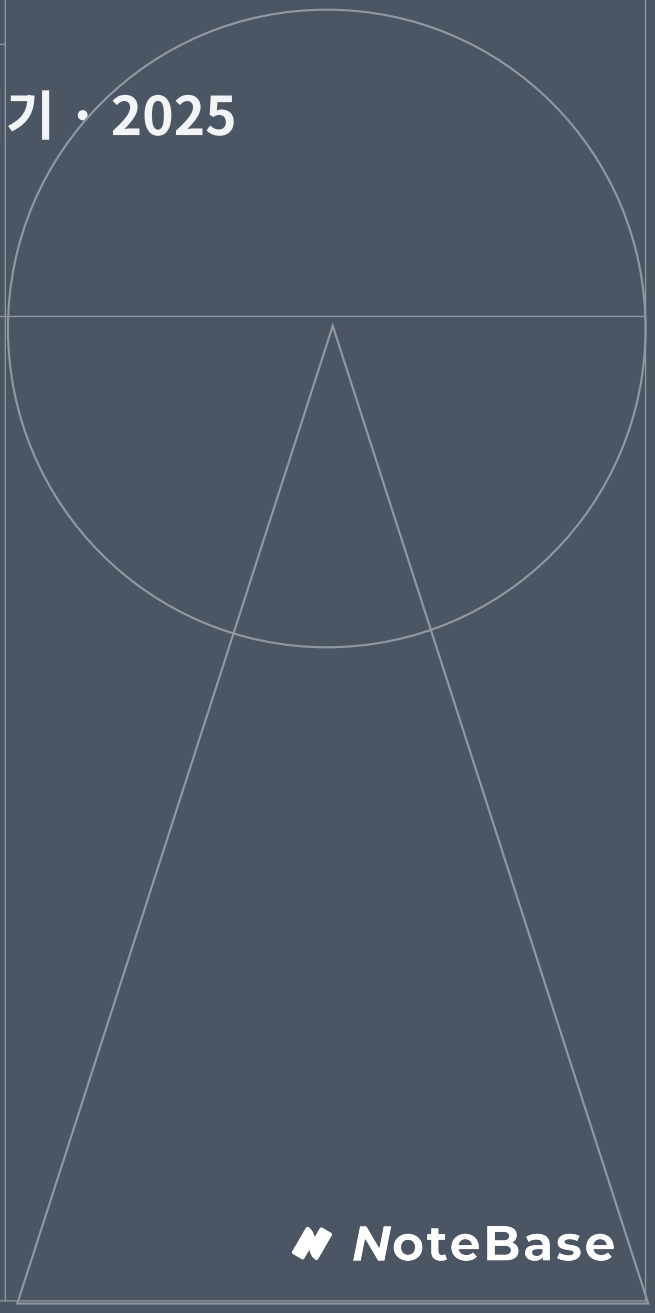
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2025

공무원/지방직/9급 · 전기기기 · 2025

문 1. 직류기에서 정류를 양호하게 하는 방법에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 보극을 설치한다.
ㄴ. 정류주기를 작게 한다.
ㄷ. 브러시의 접촉저항을 작게 한다.
ㄹ. 리액턴스전압과 반대의 전압을 정류중인 코일에 유도시켜 역기전력을 없앤다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

보극은 정류 중인 코일에 **리액턴스전압과 반대 방향의 전압**을 유도하여 전류 반전을 돕는다. 리액턴스전압은 전류가 바뀌는 것을 방해하므로, 이를 상쇄하면 브러시와 정류자 사이의 불꽃을 줄일 수 있다.

NoteBase

보기별 해설

직류기의 정류는 브러시가 인접한 정류자편을 잠시 단락하는 동안 코일의 전류 방향을 반대로 바꾸는 과정이다. 이때 코일의 인덕턴스 때문에 전류 변화를 방해하는 리액턴스전압이 생긴다. 전류 반전이 끝나기 전에 브러시와 정류자편의 접촉이 끊어지면 불꽃이 발생할 수 있다.

