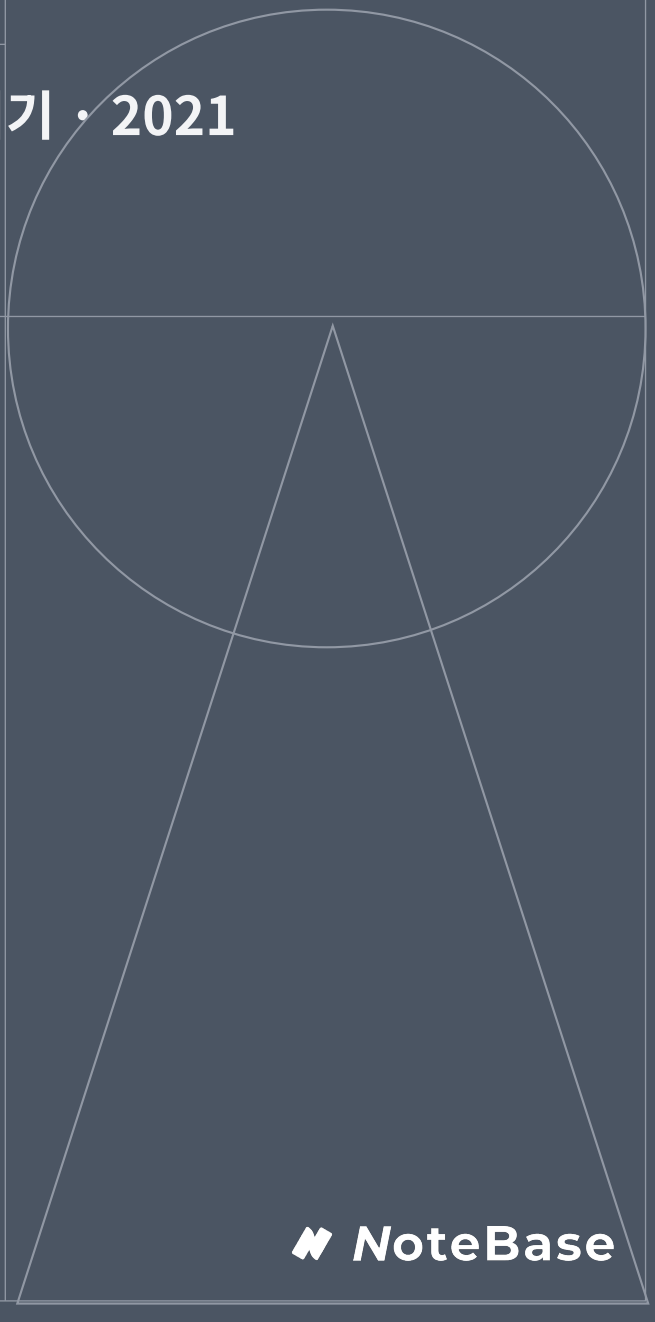
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2021

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2021

문 1. 직류 직권전동기의 부하전류가 10[A]일 때 토크가 12[N·m]로 발생했다. 부하전류가 5[A]로 감소했을 때 토크의 값[N·m]은?

① 3

② 4

③ 5

④ 6

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 직류 직권전동기에서 토크가 전류의 제곱에 비례한다는 관계를 이용해 전류 감소 후의 토크를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부하전류가 $10A$일 때 토크가 $12N \cdot m$이다.
구해야 할 값: 부하전류가 $5A$로 감소했을 때의 토크이다.
주의할 조건: 직권전동기는 계자전류와 전기자전류가 같으므로 자속도 전류에 비례하고, 따라서 토크는 전류에 정비례하지 않고 전류의 제곱에 비례한다.

사용할 공식

토크 T는 $T \propto \phi I_a$이고, 직류 직권전동기에서는 $\phi \propto I_a$이므로 $T \propto I_a^2$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 직권전동기는 전류가 줄면 자속과 전기자전류가 함께 줄어들어 토크가 전류의 제곱 비율로 변하기 때문이다.

계산 과정

1. 전류비는 $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$이다.
2. 토크비는 $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$이다.
3. 따라서 감소 후 토크는 $12 \times \frac{1}{4} = 3N \cdot m$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 계산 결과가 $3N \cdot m$이므로 옳다.
② X: $4N \cdot m$는 직권전동기의 토크-전류 관계를 잘못 적용한 값이다. 직권전동기에서는 $T \propto I^2$이므로 올바르게는 $3N \cdot m$이다.
③ X: $5N \cdot m$는 전류가 절반으로 줄면 토크도 비슷한 비율로 줄 것이라고 본 오답이다. 직권전동기에서는 자속도 함께 감소하므로 올바르게는 $3N \cdot m$이다.
④ X: $6N \cdot m$는 토크가 전류에 정비례한다고 본 값이다. 이는 자속이 거의 일정한 경우의 접근에 가깝고, 직권전동기에서는 올바르게는 $3N \cdot m$이다.

오답 포인트

직류 직권전동기와 자속이 거의 일정한 전동기의 토크 관계를 혼동하면 ④처럼 전류를 절반으로 줄였으니 토크도 절반인 $6N \cdot m$라고 판단하기 쉽다. 이 문항의 함정은 직권전동기에서는 자속도 전류와 함께 변한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전동기 토크 계산 문제는 먼저 전동기 종류를 확인한 뒤 자속이 일정한지, 전류에 비례하는지를 판단한다. 직권전동기이면 $T \propto I^2$, 분권전동기이면 $T \propto I$ 관계를 먼저 적용하면 된다.

암기 포인트

직권전동기는 자속도 같이 변하므로 토크가 전류의 제곱에 비례한다.

NoteBase

문 2. 4극, 60[Hz], 3상 동기발전기의 회전자 주변 속도를 400[m/s] 이하로 하기 위한 회전자의 최대 지름의 값[m]은? (단, 원주율 π는 3.14로 계산한다.)

① 약 2.6

② 약 3.6

③ 약 4.2

④ 약 8.2

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동기속도 식과 주속도 식을 이용해 회전자의 최대 지름을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 주파수는 60[Hz], 극수는 4극, 주속도 한계는 400[m/s]이다.
구해야 할 값: 회전자의 최대 지름 D이다.
주의할 조건: 3상이라는 조건은 동기속도 계산에 직접 쓰이지 않고, 최대 지름은 주속도 한계식으로 구한다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
주속도는 $v = \pi D n$이다. 여기서 n은 초당 회전수이다.

이 공식을 쓰는 이유:
회전자 주변 속도는 1초 동안 이동한 원주 길이이므로 원주 πD에 초당 회전수 n을 곱해 구한다. 먼저 동기발전기의 회전수를 구한 뒤 주속도 한계 400[m/s]를 대입하면 최대 지름을 정할 수 있다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 rpm$이다.
2. 초당 회전수는 $n = \frac{1800}{60} = 30 rps$이다.
3. 주속도 제한식은 $400 = 3.14 \times D \times 30$이다.
4. 따라서 $D = \frac{400}{94.2} \approx 4.25 m$이다.
5. 보기 중 가장 가까운 값은 약 4.2[m]이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $2.6m$이면 주속도는 $3.14 \times 2.6 \times 30 = 244.92m/s$이다. 한계 이내이기는 하지만 최대 지름이 아니므로 값 자체가 틀렸다. 올바르게는 약 $4.25m$, 즉 약 4.2[m]이다.
② X: $3.6m$이면 주속도는 $3.14 \times 3.6 \times 30 = 339.12m/s$이다. 역시 제한 이내이지만 최대값보다 작아 최대 지름으로 볼 수 없다. 올바르게는 약 $4.25m$, 즉 약 4.2[m]이다.
③ O: $4.2m$는 계산값 $4.25m$에 가장 가까운 보기이다. 실제 주속도도 $3.14 \times 4.2 \times 30 = 395.64m/s$로 400[m/s] 이하이므로 적절하다.
④ X: $8.2m$이면 주속도는 $3.14 \times 8.2 \times 30 = 772.44m/s$가 되어 제한을 크게 초과한다. 틀린 표현은 8.2[m]라는 수치이며, 올바르게는 약 $4.25m$, 즉 약 4.2[m]이다.

