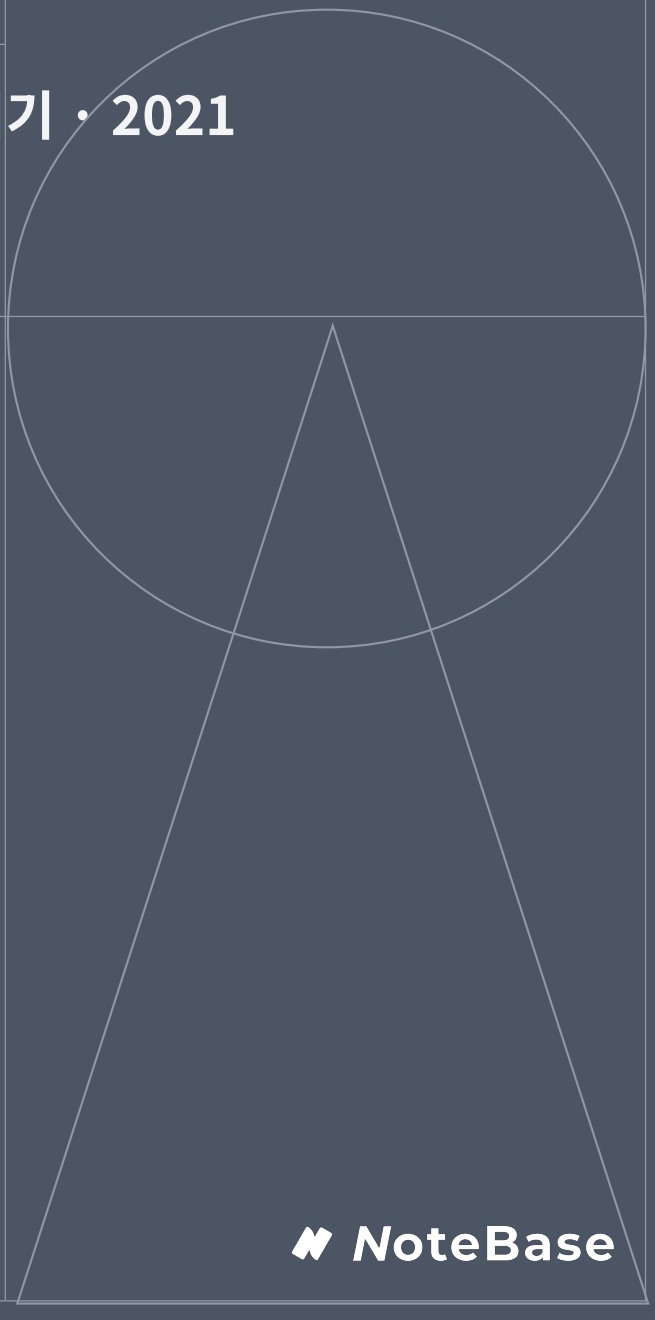
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2021

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2021

문 1. 두 대의 동기발전기가 병렬로 운전하고 있을 때 동기화 전류가 흐르는 경우는?

① 상회전 방향이 다를 때

② 기전력의 위상에 차이가 있을 때

③ 기전력의 크기에 차이가 있을 때

④ 기전력의 파형에 차이가 있을 때

정답 2번

간단한 해설

두 발전기의 **기전력 위상에 차이**가 생기면 동기화 전류가 흘러 위상 차이를 줄이는 토크를 만든다. 이 토크는 앞선 발전기를 감속시키고 뒤진 발전기를 가속시켜 동기를 유지하게 한다.

선지별 해설

① X: 상회전 방향은 3상 전압의 상순서를 뜻한다. 상순서가 다르면 세 상의 대응 전압을 동시에 같은 위상으로 맞출 수 없으므로 정상적인 병렬 운전이 불가능하다. 병렬 운전을 하려면 **상회전 방향이 같아야 한다**.

② O: 기전력의 크기와 주파수가 같아도 위상에 차이가 생기면 두 발전기 사이에 전압 차가 생겨 동기화 전류가 흐른다. 이 전류는 **위상 차이를 줄이는 동기화 토크**를 만든다. 위상이 앞선 발전기에는 감속 방향의 토크가, 뒤진 발전기에는 가속 방향의 토크가 작용하여 동기를 유지한다.

③ X: 위상은 같고 기전력의 크기만 다르면 **무효 순환전류**가 흐른다. 전기자 저항을 무시하면 이 전류는 기전력과 90°의 위상 차를 가지며 무효전력 분담을 바꾼다. 위상 차이를 줄이는 동기화 전류가 발생하는 경우와 구별해야 한다.

④ X: 기본파의 크기와 위상이 같아도 파형이 다르면 고조파 성분에 차이가 생긴다. 이 차이는 순환 경로가 있을 때 **고조파 순환전류**를 일으킬 수 있다. 동기화 전류의 발생 원인은 파형 차이가 아니라 기전력의 위상 차이이다.

NoteBase

문 2. 3상 유도전동기의 회생제동에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 슬립이 0보다 크다.

② 유도발전기로 작동한다.

③ 회전자계가 반대 방향으로 된다.

④ 기계적인 마찰이나 발열이 발생해 위험하다.

정답 2번

간단한 해설

회전자가 회전자계와 같은 방향으로 **동기속도보다 빠르게** 돌면 유도기는 발전기로 작동하여 기계에너지를 전기에너지로 바꿔 전원에 돌려준다. 이때 회전 방향과 반대인 전자기 토크가 발생하여 제동한다.

선지별 해설

① X: 회생제동에서는 회전자가 회전자계와 같은 방향으로 동기속도보다 빠르게 회전하므로 **슬립은 0보다 작다**. 동기속도를 N_s, 회전자 속도를 N이라 하면 슬립은 $s = \frac{N_s - N}{N_s}$이다. 회생제동에서는 $N > N_s$이므로 분자가 음수가 된다.

② O: 회전자가 동기속도를 넘으면 유도기는 **유도발전기로 작동**한다. 축으로 들어오는 기계에너지를 전기에너지로 변환하여 전원에 반환하며, 이때 전자기 토크는 회전 방향과 반대로 작용하여 회전을 억제한다.

③ X: 회생제동에서는 **회전자계의 방향을 반대로 바꾸지 않는다**. 회전자와 회전자계는 같은 방향으로 회전하되 회전자가 더 빠르다. 전원 세 선 중 두 선을 바꾸어 회전자계 방향을 반전시키는 것은 역상제동의 방법이다.