ㄱ. O: 보극은 주자극 사이의 정류 영역에 설치하는 보조 자극이다. 정류 중인 코일에 **리액턴스전압을 상쇄하는 정류기전력**을 유도하여 전류가 제때 반전되도록 돕는다.

ㄴ. X: 정류주기는 코일이 브러시에 의해 단락되어 전류가 반전되는 데 주어진 시간이다. 같은 코일에서 같은 크기의 전류를 반전시킬 때 이 시간이 짧아지면 전류 변화율이 커져 리액턴스전압도 커진다. 따라서 리액턴스전압을 줄이는 방향은 정류주기를 작게 하는 것이 아니라 **길게 하는 것**이다.

ㄷ. X: 저항정류에서는 브러시의 접촉저항을 작게 하는 것이 아니라 **큰 접촉저항을 갖는 탄소 브러시**를 사용한다. 브러시가 이동하면서 접촉이 줄어드는 정류자편 쪽의 저항은 커지고 새로 접촉하는 쪽의 저항은 작아진다. 이러한 저항 변화가 전류를 다음 정류자편 쪽으로 옮겨 정류를 돕는다.

ㄹ. O: 리액턴스전압은 정류 코일의 전류 반전을 방해하는 유도기전력이다. 여기에 **크기가 같고 방향이 반대인 전압**을 유도하면 리액턴스전압을 상쇄하여 전류 반전을 원활하게 할 수 있다. 보기의 '역기전력을 없앤다'는 정류를 방해하는 이 리액턴스전압을 상쇄한다는 뜻이다.

정류를 양호하게 하는 방법은 ㄱ, ㄹ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 2. 단상변압기의 병렬운전 조건으로 옳지 않은 것은?

① 각 변압기의 극성이 같아야 한다.

② 각 변압기의 권수비가 같아야 한다.

③ 각 변압기의 상회전방향이 같아야 한다.

④ 각 변압기의 1차 및 2차 정격전압이 같아야 한다.

정답 3번

간단한 해설

상회전방향은 3상 교류에서 각 상의 전압이 차례로 나타나는 순서와 관련된 개념이다. **단상변압기에는 상회전방향 조건이 적용되지 않는다**.

선지별 해설

① O: 극성은 1차와 2차 권선 단자 사이의 순간적인 전압 방향 관계를 나타낸다. 병렬운전에서는 **극성을 맞추어 대응 단자를 접속**해야 한다. 극성을 반대로 접속하면 2차측 폐회로에서 두 변압기의 유도전압이 더해져 큰 단락전류가 흐를 수 있다.

② O: 권수비는 1차 권수와 2차 권수의 비이며, 무부하에서 1차 전압과 2차 유도전압의 비를 결정한다. 같은 1차 전압을 가할 때 권수비가 다르면 2차 유도전압도 달라져, 부하가 없어도 변압기 사이에 **전압 차이에 따른 순환전류**가 흐른다. 이를 막기 위해 권수비가 같아야 한다.

③ X: 상회전방향은 3상 교류에서 세 상의 위상 순서와 관련된 조건이다. 단상변압기에는 세 상의 순서가 없으므로 **상회전방향의 일치는 단상 병렬운전 조건이 아니다**. 3상변압기를 병렬운전할 때는 상회전방향을 같게 해야 한다.

④ O: 병렬운전하는 변압기들은 1차측을 공통 전원에, 2차측을 공통 부하 측에 연결한다. 따라서 각각의 접속 측에서 **같은 전압을 기준으로 정격운전**할 수 있도록 1차 및 2차 정격전압이 각각 같아야 한다. 특히 2차측 전압이 서로 맞지 않으면 순환전류가 발생할 수 있다.

NoteBase

문 3. 3상변압기 △-△ 결선방식의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 제3고조파 전류가 순환한다.

② 지락 사고의 검출이 어렵다.

