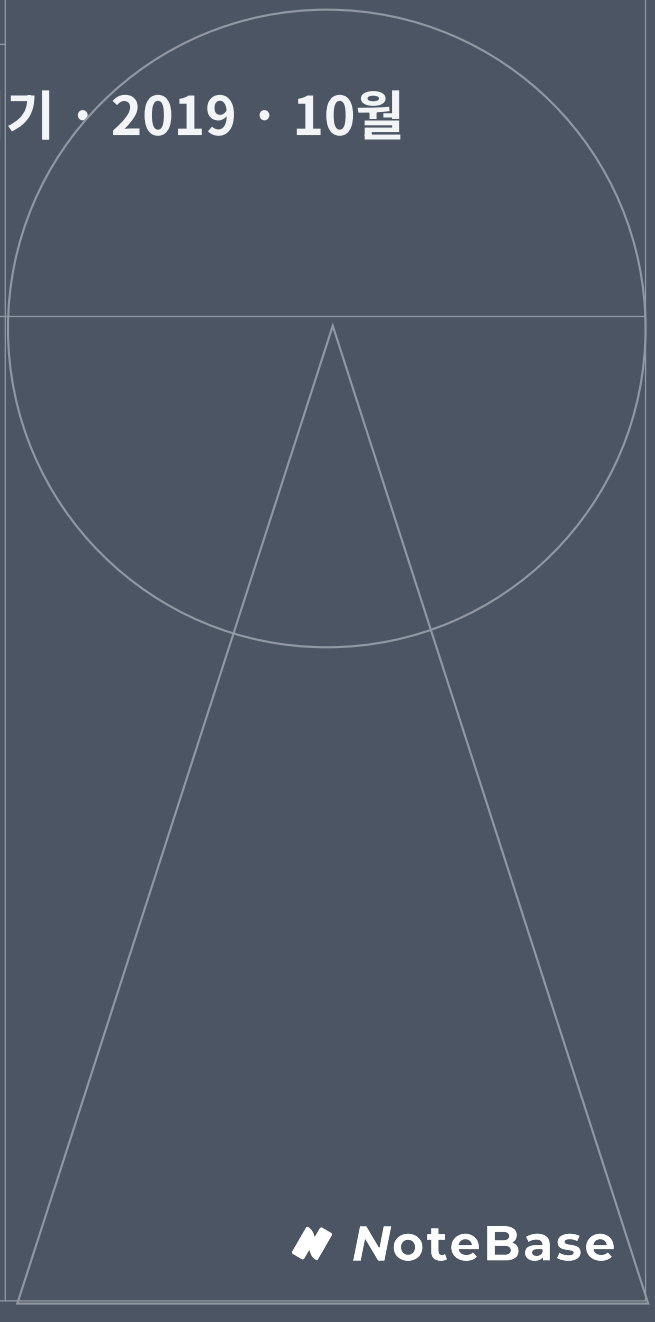
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

문 1. 3상 동기 발전기의 자극 면에 제동권선을 설치하는 이유로 가장 옳은 것은?

① 출력증가

② 역률개선

③ 난조방지

④ 효율개선

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 동기 발전기의 제동권선이 출력·역률·효율을 높이는 장치가 아니라 난조를 억제하는 장치인지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

제동권선은 동기기의 자극면에 설치하는 권선으로, 회전자에 속도 변동이 생길 때 유도전류가 발생하여 진동 성분을 감쇠시키는 장치이다. 핵심 키워드는 자극면, 유도전류, 난조감쇠이다.

선지별 해설

① X: 제동권선의 주된 목적은 출력을 증가시키는 것이 아니다. 틀린 표현은 "출력증가"이다. 올바르게는 회전자 속도 요동을 줄여 운전을 안정하게 하는 난조방지이다.
② X: 역률 개선은 계자전류 조정이나 무효전력 보상과 관련된 기능이다. 틀린 표현은 "역률개선"이다. 올바르게는 제동권선은 속도 변동 시 유도전류로 난조를 감쇠한다.
③ O: 제동권선은 동기 발전기에서 발생하는 난조를 억제하는 역할을 한다. 자극면의 도체에 유도전류가 흘러 속도 진동을 감쇠하므로 가장 옳다.
④ X: 제동권선은 효율 개선을 직접 목표로 두는 장치가 아니다. 틀린 표현은 "효율개선"이다. 올바르게는 효율 향상이 아니라 운전 안정도 향상과 난조방지가 목적이다.

NoteBase

오답 포인트

출력, 역률, 효율처럼 성능 지표를 보면 그럴듯해 보이지만 제동권선의 핵심 기능은 안정도 확보이다.
"제동"이라는 이름과 자극면 설치 위치를 보고 속도 요동을 줄이는 장치라는 점을 연결하지 못하면 ①, ②, ④로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기에서 자극면의 제동권선이 나오면 먼저 난조방지와 안정도 향상을 떠올리면 된다. 선택지에 출력증가, 역률개선, 효율개선처럼 성능 향상 표현이 있으면 우선 제외하는 방식으로 판단할 수 있다.

암기 포인트

제동권선은 자극면에 설치되어 유도전류로 난조를 막는 권선이다.

NoteBase

문 2. 정격이 같은 2대의 단상 변압기 1,000[kVA]의 백분율 임피던스 강하가 각각 4[%], 5[%]이다. 이것을 병렬로 하면 걸 수 있는 최대 부하[kVA] 값은?

① 1,800

② 1,850

③ 1,889

④ 2,250

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 임피던스 강하가 다른 2대의 변압기를 병렬 운전할 때 부하 분담비와 최대 총부하를 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 두 변압기의 정격은 각각 1,000 kVA, 백분율 임피던스 강하는 각각 4%, 5%이다.
구해야 할 값: 병렬 운전 시 걸 수 있는 최대 총부하이다.
주의할 조건: 임피던스가 작은 변압기가 더 많은 부하를 분담하므로 4% 변압기가 먼저 정격에 도달한다.

사용할 공식

부하 분담은 임피던스에 반비례하므로 $S_1 : S_2 = Z_2 : Z_1$이다.
따라서 4%기와 5%기의 분담비는 $S_{4\%} : S_{5\%} = 5 : 4$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 정격이 같고 병렬 운전 조건이 같으면 각 변압기 전류, 즉 부담 kVA는 퍼센트 임피던스의 역비로 나뉘기 때문이다.

계산 과정

총부하를 S_T라고 두면 4% 변압기의 부담은 $\frac{5}{9}S_T$, 5% 변압기의 부담은 $\frac{4}{9}S_T$이다.
저임피던스인 4% 변압기가 먼저 정격 1,000 kVA에 도달하므로 $\frac{5}{9}S_T = 1000$이다.
따라서 $S_T = 1000 \times \frac{9}{5} = 1800$ kVA이다.
이때 5% 변압기의 부담은 $1800 \times \frac{4}{9} = 800$ kVA이므로 아직 정격 이내이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산 결과 최대 총부하는 1,800 kVA이므로 맞다.
2번 X: 1,850 kVA를 걸면 4% 변압기 부담이 $1850 \times \frac{5}{9} = 1027.8$ kVA가 되어 정격을 초과한다. 틀린 값은 1,850 kVA이며 올바르게는 1,800 kVA이다.
3번 X: 1,889 kVA를 걸면 4% 변압기 부담이 약 1,049.4 kVA가 되어 정격 초과이다. 틀린 값은 1,889 kVA이며 올바르게는 1,800 kVA이다.
4번 X: 2,250 kVA는 두 변압기 정격합 2,000 kVA보다도 크고, 특히 4% 변압기 부담이 $2250 \times \frac{5}{9} = 1250$ kVA가 되어 병렬 운전 한계를 넘는다. 틀린 값은 2,250 kVA이며 올바르게는 1,800 kVA이다.

오답 포인트

정격이 같다는 이유로 부하도 반반 분담한다고 보면 틀린다. 병렬 운전에서는 임피던스가 작은 변압기가 더 큰 전류를 가져가므로 저임피던스기가 먼저 과부하된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

병렬 운전 최대부하 문제는 먼저 임피던스 역비로 부하 분담비를 잡고, 더 많이 부담하는 저임피던스기의 부담이 정격에 도달하는 지점에서 총부하를 구하면 된다.

암기 포인트

변압기 병렬운전 부하 분담은 임피던스 역비이며, 최대 총부하는 저임피던스기가 먼저 정격에 닿는 시점에서 결정된다.

NoteBase

문 3. 60[Hz], 4극 유도전동기의 전부하 슬립이 4[%]이다. 전부하에서의 회전수[rpm]는?