오답 포인트

동기속도 N_s를 rpm으로 구해 놓고 바로 주속도 식에 넣으면 단위가 어긋난다.
①과 ②는 조건을 만족하는 지름일 수는 있지만 최대 지름은 아니라는 점이 함정이다.
④처럼 너무 큰 값은 한계 속도 검산만 해도 바로 걸러진다.

다시 나오면 이렇게 판단

극수와 주파수로 먼저 동기속도를 구하고, rpm을 rps로 바꾼 뒤, $v = \pi Dn$에 속도 제한값을 넣어 최대 지름을 계산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{p}$, 주속도는 $v = \pi Dn$이며, rpm은 주속도 식에 넣기 전에 rps로 바꾼다.

NoteBase

문 3. 동기기의 안정도를 증진시키는 방법으로 가장 옳은 것은?

① 단락비를 작게 한다.

② 영상 및 역상 임피던스를 작게 한다.

③ 회전자의 관성을 작게 한다.

④ 속응 여자 방식을 채용한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 동기기의 안정도를 높이는 대표 수단이 무엇인지와, 단락비·관성·여자 응답 속도의 방향을 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

안정도는 외란이 생겨도 동기기가 탈조하지 않고 동기 상태를 유지하거나 다시 회복하는 성질이다.
단락비는 클수록 동기리액턴스가 작아지고 동기화력이 좋아져 안정도에 유리하다.
속응 여자는 외란 시 계자전류를 빠르게 조정하여 전압과 동기화력을 신속히 보강하는 방식이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2021

선지별 해설

① X
단락비를 작게 하면 동기리액턴스가 커지는 쪽이 되어 동기화력이 약해지므로 안정도 향상에 불리하다.
틀린 부분은 "작게"이다. 올바르게는 단락비를 크게 하는 것이 안정도 향상에 유리하다.

② X
영상 및 역상 임피던스는 주로 불평형 고장 시의 대칭좌표 해석과 관련되는 값으로, 동기기의 일반적인 안정도 증진 방법을 묻는 대표 답은 아니다.
틀린 부분은 "영상 및 역상 임피던스를 작게 한다"는 진술이다. 올바르게는 안정도 향상에는 단락비를 크게 하거나 속응 여자 방식을 채용하는 것이 직접적이다.

③ X
회전자의 관성을 작게 하면 외란 시 속도와 부하각 변동이 더 급해져 안정도에 불리하다.
틀린 부분은 "관성을 작게"이다. 올바르게는 회전자의 관성은 너무 작지 않은 편이 외란에 대한 완충 효과를 주어 안정도에 유리하다.

④ O
속응 여자 방식을 채용하면 외란이 생겼을 때 계자전류를 빠르게 증감시켜 전압 회복과 동기화력 증대가 빨라진다. 따라서 동기기의 안정도를 높이는 방법으로 가장 옳다.

오답 포인트

이 문항은 "작게 한다"라는 표현에 끌려 기계적으로 고르기 쉬운 점이 함정이다. 안정도는 외란 뒤 동기화력을 얼마나 빨리, 크게 회복하느냐가 핵심이므로 단락비와 관성은 작게가 아니라 크게 보는 쪽이 맞고, 영상·역상 임피던스는 불평형 해석 개념으로 분리해서 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 안정도 문항은 외란 후 탈조를 막는 요소인지부터 본다. 동기화력을 키우는 단락비 증대, 계자 응답을 빠르게 하는 속응 여자, 급격한 속도 변화를 줄이는 충분한 관성은 안정도에 유리하고, 영상·역상 임피던스처럼 불평형 해석용 개념은 우선순위를 낮게 둔다.

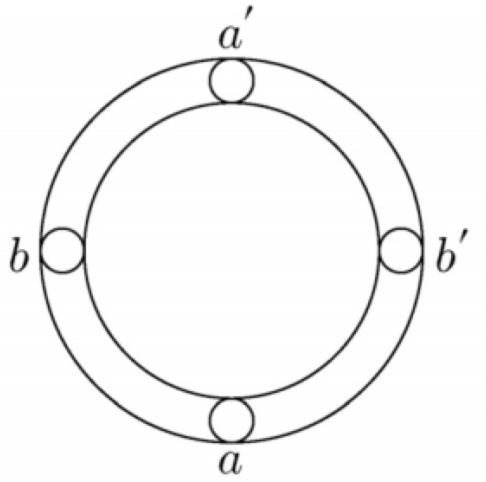
암기 포인트

동기기 안정도는 단락비 크게, 여자는 빠르게, 관성은 작지 않게로 정리된다.

NoteBase

문 4. <보기>와 같은 2상 교류기기의 고정자 권선에 전류가 50[Hz]의 주파수로 $i_{aa'}(t) = \sin(\omega t)$[A], $i_{bb'}(t) = \cos(\omega t)$[A]와 같이 흐른다. 이때 회전자계의 방향과 동기속도[rpm]는? (단, 전류 $i_{aa'}(t)$는 양의 값일 때 a 도체로 들어가 a' 도체로 나오고, 전류 $i_{bb'}(t)$는 양의 값일 때 b 도체로 들어가 b' 도체로 나오며, 고정자 권선은 분포되어 공극에 정현적인 자속을 발생시킨다고 가정한다.)

<보기>



① 회전자계의 방향: 반시계방향, 동기속도: 3,000

② 회전자계의 방향: 시계방향, 동기속도: 3,000

③ 회전자계의 방향: 반시계방향, 동기속도: 1,500

④ 회전자계의 방향: 시계방향, 동기속도: 1,500

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 2상 권선의 공간 배치와 시간 위상차를 도식에서 읽어 회전자계의 회전방향을 판단하고, 극수로부터 동기속도 $n_s = 120f/P$를 계산하는 문제이다.

NoteBase

선지별 해설

① O

- $i_{bb'}(t) = \cos(wt)$ 이므로 $t = 0$에서 b상 전류가 최대이고 a상 전류는 0이다. 이때 b상 자계가 아래쪽을 향하고, 직후에는 $i_{aa'}(t) = \sin(wt)$가 증가하여 오른쪽 성분이 더해지므로 합성자계가 아래쪽에서 오른쪽 쪽으로 이동한다. 따라서 회전자계는 반시계방향으로 돈다.
- 그림은 2극기이므로 동기속도는 $n_s = 120f/P = 120 \times 50/2 = 3{,}000$rpm이다.

② X

- 속도 3,000 rpm 계산은 맞지만 회전방향 판단이 반대이다.
- 틀린 표현은 "시계방향"이다. 올바르게는 "반시계방향"이다.

③ X

- 회전방향은 맞지만 속도를 4극기처럼 계산한 오답이다.
- 틀린 표현은 "1,500"이다. 올바르게는 "3,000"이다. 1,500rpm은 $P = 4$일 때의 동기속도이다.

④ X

- 회전방향과 속도가 모두 틀렸다.
- 틀린 표현은 "시계방향, 1,500"이다. 올바르게는 "반시계방향, 3,000"이다.

오답 포인트

도체의 입출 방향을 반대로 읽으면 회전방향이 뒤집히고, 슬롯이 네 곳에 보인다는 이유만으로 4극기로 오인하면 1,500 rpm을 고르게 된다. 이 문항은 권선의 위치 수가 아니라 서로 마주 보는 한 쌍이 만드는 극수를 보아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $t = 0$ 같은 기준시각에서 어느 상의 자계만 남는지를 잡아 초기 자계 방향을 정한다. 그다음 바로 다음 순간에 증가하는 다른 상의 자계 성분이 합성벡터를 어느 쪽으로 끌고 가는지를 보면 회전방향이 정해진다. 속도는 방향 판단과 분리해서 $n_s = 120f/P$로 계산한다.

암기 포인트

회전방향은 "기준시각 자계 + 직후 증가 성분"으로 읽고, 2극 50 Hz의 동기속도는 3,000 rpm이다.

NoteBase

문 5. 단상 변압기의 전부하에서 2차 전압은 220[V]이고, 전압 변동률은 10[%]일 경우 1차 전압의 값[V]은? (단, 1차, 2차 권선비는 30 : 1이다.)