③ 중성점을 접지시키면 제3고조파에 의해 통신장애가 일어날 수 있다.

④ 단상변압기 3대 중 1대가 고장났을 경우 나머지 2대로 V결선할 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

△-△ 결선에는 **접지할 중성점이 없다**. 제3고조파 전류는 △ 내부를 순환하므로, 중성점 접지를 통해 제3고조파가 흘러 통신장애를 일으킨다는 설명은 이 결선의 특징이 아니다.

선지별 해설

① O: △ 결선은 세 권선을 이어 만든 폐회로이다. 각 상의 제3고조파 성분은 서로 동상이므로, 제3고조파 전류가 △ **내부의 폐회로를 순환**한다. 평형 상태에서는 이 순환전류가 외부 선전류로 나타나지 않는다.

② O: △-△ 결선에는 중성점이 없어 중성점 접지를 할 수 없다. 별도의 접지 대책이 없는 비접지 계통에서는 1선 지락 시 전류가 주로 선로의 대지 정전용량 등을 통해 흐르므로 **지락전류가 작아 검출이 어렵다**. 이는 검출이 불가능하다는 뜻은 아니며, 별도의 지락 검출장치가 필요하다.

③ X: △-△ 결선은 **중성점이 없어 중성점 접지를 할 수 없다**. 제3고조파 전류도 △ 내부에서 순환하므로, 선지처럼 중성점 접지를 통한 제3고조파의 통신장애를 이 결선의 특징으로 볼 수 없다. 이 설명은 중성점이 접지된 Y 결선에서 제3고조파 전류가 중성선과 대지를 통해 흘러 인근 통신선에 유도장애를 일으킬 수 있는 경우에 해당한다.

④ O: 단상변압기 3대로 구성한 △-△ 결선에서 1대가 고장나면, 고장난 변압기를 분리하고 나머지 **2대로 V결선**하여 3상 전력을 공급할 수 있다. 두 변압기의 전압을 벡터적으로 조합하여 나머지 선간전압을 얻는다. 다만 공급 가능한 용량이 줄어들므로 부하를 그 용량에 맞추어야 한다.

NoteBase

문 4. 동기발전기의 자기여자현상 방지대책으로 옳지 않은 것은?

① 발전기 여러 대를 병렬로 접속한다.

② 송전선의 말단에 뒤진전류가 흐르도록 전력용리액터를 접속한다.

③ 전기자 반작용이 크고, 단락비가 작은 발전기를 사용한다.

④ 수전단에 동기조상기를 접속하여 충전전류를 감소하도록 한다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '전기자 반작용이 크고, 단락비가 작은 발전기'는 진상 충전전류에 의한 증자작용과 전압 상승을 억제하기 어렵다. 자기여자를 방지하려면 **전기자 반작용이 작고 단락비가 큰 발전기**를 사용한다.

선지별 해설

동기발전기가 무부하 또는 경부하의 긴 송전선에 연결되면, 선로의 정전용량 때문에 진상 충전전류가 흐른다. 이 전류의 전기자 반작용은 계자 자속을 강화하는 증자작용을 한다. 전압이 상승하면 충전전류가 증가하고 증자작용도 강해져 전압이 더욱 상승할 수 있는데, 이것이 여기서 말하는 자기여자현상이다. 방지대책은 발전기의 증자작용을 약화하거나 진상 충전전류를 보상하는 방향이어야 한다.

① O: 같은 송전선에 여러 발전기를 병렬로 접속하면 **충전전류를 여러 발전기가 나누어 부담**한다. 발전기군의 등가 동기 리액턴스도 작아지므로, 한 대로 운전할 때보다 충전전류에 따른 전압 상승을 억제할 수 있다.

② O: 송전선 말단에 병렬로 접속한 전력용 리액터에는 전압보다 위상이 뒤진 전류가 흐른다. 이 **지상전류가 진상 충전전류를 상쇄**하므로 발전기가 부담하는 순진상전류와 그에 따른 증자작용이 줄어든다.

