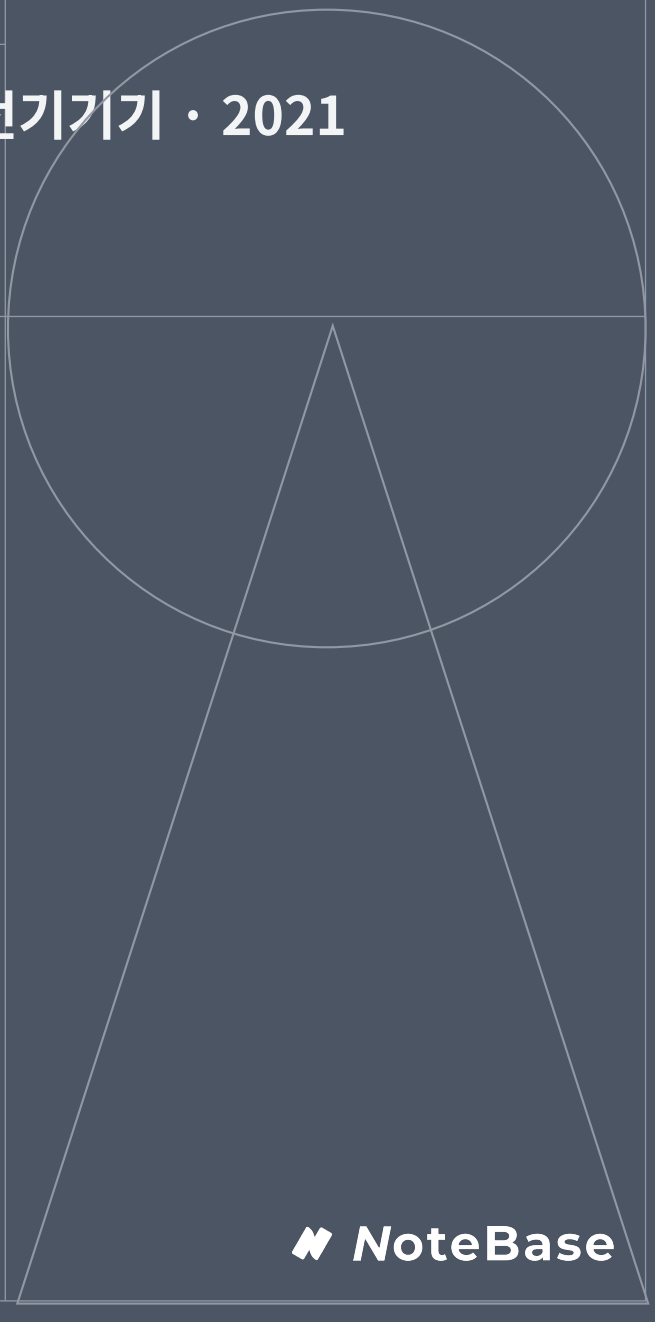
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2021

공무원/지방직/9급 경력 · 전기기기 · 2021

문 1. 변압기의 1차 측 권선이 250회, 2차 측 권선이 100회, 1차 측 전압의 크기가 100 V일 때, 2차 측 전압의 크기[V]는? (단, 변압기는 이상적으로 동작한다)

① 20 ② 40
③ 60 ④ 80

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 이상적인 변압기의 전압비가 권수비와 같다는 관계를 이용해 2차 측 전압을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1차 권선수 $N_1 = 250$회, 2차 권선수 $N_2 = 100$회, 1차 전압 $V_1 = 100V$이다.

구해야 할 값: 2차 전압 V_2이다.

주의할 조건: 변압기가 이상적으로 동작하므로 손실을 고려하지 않고 전압비와 권수비를 같게 둔다.

사용할 공식

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

이상적인 변압기에서는 각 권선에 유도되는 전압이 권선수에 비례하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 권수비와 전압비의 관계에 값을 대입한다.

$$\frac{100}{V_2} = \frac{250}{100}$$

2. 2차 전압에 관해 정리한다.

$$V_2 = 100 \times \frac{100}{250} = 40V$$

따라서 2차 측 전압의 크기는 $40V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X
- '20V'는 계산 결과 40V와 다르다. 올바르게는 '40V'이다.

② O
- 권수비 $N_2/N_1 = 100/250$를 1차 전압에 곱하면 $V_2 = 40V$이므로 맞다.

③ X
- '60V'는 계산 결과 40V와 다르다. 올바르게는 '40V'이다.

④ X
- '80V'는 계산 결과 40V와 다르다. 올바르게는 '40V'이다.

계산 결과 40V이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

2차 전압을 구할 때 권수비의 분자와 분모를 뒤바꾸는 것이 핵심 함정이다. 2차 권선수가 1차 권선수보다 적으므로 2차 전압도 1차 전압보다 작아야 하며, $V_2 = V_1(N_2/N_1)$로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이상적인 변압기 문제에서는 먼저 $V_1/V_2 = N_1/N_2$를 세우고, 구하려는 측의 전압에 같은 측의 권선수 비율을 대응시킨 뒤 전압의 증감 방향을 검산한다.

암기 포인트

이상적인 변압기에서는 전압은 권선수에 비례한다. 즉, $V_2 = V_1(N_2/N_1)$이다.

NoteBase

문 2. 직류 발전기를 전기자 권선과 계자 권선의 접속 방법에 따라 분류할 때, 직류 분권 발전기의 특징으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 계자에 잔류 자기가 없어도 발전이 가능하다.
ㄴ. 전압변동률이 낮고, 계자의 세기는 부하에 관계없이 일정하다.
ㄷ. 계자 저항기를 사용하여 폭넓은 범위의 전압 조정이 가능하다.
ㄹ. 부하 전류에 비례하여 전압이 상승하는 특성을 이용하면 승압기로 사용된다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄴ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

직류 분권 발전기에서 계자 권선이 전기자 단자와 병렬로 연결된다는 점을 바탕으로 자기여자 조건, 전압변동률, 전압 조정 방법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

직류 분권 발전기는 계자 권선을 전기자 단자에 병렬로 접속한 자기여자 발전기이다. 전압을 스스로 확립하려면 잔류 자기가 필요하며, 부하가 변해도 단자전압의 변화가 비교적 작아 전압변동률이 낮다. 계자 회로의 저항을 조절하면 계자 전류와 자속이 변하므로 발생 전압을 조정할 수 있다. 반면 부하 전류에 비례해 전압이 상승하는 성질은 직권 발전기의 특징이다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 틀리고 ㄷ은 옳으므로 옳은 진술의 조합이 아니다. 틀린 표현은 '잔류 자기가 없어도 발전이 가능하다'이며, 올바르게는 분권 발전기가 전압을 스스로 확립하려면 계자 철심의 잔류 자기가 필요하다.
② X — ㄱ과 ㄹ이 모두 틀리므로 옳은 진술의 조합이 아니다. 올바르게는 분권 발전기는 자기여자를 위해 잔류 자기가 필요하고, 부하 전류에 비례하여 전압이 상승하는 특성은 직권 발전기에 해당한다.
③ O — ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. 분권 발전기는 부하 변화에 따른 단자전압 변화가 비교적 작아 전압변동률이 낮고, 계자 전류도 비교적 일정하다. 또한 계자저항기로 계자 전류를 바꾸어 발생 전압을 넓은 범위에서 조정할 수 있다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄹ은 틀리므로 옳은 진술의 조합이 아니다. ㄹ의 '부하 전류에 비례하여 전압이 상승한다'는 표현은 직권 발전기의 특성이며, 분권 발전기의 단자전압은 부하 증가 시 대체로 약간 저하된다.

오답 포인트

ㄱ의 '잔류 자기가 없어도'와 ㄹ의 '부하 전류에 비례하여 전압이 상승'이 함정이다. 전자는 외부 전원으로 계자 전류를 공급하는 타여자 발전기와 혼동하게 하고, 후자는 직권 발전기의 특성을 분권 발전기의 특성처럼 보이게 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

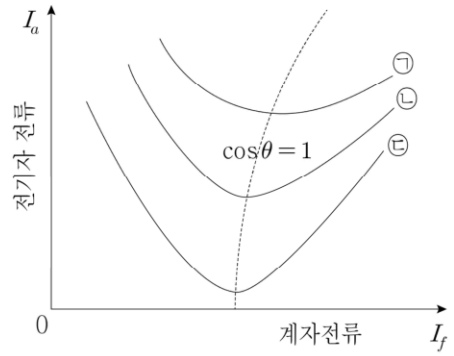
계자 권선의 접속을 먼저 본다. 병렬 접속인 분권 발전기는 '자기여자이므로 잔류 자기 필요, 전압변동률이 낮음, 계자저항기로 전압 조정'으로 판단하고, 직렬 접속인 직권 발전기는 '부하 전류가 곧 계자 전류'로 판단한다.