① 4,260
② 5,260
③ 6,260
④ 7,260

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 변압기의 전압 변동률과 권선비를 이용해 전부하에서 필요한 1차 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값
- 전부하 2차 전압: 220 V
- 전압 변동률: 10%
- 권선비: $N_1 : N_2 = 30 : 1$

구해야 할 값
- 1차 전압 V_1

주의할 조건
- 전압 변동률은 $\frac{E_2 - V_2}{V_2} \times 100$으로 본다.
- 먼저 2차 무부하 유기전압 E_2를 구한 뒤 권선비를 적용한다.

사용할 공식

전압 변동률=(E_2-V_2)/(V_2)×100
$E_2 = V_2(1 + 0.1)$
$\frac{V_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = 30$
이 공식을 쓰는 이유는 문제에서 전부하 2차 전압과 전압 변동률이 주어졌으므로 먼저 2차 무부하 유기전압을 복원해야 하고, 그다음 권선비로 1차 전압을 연결해야 하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 전압 변동률 10%이므로
$E_2 = 220 \times (1 + 0.1) = 242V$
2. 권선비가 30 : 1이므로
$V_1 = 30 \times 242 = 7,260V$
3. 따라서 1차 전압은 7,260 V이다.

선지별 해설

① X
4,260 V라는 값이 틀리다. 올바르게는 1차 전압이 7,260 V이다.
전압 변동률을 반영한 2차 전압 242 V에 권선비 30을 적용해야 하므로 계산 결과와 맞지 않는다.

② X
5,260 V라는 값이 틀리다. 올바르게는 1차 전압이 7,260 V이다.
전압 변동률 10%를 적용한 뒤 권선비를 정확히 반영하면 이 값이 나올 수 없다.

③ X
6,260 V라는 값이 틀리다. 올바르게는 1차 전압이 7,260 V이다.
2차 전압 220 V를 바로 권선비에 곱하거나 전압 변동률 반영을 중간에 잘못하면 생길 수 있는 오답이며, 계산 결과와 일치하지 않는다.

④ O
전압 변동률로 $E_2 = 242V$를 구하고 권선비 30 : 1을 적용하면 $V_1 = 7,260V$가 된다.
따라서 ④가 옳다.

오답 포인트

전압 변동률의 기준 전압을 잘못 잡으면 오답이 된다. 이 문제는 전부하 2차 전압 220 V에서 시작해 무부하 2차 전압 E_2를 먼저 구해야 하며, $\frac{E_2 - V_2}{E_2}$처럼 식을 잘못 쓰면 값이 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압 변동률 문제가 나오면 먼저 주어진 2차 전압이 전부하 전압인지 확인한다. 그다음 전압 변동률 식으로 다른 쪽 2차 전압을 복원하고, 마지막에 권선비를 적용해 1차 전압을 구하면 된다.

암기 포인트

전압 변동률 문제는 E_2=V_2(1+변동률)로 2차 무부하 전압을 먼저 구한 뒤 권선비를 곱하는 순서가 핵심이다.

NoteBase

문 6. 변압기의 Y-Y 결선 방식에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 중성점을 접지시키면 절연이 용이하여 고전압에 유리하다.

② 1상분이 고장났을 경우 나머지 2상분으로 V 결선할 수 있다.

③ 중성점을 접지시키면 통신장애를 일으킬 수 있다.

④ 중성점을 비접지시키면 전압의 파형이 흐트러질 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

Y-Y 결선의 장단점과 중성점 접지 여부, 그리고 V결선이 가능한 결선 방식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

Y-Y 결선은 1차와 2차를 모두 Y로 묶은 결선으로, 각 상 권선 전압이 선간전압의 $1/\sqrt{3}$이어서 절연에는 유리하다. 중성점 접지는 중성점 전위를 안정시키지만, 제3고조파 전류나 지락 전류의 통로가 되어 통신장해 요인이 될 수 있다.
V결선은 Δ-Δ 결선에서 1대가 고장났을 때 남은 2대로 개방삼각 운전을 하는 방식이지, Y-Y 결선의 고장 대체 운전 방식이 아니다.

선지별 해설

① O
중성점이 있는 Y결선은 각 상 권선에 걸리는 전압이 낮아 절연 설계가 쉬워 고전압용에 유리하다. 이 선지는 Y결선의 대표적인 장점을 말한 것으로 타당하다.

② X
틀린 부분은 "나머지 2상분으로 V결선할 수 있다"는 표현이다. V결선은 Δ-Δ 결선에서 1상이 빠졌을 때 가능한 개방삼각 결선이다. Y-Y 결선에서 1상분이 고장났다고 해서 그대로 V결선 운전을 할 수 있는 것은 아니다.

③ O
중성점을 접지하면 제3고조파 전류나 영상 전류가 대지 쪽으로 흐를 수 있어 인근 통신선에 유도 장해를 줄 수 있다. 따라서 통신장해를 일으킬 수 있다는 설명은 맞다.

④ O
중성점을 비접지하면 중성점 전위가 떠서 각 상 전압이 불안정해지고, 제3고조파 영향도 커져 전압 파형이 흐트러질 수 있다. Y-Y 결선의 비접지 운전에서 나타나는 대표적인 약점이다.

NoteBase

오답 포인트

Y-Y 결선의 장점과 Δ-Δ 결선의 V결선 가능성을 서로 섞으면 ②를 맞는 말처럼 보기 쉽다. "1대 고장 시 2대로 계속 운전"이라는 문구는 개방삼각 운전의 특징이므로 Δ결선 계열과 연결해서 봐야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 결선 문제에서는 먼저 Y결선의 장점이 절연과 고전압 적합성인지, 중성점 접지 여부가 파형과 통신장해에 어떤 영향을 주는지 본다. 그다음 "V결선"이 나오면 Δ-Δ 결선의 1대 고장 후 대체 운전인지부터 확인하면 된다.

암기 포인트

Y-Y는 절연에는 유리하고, V결선은 Δ-Δ의 고장 대체 운전이다.

NoteBase

문 7. 동기전동기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 기동 토크가 작다.

② 역률을 조정할 수 없다.

③ 난조가 일어나기 쉽다.

④ 여자기가 필요하다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기전동기의 기본 성질과 유도전동기와 구별되는 특징, 특히 역률 조정 가능 여부를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기전동기는 회전자에 직류 여자를 가해 동기속도로 운전하는 전동기이다.
동기전동기는 스스로 기동하지 못해 기동 토크가 매우 작고 별도 기동 장치가 필요하다.
또한 여자전류를 바꾸면 역률을 지상, 1, 진상 쪽으로 조정할 수 있다는 점이 핵심 특징이다.

선지별 해설

① O
기동 시 평균 토크가 거의 없어 자력으로 바로 동기속도에 올라가기 어렵다. 그래서 동기전동기는 기동 토크가 작다고 본다.

② X
틀린 부분은 "역률을 조정할 수 없다"는 표현이다.
실제로는 여자전류를 조정하면 역률을 조정할 수 있다. 동기전동기는 과여자 시 진상역률, 부족여자 시 지상역률로 운전할 수 있다.

③ O
동기전동기는 부하 변동 등에 의해 회전자가 동기 위치를 중심으로 진동하는 난조가 생기기 쉽다. 따라서 난조가 일어나기 쉽다는 설명은 맞다.

④ O
동기전동기는 회전자 자계를 만들기 위한 직류 여자가 필요하다. 따라서 여자기가 필요하다는 설명은 맞다.

NoteBase

오답 포인트

유도전동기는 역률 조정 능력이 거의 없지만, 동기전동기는 여자전류 조정으로 역률 개선에 활용된다는 점을 바꿔 묻는 함정이다. ②처럼 동기전동기의 장점을 유도전동기의 성질처럼 바꾸면 틀린 선지가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기전동기 문제가 나오면 먼저 스스로 기동 가능한지, 직류 여자가 필요한지, 여자전류로 역률 조정이 가능한지를 기준으로 판단한다. 이 세 가지 중 역률 조정 불가라고 하면 우선 틀린 진술로 본다.

암기 포인트

동기전동기는 기동 약함, 여자 필요, 역률 조정 가능이 핵심이다.

NoteBase

문 8. 380[V], 10[hp], 4극, 60[Hz], Y 결선 유도전동기가 슬립 3%의 전부하로 운전되고 있을 때, 전동기의 회전자의 속도[rpm]는?