③ X: 전기자 반작용이 크면 진상전류에 의한 증자작용도 커진다. 또한 단락비가 작은 발전기는 일반적으로 동기 리액턴스가 커서 충전전류에 따른 전압 상승이 크다. 따라서 **전기자 반작용이 작고 단락비가 큰 발전기**를 사용해야 자기여자를 억제하기 쉽다.

④ O: 수전단의 동기조상기를 **부족여자로 운전**하면 지상전류가 흐르고 무효전력을 흡수한다. 이 전류가 선로의 진상 충전전류를 보상하여 발전기가 부담하는 순진상전류를 줄인다. 선지의 충전전류 감소는 이 보상 효과를 뜻하며, 선로 자체의 정전용량이 줄어든다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 5. 변압기에서 자기 인덕턴스 L_1, L_2가 각각 8 [mH], 32 [mH]인 코일이 결합하는 경우, 상호 인덕턴스[mH]는? (단, 결합계수 $K = 1$이다)

① 16

② 24

③ 40

④ 256

정답 1번

간단한 해설

결합계수가 1이면 상호 인덕턴스는 두 자기 인덕턴스의 **기하평균**이다. 따라서 8 mH와 32 mH로부터 상호 인덕턴스는 16 mH가 된다.

계산 과정

두 코일의 상호 인덕턴스 M은 $M = K\sqrt{L_1 L_2}$로 구한다. 여기서 K는 두 코일의 자기적 결합 정도를 나타내는 결합계수이다. 주어진 조건은 **완전결합인 K = 1**이므로, 두 자기 인덕턴스의 곱에 제곱근을 취하면 된다.

자기 인덕턴스는 $L_1 = 8\text{mH}$, $L_2 = 32\text{mH}$이다. 두 값의 단위가 같으므로 별도로 환산하지 않고 mH 단위로 계산할 수 있다. 이를 대입하면 $M = 1 \cdot \sqrt{8 \cdot 32} = 16\text{mH}$이다.

따라서 상호 인덕턴스는 16 mH이며, ①의 값에 해당한다.

NoteBase

문 6. 3상 6,600 [V], 60 [Hz]인 동기발전기의 회전자가 동기속도 900 [rpm]으로 회전하고 있다. 이 동기발전기의 극수는?

① 8

② 10

③ 11

④ 15

정답 1번

간단한 해설

동기발전기의 동기속도는 $n = \frac{120f}{P}$로 주파수 f와 극수 P에 연결된다. 60 Hz에서 900 rpm으로 회전하므로 극수는 **8극**이다.

계산 과정

주어진 주파수는 f = 60 Hz, 동기속도는 n = 900 rpm이며, 구할 값은 전체 자극의 수 P이다. 3상이라는 조건과 전압 6,600 V는 주파수·회전속도로 극수를 구하는 데 사용하지 않는다.

동기발전기에서는 **N극·S극 한 쌍에 대해 전기적 1주기**가 발생한다. 따라서 회전자 한 회전당 전기적 주기 수는 $\frac{P}{2}$이고, 초당 회전수는 $\frac{n}{60}$이다. 두 값을 곱하면 초당 전기적 주기 수인 주파수가 되므로 $f = \frac{P}{2} \cdot \frac{n}{60} = \frac{Pn}{120}$이다.

극수에 대해 정리하여 대입하면 $P = \frac{120f}{n} = \frac{120 \cdot 60}{900} = 8$이다. 이는 N극·S극이 4쌍이라는 뜻이며, 전체 극수는 8극으로 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 7. 단락비가 큰 동기발전기에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 전압변동률이 작다.
ㄴ. 동기임피던스가 크다.
ㄷ. 철손이 증가하여 효율이 감소한다.
ㄹ. 과부하 내량이 크고 안정도가 높다.