① 1,700

② 1,710

③ 1,728

④ 1,800

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 유도전동기의 동기속도와 슬립 공식을 이용해 전부하 회전수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 주파수는 60 Hz이다.
- 극수는 4극이다.
- 전부하 슬립은 4%이다.

구해야 할 값:
- 전부하 회전수이다.

주의할 조건:
- 슬립 4%는 동기속도에서 4%만큼 느리게 돈다는 뜻이다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
회전수는 $N = (1 - s)N_s$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
유도전동기의 실제 회전수는 동기속도보다 슬립만큼 작고, 문제에서 주파수·극수·슬립이 모두 주어졌으므로 동기속도를 먼저 구한 뒤 실제 회전수를 계산하는 상황이다.

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{4} = 1800\text{rpm}$이다.
2. 슬립 4%는 $s = 0.04$이므로 실제 회전수는 동기속도의 96%이다.
3. 따라서 $N = (1 - 0.04) \times 1800 = 0.96 \times 1800 = 1728\text{rpm}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 1,700 rpm은 계산 결과인 1,728 rpm과 다르다.
- 틀린 표현은 전부하 회전수를 1,700 rpm으로 본 점이다. 올바르게는 1,728 rpm이다.

② X
- 1,710 rpm은 계산 결과인 1,728 rpm과 다르다.
- 틀린 표현은 슬립을 적용한 전부하 회전수를 1,710 rpm으로 본 점이다. 올바르게는 1,728 rpm이다.

③ O
- 동기속도 1,800 rpm에 슬립 4%를 적용하면 1728rpm이므로 옳다.

④ X
- 1,800 rpm은 슬립이 0%일 때의 동기속도일 뿐 전부하 회전수가 아니다.
- 틀린 표현은 동기속도와 실제 회전수를 같게 본 점이다. 올바르게는 슬립 4%를 반영한 1,728 rpm이다.

오답 포인트

가장 흔한 함정은 1,800 rpm 동기속도를 그대로 답으로 고르는 경우이다. 슬립은 유도전동기의 실제 회전수가 동기속도보다 작아지는 비율이므로, 슬립이 주어지면 반드시 $(1-s)$를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도전동기 속도 문제는 먼저 $N_s = \frac{120f}{P}$로 동기속도를 구하고, 슬립이 있으면 실제 회전수는 $(1-s)N_s$로 바로 연결해 판단한다.

암기 포인트

유도전동기 실제 회전수는 동기속도보다 항상 슬립만큼 작아서 $N = (1-s)N_s$이다.

NoteBase

문 4. 어떤 공장에서 사용전력이 5,000[kVA]이고 역률은 지상 0.6이다. 여기에 500[kW]를 소비하는 동기 전동기를 병렬로 접속하여 공장 전체의 역률을 높이고자 한다. 동기 전동기의 역률을 진상 0.8로 운전할 때 공장 전체의 전력[kVA]은?

① 3,250+j4,375

② 3,500+j3,250

③ 3,500+j3,625

④ 3,625+j3,500

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 기존 부하의 유효전력과 무효전력을 구한 뒤, 진상 운전하는 동기 전동기의 복소전력을 병렬 합산하여 공장 전체 복소전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 기존 공장 부하: 5,000[kVA], 역률 지상 0.6
- 동기 전동기: 500[kW], 역률 진상 0.8

구해야 할 값:
- 공장 전체의 복소전력

주의할 조건:
- 지상 역률의 무효전력은 $+jQ$, 진상 역률의 무효전력은 $-jQ$로 본다.

사용할 공식

복소전력은 $S = P + jQ$로 두고, 역률 $\cos\theta$에서 $P = S\cos\theta$, $Q = S\sin\theta$를 사용한다.

이 공식을 쓰는 이유:

주어진 값이 피상전력과 역률이므로 먼저 각 부하를 유효전력과 무효전력으로 분해한 뒤, 병렬 접속된 부하의 P와 Q를 각각 대수합해야 하기 때문이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

계산 과정

1. 기존 공장의 유효전력은 $P_1 = 5000 \times 0.6 = 3000[kW]$이다. 무효전력은 $Q_1 = 5000 \times \sqrt{1 - 0.6^2} = 5000 \times 0.8 = 4000[kvar]$이므로 기존 공장 복소전력은 $3000 + j4000$이다.
2. 동기 전동기의 피상전력은 $S_m = 500/0.8 = 625[kVA]$이다. 무효전력의 크기는 $Q_m = 625 \times \sqrt{1 - 0.8^2} = 625 \times 0.6 = 375[kvar]$이다. 진상 운전이므로 동기 전동기 복소전력은 $500 - j375$이다.
3. 따라서 공장 전체 복소전력은 $(3000 + j4000) + (500 - j375) = 3500 + j3625$이다.

선지별 해설

① X
유효전력을 3,250으로 본 수치가 틀렸다. 동기 전동기는 500[kW]를 소비하므로 전체 유효전력은 $3000 + 500 = 3500[kW]$이다.
무효전력도 4,375가 아니라 기존 4,000[kvar]에서 진상분 375[kvar]를 빼서 $3625[kvar]$가 되어야 한다.
틀린 수치 → 올바르게는 $3500 + j3625$이다.

② X
유효전력 3,500은 맞지만 무효전력 3,250은 틀렸다. 진상 동기 전동기가 상쇄하는 무효전력은 375[kvar]이므로 $4000 - 375 = 3625[kvar]$이다.
틀린 수치 → 올바르게는 $3500 + j3625$이다.

③ O
기존 공장 $3000 + j4000$에 동기 전동기 $500 - j375$를 더하면 $3500 + j3625$가 된다.
복소전력의 실수부는 유효전력, 허수부는 무효전력이므로 이 값이 맞다.

④ X
3,625와 3,500은 각각 무효전력과 유효전력인데 이를 서로 바꿔 적은 값이다.
틀린 수치 → 올바르게는 $3500 + j3625$이다.

오답 포인트

이 문항의 핵심 함정은 진상 무효전력을 더하는 것이 아니라 빼야 한다는 점과, 복소전력 $P + jQ$에서 실수부와 허수부의 의미를 뒤바꾸지 않는 점이다. ④는 값 자체는 비슷하지만 유효전력과 무효전력의 자리를 바꾼 전형적인 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전력 계산 문제는 먼저 각 부하를 P와 Q로 분해하고, 지상은 $+Q$, 진상은 $-Q$로 부호를 정한 뒤, 마지막에 실수부끼리와 허수부끼리 각각 합산하는 순서로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

복소전력은 $S = P + jQ$이며, 지상은 $+jQ$, 진상은 $-jQ$로 합산한다.

NoteBase

문 5. 변압기의 결선방식 중 V결선에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 변압기 1개당의 이용률은 약 0.577이다.

② 단상변압기 2대로 3상 전압을 공급할 수 있다.

③ 부하의 상태에 따라서 2차 단자전압이 불평형으로 된다.

④ 3상 출력은 각 변압기 단상 출력의 $\sqrt{3}$배이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 V결선의 용량 관계와 변압기 이용률을 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

V결선은 단상변압기 2대로 3상 전력을 공급하는 개방 델타 결선이다. V결선의 총 용량은 같은 변압기 3대로 한 정규 Δ결선 용량의 약 57.7%이고, 두 변압기의 정격합에 대한 이용률은 $\sqrt{3}/2 \approx 0.866$이다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 "변압기 1개당의 이용률은 약 0.577"이라는 표현이다. 0.577은 V결선 전체 용량이 같은 변압기 3대의 Δ결선 용량에 대해 가지는 비율이다. 변압기 2대의 정격합에 대한 이용률은 $\sqrt{3}/2 \approx 0.866$이다.
② O. V결선은 단상변압기 2대를 사용하여 3상 전압과 3상 전력을 공급할 수 있는 결선이다.
③ O. V결선은 결선이 비대칭이므로 부하가 불평형하면 각 상 전압의 불평형이 커져 2차 단자전압이 불평형이 될 수 있다.
④ O. 각 변압기 1대의 단상 출력이 S이면 V결선의 3상 출력은 $\sqrt{3}S$가 되므로 각 변압기 단상 출력의 $\sqrt{3}$배가 된다.

오답 포인트

57.7%와 86.6%를 서로 바꾸어 외우면 ① 같은 선지에 걸린다. 57.7%는 정규 Δ결선 대비 V결선의 총 용량 비율이고, 86.6%는 두 변압기 정격합을 기준으로 본 이용률이다.

다시 나오면 이렇게 판단

V결선 문제에서는 먼저 무엇을 기준으로 한 비율인지 본다. 기준이 같은 3대의 Δ결선 총용량이면 57.7%이고, 기준이 현재 사용하는 2대 변압기의 정격합이면 86.6%이다.