① 1,680
② 1,710
③ 1,746
④ 1,760

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도와 슬립의 관계를 이용해 회전자 속도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 4극, 60[Hz], 슬립 3%
구해야 할 값: 회전자 속도[rpm]
주의할 조건: 속도 계산에는 380[V], 10[hp], Y 결선이 직접 필요하지 않고 동기속도와 슬립만 사용한다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{p}$, 회전자 속도는 $N = (1 - s)N_s$이다.
이 공식을 쓰는 이유:
유도전동기의 회전자는 동기속도보다 슬립만큼 느리게 회전하므로 동기속도를 먼저 구한 뒤 $(1 - s)$를 곱하면 된다.

계산 과정

1. 동기속도는 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\text{rpm}$이다.
2. 슬립 3%는 $s = 0.03$이다.
3. 회전자 속도는 $N = (1 - 0.03) \times 1800 = 1746\text{rpm}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 1,680 rpm은 동기속도 1,800 rpm보다 120 rpm 낮은 값이므로 슬립이 $\frac{120}{1800} = 0.0667$, 즉 약 6.67%일 때의 속도이다. 슬립 3% 조건과 맞지 않으며 올바르게는 1,746 rpm이다.
② X: 1,710 rpm은 동기속도보다 90 rpm 낮은 값이므로 슬립이 $\frac{90}{1800} = 0.05$, 즉 5%일 때의 속도이다. 문제 조건보다 슬립을 크게 본 오답이며 올바르게는 1,746 rpm이다.
③ O: $N = (1 - s)N_s$에 대입하면 1746rpm이 되므로 맞는 값이다.
④ X: 1,760 rpm은 동기속도보다 40 rpm 낮은 값이므로 슬립이 $\frac{40}{1800} \approx 0.0222$, 즉 약 2.22%일 때의 속도이다. 슬립 3%를 과소적용한 오답이며 올바르게는 1,746 rpm이다.

오답 포인트

380[V], 10[hp], Y 결선 같은 조건을 속도식에 억지로 넣거나, 동기속도만 구하고 슬립을 반영하지 않으면 틀린다. 슬립 3%는 3 rpm을 빼는 뜻이 아니라 동기속도의 3%만큼 감소한다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 속도 문제는 먼저 $N_s = \frac{120f}{P}$로 동기속도를 구하고, 그다음 슬립이 주어지면 $N = (1 - s)N_s$를 적용해 실제 회전자 속도를 계산하면 된다. 전압, 출력, 결선방식이 속도식에 직접 들어가는지부터 구분하면 판단이 빨라진다.

암기 포인트

유도전동기 회전자 속도는 $N = (1 - s)N_s$, 동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.

NoteBase

문 9. 단상 유도전동기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 기동토크가 없으므로 자체기동을 위한 기동장치가 필요하다.

② 2차 저항이 커지면 슬립이 0이 되기 전에 토크는 0이 된다.

③ 2차 저항이 매우 커지면 역토크가 발생할 수 있다.

④ 2차 저항의 크기가 변화해도 최대토크는 일정하다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단상 유도전동기의 이중회전자계 이론과 2차 저항 변화가 토크-슬립 특성에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

단상 유도전동기는 정지 시 정회전자계와 역회전자계가 같은 크기로 생겨 순기동토크가 0이 되는 전동기이다. 순토크는 정회전 토크에서 역회전 토크를 뺀 값이므로, 2차 저항이 바뀌면 영토크점뿐 아니라 최대토크의 크기도 함께 달라진다.

선지별 해설

① O

기동 시에는 정회전자계 토크와 역회전자계 토크가 서로 같아 순토크가 0이 된다. 따라서 보조권선, 콘덴서 등 자체기동을 위한 기동장치가 필요하다.

② O

회전 속도가 동기속도에 가까워져 슬립이 0이 되면 정회전자계에 의한 토크는 0에 가까워지지만, 역회전자계에 의한 역토크 성분은 남는다. 그래서 2차 저항이 커지면 슬립이 0이 되기 전에 순토크가 0이 되는 점이 나타난다.

③ O

2차 저항이 매우 커지면 역회전자계가 만드는 역토크 성분의 영향이 커져 일부 운전 영역에서 순토크가 음수가 될 수 있다. 따라서 역토크가 발생할 수 있다는 설명은 옳다.

④ X

틀린 부분은 "최대토크는 일정하다"이다. 단상 유도전동기는 순토크가 정토크와 역토크의 차로 결정되므로 2차 저항이 변하면 최대토크의 크기도 일정하지 않다. 올바르게는 "2차 저항이 변하면 최대토크의 크기와 그때의 슬립도 달라진다"이다.

NoteBase

오답 포인트

④는 3상 유도전동기에서 최대토크가 2차 저항 변화에 크게 좌우되지 않는 성질을 단상 유도전동기에 그대로 옮겨오면 틀리기 쉬운 선지이다. 단상은 역회전자계가 함께 작용하므로 같은 논리를 그대로 적용할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

단상 유도전동기 문제는 먼저 "순토크 = 정회전 토크 - 역회전 토크"를 떠올리면 판단이 빨라진다. 이 식을 기준으로 보면 기동 시 순토크가 0인 이유와 2차 저항 변화에 따라 최대토크가 고정되지 않는 이유가 함께 정리된다.

암기 포인트

단상 유도전동기는 기동토크가 0이고, 순토크는 정토크에서 역토크를 뺀 값이며, 2차 저항이 바뀌면 최대토크도 함께 변한다.

NoteBase

문 10. 3상, 4극, 총 슬롯수 48인 동기발전기를 권선피치 10°로 하여 전기자 코일을 연결하였을 때 기본파에 대한 분포계수의 값은? (단, 원주율 π는 3으로, $\sin(1/2)$은 0.48, $\sin(1/8)$은 0.125로 계산한다.)

① 0.99

② 0.98

③ 0.97

④ 0.96

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 상당 슬롯수와 슬롯각을 이용해 기본파 분포계수 k_d를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 3상, 4극, 총 슬롯수 48이다.
구해야 할 값: 기본파에 대한 분포계수 k_d이다.
주의할 조건: 권선피치 10도는 단절권에 따른 절절계수 k_p와 관련되고, 분포계수 k_d 계산에는 직접 쓰이지 않는다.

사용할 공식

기본파 분포계수는 $k_d = \frac{\sin(q\beta/2)}{q\sin(\beta/2)}$이다.
여기서 q는 상당 슬롯수, β는 슬롯각이다.
이 공식을 쓰는 이유: 분포계수는 한 상당에 슬롯들이 여러 개로 분포 배치될 때의 기본파 기전력 감소비를 나타내므로 상당 슬롯수와 슬롯각으로 계산한다.

계산 과정

1. 상당 슬롯수는 $q = \frac{48}{3 \times 4} = 4$이다.
2. 극당 슬롯수는 $\frac{48}{4} = 12$이므로 슬롯각은 $\beta = \frac{180^\circ}{12} = 15^\circ$이다. 문제 조건 $\pi = 3$을 쓰면 $15^\circ = \pi/12 = 1/4$로 본다.
3. 따라서

$$k_d = \frac{\sin(q\beta/2)}{q\sin(\beta/2)} = \frac{\sin(4 \times (1/4)/2)}{4\sin((1/4)/2)} = \frac{\sin(1/2)}{4\sin(1/8)} = \frac{0.48}{4 \times 0.125} = \frac{0.48}{0.5} = 0.96$$

이므로 기본파 분포계수는 0.96이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 0.99는 계산값과 다르다. 10도 단절권에서의 절절계수 k_p에 가까운 값을 떠올리면 이런 오답이 나오지만, 분포계수 k_d는 0.96이다.
② X: 0.98은 $\frac{0.48}{4 \times 0.125}$의 계산 결과와 맞지 않는다. 분포계수는 0.98이 아니라 0.96이다.
③ X: 0.97도 주어진 근삿값으로 계산한 결과와 다르다. 분포계수는 0.97이 아니라 0.96이다.
④ O: $k_d = \frac{0.48}{0.5} = 0.96$이므로 옳다.