① ㄱ, ㄷ
② ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

단락비가 큰 발전기는 **동기 임피던스가 작아** 부하에 따른 전압 변화가 작고 동기 운전을 유지하기 쉽다. 다만 철을 많이 사용하는 설계이므로 **철손이 증가하여 효율이 낮아지는** 단점이 있다.

NoteBase

보기별 해설

단락비는 무부하에서 정격전압을 발생시키는 데 필요한 계자전류를, 3상 단락 상태에서 정격 전기자전류를 흘리는 데 필요한 계자전류로 나눈 값이다. 단락비가 큰 동기발전기는 동기 임피던스가 작고 전기자 반작용의 영향이 작다.

ㄱ. O: 동기 임피던스가 작으면 같은 부하전류에 대한 내부 전압강하가 작다. 따라서 일반적인 지상 역률 부하에서 부하를 제거했을 때의 전압 상승도 작아 **전압변동률이 작다**.

ㄴ. X: 단락비와 정격값을 기준으로 나타낸 동기 임피던스는 반비례 관계이다. 따라서 단락비가 크면 동기 임피던스는 **큰 것이 아니라 작다**.

ㄷ. O: 단락비가 큰 발전기는 같은 정격용량에서 철을 많이 사용하는 **'철기계'**로 설계된다. 철심에서 발생하는 히스테리시스손과 와전류손을 합한 것이 철손이며, 철 사용량이 많아지면 전체 철손이 증가하는 경향이 있다. 같은 출력에서 손실이 증가하므로 효율은 낮아진다.

ㄹ. O: 동기 리액턴스가 작으면 동기 운전을 유지하면서 전달할 수 있는 최대전력이 커진다. 따라서 부하 증가를 견딜 여유가 커져 **과부하 내량이 크고 안정도가 높다**. 안정도가 높다는 것은 부하 변동이나 외란이 생겨도 탈조하지 않고 동기 운전을 유지하기 쉽다는 뜻이다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ, ㄹ이며, 이 조합은 ④에 해당한다.

NoteBase

문 8. 농형 유도전동기의 기동 방식으로 옳지 않은 것은?

① 기동보상기법

② 리액터 기동법

③ 전전압 기동법

④ 2차저항 기동법

정답 4번

간단한 해설

농형 유도전동기는 회전자 도체가 단락되어 있어 **회전자 회로에 외부 저항을 접속할 수 없다**. 2차저항 기동법은 외부 저항을 연결할 수 있는 권선형 유도전동기에 사용한다.

공통 해설

농형 유도전동기의 회전자는 도체 막대의 양 끝이 단락환으로 연결된 구조이다. 따라서 회전자 회로를 외부로 끌어내어 저항을 직렬로 넣는 방식은 사용할 수 없다. 기동 방식의 적용 여부는 **회전자에 외부 저항을 연결해야 하는지**로 구분할 수 있다.

기동보상기법은 단권변압기로, 리액터 기동법은 고정자 회로에 직렬로 넣은 리액터로 고정자에 가하는 전압을 낮춰 기동한다. 전전압 기동법은 고정자에 정격전압을 직접 가하여 기동한다. 이 세 방식은 모두 고정자 측에서 전압을 가하는 방식이며 회전자에 외부 저항을 연결할 필요가 없으므로 농형에 적용할 수 있다.

2차저항 기동법은 회전자 회로에 외부 저항을 직렬로 접속하여 기동하는 방식이다. **슬립링을 통해 회전자 권선을 외부로 연결할 수 있는 권선형**에 적용하며, 회전자 도체가 단락된 농형에는 적용할 수 없다.

NoteBase

문 9. 철심의 와전류 손실에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 철심을 성층하여 손실을 저감한다.

② 자속변화에 의해 철심내부에 발생한다.

③ 자속밀도를 낮게 하여 손실을 저감한다.

④ 철심의 고유저항을 높게 하면 손실이 증가한다.