암기 포인트

분권은 병렬·잔류 자기·저변동률·계자저항 조정, 직권은 부하 전류와 계자 전류가 같다.

NoteBase

문 3. 다음 동기 전동기의 V곡선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 위상 특성 곡선이라고도 한다.
② 곡선의 최저점은 역률이 1에 해당하는 지점이다.
③ 점선의 왼쪽은 진상 역률이고, 오른쪽은 지상 역률이다.
④ ㉢은 무부하인 경우의 곡선이고, 곡선 ㉡과 ㉠은 부하를 점차 증가시켰을 경우의 곡선이다.

정답 3번

출제 포인트

동기 전동기의 V곡선은 일정한 부하에서 계자전류 I_f에 따른 전기자전류 I_a의 변화를 나타낸다. 곡선의 최저점은 역률이 1인 지점이며, 그 왼쪽은 부족여자·지상 역률, 오른쪽은 과여자·진상 역률이다.

선지별 해설

① O
동기 전동기의 V곡선은 계자전류 변화에 따라 전기자전류와 역률의 상태가 달라지는 관계를 나타내므로 위상 특성 곡선이라고도 한다.

② O
각 부하의 V곡선에서 전기자전류가 최소가 되는 점은 무효분 전류가 없어지는 지점이므로 역률이 1이다. 그림의 점선은 각 곡선의 $\cos\theta = 1$인 지점을 잇는다.

③ X
점선의 왼쪽을 진상 역률, 오른쪽을 지상 역률이라고 한 부분이 반대이다. 계자전류가 작은 왼쪽은 부족여자 상태로 지상 역률이고, 계자전류가 큰 오른쪽은 과여자 상태로 진상 역률이다. 올바르게는 '점선의 왼쪽은 지상 역률이고, 오른쪽은 진상 역률이다'이다.

④ O
부하가 증가하면 같은 계자전류에서 필요한 전기자전류가 커지므로 V곡선이 위쪽에 놓인다. 따라서 가장 아래의 ㄷ은 무부하 곡선이고, 그 위의 ㄴ과 ㄱ은 부하가 차례로 증가한 경우의 곡선이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 동기 전동기의 부족여자와 과여자에 따른 역률 방향을 서로 뒤바꾼 선지이다. V곡선의 왼쪽·오른쪽을 단순히 진상·지상 순서로 외우면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 V곡선의 최저점을 역률 1로 잡는다. 그다음 계자전류가 더 작은 왼쪽은 부족여자·지상, 계자전류가 더 큰 오른쪽은 과여자·진상으로 판단한다. 곡선의 높이는 아래에서 위로 갈수록 부하가 커지는 것으로 판단한다.

암기 포인트

동기 전동기 V곡선은 '왼쪽 부족여자·지상, 최저점 역률 1, 오른쪽 과여자·진상'이다.

NoteBase

문 4. 동기임피던스에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 동기임피던스는 1상의 유도기전력에 비례하고, 단락전류에 반비례한다.
ㄴ. 동기임피던스는 전기자 권선 저항과 동기리액턴스의 벡터 합으로 구할 수 있다.
ㄷ. 동기임피던스가 커지면 단락비가 커지고, 과부하로부터 견딜 수 있는 능력도 커진다.
ㄹ. 동기임피던스가 작아지면 정격전압 유도에 계자전류를 적게 흘려줄 수 있어 기계를 작게 할 수 있다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ ④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

동기임피던스의 구성과 단락전류·단락비·과부하 내량·기기 크기 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

동기임피던스는 전기자 권선 저항과 동기리액턴스를 합친 등가 임피던스로, $\dot{Z}_s = R_a + jX_s$이다.
단락 시 전기자전류는 대략 $I_{sc} = E_0/|Z_s|$이므로 유도기전력에 비례하고 동기임피던스에 반비례한다.
단락비는 동기임피던스와 대체로 반비례한다. 따라서 동기임피던스가 작으면 단락비가 커지고 전압변동률이 작아지며 안정도와 과부하 내량이 커진다. 다만 큰 단락비를 얻으려면 공극을 크게 설계하고 더 큰 계자 기자력이 필요하므로 기기의 크기와 비용은 커지는 경향이 있다.
ㄱ은 옳다. 단락전류는 유도기전력에 비례하고 동기임피던스에 반비례한다.
ㄴ은 옳다. 동기임피던스는 R_a와 X_s의 벡터합으로 구한다.
ㄷ은 틀리다. 동기임피던스가 커지면 단락비와 과부하 내량은 작아진다.
ㄹ은 틀리다. 동기임피던스가 작아지면 정격전압을 유도하는 데 필요한 계자 기자력과 계자전류가 커지는 경향이 있어 기기를 작게 만들 수 있다는 설명은 성립하지 않는다.

선지별 해설

① O — 옳은 설명인 ㄱ과 ㄴ만 묶은 조합이다.
② X — 틀린 부분은 ㄷ을 포함한 것이다. 동기임피던스가 커지면 단락비와 과부하 내량은 커지는 것이 아니라 작아진다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
③ X — 틀린 ㄷ과 ㄹ을 포함하고 옳은 ㄴ을 제외하였다. 동기임피던스가 커지면 단락비와 과부하 내량이 작아지며, 동기임피던스가 작은 기기는 더 큰 계자 기자력이 필요해 기기가 커지는 경향이 있다. 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.
④ X — 틀린 ㄷ과 ㄹ을 포함하고 옳은 ㄱ을 제외하였다. 단락전류는 유도기전력에 비례하고 동기임피던스에 반비례하며, 올바른 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

NoteBase

오답 포인트

ㄷ은 '동기임피던스가 커지면'이라는 방향을 반대로 제시한 함정이다. 단락비와 과부하 내량은 동기임피던스가 작을수록 커진다. ㄹ은 작은 동기임피던스의 전기적 장점만 보고 기기도 작아진다고 오해하게 만든다. 실제로는 큰 공극과 강한 계자가 필요하므로 크기와 비용이 커지는 경향이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $I_{sc} \propto E_0/|Z_s|$와 '단락비 $\propto 1/|Z_s|$'를 기준으로 방향을 판단한다. 이어서 동기임피던스가 작으면 성능상 안정도·과부하 내량은 좋아지지만, 큰 공극과 강한 계자가 필요해 기기는 커지는 경향이 있다는 설계상의 대가를 구분한다.

암기 포인트

동기임피던스가 작으면 단락비·안정도·과부하 내량은 커지고, 필요한 계자 기자력과 기기 크기도 커지는 경향이 있다.

NoteBase

문 5. 용량 100 kVA의 단상 변압기 3대를 △결선으로 사용 중 고장이 발생하여 V결선으로 전환할 때, 최대 공급 용량[kVA]은?

① 50 ② $50\sqrt{3}$

③ 100 ④ $100\sqrt{3}$

정답 4번

출제 포인트

단상 변압기 2대로 V결선을 구성할 때의 최대 공급 용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 단상 변압기 1대의 정격 용량은 $S_t = 100kVA$이다.

구해야 할 값: 변압기 1대의 고장으로 V결선으로 전환한 뒤의 최대 공급 용량이다.

주의할 조건: V결선은 남은 변압기 2대의 정격 용량을 단순히 더한 $200kVA$가 아니며, 원래 Δ결선 용량의 $1/\sqrt{3}$만 공급한다.

사용할 공식

단상 변압기 1대의 정격 용량을 S_t라 하면

$S_\Delta = 3S_t$

$S_V = \sqrt{3}S_t = \frac{S_\Delta}{\sqrt{3}}$

이다. 변압기 3대 중 1대가 고장 나면 남은 2대로 V결선을 구성하므로 V결선의 최대 공급 용량 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 원래 Δ결선의 최대 공급 용량은 $S_\Delta = 3 \times 100 = 300kVA$이다.