④ X: 회생제동은 **기계에너지를 전원에 반환**하는 제동 방식이다. 마찰로 제동에너지를 열로 소모하는 기계적 제동과 구별된다. 회생제동 중에도 권선 손실 등에 따른 발열은 있지만, 이를 근거로 기계적인 마찰이나 발열 때문에 위험한 방식이라고 설명하는 것은 적절하지 않다.

NoteBase

문 3. 직류 직권전동기에서 직류 인가전원의 극성을 반대로 연결하면 발생되는 현상을 바르게 연결한 것은?

① 속도: 불변, 회전방향: 반대

② 속도: 불변, 회전방향: 불변

③ 속도: 증가, 회전방향: 반대

④ 속도: 증가, 회전방향: 불변

정답 2번

간단한 해설

직권전동기는 전원 극성을 바꾸면 **전기자전류와 계자자속의 방향이 함께 반전**되어 토크의 방향이 유지된다. 전압의 크기와 부하가 같다면 속도와 회전방향 모두 변하지 않는다.

구성 요소별 해설

속도: **전압의 크기와 부하가 같은 정상상태**를 비교한다. 직권전동기는 계자권선과 전기자가 직렬로 연결되어 같은 전류가 흐른다. 전원 극성만 반대로 바꾸어도 회로의 저항과 전압의 크기는 같고, 같은 부하를 구동하는 데 필요한 전류와 자속의 크기도 같으므로 속도는 변하지 않는다. 자속의 크기를 줄이는 계자 약화가 아니므로 속도가 증가하지 않는다.

회전방향: 전원 극성을 반대로 연결하면 전기자전류와 계자전류가 모두 반대 방향으로 흐른다. 이에 따라 계자자속도 반전된다. 토크는 $T = k\Phi I_a$에 비례하며, Φ는 계자자속, I_a는 전기자전류, k는 전동기의 구조에 따른 양의 상수이다. **자속과 전기자전류의 부호가 동시에 바뀌므로** 두 양의 곱과 토크의 방향은 그대로이다. 따라서 회전방향도 변하지 않는다.

따라서 '속도: 불변, 회전방향: 불변'의 연결이 성립하며, ②에 해당한다.

NoteBase

문 4. 사이리스터(SCR) 2개를 역병렬로 접속한 것과 등가인 반도체로, 양방향으로 전류가 흐르기 때문에 교류위상제어를 위한 스위치로 주로 사용되는 것은?

① GTO

② IGBT

③ TRIAC

④ MOSFET

정답 3번

간단한 해설

TRIAC은 **SCR 2개의 역병렬 접속과 등가**인 양방향 사이리스터이다. 교류의 양·음 반주기에서 모두 도통할 수 있어 교류위상제어에 사용된다.

공통 해설

SCR은 주전류를 한 방향으로 흘리는 소자이다. SCR 2개를 역병렬로 접속하면 두 소자의 도통 방향이 서로 반대가 되어, 한 소자는 한쪽 방향의 전류를, 다른 소자는 반대 방향의 전류를 담당한다. 이러한 **양방향 도통 기능을 하나의 소자로 구현**한 것이 TRIAC이다. 따라서 교류의 양·음 반주기를 모두 제어할 수 있는 양방향 사이리스터라는 정의가 소자를 식별하는 기준이다.

교류위상제어에서는 각 반주기에서 **게이트 신호를 주는 시점**을 조절하여 부하에 전력이 전달되는 구간을 바꾼다. TRIAC은 게이트 신호로 도통을 시작하며, 일단 도통하면 주전류가 유지전류 아래로 줄어들 때까지 도통 상태를 유지한다. 이 작동 특성 때문에 교류 전력을 조절하는 스위치로 사용된다.

NoteBase

문 5. 유도기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 세이딩 코일형 단상 유도기에는 콘덴서가 필요하다.

② 단상 유도전동기는 기동토크가 0이므로 기동장치가 필요하다.

③ 무부하로 운전되는 3상 유도전동기에서 한 상을 제거해도 전동기는 계속 회전한다.

④ 단상 유도전동기 토크 발생 원리는 이중 회전자계 또는 교번자계 이론으로 설명할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

세이딩 코일형은 자극 일부를 감싼 단락 코일에 흐르는 유도전류로 자속의 위상차를 만들어 기동한다. 따라서 기동을 위한 **콘덴서가 필요하지 않다**.

선지별 해설

① X: 세이딩 코일형은 고정자 자극의 일부에 구리 단락 코일을 설치한다. 이 코일에 유도전류가 흐르면 코일로 감싼 부분과 감싸지 않은 부분의 자속 사이에 위상차가 생겨 기동토크를 얻는다. 따라서 '콘덴서가 필요하다'는 **'콘덴서가 필요하지 않다'**로 고친다.

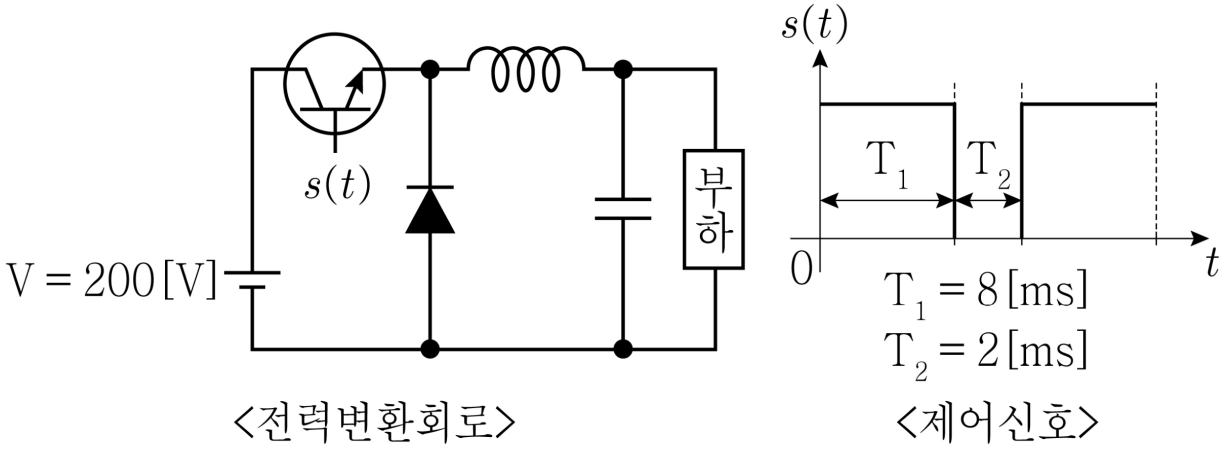
② O: 기동장치 없이 단상 주권선만 여자하면 교번자계가 발생한다. 정지 상태에서는 이를 구성하는 정방향·역방향 회전자계의 토크가 크기는 같고 방향은 반대여서 **합성 기동토크가 0**이다. 스스로 회전을 시작하려면 보조권선이나 세이딩 코일 등으로 기동토크를 만드는 장치가 필요하다.