암기 포인트

V결선은 2대로 3상을 만들고, 총용량은 57.7%, 이용률은 86.6%이다.

NoteBase

문 6. 정격전압 6,600[V], 정격전류 600[A]의 3상 동기발전기에서 계자전류 300[A]일 때, 무부하 단자전압이 6,600[V]이고 3상 단락전류는 800[A]이면 이 발전기의 단락비로 가장 옳은 것은?

① 1.1

② 1.25

③ 1.33

④ 1.5

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 동기발전기의 단락비를 무부하 포화곡선과 단락특성의 대응 여자전류로 구하는 계산형 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 정격전압: 6,600 V
- 정격전류: 600 A
- 계자전류 300 A일 때 무부하 단자전압: 6,600 V
- 계자전류 300 A일 때 3상 단락전류: 800 A

구해야 할 값:
- 단락비

주의할 조건:
- 단락비는 정격전압을 만드는 여자전류와 정격전류를 만드는 단락 여자전류의 비로 본다.
- 단락특성은 이 범위에서 선형으로 본다.

사용할 공식

단락비는 $\mathrm{SCR} = \frac{I_{f,OC}}{I_{f,SC}}$ 이다.
또는 같은 여자전류에서 읽은 단락전류를 이용하면 $\mathrm{SCR} = \frac{I_{SC}}{I_N}$ 로 계산된다.
이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 계자전류 300 A일 때 무부하 단자전압이 이미 정격전압 6,600 V이므로 $I_{f,OC} = 300A$ 이다. 같은 300 A에서 단락전류가 800 A이므로 정격전류 600 A를 만들 단락 여자전류를 비례식으로 바로 구할 수 있다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

계산 과정

1. 무부하에서 정격전압 6,600 V를 만드는 여자전류는 그대로 $300A$ 이다.
2. 단락 시 여자전류 300 A에서 전기자전류가 800 A이므로, 정격전류 600 A를 만들 여자전류는
$I_{f,SC} = 300 \times \frac{600}{800} = 225A$
이다.
3. 따라서 단락비는
$\mathrm{SCR} = \frac{300}{225} = \frac{800}{600} = 1.33$
이다.

선지별 해설

① X
- 계산 결과 단락비는 1.33이므로 1.1은 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "단락비가 1.1이다"이고, 올바르게는 "단락비는 1.33이다"이다.

② X
- 같은 여자전류에서 읽은 단락전류 800 A를 정격전류 600 A로 나누면 1.33이므로 1.25는 맞지 않는다.
- 틀린 표현은 "단락비가 1.25이다"이고, 올바르게는 "단락비는 1.33이다"이다.

③ O
- SCR = 800/600 = 1.33 또는 300/225 = 1.33 이므로 옳다.
- 무부하 정격전압을 만드는 여자전류와 정격전류를 만드는 단락 여자전류의 비가 정확히 1.33으로 일치한다.

④ X
- 계산 결과가 1.33이므로 1.5는 과대 계산한 값이다.
- 틀린 표현은 "단락비가 1.5이다"이고, 올바르게는 "단락비는 1.33이다"이다.

오답 포인트

단락비를 전압비처럼 보거나, 단락전류 800 A와 정격전류 600 A의 대응 관계를 놓치면 오답이 나온다. 이 문항은 같은 여자전류에서 무부하 정격전압이 만들어졌다는 사실을 보고, 단락특성에서 정격전류 기준으로 비례 환산하는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 단락비 문제는 먼저 무부하에서 정격전압을 만드는 여자전류를 찾고, 다음으로 단락특성에서 정격전류에 해당하는 여자전류를 비례식으로 구한 뒤, 두 여자전류의 비 또는 같은 여자전류에서의 I_{SC}/I_N 로 정리하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

단락비는 "정격전압 여자전류 ÷ 정격전류 단락여자전류"이며, 같은 여자전류에서 읽으면 SCR = I_{SC}/I_N 로 바로 계산된다.

NoteBase

문 7. 직류전동기의 속도제어법 중 광범위한 속도제어가 가능하고 운전효율이 좋은 제어법으로 가장 옳은 것은?

① 계자제어법

② 직렬저항제어법

③ 전압제어법

④ 병렬저항제어법

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류전동기 속도제어법을 속도 범위와 효율 기준으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류전동기 속도는 대체로 $n \propto (V - I_a R_a)/\phi$로 본다.
전압제어법은 전기자 전압 V를 직접 바꾸어 속도를 제어하는 방식으로, 넓은 속도 범위와 좋은 효율을 함께 얻기 쉽다.
계자제어법은 계자자속 ϕ를 약하게 하여 기준속도 이상 고속영역을 제어하는 방식이다.
저항제어법은 직렬·병렬 저항으로 전압 강하나 전류 분배를 바꾸는 방식으로, 손실이 크거나 적용 범위가 제한된다.

선지별 해설

① X: 계자제어법은 계자자속을 약하게 하여 속도를 높이는 방법이므로 기준속도 이상 고속영역 제어에는 유리하지만, 저속부터 광범위하게 제어하는 대표 방법은 아니다. 틀린 표현은 "광범위한 속도제어가 가능하고 운전효율이 좋다"는 일반화이다. 올바르게는 "고속영역 속도제어에 주로 쓰이며 속도 범위에 한계가 있다"이다.
② X: 직렬저항제어법은 전기자 회로에 저항을 직렬로 넣어 전압을 떨어뜨리는 방법이므로 속도는 낮출 수 있지만 저항손실이 커 효율이 좋지 않다. 틀린 표현은 "운전효율이 좋다"이다. 올바르게는 "구조는 간단하지만 효율이 나쁘고 부하변동에 따른 속도 변동이 크다"이다.
③ O: 전압제어법은 전기자 전압을 직접 조정하므로 저속부터 기준속도까지 넓은 범위의 제어가 가능하고, 저항손실 방식보다 효율이 좋다. 그래서 광범위한 속도제어와 양호한 운전효율을 함께 요구할 때 가장 적합하다.
④ X: 병렬저항제어법은 분류기 저항으로 전류 분배를 바꾸는 제한적 제어법이어서 속도 범위가 넓지 않고 저항에 의한 손실 문제도 따른다. 틀린 표현은 "광범위한 속도제어가 가능하고 운전효율이 좋다"이다. 올바르게는 "특정 특성 보정이나 제한적인 속도조정에 쓰이는 보조적 저항제어법"이다.

NoteBase

오답 포인트

①은 계자제어법도 효율이 비교적 좋다는 점 때문에 ③과 혼동하기 쉽다. 그러나 ①은 기준속도 이상 고속영역 중심이고, ②와 ④는 저항손실이 붙는 방식이므로 효율 면에서 불리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류전동기 속도제어에서 "광범위"와 "효율"이 함께 나오면 먼저 저항제어를 제외한다. 기준속도 이상 고속영역만 강조하면 계자제어법, 전기자 전압을 직접 바꾸어 넓은 범위를 제어하면 전압제어법으로 판단한다.