정답 4번

간단한 해설

같은 자속변화 조건에서 철심의 **고유저항을 높이면 와전류 손실은 감소**한다. 전류가 흐르는 경로의 저항이 커져 와전류가 작아지므로, ④의 '손실이 증가한다'는 설명은 반대이다.

선지별 해설

① O: 철심을 얇은 강판으로 나누고 층 사이를 절연하여 쌓으면, 철심 전체를 도는 큰 와전류의 경로가 끊어진다. 이처럼 **전류가 흐르는 경로를 제한**하면 와전류가 작아져 손실이 줄어든다.

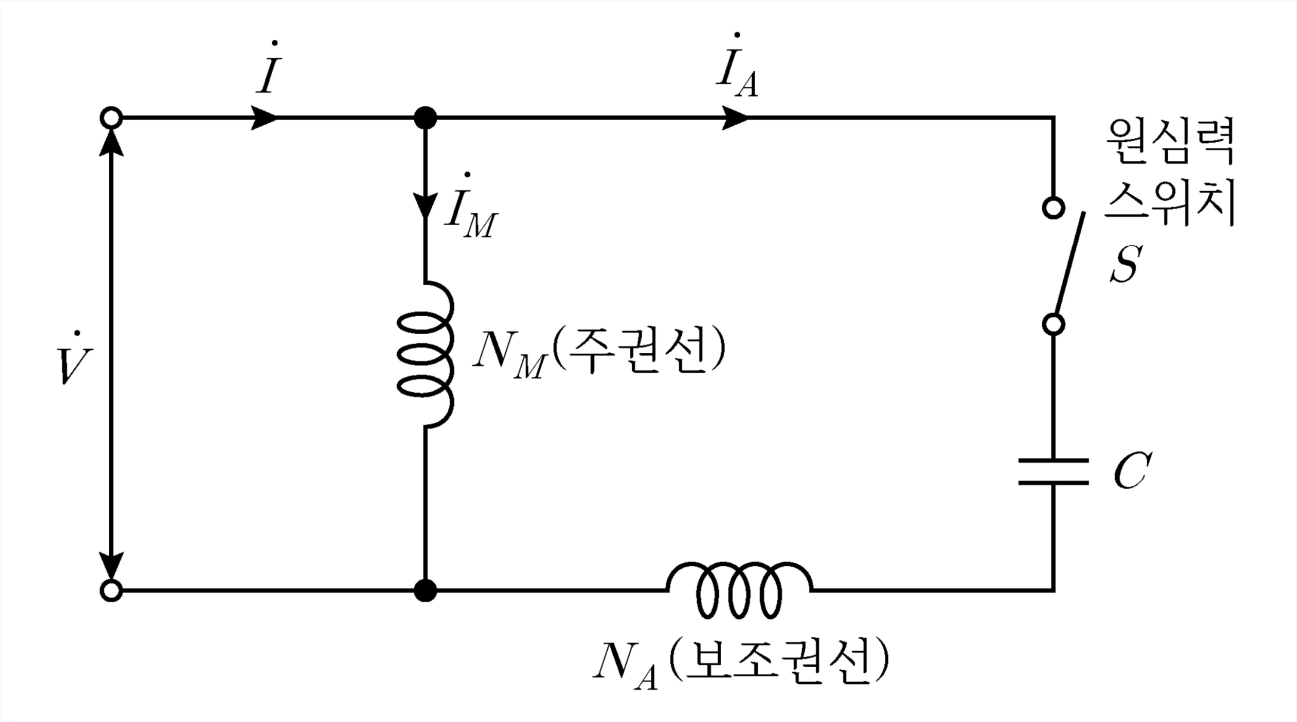
② O: 철심을 통과하는 **자속이 시간에 따라 변하면** 전자유도에 의해 철심 내부에 유도기전력이 발생한다. 철심은 전기가 통하는 물질이므로 내부의 닫힌 경로를 따라 와전류가 흐르며, 이 전류가 열로 소모하는 전력이 와전류 손실이다.