2. V결선 용량은 원래 Δ결선 용량의 $1/\sqrt{3}$이므로

$S_V = \frac{300}{\sqrt{3}} = 100\sqrt{3}kVA$

이다.

3. 따라서 최대 공급 용량은 $100\sqrt{3}kVA$이며 ④와 일치한다.

선지 판단

① X — $50kVA$는 계산 결과와 다르다. 최대 공급 용량은 $50kVA$가 아니라 $100\sqrt{3}kVA$이다.

② X — $50\sqrt{3}kVA$는 올바른 V결선 용량의 절반이다. 최대 공급 용량은 $50\sqrt{3}kVA$가 아니라 $100\sqrt{3}kVA$이다.

③ X — $100kVA$는 변압기 1대의 정격 용량일 뿐 V결선 전체의 공급 용량이 아니다. 최대 공급 용량은 $100kVA$가 아니라 $100\sqrt{3}kVA$이다.

④ O — V결선의 최대 공급 용량 $S_V = \sqrt{3}S_t$에 $S_t = 100kVA$를 대입하면 $100\sqrt{3}kVA$가 된다.

NoteBase

오답 포인트

V결선에는 변압기 2대가 사용되지만 최대 공급 용량을 $2S_t = 200kVA$로 계산하면 안 된다. V결선의 설비 이용률은 두 변압기 정격 용량 합계의 $\sqrt{3}/2$, 즉 약 86.6%이므로 공급 용량은 $200 \times 0.866 \simeq 173.2kVA = 100\sqrt{3}kVA$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

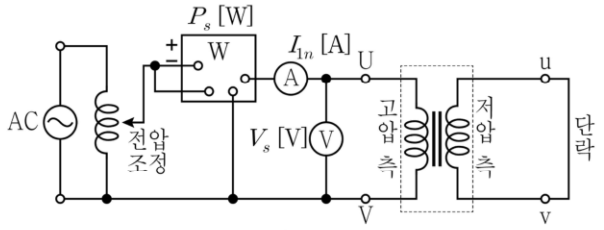
단상 변압기 1대의 용량이 주어지면 Δ결선은 $3S_t$, V결선은 $\sqrt{3}S_t$를 적용한다. 원래 Δ결선 전체 용량이 주어지면 그 값에 $1/\sqrt{3}$을 곱한다.

암기 포인트

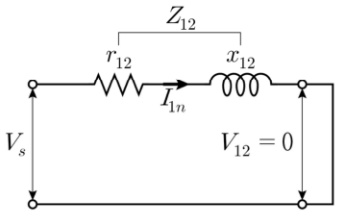
변압기 1대 용량 기준으로 $\Delta : 3S_t$, $V : \sqrt{3}S_t$이다. V결선 용량은 원래 Δ결선 용량의 57.7%이다.

NoteBase

문 6. 다음은 변압기의 특성 시험을 위한 회로도와 등가회로다. 저압 측을 단락하고 1차 회로에 흐르는 전류가 정격 1차 전류 I_{1n}이 되도록 전압을 조정한 후, 전력 P_s[W]와 전압 V_s[V]를 측정하였다. 시험에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



<회로도>



<등가회로>

① 변압기의 단락 시험으로 부하손을 측정하기 위한 회로이다.
② 전력계에 나타나는 전력 P_s는 임피던스 와트로 부하손이 된다.
③ 전압계에 나타나는 전압 V_s는 임피던스 전압이다.
④ $V_s = I_{1n} r_{12}$이고, $P_s = I_{1n}^2 Z_{12}$이다.

정답 4번

출제 포인트

변압기 단락시험에서 측정 전압과 전력이 각각 등가 임피던스와 등가 저항 중 무엇에 대응하는지를 판단하는 문제이다.

조건 정리

2차측을 단락하고 1차 전류가 정격 전류 I_{1n}이 되도록 낮은 전압을 인가한다.
등가회로의 단락 임피던스는 $Z_{12} = r_{12} + jx_{12}$이다.
인가 전압 V_s는 임피던스 전압이고, 전력계 지시값 P_s는 정격 전류에서의 부하손인 동손이다.

사용할 공식

$V_s = I_{1n}|Z_{12}| = I_{1n}\sqrt{r_{12}^2 + x_{12}^2}$
$P_s = I_{1n}^2 r_{12}$
전압은 저항과 누설 리액턴스를 모두 포함한 단락 임피던스의 크기에 의해 정해지지만, 전력계가 측정하는 유효전력은 저항분에서 소비되는 전력만 나타내므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 단락시험에서 정격 전류를 흘리면 전력계 지시값으로 정격 부하 시의 동손, 즉 부하손을 측정할 수 있다.
② O — 전력계에 나타나는 P_s는 임피던스 와트이며, 정격 전류에서의 부하손인 동손에 해당한다.
③ O — 전압계에 나타나는 V_s는 2차측을 단락한 상태에서 정격 전류를 흘리는 데 필요한 임피던스 전압이다.
④ X — '$V_s = I_{1n} r_{12},\ P_s = I_{1n}^2 Z_{12}$'가 잘못되었다. 올바르게는 $V_s = I_{1n}|Z_{12}|,\ P_s = I_{1n}^2 r_{12}$이다. 따라서 옳지 않은 것은 ④이다.

오답 포인트

④는 전압과 전력에 적용되는 요소를 서로 바꿔 놓았다. 리액턴스도 전압강하에는 관여하지만 평균 유효전력을 소비하지 않으므로, 전압에는 $|Z_{12}|$, 전력에는 r_{12}를 적용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

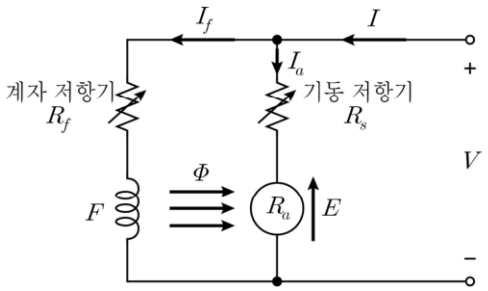
단락시험에서는 '전압계 → 임피던스 전압 → 전체 임피던스', '전력계 → 동손 → 저항분'의 순서로 대응시켜 판단한다.

암기 포인트

단락시험은 $V_s = I_{1n}|Z_{12}|,\ P_s = I_{1n}^2 r_{12}$이다. 전압은 임피던스, 전력은 저항이다.

NoteBase

문 7. 다음과 같이 직류 분권 전동기를 기동하려고 할 때, 계자 저항기 R_f와 기동 저항기 R_s는 어떻게 조정하여야 하는가?



	R_f	R_s
①	최소	최대
②	최소	최소
③	최대	최대
④	최대	최소

정답 1번

출제 포인트

직류 분권 전동기의 기동 시 계자 자속을 충분히 확보하면서 역기전력이 0인 전기자 회로의 과도한 기동전류를 제한하도록 계자 저항기와 기동 저항기의 초기값을 정하는 문제이다.

조건 정리

기동 순간에는 회전속도가 0이므로 역기전력 $E = 0$이다. 계자 회로는 전원에 병렬로 연결되므로 계자전류는 $I_f = V/R_f$이고, 전기자 회로의 기동전류는 $I_a = V/(R_a + R_s)$이다. 기동 토크는 $T = k\Phi I_a$에 비례한다.

사용할 공식

$I_f = \frac{V}{R_f}, \qquad I_a = \frac{V - E}{R_a + R_s}$

기동 순간에는 $E = 0$이므로 $I_a = V/(R_a + R_s)$가 된다. 따라서 R_f를 최소로 하여 계자전류와 자속 Φ를 충분히 확보하고, R_s를 최대로 하여 큰 기동전류를 제한한다.

계산 과정

1. 계자전류 식에서 R_f가 작을수록 I_f가 커지므로 계자 저항기는 최소로 둔다.
2. 기동 순간에는 $E = 0$이어서 전기자전류가 매우 커질 수 있으므로, 분모의 R_s를 최대로 두어 기동전류를 제한한다.
3. 그러므로 초기 조정은 R_f: 최소, R_s: 최대이다.