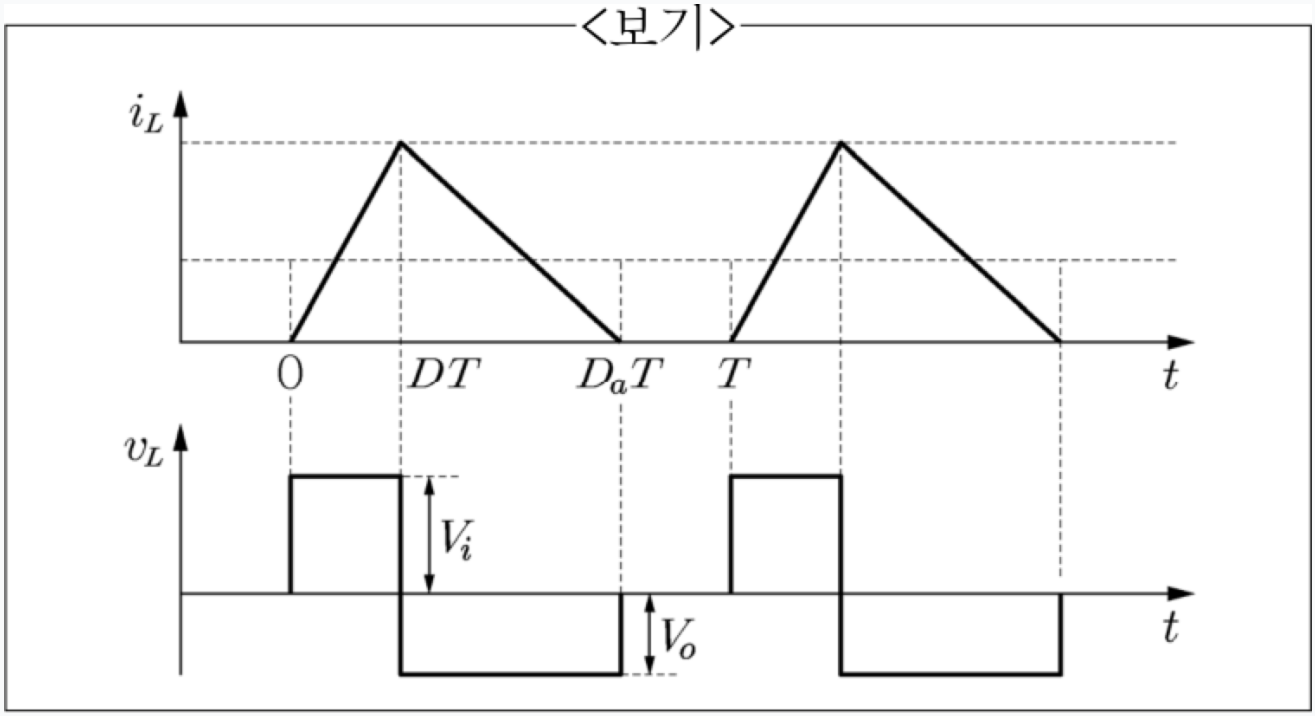
암기 포인트

넓고 효율 좋은 제어는 전압제어, 고속영역 보조 제어는 계자제어, 손실 큰 방식은 저항제어이다.

NoteBase

문 8. Buck-Boost 컨버터의 인덕터 전류 i_L이 <보기>와 같이 불연속인 경우, 출력전압 V_o[V]는? (단, 입력전압은 V_i[V]이고, 출력전압은 V_o[V], 듀티비는 D이다. 전류가 불연속이 되는 시점의 듀티비는 D_a이다.)

<보기>



① $V_o = \frac{D}{D_a - D} V_i$

② $V_o = \frac{D_a}{D_a - D} V_i$

③ $V_o = \frac{D_a}{1 - D} V_i$

④ $V_o = \frac{D}{1 - D_a} V_i$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 Buck-Boost 컨버터의 불연속 전류 파형에서 상승구간과 하강구간의 기울기를 이용해 출력전압의 크기 V_o를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 입력전압 V_i, 듀티비 D, 전류가 0이 되는 시점 D_aT이다.

$0 \sim DT$ 구간에서는 $v_L = V_i$이므로 인덕터 전류가 0에서 최대값까지 선형 증가한다.

$DT \sim D_aT$ 구간에서는 $v_L = -V_o$이므로 인덕터 전류가 최대값에서 0까지 선형 감소한다.

$D_aT \sim T$ 구간은 이미 전류가 0이므로 계산에 들어가는 방전구간이 아니다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

사용할 공식

$+I_{L,\max}=\frac{V_i}{L}DT=\frac{V_o}{L}(D_a-D)T+$
이 공식을 쓰는 이유는 같은 한 주기 안에서 인덕터 전류가 올라간 최대값과 내려오면서 0이 되기 직전의 최대값이 같아야 하기 때문이다.

계산 과정

1. 스위치가 켜진 $0\sim DT$ 구간에서 전류 상승량은 $I_{L,\max}=\frac{V_i}{L}DT$이다.
2. 스위치가 꺼진 뒤 전류가 흐르는 $DT\sim D_aT$ 구간의 전류 감소량은 $I_{L,\max}=\frac{V_o}{L}(D_a-D)T$이다.
3. 두 식을 같게 두면 $\frac{V_i}{L}DT=\frac{V_o}{L}(D_a-D)T$이고, 정리하면 $V_o=\frac{D}{D_a-D}V_i$이다.

선지별 해설

① O
계산 결과가 $V_o=\frac{D}{D_a-D}V_i$이므로 옳다.

② X
틀린 표현은 분자 D_a이다. 최대 전류를 만드는 구간은 스위치 온 구간 DT이므로 분자는 D가 되어야 한다. 올바르게는 $V_o=\frac{D}{D_a-D}V_i$이다.

③ X
틀린 표현은 분모 $1-D$이다. 인덕터 전류가 실제로 감소하는 구간은 전체 오프구간이 아니라 $DT\sim D_aT$이므로 분모는 D_a-D가 되어야 한다. 올바르게는 $V_o=\frac{D}{D_a-D}V_i$이다.

④ X
틀린 표현은 분모 $1-D_a$이다. $1-D_a$는 전류가 이미 0이 된 무전류 구간이라 인덕터 방전시간이 아니다. 올바르게는 $V_o=\frac{D}{D_a-D}V_i$이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 오프구간 전체를 방전구간으로 착각하거나, D_a를 분자에 넣는 데 있다. 불연속 전류에서는 $DT\sim D_aT$까지만 전류가 실제로 내려가고, 그 뒤 $D_aT\sim T$는 전류가 0이므로 식에 들어가지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

불연속 컨버터 파형 문제는 먼저 전류가 올라가는 시간과 내려가는 시간을 그림에서 분리한 뒤, 같은 최대전류 $I_{L,\max}$를 상승식과 하강식으로 각각 써서 서로 같게 두면 된다.

암기 포인트

불연속 Buck-Boost는 D 동안 올라가고 D_a-D 동안 내려가므로 V_o의 비는 $\frac{D}{D_a-D}$로 정리된다.

NoteBase

문 9. 단중 파권으로 권선된 직류 발전기의 자극수가 10, 전기자 총도체수가 400, 각 자극의 자속은 0.01 [Wb], 회전수가 600[rpm]일 때, 유도기전력 [V] 값은?

① 40

② 200

③ 2,400

④ 12,000

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 직류 발전기의 유도기전력 공식을 이용해 파권 직류 발전기의 유도기전력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 자극수 10, 전기자 총도체수 400, 각 자극의 자속 0.01 Wb, 회전수 600 rpm이다.
구해야 할 값은 유도기전력이다.
주의할 조건은 파권이므로 병렬회로수 A는 2라는 점이다.

사용할 공식

직류 발전기의 유도기전력은 $E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 자극수 P, 극당 자속 Φ, 총도체수 Z, 회전수 N, 병렬회로수 A가 모두 주어졌고, 직류 발전기 유기전압을 직접 구하는 표준식에 해당하기 때문이다.

계산 과정

파권이므로 $A = 2$이다.
따라서
$E = \frac{10 \times 0.01 \times 400 \times 600}{60 \times 2}$
이다.
분자를 계산하면 $10 \times 0.01 = 0.1$, $0.1 \times 400 = 40$, $40 \times 600 = 24000$이다.
분모는 $60 \times 2 = 120$이므로
$E = \frac{24000}{120} = 200V$
가 된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
40 V는 파권을 중권처럼 잘못 보아 병렬회로수를 $A = 10$으로 두었을 때 나오는 값이다. 틀린 값 40 V → 올바르게는 200 V이다.

② O
계산 결과가 정확히 200 V이므로 옳다.

③ X
2,400 V는 병렬회로수나 회전수 환산을 잘못 적용해 분모를 지나치게 작게 잡을 때 나오는 오답이다. 틀린 값 2,400 V → 올바르게는 200 V이다.

④ X
12,000 V는 공식의 분모에 있는 60을 빠뜨려 rpm을 그대로 대입했을 때 나오는 값이다. 틀린 값 12,000 V → 올바르게는 200 V이다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 파권과 중권의 병렬회로수를 혼동하는 점이다. 파권은 자극수와 무관하게 $A = 2$이고, 중권은 $A = P$이므로 이 구분이 틀리면 40 V 같은 오답이 나온다. 또 분모의 60을 빠뜨리면 12,000 V처럼 지나치게 큰 값이 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

직류기 유도기전력 계산은 먼저 권선 방식으로 병렬회로수 A를 정한 뒤, $E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$에 대입해 계산하면 된다. 파권이면 $A = 2$, 중권이면 $A = P$를 먼저 확인하면 된다.

암기 포인트

직류기 유도기전력은 $E = \frac{P\Phi ZN}{60A}$이고, 파권은 $A = 2$, 중권은 $A = P$이다.

NoteBase

문 10. 3상 유도전동기 속도제어법 중 주파수제어법 (frequency control)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 전압을 일정하게 하고 전원주파수를 크게 하면 여자전류가 감소하고 공극자속이 줄어든다.

② 역기전력은 주파수가 증가함에 따라 감소한다.