오답 포인트

권선피치 10도를 보고 절절계수 k_p까지 끌어오면 함정에 걸린다. 이 문항은 분포계수만 묻기 때문에 상당 슬롯수 q와 슬롯각 β만 정확히 잡으면 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분포계수를 묻는 계산형 문항은 먼저 $q = \frac{Z}{mP}$를 구하고, 다음에 슬롯각 β=180^극당 슬롯수를 구한 뒤 $k_d = \frac{\sin(q\beta/2)}{q\sin(\beta/2)}$에 대입해 판단한다.

암기 포인트

분포계수는 슬롯 분포 효과이므로 q와 β로 계산하고, 권선피치는 절절계수 k_p에서 따로 반영한다.

NoteBase

문 11. 4극, 60[Hz], 220[V]인 3상 유도전동기가 1,755[rpm]으로 회전할 때 회전자 회로에 유기되는 기전력의 주파수의 값[Hz]은?

① 1

② 1.5

③ 2

④ 2.5

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도와 slip을 이용해 회전자 회로의 유기기전력 주파수 f_2를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 극수 $P = 4$, 전원 주파수 $f_1 = 60Hz$, 회전자 속도 $N = 1755rpm$
구해야 할 값: 회전자 회로에 유기되는 기전력의 주파수 f_2
주의할 조건: 유도전동기의 회전자 주파수는 전원 주파수 전체가 아니라 slip 비율만큼만 남는다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f_1}{P}$이다.
회전자 주파수는 $f_2 = sf_1$이다.
slip은 $s = \frac{N_s - N}{N_s}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 회전자 유기기전력의 주파수는 회전자와 회전자계의 상대속도에 비례하므로 먼저 동기속도와 실제 회전자 속도의 차이에서 slip을 구해야 한다.

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800rpm$이다.
2. slip은 $s = \frac{1800 - 1755}{1800} = \frac{45}{1800} = 0.025$이다.
3. 회전자 주파수는 $f_2 = sf_1 = 0.025 \times 60 = 1.5Hz$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- 계산 결과는 $1.5Hz$이므로 1 Hz는 틀리다.
- 틀린 표현은 "주파수 1 Hz"이다. 올바르게는 "회전자 회로의 유기기전력 주파수는 1.5 Hz"이다.
- 1 Hz가 되려면 slip이 $\frac{1}{60}$이어야 하지만 실제 slip은 0.025이다.

② O
- 계산 결과 $f_2 = 1.5Hz$이므로 옳다.
- 회전자 속도가 동기속도보다 약간 느리기 때문에 회전자 주파수는 전원 주파수 60 Hz보다 매우 작은 값이 된다.

③ X
- 계산 결과는 $1.5Hz$이므로 2 Hz는 틀리다.
- 틀린 표현은 "주파수 2 Hz"이다. 올바르게는 "회전자 회로의 유기기전력 주파수는 1.5 Hz"이다.
- 2 Hz가 되려면 slip이 $\frac{2}{60} = 0.0333$이어야 하므로 실제 slip보다 크다.

④ X
- 계산 결과는 $1.5Hz$이므로 2.5 Hz는 틀리다.
- 틀린 표현은 "주파수 2.5 Hz"이다. 올바르게는 "회전자 회로의 유기기전력 주파수는 1.5 Hz"이다.
- 2.5 Hz가 되려면 slip이 $\frac{2.5}{60} = 0.0417$이어야 하므로 실제 속도 조건과 맞지 않는다.

오답 포인트

전원 주파수 60 Hz를 그대로 답으로 보거나, 동기속도를 구하지 않고 바로 회전자 속도만 보고 판단하면 틀리기 쉽다. 또한 회전자 주파수와 회전속도를 같은 차원처럼 취급하면 1 Hz, 2 Hz 같은 오답으로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 회전자 주파수 문제는 동기속도 계산 → slip 계산 → f_2=sf_1 순서로 판단하면 된다. 전원 주파수와 회전자 주파수를 직접 같게 놓지 않는 것이 핵심이다.

암기 포인트

유도전동기 회전자 주파수는 $f_2 = sf_1$이다. slip이 작으면 회전자 주파수도 매우 작다.

NoteBase

문 12. 양방향성 3극 소자에 해당하는 것은?

① SCR

② Diode

③ DIAC

④ TRIAC

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전력용 반도체 소자의 전극 수와 전류 도통 방향을 함께 구별하는 문제이다.

핵심 개념

SCR은 게이트를 포함한 3극 사이리스터이지만 전류는 한 방향으로만 흐르는 단방향 소자이다.
Diode는 2극 정류 소자로 기본적으로 한 방향 도통만 한다.
DIAC는 트리거용 2극 양방향 소자이다.
TRIAC는 게이트를 포함한 3극 양방향 사이리스터로 교류 양 반주기 모두를 제어할 수 있다.

선지별 해설

① X: SCR은 3극 소자이지만 양방향성이 아니다. 애노드-캐소드 사이를 한 방향으로만 도통하는 단방향 사이리스터이다. 틀린 표현은 "양방향성"이고, 올바르게는 "단방향성 3극 소자"이다.
② X: Diode는 애노드와 캐소드로 이루어진 2극 소자이다. 틀린 표현은 "3극 소자"이고, 올바르게는 "2극 단방향 소자"이다.
③ X: DIAC는 양방향 소자인 점은 맞지만 단자가 두 개뿐이다. 틀린 표현은 "3극 소자"이고, 올바르게는 "2극 양방향 소자"이다.
④ O: TRIAC는 MT1, MT2, 게이트의 3극을 가지며 정방향과 역방향 모두에서 도통할 수 있는 양방향성 소자이다.

오답 포인트

SCR은 3극이라는 점 때문에, DIAC는 양방향이라는 점 때문에 각각 정답처럼 보이기 쉽다. 이 문항은 "3극"과 "양방향성" 두 조건을 동시에 만족하는지를 묻기 때문에 둘 중 하나만 맞아서는 정답이 될 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전극 수를 본다. 2극이면 Diode 또는 DIAC이고 3극이면 SCR 또는 TRIAC이다. 그다음 도통 방향을 본다. 단방향이면 SCR, 양방향이면 TRIAC로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

SCR은 3극 단방향, DIAC는 2극 양방향, TRIAC는 3극 양방향이다.

NoteBase

문 13. 타여자 직류발전기에서 부하전류 10[A], 단자전압 220[V], 전기자저항 0.3[Ω], 전기자반작용에 의한 전압강하가 1[V], 브러시의 접촉에 의한 전압강하가 1[V]일 때, 이 발전기의 유기기전력의 값[V]은?

① 184

② 225

③ 264

④ 304

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 타여자 직류발전기의 유기기전력을 단자전압에 내부 전압강하를 더해 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 부하전류 10A, 단자전압 220 V, 전기자저항 0.3Ω, 전기자반작용 전압강하 1 V, 브러시 접촉 전압강하 1 V이다.
구해야 할 값: 유기기전력 E_g이다.
주의할 조건: 발전기이므로 유기기전력은 단자전압보다 내부 전압강하만큼 커진다.

사용할 공식

사용 공식은 E_g = V + I_aR_a + 브러시 전압강하 + 전기자반작용 전압강하이다.
이 공식을 쓰는 이유는 발전기 내부에서 생긴 유기기전력에서 전기자저항, 브러시, 전기자반작용에 의한 전압강하가 빠진 값이 단자전압이기 때문이다.

계산 과정

1. 타여자 직류발전기에서는 계자전류가 별도 공급되므로 전기자전류 I_a를 부하전류 10A로 본다.
2. 전기자저항 전압강하는 $I_aR_a = 10 \times 0.3 = 3$V이다.
3. 전체 내부 전압강하는 $3 + 1 + 1 = 5$V이다.
4. 따라서 유기기전력은 $E_g = 220 + 5 = 225$V이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 184 V는 단자전압 220 V보다도 작아서 발전기 내부 전압강하를 반영한 유기기전력 값이 될 수 없다. 유기기전력은 184 V가 아니라 225 V이다.
② O: $E_g = 220 + 10 \times 0.3 + 1 + 1 = 225$V이므로 맞는 값이다.
③ X: 264 V는 주어진 전압강하 합 5 V를 넘는 과대한 값이다. 유기기전력은 264 V가 아니라 225 V이다.
④ X: 304 V도 주어진 조건으로 계산되는 내부 전압강하와 전혀 맞지 않는 값이다. 유기기전력은 304 V가 아니라 225 V이다.