③ O: **이미 무부하로 회전 중**인 3상 유도전동기는 한 상이 끊어져 단상 운전 상태가 되어도 회전을 계속할 수 있다. 회전 중에는 정방향 토크와 역방향 토크가 같지 않아 회전 방향의 합성토크가 남고, 무부하에서는 마찰·풍손 등을 이길 정도의 토크만 있으면 되기 때문이다. 정지 상태에서 한 상이 끊어진 경우에는 스스로 기동하지 못한다.

④ O: 단상 권선이 만드는 교번자계는 공간상의 축은 일정하고 세기와 방향이 주기적으로 바뀌는 자계이다. 이 자계는 **크기가 같고 서로 반대 방향으로 동기속도로 회전하는 두 자계**의 합으로 나타낼 수 있으며, 이것이 이중 회전자계 이론의 바탕이다. 각 회전자계가 회전자에 만드는 토크를 합하면 정지 시의 토크 상쇄와 회전 중의 토크 발생을 설명할 수 있다.

NoteBase

문 6. 전력변환회로와 제어신호에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 제어신호의 듀티비는 0.25이다.

② 직류전압을 낮추는 강압 쵸퍼회로이다.

③ 바이폴러 트랜지스터, 환류 다이오드를 사용하였다.

④ 인덕터 전류가 연속이고 소자의 전압강하를 무시하면, 부하 전압의 평균값은 160[V]이다.

정답 1번

간단한 해설

듀티비는 한 주기 중 스위치가 켜져 있는 시간의 비율이다. 그림에서 켜짐 시간은 8 ms, 꺼짐 시간은 2 ms이므로 $D = \frac{8}{8+2} = 0.8$이며, **0.25가 아니라 0.8**이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 제어신호가 높은 구간인 $T_1 = 8$ms가 켜짐 시간이고, 낮은 구간인 $T_2 = 2$ms가 꺼짐 시간이다. 한 주기는 $8 + 2 = 10$ ms이므로 듀티비는 $D = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = \frac{8}{10} = 0.8$이다. 듀티비의 분모는 **꺼짐 시간이 아니라 전체 주기**이며, 선지의 0.25는 0.8로 고쳐야 한다.

② O: 입력 전원과 인덕터 사이에 직렬 스위치가 있고, 인덕터 뒤의 부하에 커패시터가 병렬로 연결되어 있다. 스위치로 직류 입력을 단속하고 인덕터와 커패시터로 평활하여 **입력보다 낮은 평균 직류전압**을 얻는 강압 쵸퍼회로이다.

③ O: 그림의 스위치는 베이스 단자와 이미터의 화살표를 가진 **바이폴러 트랜지스터** 기호이다. 인덕터 앞 접속점과 아래쪽 공통선 사이의 다이오드는 환류 다이오드이다. 트랜지스터가 꺼져도 인덕터 전류는 즉시 끊어질 수 없으므로, 이 다이오드가 도통하여 인덕터와 부하를 흐르는 전류의 경로를 유지한다.

④ O: 인덕터 전류가 연속인 정상상태에서 소자의 전압강하를 무시하면, **인덕터의 한 주기 평균 전압은 0**이다. 부하의 평균 전압을 V_o라 하면, 켜짐 구간의 인덕터 전압은 입력 200 V와 출력 전압의 차이고 꺼짐 구간에는 환류 다이오드가 도통하여 출력 전압과 반대 극성의 전압이 걸린다. 따라서 전압·시간 평형으로 $(200 - V_o)T_1 - V_o T_2 = 0$이고, $V_o = 200 \cdot \frac{T_1}{T_1 + T_2} = 200 \cdot 0.8 = 160\text{V}$이다.

NoteBase

문 7. 6,000/600 [V], 5 [kVA]인 단상변압기를 승압용 단권변압기로 변경하여 사용하고자 한다. 1차측에 6,000 [V]를 인가할 때, 과부하 없이 2차측에 공급할 수 있는 최대 부하용량[kVA]은?

① 0.5

② 5

③ 50

④ 55

정답 4번

간단한 해설

두 권선의 전압이 더해져 출력은 6,600 V가 되고, 직렬로 연결된 **600 V 권선의 정격전류**까지 부하전류를 흘릴 수 있다. 이때 최대 부하용량은 **55 kVA**이다.

계산 과정

1. 승압 접속의 출력전압: 전압강하와 손실을 무시하면, 6,000 V 권선에 전원을 인가할 때 600 V 권선에 600 V가 유도된다. 승압용이므로 **두 권선의 전압이 더해지는 방향**으로 직렬 접속한다. 출력전압은 6,000 + 600 = 6,600 V이다.

2. 부하전류의 한계: 원래 변압기의 정격용량은 5 kVA = 5,000 VA이다. 단상 피상전력은 $S = VI$이므로 600 V 권선의 정격전류는 $I_{600} = \frac{5,000}{600} = \frac{25}{3}$A이다. 이 권선은 출력에 직렬로 연결되어 **부하전류가 그대로 흐르므로**, 부하전류의 최댓값도 $\frac{25}{3}$A이다.

3. 공통권선의 과부하 확인: 6,000 V 권선의 정격전류는 $I_{6000} = \frac{5,000}{6,000} = \frac{5}{6}$A이다. 두 권선의 권수비가 10:1이고 기자력이 평형을 이루므로, 공통권선인 6,000 V 권선에 흐르는 전류의 크기는 부하전류의 1/10이다. 따라서 최대 부하전류에서 공통권선 전류는 $\frac{1}{10} \cdot \frac{25}{3} = \frac{5}{6}$A가 되어, **두 권선 모두 정격전류를 넘지 않는다**.