NoteBase

선지 판단

① O — R_f 최소는 계자전류와 자속을 충분히 확보하고, R_s 최대는 기동전류를 제한하므로 옳다.
② X — 'R_s 최소'가 틀렸다. 기동 순간에는 역기전력이 없으므로 기동전류 제한을 위해 R_s는 최대로 조정해야 한다. 올바르게는 'R_f 최소, R_s 최대'이다.
③ X — 'R_f 최대'가 틀렸다. R_f를 크게 하면 계자전류와 자속이 감소하므로 기동 시에는 R_f를 최소로 조정해야 한다. 올바르게는 'R_f 최소, R_s 최대'이다.
④ X — R_f와 R_s의 조정이 모두 반대이다. 계자 자속 확보를 위해 R_f는 최소, 기동전류 제한을 위해 R_s는 최대가 되어야 한다. 올바르게는 'R_f 최소, R_s 최대'이다.

오답 포인트

계자 저항기와 기동 저항기의 역할을 서로 바꾸어 생각하기 쉽다. R_f는 계자전류와 자속을 확보하기 위해 줄이고, R_s는 역기전력이 없는 기동 순간의 전기자전류를 제한하기 위해 늘린다.

다시 나오면 이렇게 판단

분권 전동기의 기동 문제에서는 먼저 $E = 0$을 대입한다. 그다음 계자 회로는 $I_f = V/R_f$로 자속 확보 여부를, 전기자 회로는 $I_a = V/(R_a + R_s)$로 전류 제한 여부를 판단한다.

암기 포인트

분권 전동기 기동 초기에는 '계자는 강하게' R_f 최소, '전기자전류는 작게' R_s 최대이다.

NoteBase

문 8. 회전자의 속도가 3,420 rpm이고, 슬립이 5 %, 주파수가 60 Hz인 유도 전동기의 극수는?

① 2 ② 4
③ 6 ④ 8

정답 1번

출제 포인트

유도 전동기의 슬립 관계식으로 동기속도를 구한 뒤, 주파수와 동기속도의 관계식으로 극수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 회전자 속도 $N = 3{,}420rpm$, 슬립 $s = 5\% = 0.05$, 주파수 $f = 60Hz$이다.
구해야 할 값: 극수 P이다.
주의할 조건: 전동기 운전에서 슬립은 $s = (N_s - N)/N_s$이며, N_s는 동기속도이다.

사용할 공식

슬립 관계식은 $s = (N_s - N)/N_s$이고, 이를 동기속도에 대해 정리하면 $N_s = N/(1 - s)$이다. 또한 동기속도와 극수의 관계는 $N_s = 120f/P$이다.
회전자 속도와 슬립으로 동기속도를 먼저 구할 수 있고, 주파수가 주어졌으므로 동기속도 공식에서 극수를 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 동기속도를 구한다.
$N_s = \frac{N}{1-s} = \frac{3{,}420}{1-0.05} = 3{,}600rpm$
2. 동기속도 공식에 대입해 극수를 구한다.
$P = \frac{120f}{N_s} = \frac{120 \times 60}{3{,}600} = 2$
따라서 극수는 2극이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 $P = 2$이므로 2극이 맞다.
② X — 4극이면 $60Hz$에서 동기속도는 $1{,}800rpm$이 되어 회전자 속도 $3{,}420rpm$보다 작으므로 슬립 5% 조건과 맞지 않는다. 4극이 아니라 2극이다.
③ X — 6극이면 동기속도는 $1{,}200rpm$이 되어 주어진 회전자 속도와 슬립 5%를 만족하지 않는다. 6극이 아니라 2극이다.
④ X — 8극이면 동기속도는 $900rpm$이 되어 주어진 회전자 속도와 슬립 5%를 만족하지 않는다. 8극이 아니라 2극이다.
계산 결과 극수는 2극이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

슬립 5%를 회전자 속도의 5%로만 계산하거나 $N_s = N(1 - s)$로 잘못 정리하면 동기속도를 틀리게 구한다. 슬립의 분모는 동기속도 N_s이므로 $N_s = N/(1 - s)$로 정리해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

회전자 속도와 슬립이 주어지면 먼저 $N_s = N/(1 - s)$로 동기속도를 구하고, 이어서 $P = 120f/N_s$에 대입한다. 전동기 운전에서는 양의 슬립일 때 동기속도가 회전자 속도보다 큰지도 검산한다.

암기 포인트

슬립으로 동기속도, 동기속도로 극수를 구한다: $N_s = N/(1 - s)$, $P = 120f/N_s$이다.

NoteBase

문 9. 원통형 회전자를 가진 Y결선 동기 발전기의 동기임피던스가 5Ω, 1상의 단자전압이 2,000 V, 유기기전력이 3,000 V, 부하각이 30°일 때, 3상 동기 발전기의 출력[kW]은?

① 1,200 ② 1,800
③ 2,545.6 ④ 3,117.6

정답 2번

출제 포인트

원통형 회전자 동기발전기의 전력각 특성식으로 3상 출력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 1상 단자전압 $V = 2{,}000V$, 유기기전력 $E = 3{,}000V$, 동기리액턴스 $X_s = 5\Omega$, 부하각 $\delta = 30^\circ$ 이다.

구해야 할 값: 3상 동기발전기의 출력 P이다.

주의할 조건: Y결선의 1상 단자전압이 직접 주어졌으므로 $\sqrt{3}$을 곱하거나 나누어 전압을 다시 환산하지 않는다.

사용할 공식

원통형 동기발전기에서 전기자저항을 무시한 3상 출력은

$P = 3\frac{VE}{X_s}\sin\delta$

이다. 원통형 회전자는 직축·횡축 리액턴스가 같으므로 이 전력각 특성식을 적용한다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면

$P = 3 \times \frac{2{,}000 \times 3{,}000}{5} \times \sin 30^\circ$

이고, $\sin 30^\circ = 0.5$이므로

$P = 1{,}800{,}000W = 1{,}800kW$

이다.

선지 판단

① X — $1{,}200kW$는 전력각 공식에 주어진 1상 전압, 유기기전력, 동기리액턴스 및 $\sin 30^\circ$를 모두 대입한 결과와 다르다. 올바른 출력은 $1{,}800kW$이다.

② O — 계산 결과가 $1{,}800kW$이므로 옳다.

③ X — $2{,}545.6kW$는 계산 결과와 다르다. 올바르게는 $P = 3VE\sin\delta/X_s = 1{,}800kW$이다.

④ X — $3{,}117.6kW$는 계산 결과와 다르다. 올바른 출력은 $1{,}800kW$이다.

NoteBase

오답 포인트

‘Y결선’만 보고 1상 단자전압 2,000V에 $\sqrt{3}$을 다시 적용하면 오답이 된다. 또한 3상 출력이므로 식 앞의 계수 3과 $\sin 30^\circ = 0.5$를 빠뜨리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주어진 전압이 상전압인지 선간전압인지 확인하고, 원통형 동기기의 전력각 식 $P = 3VE\sin\delta/X_s$에 상전압을 대입한 뒤 W를 kW로 환산한다.

암기 포인트

원통형 동기기 3상 출력은 ‘3 곱하기 VE/X_s, 곱하기 $\sin\delta$’이다.

NoteBase

문 10. 4극, 중권, 직류 전동기의 전기자 전류가 100 A, 1극당 자속이 $\frac{\pi}{100}$ Wb, 1극당 전기자 도체수가 180일 때, 직류 전동기의 토크[N · m]는?

① 90 ② 180
③ 360 ④ 720

정답 3번

출제 포인트

직류 전동기의 발생 토크 공식을 적용하되, 1극당 도체수를 전체 전기자 도체수로 환산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

극수: $P = 4$
중권의 병렬 회로수: $A = P = 4$
전기자 전류: $I_a = 100A$
1극당 자속: $\Phi = \frac{\pi}{100} Wb$
1극당 전기자 도체수: 180
전체 전기자 도체수: $Z = 4 \times 180 = 720$
구해야 할 값: 직류 전동기의 토크 T

사용할 공식

직류 전동기의 전자기 토크는
$T = \frac{PZ\Phi I_a}{2\pi A}$
이다. 중권에서는 병렬 회로수 A가 극수 P와 같으므로 $P/A = 1$이 된다. 또한 문제의 도체수는 1극당 값이므로 전체 도체수 Z에는 4를 곱해야 한다.