③ O: 주파수와 철심의 재질·형상 등이 같을 때 **자속밀도를 낮추면** 자속변화에 의해 발생하는 유도기전력이 작아진다. 이에 따라 와전류도 작아지므로 와전류 손실이 감소한다.

④ X: 같은 자속변화와 철심 형상에서 고유저항을 높이면 와전류 경로의 전기저항이 커진다. 유도기전력이 같은 상태에서 저항이 커지면 와전류가 작아지고 열로 소모되는 전력도 줄어든다. 따라서 '손실이 증가한다'를 **'손실이 감소한다'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 10. 다음 회로도와 같은 단상 유도전동기는?



① 분상 기동형

② 세이딩 코일형

③ 콘덴서 기동형

④ 콘덴서 구동(운전)형

정답 3번

간단한 해설

보조권선에 콘덴서 C와 **원심력 스위치 S가 직렬로 연결**되어 있다. 콘덴서를 기동할 때 사용하고 속도가 올라가면 보조권선 회로를 차단하므로 **콘덴서 기동형**이다.

NoteBase

공통 해설

콘덴서 기동형은 보조권선에 콘덴서를 직렬로 연결하여 기동 토크를 얻고, 기동 후에는 그 보조권선 회로를 전원에서 분리하는 단상 유도전동기이다. 콘덴서는 주권선 전류와 보조권선 전류 사이의 위상차를 크게 하여 기동을 돕는다. 원심력 스위치는 기동 시 닫혀 있다가 회전속도가 올라가면 열리므로, 콘덴서와 보조권선은 **기동할 때만 사용**된다.

그림의 중앙 주권선은 전원에 직접 연결되어 있고, 오른쪽 가지에는 원심력 스위치 S, 콘덴서 C, 보조권선이 직렬로 연결되어 있다. 따라서 이 회로는 콘덴서 기동형의 구성이다. 분상 기동형과 세이딩 코일형은 그림처럼 기동용 콘덴서를 쓰는 방식이 아니며, 콘덴서 구동(운전)형은 **운전 중에도 콘덴서와 보조권선을 계속 연결**한다는 점에서 다르다.

NoteBase

문 11. 동기전동기를 기동하는 방식으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 제동권선에 의한 기동토크를 이용한다.
ㄴ. 외부 기동전동기를 이용하여 동기전동기를 동기속도까지 가속시킨다.
ㄷ. 주파수변환기를 이용하여 주파수를 가변함으로써 동기전동기를 회전시킬 수 있다.
ㄹ. 유도전동기로 기동 시, 유도전동기의 극수는 동기전동기의 극수보다 2만큼 크게 한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄷ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

보조 유도전동기는 슬립 때문에 자체 동기속도보다 느리게 회전한다. 따라서 같은 주파수에서 동기전동기를 필요한 속도까지 가속하려면 극수를 보통 **2극 적게** 하며, ㄹ의 '2만큼 크게'는 이 관계를 거꾸로 설명한 것이다.

NoteBase

보기별 해설

통상적인 동기전동기는 정지 상태에서 일정 주파수의 전원을 인가하면 평균 기동토크가 0이므로 스스로 기동하지 못한다. 회전자를 동기속도 부근까지 가속하거나, 낮은 주파수에서부터 회전자계의 속도를 높이는 방법을 사용한다.

ㄱ. O: 제동권선은 회전자에 설치된 단락 권선이다. 고정자의 회전자계에 의해 제동권선에 전류가 유도되면 **유도전동기와 같은 원리로 기동토크**가 발생한다. 이 토크로 가속한 뒤 동기속도 부근에서 직류 계자전류를 공급하면 동기운전으로 넘어간다.

ㄴ. O: 외부 기동전동기를 동기전동기의 축에 연결하여 회전자를 가속하는 방법이다. 동기속도 부근까지 가속한 후 계자를 여자하고 전원과 동기화하면 회전자가 회전자계에 맞추어 동기속도로 회전한다. 동기운전이 이루어지면 외부 기동전동기의 구동을 중단할 수 있다.