③ 최대토크는 전원주파수의 제곱에 비례한다.

④ 주파수를 작게 하면 효율, 역률, 토크특성이 좋아진다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기의 주파수제어에서 주파수 변화가 여자전류, 공극자속, 역기전력, 최대토크에 어떻게 작용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

주파수제어법은 동기속도 $N_s = 120f/P$를 바꾸어 회전속도를 제어하는 방식이다.
공극자속은 대체로 $\Phi \propto V/f$의 관계로 보며, 정전압에서 주파수를 올리면 자속이 줄어든다.
여자리액턴스는 $X_m = 2\pi f L_m$이므로 정전압에서 주파수가 커지면 여자전류는 감소한다.
최대토크는 정전압 조건에서 대체로 $T_{max} \propto V^2/f^2$로 보며, V/f를 일정하게 유지하면 거의 일정하게 유지된다.

선지별 해설

① O: 정전압에서 주파수를 높이면 여자리액턴스 X_m가 증가하므로 여자전류는 감소한다. 또 $\Phi \propto V/f$이므로 전압이 일정할 때 주파수가 커지면 공극자속도 줄어든다.
② X: 틀린 부분은 "주파수가 증가함에 따라 감소한다"이다. 역기전력은 $E \propto f\Phi$이므로 단순히 감소한다고 볼 수 없다. V/f 일정 제어에서는 주파수와 함께 커지고, 정전압이면 대체로 거의 일정하게 본다.
③ X: 틀린 부분은 "전원주파수의 제곱에 비례한다"이다. 정전압 조건에서는 최대토크가 오히려 $1/f^2$에 비례하여 감소한다. 올바르게는 주파수가 커질수록 최대토크는 작아진다고 본다.
④ X: 틀린 부분은 "주파수를 작게 하면 효율, 역률, 토크특성이 좋아진다"이다. 주파수만 낮추고 전압을 그대로 두면 V/f가 커져 자속 과대와 포화 경향이 생겨 효율과 역률이 나빠질 수 있다. 올바르게는 저주파 영역에서 전압도 함께 낮추어 V/f를 맞추어야 특성이 유지된다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 정전압 주파수 변화와 V/f 일정 제어를 섞어서 생각하게 만든 점이다. ②와 ③은 주파수가 커지면 모든 값이 함께 커진다고 착각하면 틀리기 쉽고, ④는 주파수만 낮추면 저속 특성이 자동으로 좋아진다고 오해하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

주파수 제어 선지는 먼저 무엇을 일정하게 두는지부터 본다. 정전압이면 f ↑에서 Φ ↓, 여자전류 ↓, 최대토크 ↓의 흐름으로 판단하고, V/f 일정이면 자속과 최대토크를 거의 일정하게 유지하는 쪽으로 판단한다.

암기 포인트

정전압에서는 f ↑이면 Φ ↓, I_m ↓, T_{max} ↓이고, 좋은 주파수제어의 핵심은 V/f를 맞추는 것이다.

NoteBase

문 11. 단상 변압기의 2차측에서의 무부하 전압이 240[V]이고 정격 부하 시의 2차 단자 전압이 220[V]이다. 전압 변동률[%] 값은? (단, 소수점 이하는 무시한다.)

① 6

② 7

③ 8

④ 9

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 단상 변압기의 전압 변동률 공식을 적용해 정격 부하 시 전압강하 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 무부하 2차 전압 240 V, 정격 부하 시 2차 단자 전압 220 V
구해야 할 값: 전압 변동률 [%]
주의할 조건: 소수점 이하는 무시하며, 분모는 정격 부하 시 전압 220 V이다.

사용할 공식

전압 변동률은 $\frac{V_{n\ell} - V_{f\ell}}{V_{f\ell}} \times 100$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 무부하 전압과 정격 부하 전압이 함께 주어졌으므로, 부하가 걸렸을 때의 전압강하를 정격 부하 전압 기준의 백분율로 나타내면 된다.

계산 과정

1. 전압강하는 $240 - 220 = 20V$이다.
2. 전압 변동률은 $\frac{20}{220} \times 100 = 9.09\cdots$이다.
3. 소수점 이하는 무시하므로 전압 변동률은 9%이다.

선지별 해설

① X: 6은 계산 결과와 맞지 않는다. 6%라면 전압강하가 $220 \times 0.06 = 13.2V$이어야 하므로 주어진 20 V와 다르다. 틀린 수치는 6이며, 올바르게는 9%이다.
② X: 7은 계산 결과와 맞지 않는다. 7%라면 전압강하가 $220 \times 0.07 = 15.4V$이어야 하므로 주어진 조건을 만족하지 않는다. 틀린 수치는 7이며, 올바르게는 9%이다.
③ X: 8은 분모를 정격 부하 전압 220 V가 아니라 무부하 전압 240 V로 잘못 잡을 때 가까워지는 값이다. 전압 변동률은 $\frac{240-220}{220} \times 100$으로 계산하므로 틀린 수치는 8이며, 올바르게는 9%이다.
④ O: $\frac{240-220}{220} \times 100 = 9.09\cdots$이고 소수점 이하는 무시하므로 9가 맞다.

NoteBase

오답 포인트

③처럼 전압강하 20 V는 맞게 구하고도 분모를 240 V로 잡는 실수가 가장 흔하다. 전압 변동률은 정격 부하 시 전압을 기준으로 본다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 전압 변동률 문제는 무부하 전압과 부하 전압의 차를 먼저 구한 뒤, 그 차를 정격 부하 전압으로 나누어 백분율로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

전압 변동률은 전압강하를 정격 부하 전압으로 나눈 값이다.

NoteBase

문 12. 직류 분권발전기의 전기자 저항이 0.5[Ω]이며 단자전압이 120[V], 부하전류가 18[A], 계자전류가 2[A]인 직류 분권발전기의 유도기전력[V]과 전기자전류[A] 값은?

① 유도기전력: 100, 전기자전류: 10

② 유도기전력: 110, 전기자전류: 20

③ 유도기전력: 120, 전기자전류: 10

④ 유도기전력: 130, 전기자전류: 20

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 직류 분권발전기의 전기자전류와 유도기전력 관계를 이용해 I_a와 E_g를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단자전압 120 V, 부하전류 18A, 계자전류 2A, 전기자저항 0.5Ω이다.
구해야 할 값: 유도기전력과 전기자전류이다.
주의할 조건: 분권발전기는 전기자전류가 부하전류와 계자전류를 함께 공급하므로 $I_a = I_L + I_f$가 된다.

사용할 공식

분권발전기에서는 $I_a = I_L + I_f$, $E_g = V + I_a R_a$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 발전기에서는 내부에서 발생한 유도기전력이 단자전압과 전기자 내부전압강하를 모두 감당해야 하고, 분권계자는 단자에 병렬 접속되어 전기자전류에 포함되기 때문이다.

계산 과정

1. 전기자전류는 $I_a = I_L + I_f = 18 + 2 = 20A$이다.
2. 전기자저항 전압강하는 $I_a R_a = 20 \times 0.5 = 10V$이다.
3. 유도기전력은 $E_g = V + I_a R_a = 120 + 10 = 130V$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 제시값은 유도기전력 100 V, 전기자전류 10A인데 둘 다 맞지 않는다. 분권발전기의 전기자전류는 부하전류와 계자전류의 합이므로 20A이다.
- 틀린 표현은 "전기자전류 10A"와 "유도기전력 100 V"이다. 올바르게는 "전기자전류 20A, 유도기전력 130 V"이다.

② X
- 전기자전류 20A는 맞지만 유도기전력 110 V는 틀리다. 발전기에서는 내부전압강하 10 V를 단자전압에 더해야 하므로 130 V가 된다.
- 틀린 표현은 "유도기전력 110 V"이다. 올바르게는 "유도기전력 130 V"이다.

③ X
- 유도기전력 120 V는 전기자저항에 의한 내부전압강하를 무시한 값이고, 전기자전류 10A도 계자전류를 더하지 않아 틀리다.
- 틀린 표현은 "유도기전력 120 V, 전기자전류 10A"이다. 올바르게는 "유도기전력 130 V, 전기자전류 20A"이다.

④ O
- $I_a = 20A, E_g = 130V$가 계산 결과와 정확히 일치하므로 옳다.

오답 포인트

분권발전기에서 전기자전류를 부하전류와 같게 보거나, 발전기와 전동기의 식을 뒤바꿔 $E_g = V - I_a R_a$로 쓰는 실수가 가장 흔하다. 이 문항은 그 두 함정을 동시에 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

분권발전기 계산문제는 먼저 전기자전류가 $I_L + I_f$인지 확인하고, 그다음 발전기이므로 유도기전력은 단자전압에 내부전압강하를 더하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

분권발전기 기본식은 $I_a = I_L + I_f$, $E_g = V + I_a R_a$이다.