4. 최대 부하용량: 출력전압과 최대 부하전류를 곱하면 $S_{\max} = \frac{6,600 \cdot (25/3)}{1,000} = 55$kVA이다. 원래의 5 kVA는 두 권선 사이에서 전자유도로 전달할 수 있는 용량이고, 단권변압기에서는 전원과 부하의 전기적 연결로도 전력이 전달되므로 전체 부하용량이 더 커진다. 구한 55 kVA는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. A, B 두 대의 직류발전기를 병렬 운전하여 부하에 60[A] 전류를 공급하고 있다. A 발전기의 유도기전력은 240[V], 내부저항은 2[Ω]이고, B 발전기의 유도기전력은 220[V], 내부저항은 0.5[Ω]이다. 이 경우 B 발전기가 부담하는 전류[A]는?

① 20

② 30

③ 40

④ 50

정답 3번

간단한 해설

병렬 운전에서는 두 발전기의 **단자전압이 같고**, 각 발전기가 공급하는 전류의 합은 60 A이다. 유도기전력에서 내부저항의 전압강하를 뺀 값을 같게 놓으면 B 발전기의 부담 전류는 **40 A**가 된다.

계산 과정

A, B 발전기가 부하에 공급하는 전류를 각각 I_A, I_B, 공통 단자전압을 V라 하자. 두 발전기의 전류가 합쳐져 부하로 흐르므로 $I_A + I_B = 60$이고, $I_A = 60 - I_B$이다. 전류의 단위는 A이다.

발전기가 전류를 공급할 때 단자전압은 유도기전력에서 내부저항에 의한 전압강하를 뺀 값이므로 $V = E - rI$이다. 병렬 연결된 두 발전기는 **같은 부하 양단에 연결**되므로 단자전압이 같다. 따라서 A는 $V = 240 - 2I_A$, B는 $V = 220 - 0.5I_B$로 나타낸다.

두 단자전압을 같게 놓고 $I_A = 60 - I_B$를 대입한다.
$240 - 2(60 - I_B) = 220 - 0.5I_B$
$120 + 2I_B = 220 - 0.5I_B$
$2.5I_B = 100$
따라서 $I_B = \frac{100}{2.5} = 40\text{A}$이다.

이때 A의 공급 전류는 60 − 40 = 20 A이다. A의 단자전압은 240 − 2 × 20 = 200 V이고, B도 220 − 0.5 × 40 = 200 V이므로 병렬 운전 조건을 만족한다. B의 부담 전류 40 A는 ③에 해당한다.

NoteBase

문 9. 직류서보모터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 정밀한 속도제어 및 위치제어에 주로 사용된다.

② 많은 수의 정류자편을 가지고 있기 때문에 토크 리플이 크다.

③ 전동기 구동방식으로는 전력용 반도체 소자를 이용한 PWM 방식이 주로 사용된다.

④ 직류전동기에 비해 저속에서는 큰 토크를 발생시키고, 고속에서는 작은 토크를 발생시킨다.

정답 2번

간단한 해설

정류자편 수를 늘리면 여러 코일이 만드는 토크가 겹쳐져 **토크 리플이 작아진다**. 토크 리플은 회전 중 토크가 주기적으로 출렁이는 현상이므로, 이를 줄여야 정밀하고 부드러운 운전이 가능하다.

선지별 해설

① O: 직류서보모터는 목표 속도나 위치와 실제 측정값의 차이를 줄이는 **피드백 제어**에 사용된다. 오차에 따라 전동기의 구동을 조절하므로 정밀한 속도제어와 위치제어에 적합하다.

② X: 정류자편이 많으면 각 코일의 전류 전환이 더 잘게 나뉘고, 여러 코일의 토크가 합쳐져 회전각에 따른 토크의 변동이 줄어든다. 따라서 '토크 리플이 크다'를 **'토크 리플이 작다'**로 고쳐야 한다. 작은 토크 리플은 특히 저속에서 속도와 위치를 매끄럽게 제어하는 데 유리하다.

③ O: PWM은 전력용 반도체 소자를 빠르게 켜고 끄면서 **한 주기 중 켜져 있는 시간의 비율**을 조절하는 방식이다. 이 비율로 전동기에 인가되는 평균 전압을 바꾸고 전기자 전류를 조절하여 속도와 토크를 제어한다. 반도체 소자를 스위칭 소자로 사용하는 PWM 구동은 효율적인 전력 제어에 적합하다.

④ O: 저속에서 큰 구동 토크를 확보하고 고속에서는 토크가 작아지는 서보용 전동기의 특성을 나타낸 설명이다. **자속과 전기자 전압이 일정한 정상상태**에서는 속도가 높아질수록 인가 전압을 거스르는 역기전력이 커진다. 이에 따라 전기자 전류가 줄고, 전류에 비례하는 토크도 감소한다. 다만 '직류전동기에 비해'라는 토크 크기 비교는 전동기의 정격과 설계 조건을 전제로 이해해야 하며, 모든 직류서보모터와 일반 직류전동기 사이에 일률적으로 성립하는 대소 관계는 아니다.

NoteBase

문 10. 3상변압에서 단상변압기 3대를 사용하는 것보다 3상변압기 한 대를 사용했을 때의 장점으로 옳지 않은 것은?

① 부하시에 탭 절환장치를 채용하는 데 유리하다.

② 사용 철량이 적어 철손도 적게 되므로 효율이 좋다.

③ Y 또는 △의 고전압 결선이 외함 내에서 되므로 부싱을 절약할 수 있다.

④ 한 상에 고장이 발생해도 변압기를 V결선으로 하여 운전을 계속할 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

V결선으로 운전을 계속할 수 있다는 것은 **단상변압기 3대로 구성한 뱅크의 장점**이다. 3상변압기 한 대는 한 상에 고장이 나면 전체를 정지시켜 수리해야 하므로 같은 방식의 비상 운전을 할 수 없다.

선지별 해설

① O: 부하시 탭 절환장치는 전력을 공급하는 중에 권선의 탭을 바꾸어 변압비와 출력전압을 조정하는 장치이다. 3상변압기 한 대에서는 **세 상의 탭을 공통 구동기구로 함께 절환**하도록 구성하기 쉬워 장치의 설치와 연동에 유리하다.