계산 과정

1. 전체 전기자 도체수를 구한다.
$Z = 4 \times 180 = 720$
2. 중권이므로 $A = P = 4$를 대입한다.
$T = \frac{4 \times 720 \times (\pi/100) \times 100}{2\pi \times 4}$
3. P/A, 100, π를 약분한다.
$T = \frac{720}{2} = 360 N \cdot m$

NoteBase

선지 판단

① X — $90N \cdot m$는 1극당 도체수 180을 전체 도체수 Z로 잘못 대입한 값이다. 올바르게는 $Z = 4 \times 180 = 720$이므로 토크는 $360N \cdot m$이다.
② X — $180N \cdot m$는 전체 도체수 또는 중권의 병렬 회로수를 잘못 처리한 값이다. 올바르게는 $Z = 720$, $A = P = 4$를 적용하여 $360N \cdot m$가 된다.
③ O — 주어진 값을 토크 공식에 정확히 대입하면 $T = 360N \cdot m$가 된다.
④ X — $720N \cdot m$는 토크 공식의 분모 2π 또는 중권의 병렬 회로수 처리를 잘못하여 정답의 2배가 된 값이다. 올바른 토크는 $360N \cdot m$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 '1극당 전기자 도체수 180'을 전체 도체수로 착각하는 것이다. 4극 전체의 도체수는 $4 \times 180 = 720$이다. 또한 중권에서는 $A = P$이므로 극수와 병렬 회로수가 서로 약분된다는 점을 함께 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

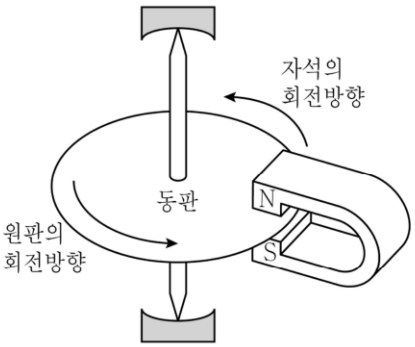
직류기 토크 문제는 먼저 도체수가 전체값인지 1극당 값인지 확인하고, 권선 방식으로 병렬 회로수 A를 정한 뒤 $T = PZ\Phi I_a/(2\pi A)$에 대입한다. 마지막으로 토크 단위가 $N \cdot m$인지 검산한다.

암기 포인트

중권은 $A = P$, 1극당 도체수는 전체 도체수로 바꿀 때 극수를 곱한다.

NoteBase

문 11. 다음은 아라고 원판을 이용하여 3상 유도 전동기의 동작 원리를 설명한 것이다. (가)와 (나)에 들어갈 말을 옳게 짝 지은 것은?



○ 말굽자석을 회전시키면 원판에 [(가)] 법칙에 의해 기전력 발생
○ 기전력에 의한 와전류(맴돌이전류)에 의해 원판에 [(나)] 법칙에 따라 전자력이 작용하여 회전력 발생

	(가)	(나)
①	플레밍의 왼손	패러데이
②	플레밍의 왼손	플레밍의 오른손
③	플레밍의 오른손	패러데이
④	플레밍의 오른손	플레밍의 왼손

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 아라고 원판에서 회전 자계가 원판에 와전류를 유도하는 과정과, 그 와전류가 자계 속에서 전자력을 받아 회전력이 생기는 과정을 구분하는 문제이다. 도식의 자석 회전은 유도 기전력의 방향을 정하는 플레밍의 오른손 법칙과 연결되고, 원판의 회전은 전자력의 방향을 정하는 플레밍의 왼손 법칙과 연결된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)의 '플레밍의 왼손'과 (나)의 '패러데이'가 모두 잘못되었다. 유도 기전력의 방향은 플레밍의 오른손 법칙으로 판단하고, 와전류에 작용하는 전자력의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 판단한다. 올바르게는 '(가) 플레밍의 오른손, (나) 플레밍의 왼손'이다.

② X
두 법칙의 적용 단계가 서로 뒤바뀌었다. 플레밍의 왼손 법칙은 유도 기전력의 방향이 아니라 전류가 흐르는 도체에 작용하는 힘의 방향을 정하고, 플레밍의 오른손 법칙은 유도 기전력의 방향을 정한다. 올바르게는 '(가) 플레밍의 오른손, (나) 플레밍의 왼손'이다.

③ X
(가)의 플레밍의 오른손 법칙은 옳지만, (나)의 패러데이 법칙은 전자력의 방향을 정하는 법칙이 아니다. 패러데이의 전자기 유도 법칙은 자속의 변화로 유도 기전력이 발생하는 원리를 나타내며, 와전류가 받는 전자력의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 판단한다. 올바르게는 '(나) 플레밍의 왼손'이다.

④ O
회전하는 자석의 자속을 원판이 상대적으로 가로지르므로 플레밍의 오른손 법칙에 따른 방향으로 유도 기전력과 와전류가 생긴다. 이 와전류가 자계와 상호 작용하여 플레밍의 왼손 법칙에 따른 전자력을 받으므로 원판에 회전력이 발생한다.

오답 포인트

유도와 힘의 두 단계를 혼동하기 쉽다. '자속을 끊어 기전력과 전류가 생기는 단계'에는 플레밍의 오른손 법칙을, '그 전류가 자계 속에서 힘을 받는 단계'에는 플레밍의 왼손 법칙을 적용한다. 패러데이 법칙은 전자기 유도의 발생 원리를 설명하지만 전자력의 방향을 정하는 법칙은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

도식에서 먼저 에너지 변환의 순서를 확인한다. 운동으로 도체가 자속을 끊어 기전력이 유도되면 발전기 작용이므로 오른손 법칙을 적용하고, 유도된 전류가 자계 속에서 힘을 받아 운동하면 전동기 작용이므로 왼손 법칙을 적용한다.

암기 포인트

발전기·유도 기전력은 오른손, 전동기·전자력은 왼손이다.

NoteBase

문 12. 다음 설명에 해당하는 전력용 반도체 소자는?

> ○ 단방향 전류소자이다.
> ○ 게이트와 이미터 사이에 전압을 인가하여 구동한다.

① GTO ② MOSFET
③ IGBT ④ TRIAC

정답 3번

출제 포인트

전력용 반도체 소자를 전류의 통전 방향과 구동 단자·구동 방식으로 구별하는 문제이다. '이미터' 단자와 게이트-이미터 간 전압 구동이 핵심 단서이다.

핵심 개념

IGBT: MOS 게이트 구조와 바이폴라 트랜지스터의 전도 특성을 결합한 전력용 반도체 소자이다. 게이트와 이미터 사이에 전압을 인가하여 켜고 끄며, 기본적으로 컬렉터에서 이미터 방향의 단방향 전류를 제어한다.
GTO: 게이트 신호로 켜고 끌 수 있는 턴오프 사이리스터이며, 게이트-캐소드 전류로 구동한다.
MOSFET: 게이트-소스 전압으로 구동하는 전압제어 소자이다.
TRIAC: 교류의 양방향 전류를 제어하는 사이리스터 소자이다.

NoteBase

선지별 해설

① GTO — X
GTO는 주 전류가 단방향이라는 점은 맞지만, 게이트와 이미터 사이의 전압으로 구동하는 소자가 아니다. 틀린 표현은 '게이트와 이미터 사이에 전압을 인가'이다. 올바르게는 게이트와 캐소드 사이에 게이트 전류를 흘려 턴온·턴오프를 제어하는 소자이다.

② MOSFET — X
MOSFET은 전압으로 구동하지만 구동 단자는 게이트와 소스이며 이미터 단자가 없다. 또한 전력용 MOSFET에는 역방향 전류 경로가 되는 내부 바디 다이오드가 존재한다. 틀린 표현은 '게이트와 이미터'이다. 올바르게는 게이트-소스 전압으로 구동하는 소자이다.

③ IGBT — O
IGBT는 게이트-이미터 전압으로 구동하며, 기본적으로 컬렉터에서 이미터 방향의 단방향 전류를 제어한다. 두 설명을 모두 만족한다.