오답 포인트

발전기와 전동기의 식을 반대로 쓰면 부호가 뒤집힌다. 이 문항은 단자전압에 전기자저항강하, 브러시강하, 전기자반작용 강하를 더해야 하는데 이를 빼거나 과도하게 더하면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류발전기 계산형은 먼저 발전기인지 전동기인지 구분한 뒤 단자전압 기준으로 내부 전압강하를 더할지 뺄지를 정한다. 그 다음 I_aR_a, 브러시강하, 반작용 강하를 순서대로 합산하면 된다.

암기 포인트

직류발전기는 E_g = V + 내부강하, 직류전동기는 V = E_b + 내부강하로 정리된다.

NoteBase

문 14. 제동권선이 있는 동기전동기가 3상 60[Hz]의 입력을 받아 동기속도로 반시계방향으로 회전하고 있다. 만약 입력 주파수가 50[Hz]로 감소되었다면, 이 순간의 동기전동기 상태에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 제동권선의 유기 토크가 시계방향으로 생긴다.

② 동기전동기는 속도가 증가한다.

③ 제동권선에 전류가 흐르지 않는다.

④ 동기전동기가 정지한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 주파수 변화 직후 동기전동기의 상대속도 변화와 제동권선이 만드는 유기 토크의 방향을 적용할 수 있는지를 묻는다.

사례 정리

초기에는 60 Hz에서 동기속도로 반시계방향 회전하고 있다.
주파수가 50 Hz로 내려가면 새로운 동기속도는 즉시 더 낮아진다.
그 순간 회전자는 관성 때문에 아직 이전 속도에 가깝게 반시계방향으로 돌고 있으므로, 회전자는 새로운 동기속도보다 빠른 상태가 된다.

핵심 개념

동기속도는 $n_s = 120f/P$ 이므로 주파수가 내려가면 동기속도도 함께 내려간다.
제동권선은 회전자와 회전자계 사이에 상대속도가 생길 때 유도전류가 흐르고, 그 상대운동을 줄이는 방향의 유기 토크를 만든다.

적용 기준

이 순간에는 회전자가 새로운 동기속도보다 더 빠르게 반시계방향으로 돌고 있으므로, 제동권선의 토크는 이를 감속시키는 방향이어야 한다. 따라서 반시계방향 회전을 늦추는 시계방향 토크가 생긴다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 주파수 저하 직후 회전자는 새로운 동기속도보다 빠르다. 제동권선은 상대속도를 줄이는 방향의 토크를 만들므로 반시계방향 회전을 감속시키는 시계방향 유기 토크가 생긴다.
② X: 동기속도 자체가 60 Hz에서 50 Hz로 내려가므로 속도 기준은 감소한다. 틀린 표현은 "속도가 증가한다"이고, 올바르게는 "속도는 감소하려는 방향의 토크를 받는다"이다.
③ X: 동기속도와 실제 회전자 속도 사이에 차이가 생겼으므로 제동권선에는 유도전류가 흐른다. 틀린 표현은 "전류가 흐르지 않는다"이고, 올바르게는 "상대속도가 생긴 순간 유도전류가 흐른다"이다.
④ X: 주파수가 낮아졌다고 해서 이 순간 바로 정지하지는 않는다. 틀린 표현은 "정지한다"이고, 올바르게는 "관성 때문에 계속 회전하되 감속 토크를 받아 새로운 평형으로 이동한다"이다.

오답 포인트

동기전동기라는 이유만으로 항상 제동권선에 전류가 없다고 보면 틀린다. 정상 동기상태에서는 상대속도가 0이지만, 이 문제처럼 주파수가 갑자기 바뀌는 순간에는 상대속도가 생겨 제동권선이 바로 작동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기에서 주파수나 극수가 바뀌면 먼저 새로운 동기속도를 계산하고, 그 직후 실제 회전자 속도와 비교한다. 그다음 제동권선 토크는 상대속도를 줄이는 방향이라고 판단하면 된다.

암기 포인트

제동권선 토크는 항상 회전자와 회전자계의 상대속도를 줄이는 방향으로 생긴다.

NoteBase

문 15. 유도전동기의 기동법이 아닌 것은?

① 기동보상기 기동법

② 2차 저항 기동법

③ 1차 저항 기동법

④ Y-△ 기동법

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 대표적 기동법 분류를 구분하는 문제이다.
선택지 가운데 표준 분류에 포함되는 방식과 포함되지 않는 방식을 가려내는 것이 핵심이다.

핵심 개념

유도전동기의 대표적 기동법은 회전자 형태에 따라 나눈다.
농형은 감전압 기동으로 기동보상기(단권변압기) 기동법, 리액터 기동법, Y-Δ 기동법 등을 쓴다.
권선형은 회전자 2차 회로에 외부저항을 넣는 2차 저항 기동법을 쓴다.
1차(고정자) 측에서 전압을 낮추는 표준 방식은 리액터 기동법과 기동보상기 기동법이다. 고정자에 저항을 직렬로 넣는 방식은 기동전류가 큰 상태에서 저항의 소비전력(손실)이 지나치게 커지므로, 유도전동기의 대표 기동법 분류에서는 리액터를 쓰고 저항은 채택하지 않는다.

선지별 해설

① O
기동보상기 기동법은 단권변압기로 기동전압을 낮추어 기동전류를 줄이는 농형 유도전동기 기동법이다.
② O
2차 저항 기동법은 권선형 유도전동기의 회전자 2차 저항을 외부에서 조정하여 기동전류를 낮추고 기동토크를 높이는 방식이다.
③ X
"1차 저항 기동법", 즉 고정자에 저항을 직렬로 삽입해 전압을 낮추는 방식 자체가 성립하지 않는 것은 아니다. 다만 유도전동기의 대표적 기동법 분류에서 1차 측 감전압 기동으로 드는 표준 방식은 리액터 기동법과 기동보상기 기동법이다. 저항 방식은 큰 기동전류에서 저항의 손실이 지나치게 커 비효율적이므로 대표 분류에 넣지 않는다. 따라서 이 문항이 묻는 "유도전동기의 (대표적) 기동법"에는 해당하지 않아 정답이 된다.
④ O
Y-Δ 기동법은 기동 시 Y결선으로 전압을 낮추고 운전 시 Δ결선으로 전환하는 농형 유도전동기의 감전압 기동법이다.

NoteBase

오답 포인트

1차 측 감전압 기동에서 표준으로 쓰는 것은 "리액터"임을 기억하지 않으면, 발음이 비슷한 "1차 저항"을 정상적인 기동법으로 착각하기 쉽다. 기동보상기·리액터·Y-Δ(농형)와 2차 저항(권선형)을 한 묶음으로 정리하면 혼동을 줄일 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 기동법 문제는 농형의 감전압 기동법(전전압, Y-Δ, 기동보상기, 리액터)인지, 권선형의 2차 회로 기동법(2차 저항)인지를 먼저 나누면 된다. 1차 측 감전압에서는 저항이 아니라 리액터가 표준임을 함께 확인하면 된다.

암기 포인트

농형은 기동보상기·리액터·Y-Δ, 권선형은 2차 저항이다. 1차 측은 저항이 아니라 리액터를 쓴다.

NoteBase

문 16. 지상부하가 연결된 변압기의 2차측 권선 저항이 감소했을 때, 페이저도 해석으로 가장 옳은 것은?

① 2차측 전압이 감소한다.

② 전압변동률이 감소한다.

③ 직렬 임피던스가 증가한다.