② O: 같은 정격용량을 기준으로 3상변압기는 세 상이 철심의 자기회로를 공유하므로 단상변압기 3대를 사용하는 경우보다 철심 재료를 절약할 수 있다. 일반적으로 **철량과 철손이 줄어들어** 효율도 좋아진다.

③ O: 부싱은 권선의 단자를 금속 외함 밖으로 꺼낼 때 단자와 외함 사이를 절연하는 부품이다. 3상변압기는 **Y 또는 △ 결선을 외함 내부에서** 할 수 있어, 단상변압기 3대의 단자를 각각 외부로 꺼내 결선하는 경우보다 필요한 고전압 부싱 수를 줄일 수 있다.

④ X: V결선은 단상변압기 2대로 3상 전력을 공급하는 결선이다. 단상변압기 3대를 △-△로 결선한 뱅크에서는 고장 난 한 대를 분리하고 나머지 두 대를 V결선으로 바꾸어, 공급용량을 줄인 상태에서 운전을 계속할 수 있다. 반면 3상변압기 한 대는 세 상이 철심과 외함을 공유하는 일체형이므로 고장 상을 독립된 한 대처럼 분리해 같은 방식으로 운전할 수 없다. 따라서 선지의 내용은 **단상변압기 뱅크의 장점**으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 11. 직류발전기의 전기자 반작용을 방지하기 위한 방법으로 옳지 않은 것은?

① 보극을 설치한다.

② 보상권선을 설치한다.

③ 철심을 성층하여 사용한다.

④ 브러시의 위치를 발전기의 이동된 자기 중성축에 일치시킨다.

정답 3번

간단한 해설

철심을 성층하는 목적은 **와전류 손실을 줄이는 것**이다. 전기자 반작용은 전기자 전류가 만든 자계가 주자계를 변형시키는 현상이므로, 철심을 얇은 강판으로 쌓는 것만으로는 억제되지 않는다.

선지별 해설

전기자 반작용은 부하전류가 흐르는 전기자의 자계가 주자계에 영향을 주어 자속 분포를 왜곡하고 자기 중성축을 이동시키는 현상이다. 대책에는 전기자 자계를 상쇄하는 방법과 중성축 이동에 따른 정류 불량을 줄이는 방법이 있다.

① O: 보극은 주자극 사이에 설치하는 보조 자극이다. 전기자와 직렬로 연결하여 **정류 영역의 전기자 자계를 상쇄**하고, 정류 중 전류의 반전을 돕는 기전력을 발생시켜 불꽃을 줄인다.

② O: 보상권선은 주자극의 자극면에 설치하고 전기자와 직렬로 연결한다. 전기자 전류가 만드는 자계와 반대 방향의 자계를 발생시켜 **주자극 아래의 자속 분포 왜곡**을 줄인다. 전기자 전류가 커지면 보상 작용도 함께 커진다.

③ X: 철심 성층은 서로 절연된 얇은 강판을 쌓아 철심 내부의 와전류 경로를 나누는 것이다. 그 결과 **와전류 손실과 발열을 줄이지만**, 전기자 전류가 만드는 자계를 상쇄하지는 않는다. 전기자 반작용을 억제하려면 보상권선이나 보극을 이용한다.

④ O: 자기 중성축은 회전하는 전기자 도체의 유도기전력이 0이 되는 위치를 잇는 축이다. 전기자 반작용이 생기면 직류발전기의 자기 중성축은 회전 방향으로 이동한다. 브러시를 **이동한 자기 중성축에 맞추면** 정류되는 코일의 회전에 의한 유도기전력을 줄여 불꽃 발생을 완화한다. 이는 전기자 자계 자체를 없애는 방법은 아니지만 그에 따른 정류 불량을 줄이는 대책이다. 부하에 따라 중성축 위치가 달라지므로 브러시 이동만으로 모든 부하에 대응하기는 어렵다.

NoteBase

문 12. 직류발전기의 회전수가 2배로 증가하였을 때, 발생 기전력을 이전과 같은 값으로 유지하려면 속도 변화 전에 비해 여자는 몇 배가 되어야 하는가? (단, 자기포화는 무시한다)

① $\frac{1}{4}$

② $\frac{1}{2}$

③ 2

④ 4

정답 2번

간단한 해설

직류발전기의 발생 기전력은 **자속과 회전수의 곱**에 비례한다. 자기포화를 무시하면 자속은 계자전류에 비례하므로, 회전수가 2배가 될 때 같은 기전력을 유지하려면 **여자를 절반**으로 줄여야 한다.

계산 과정

기전력 관계: 같은 직류발전기에서 발생 기전력은 $E = k\Phi n$이다. 여기서 E는 발생 기전력, Φ는 한 극당 자속, n은 회전수, k는 발전기 구조에 따른 상수이다. 따라서 기전력을 일정하게 유지하려면 **자속과 회전수의 곱을 일정하게** 해야 한다.

필요한 자속: 변화 전후를 각각 아래첨자 1, 2로 나타내면 $n_2 = 2n_1$, $E_2 = E_1$이다. 기전력 식에서 $\Phi_1 n_1 = \Phi_2 n_2$이므로 $\frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}$이다. 즉 회전수 증가를 상쇄하려면 자속을 이전의 절반으로 줄여야 한다.

여자 배율: 여자는 계자권선에 전류를 흘려 자속을 만드는 것이다. **자기포화를 무시**하고 같은 계자권선을 사용하므로 자속은 계자전류 I_f에 비례한다. 따라서 $\frac{I_{f2}}{I_{f1}} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1} = \frac{1}{2}$이다. 필요한 여자는 이전의 $\frac{1}{2}$배로, ②에 해당한다.

NoteBase

문 13. 동기기의 난조 방지에 대한 대책으로 옳지 않은 것은?

① 제동권선을 설치한다.

② 플라이휠을 설치한다.

③ 전기자 저항을 크게 한다.

④ 조속기의 감도를 적당히 조정한다.

정답 3번

간단한 해설

전기자 저항을 크게 하는 것은 난조 방지 대책이 아니며, 운전 조건에 따라 오히려 진동을 키울 수 있다. 난조 방지를 위해서는 전기자 저항을 **작게 하는 방향**이 적합하다.

선지별 해설

난조는 부하나 원동기 출력의 변화 등으로 회전자가 새로운 평형 위치 주위에서 흔들리며, 부하각과 회전속도가 주기적으로 변동하는 현상이다.