NoteBase

문 13. 유도발전기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 농형 회전자를 사용할 수 있으므로 구조가 간단하다.

② 여자 전류를 필요로 하므로 단독으로 발전할 수 없다.

③ 동기발전기와 병렬로 운전할 수도 있다.

④ 단락 시 동기발전기에 비해 단락전류는 적고 지속 시간은 길다.

정답 4번

출제 포인트

유도발전기의 구조, 여자 방식, 병렬 운전 가능성, 단락전류 특성을 동기발전기와 비교하는 문제이다.

핵심 개념

유도발전기는 회전자가 동기속도보다 빠르게 돌아 슬립이 음수가 될 때 전력을 계통에 공급하는 발전기이며, 자화에 필요한 무효전력을 외부에서 공급받는다.
동기발전기는 계자여자로 자속을 스스로 만들 수 있어 단독 운전이 가능하지만, 유도발전기는 외부 여자원이 없으면 전압을 유지하기 어렵다.

선지별 해설

① O
농형 회전자를 사용할 수 있어 브러시나 정류자가 필요 없으므로 구조가 간단하고 견고하다.

② O
유도발전기는 자화에 필요한 여자전류를 외부 계통이나 다른 여자원에서 받아야 하므로 일반적인 의미의 단독 발전이 어렵다.

③ O
유도발전기는 계통에 병렬 접속하여 운전할 수 있고, 동기발전기와 병렬 운전할 때에는 동기발전기나 계통이 필요한 무효전력을 공급할 수 있다.

④ X
틀린 부분은 "지속 시간은 길다"이다.
유도발전기의 단락전류는 동기발전기보다 작고, 자화가 빠르게 약해지므로 지속 시간도 짧다.
올바르게는 "단락 시 동기발전기에 비해 단락전류는 적고 지속 시간은 짧다"이다.

NoteBase

오답 포인트

④는 앞부분의 "단락전류는 적고"가 맞는 말이라서 뒤의 "지속 시간은 길다"까지 함께 맞다고 오인하기 쉽다. 유도발전기는 외부 여자에 의존하므로 고장 시 자속이 빨리 무너져 단락전류가 오래 지속되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

유도발전기는 외부 무효전력에 의존한다는 축으로 판단하면 된다. 이 기준으로 보면 구조는 간단하고 병렬 운전은 가능하지만, 단독 운전은 어렵고 단락전류는 작고 짧게 나타난다.

암기 포인트

유도발전기 = 농형 가능, 외부 여자 필요, 단락전류는 작고 짧다.

NoteBase

문 14. 원통형(비돌극기) 동기발전기의 전기자반작용에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전기자 전류와 무부하 유도기전력이 동상일 때 역률은 1이다.

② 전기자 전류가 무부하 유도기전력보다 90° 앞설 때는 증자 작용을 한다.

③ 전기자 전류가 무부하 유도기전력보다 90° 뒤질 때는 감자 작용을 한다.

④ 전기자 전류와 무부하 유도기전력의 위상각의 차이가 90°일 때 횡축반작용이라 한다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원통형 동기발전기에서 전기자전류와 무부하 유도기전력의 위상관계에 따라 전기자반작용이 횡축반작용, 증자작용, 감자작용으로 어떻게 나뉘는지를 묻는다.

핵심 개념

횡축반작용은 전기자자속이 계자자속에 직각으로 작용하여 주자속의 크기보다 분포를 비트는 작용이다.
키워드는 전기자전류와 무부하 유도기전력의 동상, 역률 1, 교차자화이다.
증자작용은 전기자자속이 계자자속을 돕는 직축 성분으로 작용하여 자속을 증가시키는 경우이다. 키워드는 전기자전류가 무부하 유도기전력보다 90° 앞서는 경우이다.
감자작용은 전기자자속이 계자자속을 거스르는 직축 성분으로 작용하여 자속을 감소시키는 경우이다. 키워드는 전기자전류가 무부하 유도기전력보다 90° 뒤지는 경우이다.

선지별 해설

1번: O. 전기자전류와 무부하 유도기전력이 동상이면 저항부하에 해당하므로 역률은 1이다. 이때 전기자반작용은 주자속에 대해 교차자화만 일으키는 횡축반작용이 된다.
2번: O. 전기자전류가 무부하 유도기전력보다 90° 앞서면 전기자자속이 계자자속을 돕는 방향으로 작용하므로 증자작용이 된다.
3번: O. 전기자전류가 무부하 유도기전력보다 90° 뒤지면 전기자자속이 계자자속을 약화시키는 방향으로 작용하므로 감자작용이 된다.
4번: X. 틀린 부분은 "위상각의 차이가 90°일 때 횡축반작용"이라는 표현이다. 실제로는 전기자전류와 무부하 유도기전력이 동상일 때가 횡축반작용이고, 위상차가 90°이면 직축 성분만 남아 앞서면 증자작용, 뒤지면 감자작용이 된다.

오답 포인트

횡축이라는 말 때문에 전기자전류와 유도기전력의 위상차가 90°일 때라고 잘못 연결하기 쉽다. 이 문제에서는 전기자반작용의 종류를 전기자전류 기준으로 묻고 있으므로 동상은 횡축, 90° 앞섬은 증자, 90° 뒤짐은 감자로 바로 대응해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전기자전류를 무부하 유도기전력과 먼저 비교한 뒤 위상차를 0°, +90°, -90°로 나누어 판단한다. 동상이면 횡축반작용, 90° 앞서면 증자작용, 90° 뒤지면 감자작용으로 정리된다.

암기 포인트

동상은 횡축, 90° 앞서면 증자, 90° 뒤지면 감자이다.

NoteBase

문 15. 3상 직권정류자전동기에 중간(직렬)변압기를 사용하는 이유와 가장 거리가 먼 것은?

① 전원전압의 크기에 관계없이, 정류에 알맞은 회전자 전압을 선택할 수 있다.

② 중간변압기의 권수비를 바꾸어, 전동기의 특성을 조정할 수 있다.

③ 중간변압기를 사용하여 속도를 광범위하게 연속적으로 제어할 수 있다.

④ 중간변압기의 자기포화를 이용하여 경부하에서 속도의 급상승을 제한할 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 3상 직권정류자전동기에서 중간(직렬)변압기를 쓰는 목적을 묻는 문제이며, 회전자 전압 선택, 권수비에 의한 특성 조정, 경부하 속도상승 억제가 핵심이다.

핵심 개념

중간(직렬)변압기는 3상 직권정류자전동기에서 고정자와 회전자 사이에 두어 회전자에 필요한 전압을 맞추고 실효 권수비를 조정하는 장치이다.
이 장치의 핵심 기능은 정류에 알맞은 회전자 전압 선택, 권수비 변경에 따른 전동기 특성 조정, 직권 특성으로 생기는 경부하 위험속도 억제이다.
반면 광범위한 연속 속도제어 자체를 중간변압기 사용의 대표 목적이라고 보지는 않는다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 전기기기 · 2019 · 10월

선지별 해설

① O
전원전압이 달라도 중간변압기를 통해 회전자 측 전압을 정류에 알맞게 선택할 수 있다. 이 선지는 중간변압기의 대표 목적을 정확히 말한다.

② O
중간변압기의 권수비를 바꾸면 실효 권수비가 달라지고, 그에 따라 회전자 전압과 전동기 특성이 조정된다. 이 역시 중간변압기의 중요한 사용 이유이다.

③ X
틀린 부분은 "속도를 광범위하게 연속적으로 제어할 수 있다"이다. 중간변압기의 주된 목적은 연속 광범위 속도제어가 아니라 회전자 전압 선택, 권수비 조정에 따른 특성 조정, 경부하 속도상승 억제이다. 올바르게는 "중간변압기는 권수비 조정으로 전동기 특성을 바꿀 수 있으나, 광범위한 연속 속도제어 자체를 그 주된 사용 이유로 보지는 않는다"이다.

④ O
직권 특성인 전동기는 경부하에서 자속이 약해져 속도가 과도하게 올라갈 우려가 있다. 중간변압기의 자기포화 성질을 이용하면 이런 경부하 속도 급상승을 제한할 수 있으므로 맞는 설명이다.