④ 1차측 전압이 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 지상부하가 걸린 변압기에서 2차측 권선저항 변화가 내부 전압강하와 전압변동률에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

변압기의 전압변동률은 같은 1차 전압에서 무부하 2차전압과 부하시 2차 단자전압의 차이를 나타내는 값이다. 지상부하에서는 등가직렬저항에 의한 전압강하 IR과 누설리액턴스에 의한 전압강하 IX가 함께 작용한다. 2차측 권선저항이 감소하면 등가직렬저항이 작아져 IR 성분이 줄고, 그만큼 내부 전압강하가 감소하므로 2차 단자전압은 올라가며 전압변동률은 작아진다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "2차측 전압이 감소한다"는 표현이다. 지상부하에서 권선저항이 감소하면 저항성 전압강하 IR가 줄어 같은 유기기전력 E_2에 대해 2차 단자전압 V_2는 오히려 증가한다.
② O: 전압변동률은 내부 직렬임피던스에 의한 전압강하가 작을수록 감소한다. 지상부하에서는 $R\cos\phi + X\sin\phi$ 성분이 전압변동률에 반영되므로, 권선저항 감소는 저항 성분 전압강하를 줄여 전압변동률을 감소시킨다.
③ X: 틀린 부분은 "직렬 임피던스가 증가한다"는 표현이다. 권선저항이 감소하면 등가직렬임피던스의 저항분이 줄어 전체 직렬임피던스도 감소한다.
④ X: 틀린 부분은 "1차측 전압이 증가한다"는 표현이다. 문제는 2차측 권선저항 변화에 따른 내부 강하와 단자전압 변화를 묻는 것이며, 공급된 1차 전압이 저절로 증가하는 것은 아니다. 올바르게는 같은 1차 전압에서 2차측 전압강하가 줄어든다고 본다.

오답 포인트

지상부하에서 리액턴스 성분 IX만 떠올리고 저항 성분 IR 변화를 놓치면 ①처럼 단자전압이 더 떨어진다고 오해하기 쉽다. 또한 저항이 줄었는데도 ③처럼 직렬임피던스가 커진다고 뒤집어 판단하는 함정이 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 권선저항이 줄었다는 문구가 보이면 먼저 등가직렬저항 감소를 떠올린다. 그다음 내부 전압강하 *IR*가 감소하고, 같은 1차 전압이라면 2차 단자전압은 상승하며 전압변동률은 감소한다고 연결하면 된다.

암기 포인트

지상부하 변압기에서 권선저항 감소 → *IR* 강하 감소 → 2차 단자전압 상승 → 전압변동률 감소이다.

NoteBase

문 17. 어느 공장에서 380[V] 전원에 유도전동기 1대와 동기전동기 1대가 부하로 병렬 연결되어 있다. 유도전동기는 100[kW], 0.8 지상역률로 동작하고, 동기전동기 또한 100[kW]를 소비한다. 선로의 손실을 줄이기 위한 방안으로 가장 옳은 것은?

① 동기전동기의 계자전류를 감소시킨다.

② 동기전동기를 지상역률로 동작시킨다.

③ 동기전동기를 과여자로 동작시킨다.

④ 동기전동기를 단위역률로 동작시킨다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 지상 무효전력을 동기전동기의 진상 무효전력으로 보상하여 선로전류와 선로손실을 줄이는 원리를 사례에 적용할 수 있는지를 묻는다.

사례 정리

유도전동기: 100 kW, 역률 0.8 지상으로 동작하므로 전원에서 지상 무효전력을 함께 끌어간다.
동기전동기: 유효전력 100 kW를 소비하지만 여자 상태에 따라 진상 또는 지상 무효전력을 조정할 수 있다.
판단에 중요한 조건: 선로 손실은 I^2R에 비례하므로 전체 부하의 역률을 개선해 전원에서 공급하는 전류를 줄이는 방향이 가장 유리하다.

핵심 개념

과여자 동기전동기는 계자전류를 증가시켜 진상역률로 운전되며, 전원 쪽에 진상 무효전력을 공급하는 동기조상기 역할을 할 수 있다.
유도전동기의 무효전력은 $Q = P\tan\cos^{-1}(0.8) = 100 \times 0.75 = 75\text{kVAr}$ 지상이다.

적용 기준

이 사례에서는 유도전동기가 요구하는 75 kVAr의 지상 무효전력을 동기전동기가 진상 무효전력으로 상쇄할수록 총 무효전력이 줄어든다. 총 무효전력이 줄면 같은 200 kW의 유효전력을 보내더라도 선로전류가 감소하므로 선로손실이 가장 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X: 동기전동기의 계자전류를 감소시키면 부족여자 상태가 되어 지상역률로 운전되기 쉽다. 그러면 동기전동기까지 무효전력을 소비하여 전원 전류가 더 커진다. 틀린 표현은 "계자전류를 감소시킨다"이고, 올바르게는 "계자전류를 증가시켜 과여자 상태로 만든다"이다.
2번 X: 동기전동기를 지상역률로 운전하면 유도전동기와 같은 방향의 지상 무효전력을 더하게 된다. 이는 역률을 더 나쁘게 하므로 선로손실 저감과 반대이다. 올바르게는 "진상역률로 운전시켜 유도전동기의 지상 무효전력을 보상한다"이다.
3번 O: 동기전동기를 과여자로 운전하면 진상 무효전력을 공급할 수 있다. 이 진상 무효전력이 유도전동기의 지상 무효전력을 상쇄하면 전원에서 공급하는 총 피상전력과 선로전류가 줄어들어 선로손실이 가장 작아진다.
4번 X: 동기전동기를 단위역률로 운전하면 동기전동기 자신은 무효전력을 거의 주고받지 않는다. 따라서 유도전동기의 75 kVAr 지상 무효전력은 그대로 전원이 부담하므로 손실 감소 효과가 3번보다 작다. 올바르게는 "단위역률보다 진상역률의 과여자 운전이 더 효과적"이다.

오답 포인트

단위역률이 항상 최선이라고 생각하면 4번으로 흐르기 쉽다. 이 문항의 핵심은 동기전동기 자신의 역률이 아니라 병렬로 물린 전체 부하의 무효전력을 얼마나 상쇄하느냐에 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기와 동기전동기가 함께 나오면 먼저 유도전동기가 지상 무효전력을 소비한다는 점을 확인한다. 그다음 선로손실 감소 문제이면 동기전동기를 진상역률, 즉 과여자 상태로 두어 전체 역률을 1에 가깝게 만드는 선택지를 고른다.

암기 포인트

유도전동기는 지상 무효전력을 먹고, 과여자 동기전동기는 진상 무효전력을 내어 역률을 개선한다.

NoteBase

문 18. 직류발전기에서 회전자를 반시계 방향으로 회전시켰을 때의 특징에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 발전기에서 발생하는 힘은 시계 방향으로 발생하고, 자기적 중성점은 시계 방향으로 이동한다.

② 발전기에서 발생하는 힘은 반시계 방향으로 발생하고, 자기적 중성점은 시계 방향으로 이동한다.

③ 발전기에서 발생하는 힘은 시계 방향으로 발생하고, 자기적 중성점은 반시계 방향으로 이동한다.

④ 발전기에서 발생하는 힘은 반시계 방향으로 발생하고, 자기적 중성점은 반시계 방향으로 이동한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류발전기에서 회전 방향이 정해졌을 때 도체가 받는 전자기력(반작용력)의 방향과 자기적 중성점의 이동 방향을 함께 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

발전기에서 도체에 유도된 전류가 자기장 속에서 받는 전자기력(반작용력)은 렌츠의 법칙(플레밍의 왼손 법칙)에 따라 회전을 방해하는 방향, 즉 회전 방향과 반대 방향으로 작용한다. 따라서 회전자를 반시계 방향으로 돌리면 이 힘은 시계 방향이 된다.
자기적 중성점(중성축)은 전기자 반작용 때문에 이동하는데, 직류발전기에서는 회전 방향과 같은 방향으로 이동한다(전동기에서는 회전 방향과 반대로 이동한다). 따라서 반시계 방향 회전이면 자기적 중성점도 반시계 방향으로 이동한다.

선지별 해설

① X: 도체가 받는 힘을 시계 방향으로 본 점은 옳다. 회전자가 반시계 방향으로 돌면 전자기 반작용력은 회전을 방해하는 시계 방향으로 작용하기 때문이다. 그러나 자기적 중성점을 시계 방향으로 이동한다고 한 부분이 틀리다. 발전기의 자기적 중성점은 회전 방향과 같은 반시계 방향으로 이동한다.
② X: 힘을 반시계 방향으로 본 부분과 자기적 중성점을 시계 방향으로 본 부분이 모두 틀리다. 반시계 방향 회전 시 반작용력은 회전을 방해하는 시계 방향, 자기적 중성점은 회전 방향과 같은 반시계 방향이 되어야 한다.
③ O: 회전자를 반시계 방향으로 돌리면 도체가 받는 전자기 반작용력은 회전을 방해하는 시계 방향으로 작용하고, 자기적 중성점은 회전 방향과 같은 반시계 방향으로 이동한다.
④ X: 자기적 중성점을 반시계 방향으로 본 점은 옳지만, 힘을 반시계 방향으로 본 부분이 틀리다. 반작용력은 회전 방향과 반대인 시계 방향으로 작용한다.