① O: 제동권선은 회전자 자극 면에 설치하는 단락된 권선이다. 회전자가 동기속도보다 빨라지거나 느려지면 이 권선에 전류가 유도되어 **속도 편차를 줄이는 방향의 토크**가 발생하므로 난조가 감쇠한다.

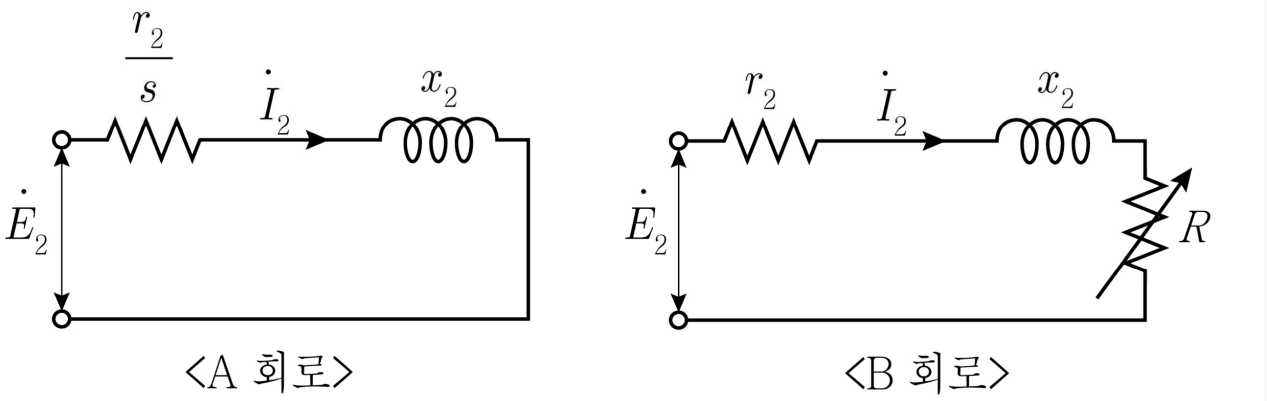
② O: 플라이휠은 회전계의 **관성모멘트를 크게** 한다. 같은 토크 변화가 생겨도 회전속도가 급격히 변하지 않게 하여, 부하나 원동기 출력의 변동에 따른 회전자의 흔들림을 줄인다.

③ X: 전기자 저항을 크게 하면 운전 조건에 따라 회전자 진동을 억제하기보다 키우는 작용이 나타날 수 있다. 난조 방지 대책으로는 전기자 저항을 크게 하는 것이 아니라 **작게 하는 것**이 적합하다.

④ O: 조속기는 원동기의 출력을 조절하여 회전속도를 유지하는 장치이다. 감도가 지나치게 높으면 작은 속도 변화에도 출력을 과도하게 조절하여 진동을 키울 수 있으므로, **과도한 응답이 생기지 않도록 감도를 조정**한다.

NoteBase

문 14. 다음 회로도는 유도전동기 운전 시 2차측 등가회로를 나타낸다. A 회로와 B 회로가 등가회로인 경우 R로 옳은 것은?



① $(\frac{1-s}{s})r_2$
② $(\frac{1-s^2}{s})r_2$
③ $(\frac{s}{1-s})r_2$
④ $(\frac{s^2}{1-s})r_2$

정답 1번

간단한 해설

두 회로의 리액턴스가 같으므로 등가가 되려면 **전체 저항도 같아야 한다**. 따라서 B 회로의 추가 저항은 $R = \frac{r_2}{s} - r_2 = \frac{1-s}{s}r_2$이다.

계산 과정

회로의 구성: s는 슬립으로 단위가 없고, r_2는 2차 권선저항, x_2는 2차 누설리액턴스이다. A 회로에는 저항 $\frac{r_2}{s}$와 리액턴스 x_2가 직렬로 연결되어 있다. B 회로에는 저항 r_2, 리액턴스 x_2, 추가 저항 R이 모두 직렬로 연결되어 있으므로 전체 저항은 $r_2 + R$이다.

등가 조건: 같은 전압에서 같은 전류가 흐르려면 두 회로의 임피던스가 같아야 한다. 두 회로의 리액턴스는 모두 x_2이므로 **저항 성분을 같게** 놓으면 $\frac{r_2}{s} = r_2 + R$이다. 즉, R은 A 회로의 전체 저항에서 2차 권선저항을 뺀 나머지이다.

저항 계산: 위 식을 R에 관하여 정리하면 $R = \frac{r_2}{s} - r_2 = \frac{1-s}{s}r_2$이다. 슬립은 무차원량이므로 R의 단위는 r_2와 같은 Ω이며, 이 식은 ①의 표현과 일치한다.

NoteBase

문 15. 정격전압 6,600 [V], 정격전류 480 [A]의 3상 동기발전기에서 계자전류가 200 [A]일 때, 정격속도에서 무부하 단자전압이 6,600 [V]이고 3상 단락전류가 600 [A]이면, 이 발전기의 단락비는?

① 0.8

② 1.1

③ 1.25

④ 3

정답 3번

간단한 해설

무부하에서 정격전압을 만드는 계자전류로 단락시험을 했으므로, 단락비는 **단락전류와 정격전류의 비**인 $\frac{600}{480} = 1.25$이다.