④ TRIAC — X
TRIAC은 교류의 정·역방향 전류를 모두 제어하는 양방향 소자이며 이미터 단자가 없다. 틀린 표현은 '단방향 전류소자'와 '게이트와 이미터 사이에 전압을 인가'이다. 올바르게는 주단자 MT1·MT2 사이의 양방향 전류를 게이트 신호로 제어하는 소자이다.

오답 포인트

'전압 구동'만 보고 MOSFET을 고르기 쉽다. 그러나 MOSFET의 기준 단자는 소스이고, 문제처럼 이미터를 기준으로 게이트 전압을 인가하는 소자는 IGBT이다. 또한 TRIAC은 양방향 소자이므로 첫 번째 설명에서 제외된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단자 명칭과 제어량을 함께 본다. 게이트-이미터 전압이면 IGBT, 게이트-소스 전압이면 MOSFET, 게이트-캐소드 전류이면 GTO, 양방향 교류 제어이면 TRIAC으로 판단한다.

암기 포인트

IGBT는 G-E 전압 구동·단방향, MOSFET은 G-S 전압 구동, GTO는 G-K 전류 구동, TRIAC은 양방향이다.

NoteBase

문 13. 인버터를 이용한 속도 제어 방법 중 PWM 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 전압형 인버터에 주로 이용된다.
② 펄스의 진폭을 변조하는 방식이다.
③ 전압과 주파수를 제어하여 효율을 높일 수 있다.
④ 다른 방식에 비해 경제적이기 때문에 범용 인버터는 대부분 PWM 방식을 사용한다.

정답 2번

출제 포인트

인버터의 PWM 방식이 출력 전압을 조절하는 원리와 전압형 인버터에서의 활용 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

PWM(펄스 폭 변조)은 직류 전원으로부터 만들어지는 펄스의 진폭은 일정하게 두고 펄스 폭 또는 듀티비를 바꾸어 출력의 기본파 전압을 조절하는 방식이다. 인버터에서는 스위칭 주기와 변조 신호를 조정하여 출력 전압과 주파수를 함께 제어할 수 있다.

선지별 해설

① O — PWM은 일정한 직류 전압을 스위칭하여 출력 전압 파형을 만드는 전압형 인버터에 주로 이용된다.
② X — 틀린 표현은 '펄스의 진폭을 변조'한다는 부분이다. 올바르게는 펄스의 진폭을 일정하게 유지하면서 펄스 폭 또는 듀티비를 변조하는 방식이다.
③ O — PWM 인버터는 변조율과 스위칭 패턴을 조절하여 출력 전압과 주파수를 제어할 수 있으므로 전동기의 속도 제어와 효율적인 운전에 유리하다.
④ O — PWM은 출력 전압과 주파수 제어가 쉽고 전력용 반도체의 스위칭으로 구현할 수 있어 범용 인버터에 널리 사용되는 경제적인 방식이다.

오답 포인트

②의 '진폭'과 '폭'을 혼동하기 쉽다. PWM에서 M은 Modulation이지만 실제 변조 대상은 Pulse Width, 즉 펄스의 폭이다.

다시 나오면 이렇게 판단

PWM의 설명에서는 펄스 높이가 아니라 펄스 폭이나 듀티비가 변하는지를 먼저 확인한다. '펄스 진폭을 변조한다'는 표현은 PWM의 정의와 맞지 않는다.

암기 포인트

PWM은 진폭 고정, 폭 변조이다.

NoteBase

문 14. 동기전동기의 특징에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 직류전원이 필요하다.
② 난조를 일으킬 염려가 없다.
③ 항상 역률 1로 운전할 수 있다.
④ 회전 속도가 동기 속도로 일정하게 유지된다.

정답 2번

출제 포인트

동기발전기의 여자 방식, 난조 현상, 역률 조정 및 동기 속도 운전이라는 기본 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

동기발전기는 회전자 계자에 직류로 여자하여 자극을 만들고, 원동기로 회전자를 동기 속도로 운전해 일정한 주파수의 교류를 발생시키는 발전기이다. 계자전류를 조절하면 무효전력과 역률을 조정할 수 있다. 부하가 갑자기 변하면 회전자가 새로운 평형 위치를 중심으로 흔들리는 난조가 발생할 수 있다.

선지별 해설

① O — 일반적인 동기발전기는 회전자 계자를 여자하여 자극을 만들기 위한 직류전원이 필요하다.

② X — 틀린 표현은 '난조를 일으킬 염려가 없다'이다. 부하의 급변이나 계통 교란이 생기면 회전자가 동기 위치를 중심으로 진동하는 난조가 발생할 수 있다. 올바르게는 '동기발전기는 운전 중 난조를 일으킬 염려가 있다'이다.

③ O — 계자전류를 조절하면 무효전력과 역률을 조정할 수 있으므로 정상 운전 범위에서 역률 1로 운전할 수 있다.

④ O — 정상상태에서 회전자는 회전자계와 같은 동기 속도로 회전하며, 계통 주파수와 극수가 일정하면 그 속도도 일정하게 유지된다.

오답 포인트

②의 '염려가 없다'가 함정이다. 동기기는 정상상태에서 동기 속도를 유지하지만, 부하가 갑자기 변할 때 회전자의 위치가 흔들리는 난조까지 없는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

동기기 선지는 '직류 여자', '계자전류에 의한 역률 조정', '동기 속도 유지'를 기본 특성으로 판단한다. 반면 부하 급변 뒤 회전자 진동을 완전히 부정하는 표현은 난조의 가능성을 무시한 것이므로 틀린 선지로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

동기발전기는 직류 여자·동기 속도·역률 조정이 가능하지만, 부하 급변 시 난조가 생길 수 있다.

NoteBase

문 15. 전기자 저항이 0.02 Ω인 직류 분권 발전기가 1,000 rpm의 속도로 회전할 때, 단자 전압이 198 V이고, 전기자 전류가 100 A를 나타내었다. 이 발전기를 전동기로 전환해서 198 V의 단자 전압을 공급하여 100 A의 전기자 전류가 흐를 때 전동기의 회전수[rpm]는? (단, 전기자 반작용은 무시한다)

① 954 ② 976
③ 980 ④ 988

정답 3번

출제 포인트

직류 분권기를 발전기에서 전동기로 전환할 때 유기기전력과 역기전력을 각각 구하고, 자속이 같으면 회전수가 기전력에 비례한다는 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전기자 저항 $R_a = 0.02\Omega$, 발전기 회전수 $N_g = 1{,}000rpm$, 단자 전압 $V = 198V$, 전기자 전류 $I_a = 100A$이다.
구해야 할 값: 전동기 회전수 N_m이다.
주의할 조건: 같은 분권기를 같은 단자 전압으로 운전하므로 계자전류와 자속은 같고, 전기자 반작용도 무시하므로 발전기와 전동기의 자속을 동일하게 본다.

사용할 공식

발전기에서는 전기자 저항의 전압강하를 더하므로
$E_g = V + I_aR_a$
이고, 전동기에서는 전압강하를 빼므로
$E_m = V - I_aR_a$
이다. 직류기의 기전력은 $E = k\Phi N$이므로 자속 Φ가 같을 때
$\frac{N_m}{N_g} = \frac{E_m}{E_g}$
가 성립한다.

계산 과정

1. 전기자 저항의 전압강하는 $I_aR_a = 100 \times 0.02 = 2V$이다.
2. 발전기 유기기전력은 $E_g = 198 + 2 = 200V$이다.
3. 전동기 역기전력은 $E_m = 198 - 2 = 196V$이다.
4. 자속이 같으므로
$N_m = N_g\frac{E_m}{E_g} = 1{,}000 \times \frac{196}{200} = 980rpm$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 954*rpm*은 기전력비 196/200를 적용한 결과와 일치하지 않는다. '954*rpm*'은 '980*rpm*'으로 고쳐야 한다.
② X — 976*rpm*은 계산값 980*rpm*과 다르다. '976*rpm*'은 '980*rpm*'으로 고쳐야 한다.
③ O — $1{,}000 \times 196/200 = 980rpm$이므로 옳다.
④ X — 988*rpm*은 계산값 980*rpm*과 다르다. '988*rpm*'은 '980*rpm*'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

발전기와 전동기에서 전기자 저항 전압강하의 부호가 반대라는 점이 핵심 함정이다. 발전기는 $E_g = V + I_a R_a$, 전동기는 $E_m = V - I_a R_a$로 계산해야 한다. 또한 회전수 비의 기준은 단자 전압이 아니라 각각의 유기기전력과 역기전력이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 발전기와 전동기의 기전력에서 전압강하의 부호를 구분하고, 자속이 같은지 확인한 뒤 $N \propto E/\Phi$의 비례식을 적용한다. 마지막으로 전동기의 역기전력이 발전기 유기기전력보다 작으므로 회전수도 기존 1,000*rpm*보다 작아야 한다는 점으로 검산한다.