오답 포인트

교류 정류자전동기는 속도제어가 가능하다는 일반 기억 때문에 ③을 맞는 말처럼 보기 쉽다. 그러나 이 문제는 전동기 전체의 막연한 특징이 아니라 중간변압기를 두는 직접 목적 3가지를 묻는 문제이므로, 전압 선택·특성 조정·경부하 위험속도 억제만 남기고 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

중간변압기 관련 선지는 먼저 세 가지 기준으로 대조하면 된다. 정류에 알맞은 회전자 전압을 선택하는가, 권수비를 바꾸어 특성을 조정하는가, 경부하 위험속도를 억제하는가를 확인하면 된다. 이 범위를 벗어나 광범위한 연속 속도제어를 직접 목적처럼 쓰면 오답 가능성이 크다.

암기 포인트

중간변압기 목적은 전압선택, 권수비조정, 경부하 위험속도 억제의 세 가지이다.

NoteBase

문 16. 3상, 460[V], 60[Hz], 6극의 권선형 회전자 유도전동기에서 회전자 회로를 단락하고 100[N·m]의 일정 부하를 걸었을 때 1,140[rpm]의 속도로 회전한다. 회전자 회로에 저항을 삽입하여 1,020[rpm]의 속도로 감소시키고자 한다. 현재 상당 회전자 권선저항이 0.2[Ω]일 때 삽입 저항[Ω/상] 값은? (단, 회전 손실은 무시하며 고정자 대 회전자의 권선비는 1이다.)

① 0.2

② 0.4

③ 0.6

④ 0.8

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 권선형 유도전동기에서 같은 부하토크일 때 저슬립 영역에서 슬립이 회전자 1상 저항에 비례한다는 관계를 이용해 삽입저항을 구하는 문제이다.

조건 정리

- 주어진 값: 3상, 460[V], 60[Hz], 6극, 부하토크 100[N·m], 현재 회전자 권선저항 0.2[Ω/상]
- 현재 속도: 1,140[rpm]
- 저항 삽입 후 속도: 1,020[rpm]
- 구해야 할 값: 삽입 저항[Ω/상]
- 주의할 조건: 같은 부하토크이므로 토크가 일정하며, 저슬립 영역에서는 $s \propto R_2$로 본다.

사용할 공식

동기속도는 $N_s = \frac{120f}{P}$이다.
저슬립 영역의 유도전동기에서 같은 토크에서는 $\frac{s}{R_2} =$ 일정이므로 $R_2 \propto s$이다.

이 공식을 쓰는 이유:
이 문항은 회전자 저항을 바꾸어 같은 부하토크에서 속도를 낮추는 상황이므로, 먼저 동기속도로 슬립을 구한 뒤 슬립비와 저항비를 같게 두면 된다.

NoteBase

계산 과정

1. 동기속도를 구하면 $N_s = \frac{120 \times 60}{6} = 1200[rpm]$이다.
2. 현재 슬립은 $s_1 = \frac{1200 - 1140}{1200} = 0.05$이다.
3. 저항 삽입 후 슬립은 $s_2 = \frac{1200 - 1020}{1200} = 0.15$이다.
4. 같은 토크이므로 전체 회전자 1상 저항은 R_2(new)=0.2×(0.15)/(0.05)=0.6 [Ω/상]이다.
5. 삽입 저항은 전체 저항에서 기존 권선저항을 뺀 값이므로 R_ext=0.6-0.2=0.4 [Ω/상]이다.

선지별 해설

① X

- 0.2[Ω/상]은 현재 회전자 권선 자체의 저항일 뿐 삽입 저항이 아니다. 틀린 표현은 삽입 저항을 기존 저항과 같다고 본 점이며, 올바르게는 슬립이 3배가 되므로 전체 저항은 0.6[Ω/상], 삽입 저항은 0.4[Ω/상]이다.

② O

- 계산 결과 삽입 저항은 0.4[Ω/상]이다. 동기속도 1,200[rpm]에서 슬립이 0.05에서 0.15로 3배가 되었으므로 전체 저항도 3배가 되고, 기존 0.2[Ω/상]을 제외하면 0.4[Ω/상]이 남는다.

③ X

- 0.6[Ω/상]은 삽입 저항이 아니라 삽입 후의 전체 회전자 1상 저항이다. 틀린 표현은 전체 저항과 삽입 저항을 구분하지 않은 점이며, 올바르게는 삽입 저항만 묻고 있으므로 0.6-0.2=0.4[Ω/상]이다.

④ X

- 0.8[Ω/상]이 되려면 전체 저항을 1.0[Ω/상]으로 잘못 잡아야 한다. 틀린 표현은 슬립비 3을 기존 저항에 잘못 더하거나 배수관계를 오해한 점이며, 올바르게는 전체 저항이 0.6[Ω/상]이므로 삽입 저항은 0.4[Ω/상]이다.

오답 포인트

가장 흔한 오답은 삽입 후 전체 회전자 저항 0.6[Ω/상]을 그대로 답으로 쓰는 경우이다. 이 문항은 삽입 저항만을 묻고 있으므로 기존 권선저항 0.2[Ω/상]을 마지막에 반드시 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

권선형 유도전동기에서 회전자 저항을 바꾸고 같은 부하토크를 유지하는 문제는 동기속도 계산 → 각 운전점의 슬립 계산 → 저슬립 영역에서 슬립비와 저항비를 연결 → 전체 저항과 삽입 저항을 구분하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

권선형 유도전동기의 같은 토크 저속 조정은 저슬립 영역에서 $R_2 \propto s$로 정리된다.

NoteBase

문 17. 정격용량이 100[kVA]인 단상변압기를 역률 0.8로 운전할 때, 철손이 2[kW], 전부하손이 3[kW]이다. 효율[%]은 약 얼마인가?

① 94.1

② 95.2

③ 97.6

④ 98.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 단상변압기의 출력과 총손실을 이용하여 효율을 구하는 계산형 문항이다.

조건 정리

- 주어진 값: 정격용량 100 kVA, 역률 0.8, 철손 2 kW, 전부하손 3 kW이다.
- 구해야 할 값: 효율이다.
- 주의할 조건: 실제 출력은 100 kVA가 아니라 $100 \times 0.8 = 80\text{kW}$이고, 손실은 철손과 전부하손을 합한 값으로 본다.

사용할 공식

=출력출력+손실× 100

이 문제는 변압기의 유효출력과 총손실이 직접 주어진 상황이므로 효율의 기본식으로 바로 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 출력은 $100\text{kVA} \times 0.8 = 80\text{kW}$이다.
2. 총손실은 철손과 전부하손의 합으로 $2 + 3 = 5\text{kW}$이다.
3. 따라서 효율은 $\eta = \frac{80}{80+5} \times 100 = \frac{80}{85} \times 100 \approx 94.1\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① O

- 계산 결과가 94.1%이므로 맞다.

② X

- 95.2%는 총손실을 5 kW보다 작게 잘못 잡았을 때 나오는 값에 가깝다.
- 틀린 표현은 효율값 자체이다. 올바르게는 총손실 5 kW를 반영한 94.1%이다.

③ X

- 철손 2 kW만 넣고 전부하손 3 kW를 누락하면 $\frac{80}{82} \times 100 \approx 97.6\%$가 되어 이 값이 나온다.
- 틀린 표현은 전부하손을 빠뜨린 계산 결과이다. 올바르게는 철손과 전부하손을 모두 합산하여 94.1%이다.

④ X

- 정격용량 100 kVA를 그대로 출력처럼 쓰거나 손실 하나만 반영하면 98% 근처의 오답이 나온다.
- 틀린 표현은 역률과 총손실을 무시한 효율값이다. 올바르게는 유효출력 80 kW와 총손실 5 kW를 사용하여 94.1%이다.

오답 포인트

정격용량 100 kVA를 곧바로 출력으로 쓰거나, 철손과 전부하손 중 하나를 빼먹으면 오답이 된다. 이 문항의 함정은 역률 0.8을 먼저 곱해 유효출력을 만든 뒤 손실 2 kW와 3 kW를 모두 더해야 한다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

변압기 효율 문제는 먼저 kVA → kW 변환으로 출력을 구하고, 다음에 고정손과 부하 관련 손실을 합산한 뒤 $\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{loss}} \times 100$에 대입하면 된다.

암기 포인트

변압기 효율은 유효출력 기준이며, 총손실은 철손과 동손을 합한 값이다.

NoteBase

문 18. 직류 전동기의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 타여자 전동기의 속도는 부하전류가 작을 때 전류의 증가에 따라 저하한다.

② 분권전동기의 속도는 역기전력에 비례하고 1극당 자속에 반비례한다.

③ 분권전동기의 토크는 부하가 현저하게 증가하면 전기자반작용이 감소하여 자속이 증가하므로 부하전류에 비례한다.