계산 과정

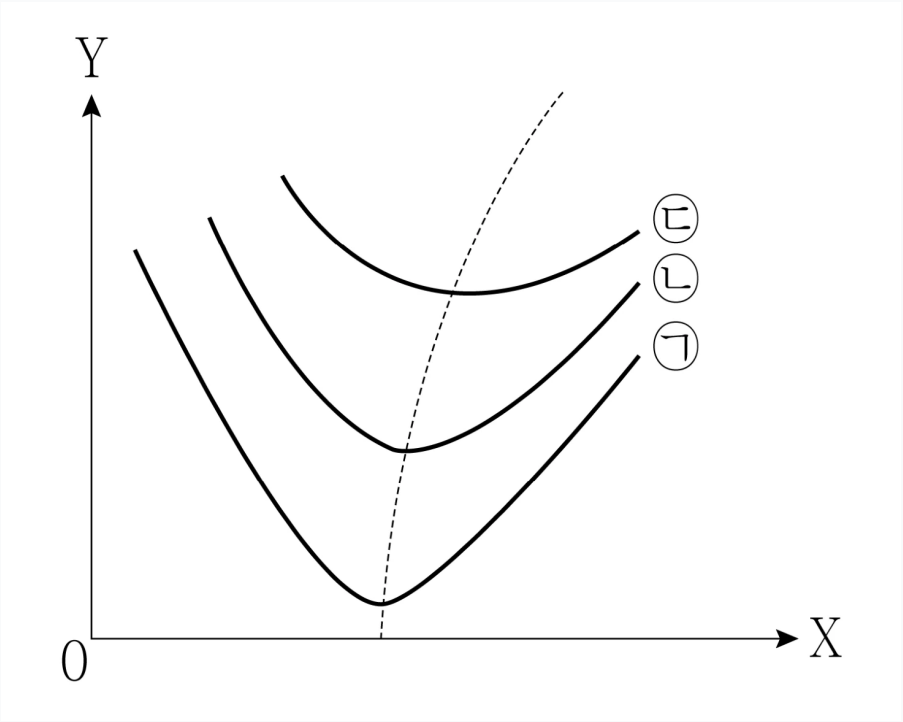
단락비는 정격속도에서 무부하 정격전압을 만드는 계자전류 I_{f0}를, 3상 단락 상태에서 정격전류를 흐르게 하는 계자전류 I_{fs}로 나눈 값이다. 따라서 $K = \frac{I_{f0}}{I_{fs}}$이다. 무부하 단자전압 6,600 V가 정격전압과 같으므로, 이때의 계자전류 $I_{f0} = 200\text{A}$를 분자에 쓴다.

단락특성에서는 단락전류가 계자전류에 비례한다. 계자전류 200 A에서 단락전류가 600 A이므로, **정격전류 480 A를 흐르게 하는 계자전류**는 $I_{fs} = 200 \cdot \frac{480}{600} = 160\text{A}$이다. 분모에 쓰는 값은 단락전류 600 A 자체가 아니라, 정격전류에 대응하는 계자전류 160 A이다.

이를 정의식에 대입하면 $K = \frac{200}{160} = 1.25$이다. 같은 단위의 전류끼리 나눈 비이므로 단위는 없으며, ③의 1.25와 일치한다.

NoteBase

문 16. 동기전동기의 V곡선에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① 각 곡선의 최저점은 역률 1에 해당하는 점들이다.

② 곡선 ㉠, ㉡, ㉢으로 갈수록 부하가 증가하는 경우의 곡선이다.

③ X축은 계자전류, Y축은 전기자전류의 관계를 나타낸 그래프이다.

④ 점선의 왼쪽은 콘덴서처럼 앞선 역률이 되고, 점선의 오른쪽은 리액터처럼 뒤진 역률이 된다.

정답 4번

간단한 해설

④는 점선 좌우의 역률 특성을 반대로 설명했다. 점선 왼쪽은 **부족 여자에 따른 뒤진 역률**로 리액터처럼 작용하고, 오른쪽은 **과여자에 따른 앞선 역률**로 콘덴서처럼 작용한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 각 곡선은 일정한 부하에서의 전기자전류 변화를 나타낸다. 단자전압과 필요한 유효전력이 일정할 때, **역률이 1이면 무효전류가 없어** 전기자전류가 최소가 된다. 따라서 각 곡선의 최저점을 잇는 점선은 역률 1인 운전점들을 나타낸다.

② O: 그림에서 ㉠은 가장 아래, ㉡은 가운데, ㉢은 가장 위의 곡선이다. 부하가 증가하면 전동기에 필요한 유효전력이 커져 전기자전류의 유효분도 증가한다. 따라서 **부하가 클수록 곡선과 그 최저점이 위로** 올라가며, ㉠ → ㉡ → ㉢ 순서로 부하가 증가한다.

③ O: 동기전동기의 V곡선은 **단자전압과 부하를 일정하게 유지**하면서 계자전류를 바꿀 때 전기자전류가 어떻게 변하는지 나타낸다. 따라서 가로축 X는 계자전류, 세로축 Y는 전기자전류이다. 계자전류를 증가시키면 전기자전류는 감소하여 최저점에 도달한 뒤 다시 증가하므로 V자 모양이 된다.

④ X: 점선의 왼쪽은 계자전류가 역률 1인 운전점보다 작은 부족 여자 영역이다. 이때 전원에서 무효전력을 흡수하므로 전기자전류가 전압보다 뒤지는 **리액터와 같은 지상 특성**을 보인다. 오른쪽은 계자전류가 더 큰 과여자 영역으로, 전원에 무효전력을 공급하므로 전기자전류가 전압보다 앞서는 **콘덴서와 같은 진상 특성**을 보인다. 선지는 왼쪽과 오른쪽의 특성을 서로 바꾸었다.

NoteBase

문 17. 변압기 손실에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 효율은 고정손과 부하손이 같을 때 가장 높다.

② 철손과 동손은 부하가 증가함에 따라 같이 증가한다.

③ 부하손은 부하전류로 인해 발생하는 동손과 누설자속에 의한 표류부하손이 있다.

④ 철손은 철심 중의 자속이 변화하여 발생하는 손실로 히스테리시스손과 와류손이 있다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '철손과 동손이 같이 증가한다'는 설명이 잘못되었다. 전압과 주파수가 일정하면 **철손은 거의 일정**하지만, 동손은 권선 저항이 일정할 때 **부하전류의 제곱에 비례하여 증가**한다.

선지별 해설

① O: 전압·주파수·부하 역률이 일정하고 부하손이 부하전류의 제곱에 비례한다고 보면, **고정손과 부하손이 같을 때** 효율이 최대가 된다. 가벼운 부하에서는 출력에 비해 고정손의 비중이 크고, 무거운 부하에서는 전류 증가에 따른 부하손의 비중이 커지므로 두 손실이 같아지는 부하에서 효율이 가장 높다.

② X: 철손은 주로 철심의 자속 크기와 주파수에 의해 결정된다. 공급 전압과 주파수가 일정하면 철심의 자속도 거의 일정하므로 철손은 부하가 증가해도 거의 변하지 않는 고정손으로 취급한다. 반면 동손은 권선에 전류가 흐를 때 저항 때문에 발생하는 열손실로, 권선 저항이 일정하면 부하전류의 제곱에 비례한다. 따라서 **철손은 거의 일정하고 동손은 증가한다**로 고쳐야 한다.