오답 포인트

도체가 받는 힘(전자기 반작용력)은 렌츠의 법칙에 따라 회전 방향과 반대로 작용하고, 자기적 중성점은 발전기에서 회전 방향과 같은 방향으로 이동한다. 두 방향을 같은 규칙으로 외우면 틀리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 도체가 받는 전자기력은 렌츠의 법칙으로 회전을 방해하는 방향(회전 방향과 반대)임을 확정한다. 그다음 발전기인지 전동기인지 구분하여, 발전기이면 자기적 중성점은 회전 방향과 같은 방향으로 이동한다고 연결하면 된다.

암기 포인트

직류발전기에서 반작용력은 회전 방향과 반대, 자기적 중성점은 회전 방향과 같은 방향으로 이동한다.

NoteBase

문 19. △-△결선 변압기를 사용 중 한 상에 고장이 발생하여, V 결선법을 사용하고자 할 때, 이 변압기의 변압기 이용률과 출력의 변화는?

① 변압기 이용률: $\frac{\sqrt{3}}{2}$배, 출력: $\frac{1}{\sqrt{3}}$배
② 변압기 이용률: $\frac{\sqrt{2}}{2}$배, 출력: $\frac{1}{\sqrt{3}}$배
③ 변압기 이용률: $\frac{\sqrt{3}}{2}$배, 출력: $\frac{1}{\sqrt{2}}$배
④ 변압기 이용률: $\frac{1}{2}$배, 출력: $\frac{1}{\sqrt{2}}$배

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Δ – Δ 결선에서 한 대가 고장 나 V결선으로 운전할 때의 이용률과 출력 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

기존은 같은 용량의 단상 변압기 3대로 구성된 Δ – Δ 결선이다.
한 대가 고장 나면 남은 2대로 V결선을 구성한다.
구해야 할 값은 V결선 시의 변압기 이용률과 원래 출력 대비 출력 비이다.

사용할 공식

V결선의 총 출력은 $\sqrt{3}S$이다.
변압기 이용률은 $\frac{\sqrt{3}S}{2S} = \frac{\sqrt{3}}{2}$이다.
원래 Δ – Δ 결선의 총 출력은 $3S$이므로 출력 비는 $\frac{\sqrt{3}S}{3S} = \frac{1}{\sqrt{3}}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 V결선이 같은 용량의 단상 변압기 2대로 3상 전력을 공급하는 특수 운전 상태이기 때문이다.

계산 과정

1. 각 단상 변압기의 정격용량을 S라 둔다.
2. V결선의 총 출력은 $\sqrt{3}S$이므로 두 변압기 정격합 $2S$에 대한 이용률은 $\frac{\sqrt{3}S}{2S} = \frac{\sqrt{3}}{2}$이다.
3. 원래 Δ – Δ 결선의 총 출력은 $3S$이므로 출력 변화는 $\frac{\sqrt{3}S}{3S} = \frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.

선지별 해설

① O: 변압기 이용률이 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배이고 출력이 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이므로 맞다.
② X: 출력 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배는 맞지만 이용률이 $\frac{\sqrt{2}}{2}$배라는 부분이 틀리다. 올바르게는 이용률이 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배이다.
③ X: 이용률 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배는 맞지만 출력이 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배라는 부분이 틀리다. 올바르게는 출력이 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.
④ X: 이용률 $\frac{1}{2}$배와 출력 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배가 모두 틀리다. 올바르게는 이용률이 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배이고 출력이 $\frac{1}{\sqrt{3}}$배이다.

NoteBase

오답 포인트

V결선의 총 출력 $\sqrt{3}S$를 그대로 답으로 외우고 무엇과 비교한 비율인지 놓치면 틀린다. 이용률은 남은 2대의 정격합 $2S$와 비교하고, 출력 변화는 원래 3대의 총 출력 $3S$와 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

V결선 문제는 먼저 기준 용량을 정한다. 그다음 V결선 총 출력 $\sqrt{3}S$를 구하고, 이용률은 $2S$와 비교하며 출력 변화는 원래의 $3S$와 비교하면 된다.

암기 포인트

V결선은 총 출력 $\sqrt{3}S$, 이용률 $\frac{\sqrt{3}}{2}$, 원래 $\Delta-\Delta$ 대비 출력 $\frac{1}{\sqrt{3}}$이다.

NoteBase

문 20. 4극, 50[Hz], 전부하 속도가 1,425[rpm]인 3상 권선형 유도전동기가 있다. 같은 부하토크로 2차 저항을 6배로 하면 회전속도의 값[rpm]은?

① 1,000
② 1,050
③ 1,100
④ 1,150

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 동기속도와 전부하 슬립을 구한 뒤, 같은 부하토크에서 권선형 유도전동기의 2차 저항과 슬립이 비례한다는 관계로 새 회전속도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 극수 4극
- 주파수 50 Hz
- 전부하 속도 1,425 rpm
- 같은 부하토크에서 2차 저항 6배

구해야 할 값:
- 새로운 회전속도

주의할 조건:
- 동기속도는 $n_s = 120f/P$이다.
- 권선형 유도전동기의 정상 운전 영역에서는 같은 부하토크일 때 슬립이 2차 저항에 비례한다.

사용할 공식

$n_s = \frac{120f}{P}, \quad s = \frac{n_s - n}{n_s}$
같은 부하토크에서 2차 저항을 k배로 하면 슬립도 k배가 되어 $s_2 = ks_1$로 본다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제가 권선형 유도전동기의 2차 저항 변화에 따른 속도 변화를 묻고 있으므로 먼저 기존 슬립을 구한 뒤 같은 토크 조건의 슬립 변화를 적용해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 동기속도는 $n_s = 120 \times 50/4 = 1{,}500rpm$이다.
2. 기존 슬립은 $s_1 = (1500 - 1425)/1500 = 0.05$이다.
3. 2차 저항을 6배로 하면 $s_2 = 6s_1 = 0.30$이다.
4. 새로운 속도는 $n_2 = (1 - s_2)n_s = 0.70 \times 1500 = 1{,}050rpm$이다.

선지별 해설

① X: 계산 결과는 1,050 rpm이다. 1,000 rpm은 새 슬립을 잘못 크게 잡은 값이다. 틀린 표현은 '회전속도 1,000 rpm'이며, 올바르게는 '회전속도 1,050 rpm'이다.
② O: 동기속도 1,500 rpm, 기존 슬립 0.05, 새 슬립 0.30을 적용하면 새 회전속도는 1,050 rpm이 된다.
③ X: 1,100 rpm이면 슬립이 $(1500 - 1100)/1500 \approx 0.267$이므로 2차 저항 6배 조건과 맞지 않는다. 틀린 표현은 '회전속도 1,100 rpm'이며, 올바르게는 '회전속도 1,050 rpm'이다.
④ X: 1,150 rpm이면 슬립이 $(1500 - 1150)/1500 \approx 0.233$이어서 새 슬립 0.30과 다르다. 틀린 표현은 '회전속도 1,150 rpm'이며, 올바르게는 '회전속도 1,050 rpm'이다.

오답 포인트

2차 저항 6배를 속도 변화량 6배로 오해하기 쉽다. 실제로는 속도가 아니라 슬립이 6배가 되므로 먼저 동기속도 1,500 rpm과 기존 슬립 0.05를 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기 속도제어 문제는 n_s 계산, 기존 슬립 계산, 같은 토크에서 $s \propto R_2$ 적용, $n = (1 - s)n_s$ 재계산 순서로 판단한다.

암기 포인트

권선형 유도전동기는 같은 부하토크에서 2차 저항이 커질수록 슬립이 커지고 속도는 낮아진다.

NoteBase