암기 포인트

발전기는 $E = V + I_a R_a$, 전동기는 $E = V - I_a R_a$이며, 자속이 같으면 $N \propto E$이다.

NoteBase

문 16. 회전자가 슬립 s로 회전하고 있을 때, 고정자와 회전자의 권수비를 a라고 하면 1차 유도기전력 E_1과 2차 유도기전력 E_{2s}의 비는?

① sa ② $\frac{a}{s}$

③ $(1-s)a$ ④ $\frac{a}{1-s}$

정답 2번

출제 포인트

유도전동기에서 슬립 s일 때 회전자 유도기전력이 정지 시 유도기전력의 s배가 된다는 관계를 이용하여 E_1/E_{2s}를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 고정자와 회전자의 권수비 a, 슬립 s
구해야 할 값: 1차 유도기전력과 운전 중 2차 유도기전력의 비 E_1/E_{2s}
주의할 조건: 권수비는 정지 시 2차 유도기전력 E_2를 기준으로 $a = E_1/E_2$이고, 운전 중 회전자 유도기전력은 슬립에 비례한다.

사용할 공식

$a = \frac{E_1}{E_2}, \qquad E_{2s} = sE_2$

회전자와 회전자계의 상대속도가 동기속도의 s배이므로, 운전 중 회전자 유도기전력 E_{2s}도 정지 시 유도기전력 E_2의 s배가 된다.

계산 과정

1. 권수비 관계 $a = E_1/E_2$에서 $E_1 = aE_2$이다.
2. 슬립 s에서 2차 유도기전력은 $E_{2s} = sE_2$이다.
3. 따라서
$\frac{E_1}{E_{2s}} = \frac{aE_2}{sE_2} = \frac{a}{s}$
이므로 비는 a/s이다.

NoteBase

선지 판단

① X — sa는 분모인 E_{2s}가 sE_2로 감소한다는 점을 비에 반대로 적용한 값이다. 틀린 표현 sa는 올바르게는 a/s이다.
② O — $E_1 = aE_2$, $E_{2s} = sE_2$이므로 $E_1/E_{2s} = a/s$이다.
③ X — $(1-s)a$는 회전자의 속도비 $1-s$를 유도기전력에 잘못 적용한 값이다. 회전자 유도기전력은 슬립 s에 비례하므로 올바르게는 a/s이다.
④ X — $a/(1-s)$는 회전자 속도비 $1-s$를 2차 유도기전력의 비율로 잘못 사용한 값이다. 올바른 분모의 비율은 s이므로 올바르게는 a/s이다.

오답 포인트

슬립 s와 회전자 속도비 $1-s$를 혼동하기 쉽다. 회전자 속도는 동기속도의 $1-s$배이지만, 회전자 유도기전력은 회전자계와 회전자의 상대속도에 의해 정해지므로 정지 시 값의 s배이다. 또한 E_{2s}가 분모에 있으므로 최종 비에서는 s로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

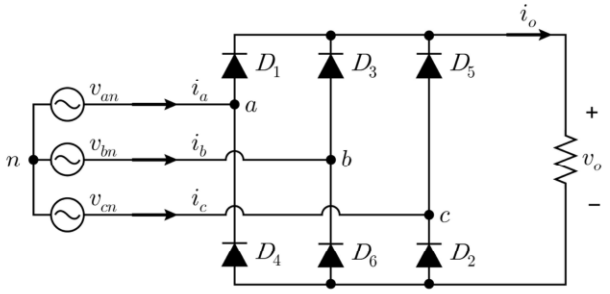
먼저 정지 시 권수비 관계 $a = E_1/E_2$를 세우고, 운전 중 2차 유도기전력을 $E_{2s} = sE_2$로 바꾼 뒤 요구된 비에 대입한다.

암기 포인트

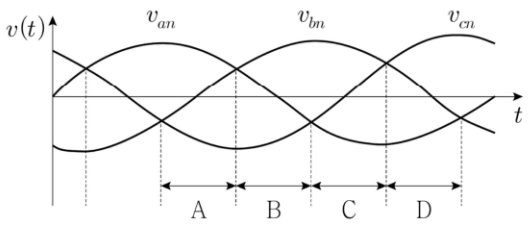
회전자 속도비는 $1-s$, 회전자 유도기전력과 주파수의 비는 s이다. 따라서 $E_1/E_{2s} = a/s$이다.

NoteBase

문 17. 다음과 같은 3상 전파 정류회로에서 A ~ D의 구간과 각 구간별 도통 다이오드를 옳게 짝 지은 것은?



(a) 회로도



(b) 입력 파형

① A구간: D_1, D_2
② B구간: D_3, D_4
③ C구간: D_4, D_5
④ D구간: D_6, D_1

정답 1번

출제 포인트

3상 전파 다이오드 정류회로에서 각 순간 가장 높은 상전압에 연결된 상측 다이오드와 가장 낮은 상전압에 연결된 하측 다이오드가 한 쌍으로 도통한다는 원리를 파형에 적용하는 문제이다.

선지별 해설

① O — A구간에서는 v_{an}이 가장 높고 v_{cn}이 가장 낮다. 따라서 a상의 상측 다이오드 D_1과 c상의 하측 다이오드 D_2가 도통한다.
② X — B구간에서 가장 높은 상전압은 v_{bn}, 가장 낮은 상전압은 v_{cn}이다. D_3, D_4가 아니라 D_3, D_2가 도통한다.
③ X — C구간에서 가장 높은 상전압은 v_{bn}, 가장 낮은 상전압은 v_{an}이다. D_4, D_5가 아니라 D_3, D_4가 도통한다.
④ X — D구간에서 가장 높은 상전압은 v_{cn}, 가장 낮은 상전압은 v_{an}이다. D_6, D_1이 아니라 D_5, D_4가 도통한다.

오답 포인트

파형의 양수·음수 여부만 보는 것이 아니라 세 상전압의 순간적인 대소관계를 비교해야 한다. 상측 다이오드는 최댓값인 상, 하측 다이오드는 최솟값인 상에 연결된 소자가 선택된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

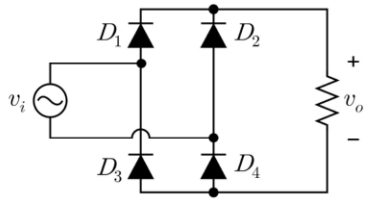
판단할 구간의 가운데 시점에서 세 상전압의 높이를 비교한다. 최댓값의 상에서 상측 다이오드를, 최솟값의 상에서 하측 다이오드를 고르면 도통 쌍이 결정된다.

암기 포인트

3상 다이오드 브리지의 도통 쌍은 ‘최고 상전압의 위쪽 다이오드 + 최저 상전압의 아래쪽 다이오드’이다.

NoteBase

문 18. 다음과 같은 정류회로에서 사인파 입력 전압 v_i의 실횻값이 200 V일 때, 출력 전압 v_o의 평균값[V]은? (단, 다이오드는 이상적으로 동작한다)



① 140 ② 160
③ 180 ④ 200

정답 3번

출제 포인트

단상 전파 브리지 정류회로에서 정현파 입력의 실효값을 최댓값으로 바꾼 뒤, 전파 정류된 출력 전압의 평균값을 구하는 문제이다.

조건 정리

입력 전압은 실효값 $V_{i,\,\mathrm{rms}} = 200V$인 정현파이다. 회로는 이상적인 다이오드 4개로 구성된 단상 전파 브리지 정류회로이므로 다이오드의 순방향 전압강하는 0이고, 출력은 입력 정현파의 절댓값 파형이다. 구해야 할 값은 출력 전압 v_o의 한 주기 평균값이다.