③ O: 부하손에는 권선 저항에서 발생하는 동손과 누설자속에 의한 표류부하손이 있다. 부하전류가 만드는 누설자속은 권선·탱크 등에서 와류를 유발하여 추가 손실을 발생시킨다. 이처럼 **부하전류에 따라 변하는 손실**을 부하손으로 구분한다.

④ O: 철심의 자속이 주기적으로 변하면 철심이 반복해서 자화되면서 에너지를 잃는 히스테리시스손이 발생한다. 또한 자속 변화로 철심 내부에 와류가 유도되어 열이 발생하는 와류손도 생긴다. 따라서 철손은 **히스테리시스손과 와류손**으로 구분한다.

NoteBase

문 18. 스테핑모터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 회전각은 입력 펄스수에 비례한다.

② 분당 회전수는 분당 펄스수에 비례한다.

③ 피드백이 필요치 않아 제어계가 간단하다.

④ 극수를 줄이면 스테핑모터의 정밀도가 높아진다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '극수를 줄이면 정밀도가 높아진다'는 극수와 스텝각의 관계를 반대로 설명한 것이다. 같은 상수와 구동 방식에서 **극수를 늘리면 스텝각이 작아져** 더 작은 각도 단위로 위치를 제어할 수 있다.

선지별 해설

① O: 스테핑모터는 입력 펄스마다 일정한 각도인 스텝각만큼 회전한다. 같은 구동 방식에서 탈조 없이 작동하면 **누적 회전각은 입력 펄스수에 비례**한다. 펄스수가 2배가 되면 회전각도 2배가 된다.

② O: 스텝각이 일정할 때 분당 펄스수가 많아지면 1분 동안 이동하는 스텝 수도 많아진다. 따라서 **분당 회전수는 분당 펄스수에 비례**한다. 이 관계는 모터가 입력 펄스를 놓치지 않고 정상적으로 따라가는 범위에서 성립한다.

③ O: 스테핑모터는 펄스수로 회전각을, 펄스의 주파수로 회전속도를 지령할 수 있어 **피드백 없는 개방루프 제어**가 가능하다. 실제 위치를 검출해 되돌려 보내는 장치 없이 제어할 수 있으므로 제어계가 간단하다. 다만 과부하 등으로 펄스를 따라가지 못하는 탈조가 생기지 않도록 운전해야 한다.

④ X: 같은 상수와 구동 방식에서 극수를 늘리면 한 바퀴를 더 많은 스텝으로 나누게 되어 **스텝각이 작아지고 위치 분해능이 높아진다**. 반대로 극수를 줄이면 스텝각이 커져 더 미세한 위치 제어가 어려워진다. 따라서 선지의 '극수를 줄이면'은 '극수를 늘리면'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 19. 출력 11.5 [kW], 6극 60 [Hz]인 3상 유도전동기가 있다. 전부하 운전에서 2차동손이 500 [W]일 때, 전동기의 전부하 시 토크[N · m]는? (단, 기계손은 무시하고 π는 3.14로 계산하며, 최종값은 소수 셋째 자리에서 반올림한다)

① 23

② 87.58

③ 91.59

④ 95.54

정답 4번

간단한 해설

기계손을 무시하면 **2차입력은 출력과 2차동손의 합**인 12,000 W이다. 이 전력을 동기각속도로 나누면 전부하 토크는 95.54 N·m이다.

계산 과정

1. 동기속도: 주파수 f = 60 Hz, 극수 p = 6이므로 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{p} = \frac{120 \cdot 60}{6} = 1200$ rpm이다. 따라서 동기각속도는 $\omega_s = \frac{2\pi n_s}{60} = 40\pi$ rad/s이다.

2. 2차입력: 출력 11.5 kW는 11,500 W이다. 회전자에 전달된 2차입력은 2차동손과 기계적 출력으로 나뉜다. **기계손을 무시하므로** 변환된 기계적 출력이 축출력과 같아, 2차입력은 $P_2 = 11{,}500 + 500 = 12{,}000$ W이다.

3. 토크 계산: 유도전동기의 발생 토크는 $T = \frac{P_2}{\omega_s}$로 구한다. 2차입력을 사용할 때는 회전자 속도가 아니라 **동기각속도**로 나누며, 기계손이 없으므로 이 토크가 축토크와 같다. π = 3.14를 대입하면 $T = \frac{12{,}000}{40 \cdot 3.14} \approx 95.5414$ N·m이다. 소수 셋째 자리에서 반올림한 전부하 토크는 95.54 N·m로, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 20. 100 [kVA]의 변압기에서 무부하손이 36 [W]이고, 전부하 동손이 100 [W]이다. 이 변압기의 최대 효율은 전부하의 몇 [%]에서 나타나는가?

① 40

② 50

③ 60

④ 70

정답 3번

간단한 해설

변압기의 효율은 **동손과 무부하손이 같을 때** 최대가 된다. 동손은 부하율의 제곱에 비례하므로 최대 효율이 나타나는 부하율은 $\sqrt{\frac{36}{100}} = 0.6$, 즉 전부하의 60%이다.

계산 과정

부하율 x를 전부하에 대한 부하의 비율로 두면 전부하에서 $x = 1$이다. 전압과 주파수가 일정할 때 무부하손은 거의 일정하므로 36 W로 보고, 권선 저항을 일정하게 보면 동손은 전류의 제곱에 비례한다. 따라서 부하율 x에서의 동손은 $P_c = 100x^2$ W이다.

역률을 일정하게 두면 출력은 부하율에 비례한다. 효율을 최대로 하려면 출력에 대한 손실의 비율이 최소여야 하며, 이때 **일정한 무부하손과 부하에 따라 증가하는 동손이 같아진다**. 따라서 최대 효율 조건은 $100x^2 = 36$이다.

이를 풀면 $x^2 = \frac{36}{100} = 0.36$, $x = 0.6$이다. 부하율은 음수가 될 수 없으므로 양의 값을 취한다. 이때 동손은 $100 \cdot 0.6^2 = 36$ W로 무부하손과 같다.

부하율을 백분율로 바꾸면 0.6 × 100 = 60%이다. 즉, 정격 용량 100 kVA의 60%인 60 kVA 부하에서 최대 효율이 나타나며, ③의 60에 해당한다.

NoteBase