④ 직권전동기의 토크는 자기회로가 불포화 시에는 부하전류의 제곱에 비례하나 자기포화 시에는 부하전류에 비례한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 직류 전동기의 여자 방식별 속도식과 토크 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

타여자·분권 전동기의 속도는 대체로 $n \propto E/\phi$ 관계로 이해한다.
분권전동기는 계자자속 ϕ가 거의 일정하므로 토크 $T \propto \phi I_a$에서 토크가 대체로 전기자전류에 비례한다.
직권전동기는 불포화 구간에서 $\phi \propto I_a$이므로 $T \propto I_a^2$, 포화 구간에서는 ϕ가 거의 일정하여 $T \propto I_a$가 된다.

선지별 해설

① O: 타여자 전동기는 자속이 거의 일정하므로 부하전류가 증가하면 전기자 저항강하가 커져 역기전력이 줄고 속도가 저하한다.
② O: 분권전동기의 속도는 $n \propto E/\phi$ 관계이므로 역기전력에 비례하고 1극당 자속에 반비례한다.
③ X: 틀린 부분은 "부하가 현저하게 증가하면 전기자반작용이 감소하여 자속이 증가"라는 표현이다. 실제로는 부하가 증가하면 전기자전류가 커져 전기자반작용이 증가하고 자속은 약화되는 방향으로 작용한다.
분권전동기의 토크는 자속이 거의 일정하므로 대체로 전기자전류에 비례한다고 보는 것이 맞다.
④ O: 직권전동기는 $T \propto \phi I_a$이다. 불포화 시에는 $\phi \propto I_a$이므로 $T \propto I_a^2$이고, 자기포화 시에는 ϕ가 거의 일정하여 $T \propto I_a$가 된다.

오답 포인트

③은 결론인 "분권전동기 토크는 대체로 전류에 비례"만 보고 넘어가면 틀리기 쉽다. 이 선지는 전기자반작용의 방향을 반대로 바꾸어 놓았고, "감소하여 자속이 증가"라는 인과관계가 핵심 오답이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

직류 전동기 특성 문제는 먼저 속도식 $n \propto E/\phi$와 토크식 $T \propto \phi I_a$를 떠올린다. 그다음 분권은 자속이 거의 일정, 직권은 불포화에서 자속이 전류와 함께 증가, 전기자반작용은 자속을 약화시키는 방향이라는 세 가지만 대입하면 선지 판단이 정리된다.

암기 포인트

분권 토크는 $T \approx I_a$, 직권 토크는 불포화에서 $T \approx I_a^2$, 전기자반작용은 자속을 증가시키지 않고 약화시킨다.

NoteBase

문 19. 900[kVA], 역률 0.85, 효율 90[%]로 운전하고 있는 동기발전기가 있다. 이 동기발전기와 연결된 원동기의 효율은 0.85일 때, 원동기의 입력[kW] 값은?

① 700
② 800
③ 900
④ 1,000

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 피상전력, 역률, 발전기 효율, 원동기 효율을 순서대로 적용해 원동기의 입력값을 역산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:
- 발전기 용량: 900 kVA
- 역률: 0.85
- 동기발전기 효율: 0.90
- 원동기 효율: 0.85

구해야 할 값:
- 원동기의 입력 kW

주의할 조건:
- 900 kVA는 피상전력이므로 바로 입력 전력으로 볼 수 없다.
- 전기출력 kW를 먼저 구한 뒤, 효율을 거꾸로 나누어 발전기 입력과 원동기 입력을 차례로 구한다.

사용할 공식

$P = S\cos\phi$
= 출력입력

이 공식을 쓰는 이유:
- 발전기 정격 900 kVA는 피상전력이므로 역률을 곱해 실제 유효전력 kW를 구해야 한다.
- 효율은 출력/입력이므로 입력을 구할 때는 출력값을 효율로 나누어 역산해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. 발전기의 전기출력은 $900 \times 0.85 = 765kW$이다.
2. 발전기 효율이 0.90이므로 발전기 기계입력은 $765/0.90 = 850kW$이다.
3. 원동기 효율이 0.85이므로 원동기 입력은 $850/0.85 = 1000kW$이다.

따라서 계산 결과는 1000 kW이다.

선지별 해설

① X: 700 kW는 오답이다. $900 \times 0.85 \times 0.90 = 688.5kW$처럼 효율을 곱하는 방향으로 계산하면 비슷한 값이 나오지만, 문제는 입력을 묻고 있으므로 효율을 나누어 역산해야 한다. 700이 아니라 원동기 입력은 1000 kW이다.

② X: 800 kW는 오답이다. 발전기 기계입력 $850kW$를 대충 반올림하면 가까워 보이지만, 문제는 원동기의 축출력이 아니라 원동기 입력을 묻는다. 800이 아니라 원동기 입력은 1000 kW이다.

③ X: 900 kW는 오답이다. 전기출력 $765kW$에 원동기 효율 0.85만 적용해 $765/0.85 = 900kW$로 계산하면 발전기 효율 0.90을 빠뜨린 값이 된다. 900이 아니라 발전기 효율까지 반영한 원동기 입력은 1000 kW이다.

④ O: 1000 kW가 정답이다. 전기출력 $765kW$를 발전기 효율 0.90으로 나누어 $850kW$를 구하고, 다시 원동기 효율 0.85로 나누면 $1000kW$가 된다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 900 kVA를 곧바로 kW로 보거나, 효율을 곱해야 할지 나누어야 할지를 반대로 잡는 데 있다. 입력을 묻는 문제에서는 전력 흐름을 거슬러 올라가며 효율로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

발전기와 원동기가 함께 나오면 먼저 $kVA \rightarrow kW$ 변환으로 전기출력을 구한 뒤, 묻는 값이 입력인지 출력인지 확인하고 효율을 곱할지 나눌지를 결정한다. 입력 역산 문제는 항상 효율로 나누는 방향으로 판단한다.

암기 포인트

피상전력은 $S\cos\phi$로 유효전력으로 바꾸고, 효율식 = 출력입력에서 입력을 구할 때는 나눈다.

NoteBase

문 20. 3상 유도 전동기에서 공간 제5고조파에 의한 회전자계의 회전 방향 및 속도를 기본파 회전자계와 비교한 내용으로 가장 옳은 것은?

① 기본파와 같은 방향이고 5배의 속도
② 기본파와 같은 방향이고 1/5배의 속도
③ 기본파와 역방향이고 5배의 속도
④ 기본파와 역방향이고 1/5배의 속도

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 3상 유도전동기에서 공간 고조파 중 5고조파 회전자계의 회전 방향과 속도를 기본파와 비교하는 문제이다.

핵심 개념

기본파 회전자계는 전동기의 정상적인 동기속도를 만드는 주 회전자계이다.
5고조파 회전자계는 6k-1형 고조파이므로 기본파와 역방향으로 회전한다.
고조파 회전자계의 속도는 고조파 차수에 반비례하므로 5고조파의 속도는 기본파의 1/5이다.

선지별 해설

① X: 5고조파는 기본파와 같은 방향이 아니라 역방향으로 회전한다. 또한 고조파 차수가 커질수록 극수가 많아져 속도는 빨라지는 것이 아니라 느려진다. 틀린 표현은 '같은 방향'과 '5배의 속도'이고, 올바르게는 '역방향이고 1/5배의 속도'이다.
② X: 속도를 1/5배로 본 점은 맞지만 방향이 틀렸다. 5고조파는 6k-1형이므로 기본파와 역방향이다. 틀린 표현은 '같은 방향'이고, 올바르게는 '역방향'이다.
③ X: 방향을 역방향으로 본 점은 맞지만 속도가 틀렸다. 5고조파 회전자계의 속도는 기본파의 5배가 아니라 1/5배이다. 틀린 표현은 '5배의 속도'이고, 올바르게는 '1/5배의 속도'이다.
④ O: 5고조파는 6k-1형 고조파이므로 기본파와 역방향으로 회전하고, 속도는 기본파의 1/5이다.

오답 포인트

고조파 차수와 속도의 관계를 반대로 외우면 ①, ③처럼 '5고조파이니 5배 빠르다'는 오답에 걸리기 쉽다. 또 5고조파가 6k-1형이라는 점을 놓치면 ②처럼 방향을 기본파와 같게 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고조파 차수가 $6k+1$형인지 $6k-1$형인지 확인해 방향을 정한다. 그다음 속도는 '고조파 차수의 역수'로 판단해 n고조파이면 기본파 속도의 $1/n$로 정리하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

5고조파는 6k-1형이므로 역방향, 속도는 1/5이다.

NoteBase