 변화 → 전기자전류는 V자 변화, V의 최저점 → 역률 1이다.

NoteBase