사용할 공식

정현파의 최댓값과 실효값 관계는 $V_m = \sqrt{2}V_{\mathrm{rms}}$이다. 전파 정류파의 평균값은 $V_{o,\,\mathrm{avg}} = \frac{2V_m}{\pi}$이다. 따라서 $V_{o,\,\mathrm{avg}} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}V_{i,\,\mathrm{rms}} \approx 0.9V_{i,\,\mathrm{rms}}$를 사용한다. 브리지 정류회로에서는 입력의 양·음 반주기 모두 부하에 같은 극성으로 나타나기 때문에 이 공식을 적용한다.

계산 과정

1. 입력 정현파의 최댓값은 $V_m = \sqrt{2} \times 200V$이다.
2. 전파 정류 출력의 평균값은 $V_{o,\,\mathrm{avg}} = \frac{2V_m}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} \times 200V \approx 180V$ 이다.
3. 계산값 $180V$에 해당하는 선지는 ③이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 140V는 계산값 180V와 다르다. 틀린 값 140V는 올바르게는 180V이다.
② X — 160V는 전파 정류 평균값 공식으로 얻어지는 값이 아니다. 틀린 값 160V는 올바르게는 180V이다.
③ O — $V_{o,\,\mathrm{avg}} = (2\sqrt{2}/\pi) \times 200V \approx 180V$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 200V는 주어진 입력 전압의 실효값이지 정류된 출력 전압의 평균값이 아니다. 틀린 값 200V는 출력 평균값으로는 180V로 고쳐야 한다.

오답 포인트

④의 200V를 그대로 고르면 입력의 실효값과 정류 출력의 평균값을 혼동한 것이다. 또한 전파 정류 평균값 $2V_m/\pi$에는 정현파의 최댓값 V_m이 들어가므로, 주어진 실효값 200V를 먼저 $V_m = \sqrt{2}V_{\mathrm{rms}}$로 변환해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

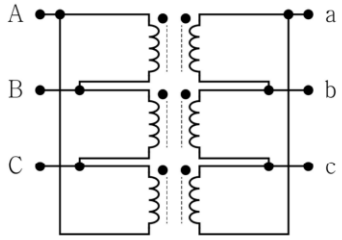
브리지 정류회로를 확인한 뒤 입력이 실효값인지 최댓값인지 구분한다. 실효값이 주어지면 $V_m = \sqrt{2}V_{\mathrm{rms}}$로 변환하고, 전파 정류 평균값 $2V_m/\pi$를 적용한다. 이상적인 다이오드 조건에서는 전압강하를 빼지 않는다.

암기 포인트

이상적인 단상 전파 브리지 정류회로의 평균 출력 전압은 $V_{o,\,\mathrm{avg}} = 0.9V_{i,\,\mathrm{rms}}$이다.

NoteBase

문 19. 다음과 같은 단상 변압기 3대를 이용한 3상 결선 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 중성점 접지가 용이하지 않아 사고 시 보호가 어려울 수 있다.
② 변압기 외부에 제3고조파가 발생하지 않으므로 통신장애가 없다.
③ 제3고조파 여자 전류 통로를 가지게 되므로 사인파 전압을 유기한다.
④ 변압기 3대 중 1대가 고장 나더라도 정격 출력의 87.6 [%]가 되는 3상 전력을 사용할 수 있다.

정답 4번

출제 포인트

도식의 1차측과 2차측 권선이 각각 폐회로를 이루는 Δ-Δ 결선임을 판별하고, Δ-Δ 결선의 특징과 1대 고장 시 V-V 결선의 이용률을 구분하는 문제이다.

선지별 해설

① O
Δ 결선에는 중성점이 없으므로 중성점 접지를 직접 하기 어렵고, 지락 사고에 대한 보호 방식도 복잡해질 수 있다.

② O
Δ 결선은 제3고조파 전류가 결선 내부에서 순환할 수 있는 폐회로를 제공한다. 따라서 제3고조파 전류가 외부 선로로 나타나는 것이 억제되어 통신선에 미치는 유도장해가 작다.

③ O
Δ 내부에 제3고조파 여자 전류가 순환할 수 있으므로 자속과 상전압의 파형 왜곡이 억제되어 상전압을 정현파에 가깝게 유지한다.

④ X
‘정격 출력의 87.6%’가 틀린 표현이다. Δ-Δ 결선에서 1대가 고장 나면 남은 2대로 V-V 결선을 구성할 수 있지만, 사용할 수 있는 3상 출력은 원래 Δ-Δ 결선 정격 출력의 57.7%이다.

NoteBase

오답 포인트

V-V 결선으로 운전이 가능하다는 사실과 원래 정격 출력을 거의 그대로 사용할 수 있다는 주장을 혼동하기 쉽다. 1대 고장 뒤에도 3상 전력은 공급할 수 있지만, 출력은 원래 Δ-Δ 용량의 57.7%로 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

도식에서 세 권선의 끝이 서로 이어져 닫힌 삼각형을 이루는지 먼저 확인한다. Δ-Δ 결선이면 중성점이 없고, 제3고조파 전류의 내부 순환이 가능하며, 1대 고장 시 V-V 운전 용량은 원래 용량의 57.7%라고 판단한다.

암기 포인트

Δ-Δ는 중성점 없음, 제3고조파 내부 순환, 1대 고장 시 V-V로 57.7% 운전이다.

NoteBase

문 20. 380 V, 10 kW 3상 유도 전동기를 전전압 기동법으로 운전하였을 때, 기동 전류는 180 A로 측정되었다. 이 전동기를 Y−△로 기동했을 때, 측정될 기동 전류[A]는?

① 40 ② 60
③ 90 ④ 120

정답 2번

출제 포인트

Y-Δ 기동 시 Y결선에서 흐르는 기동 선전류가 전전압 기동 선전류의 1/3이 된다는 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전전압 기동전류는 $180A$이다.
구해야 할 값: Y-Δ 기동 시 처음 Y결선으로 기동할 때의 선전류이다.
주의할 조건: $380V$, $10kW$를 이용해 정격전류를 새로 구하는 문제가 아니라, 이미 측정된 전전압 기동전류와 Y-Δ 기동전류의 비를 이용한다.

사용할 공식

$I_{L,Y} = \frac{1}{3} I_{L,\Delta}$

Δ결선 전전압 기동에서는 $I_{L,\Delta} = \sqrt{3} I_{ph,\Delta}$이고, Y결선에서는 각 상에 걸리는 전압이 Δ결선의 $1/\sqrt{3}$이므로 상전류도 $1/\sqrt{3}$이 된다. Y결선의 선전류는 상전류와 같으므로, 두 선전류의 비는 1/3이다.

계산 과정

1. 전전압 기동 선전류를 $I_{L,\Delta} = 180A$로 둔다.
2. Y-Δ 기동의 초기 Y결선 선전류는 전전압 기동 선전류의 1/3이다.
$I_{L,Y} = \frac{1}{3} \times 180 = 60A$
3. 측정될 기동전류는 $60A$이다.

선지 판단

① X — $40A$는 $180A$에 Y-Δ 기동의 선전류비 1/3을 적용한 값이 아니다. 올바른 값은 $60A$이다.
② O — $180A$의 1/3은 $60A$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — $90A$는 전전압 기동전류를 단순히 절반으로 계산한 값이다. Y-Δ 기동의 초기 선전류는 절반이 아니라 1/3이므로 올바른 값은 $60A$이다.
④ X — $120A$는 전전압 기동전류의 2/3에 해당한다. 적용해야 하는 비는 1/3이므로 올바른 값은 $60A$이다.
계산 결과 $60A$이므로 정답은 ②이다.

NoteBase

오답 포인트

Y결선에서 상전압이 Δ결선의 $1/\sqrt{3}$이라는 사실만 보고 기동 선전류도 $1/\sqrt{3}$이라고 판단하기 쉽다. 상전압 감소와 Δ결선의 선전류·상전류 관계를 함께 반영하면 Y 기동 선전류는 전전압 기동 선전류의 1/3이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전전압 기동전류가 주어지고 Y-Δ 기동전류를 묻는 경우에는 전동기의 용량으로 전류를 다시 계산하지 않고, 주어진 전전압 기동전류에 1/3을 곱한다.

암기 포인트

Y-Δ 기동의 초기 선전류 = 전전압 기동 선전류의 1/3이다.

NoteBase