ㄷ. O: 주파수변환기로 **낮은 주파수에서 시작하여 주파수를 점차 높이면** 회전자계의 속도도 점차 증가한다. 회전자가 이 회전자계를 따라가도록 제어하면 정지 상태에서부터 동기상태를 유지하며 가속할 수 있다.

ㄹ. X: 같은 전원 주파수에서 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P}$이다. 여기서 f는 주파수(Hz), P는 극수, 동기속도의 단위는 r/min이다. 극수가 많을수록 동기속도가 낮고, 유도전동기의 실제 회전속도는 슬립 때문에 자체 동기속도보다 더 낮다. 따라서 보조 유도전동기의 극수를 동기전동기보다 크게 하면 목표 동기속도까지 가속할 수 없다. '2만큼 크게'를 **'2만큼 작게'**로 고친다. 보통 한 쌍인 2극을 적게 하여 보조 유도전동기의 속도를 충분히 높인다.

기동 방식으로 성립하는 보기는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이므로 ③의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 12. 어떤 공장에서 100 [kVA], 1.0 역률로 운전하는 3상 동기전동기와 500 [kVA], 0.8 지상 역률로 운전하는 3상 유도전동기가 있다. 두 전동기에 의한 부하의 전체 역률은?

① $\frac{300}{\sqrt{300^2+300^2}}$
② $\frac{400}{\sqrt{400^2+300^2}}$
③ $\frac{500}{\sqrt{500^2+300^2}}$
④ $\frac{600}{\sqrt{600^2+300^2}}$

정답 3번

간단한 해설

전체 역률은 각 전동기의 역률을 평균하는 대신 **유효전력과 무효전력을 각각 합산**하여 구한다. 합계가 각각 500 kW, 300 kvar이므로 전체 역률은 $\frac{500}{\sqrt{500^2+300^2}}$이며 지상이다.

계산 과정

역률은 피상전력 S에 대한 유효전력 P의 비율이다. 전압과 전류의 위상차를 ϕ, 무효전력을 Q라 하면 $P = S\cos\phi$, $Q = S\sin\phi$이며, 전력삼각형에서 $S = \sqrt{P^2+Q^2}$이다. 여러 부하를 합칠 때는 **P와 Q를 각각 더한 뒤** 전체 피상전력을 구한다. 주어진 kVA 값은 각 전동기의 3상 전체 피상전력이므로 3을 다시 곱하지 않는다.

동기전동기: 피상전력은 100 kVA이고 역률은 1.0이다. 따라서 유효전력은 $P_1 = 100 \cdot 1.0 = 100\text{kW}$이다. **역률이 1이면 위상차가 0**이므로 무효전력은 $Q_1 = 0\text{kvar}$이다.

유도전동기: 피상전력은 500 kVA이고 지상 역률은 0.8이다. 유효전력은 $P_2 = 500 \cdot 0.8 = 400\text{kW}$이다. $\sin\phi = \sqrt{1-0.8^2} = 0.6$이므로 무효전력은 $Q_2 = 500 \cdot 0.6 = 300\text{kvar}$이다. **지상 부하의 무효전력은 양수**로 두므로 이 값은 전체 무효전력에 더한다.

전체 전력: 유효전력 합계는 100 + 400 = 500 kW이고, 무효전력 합계는 0 + 300 = 300 kvar이다. 따라서 전체 피상전력은 $S = \sqrt{500^2+300^2}\,\text{kVA}$이다. 피상전력의 크기 100 kVA와 500 kVA를 단순히 더하지 않는 이유는 두 전동기의 전압과 전류 사이 위상차가 서로 다르기 때문이다.

전체 역률: $\cos\phi = \frac{P}{S} = \frac{500}{\sqrt{500^2+300^2}}$이므로 ③의 식과 일치한다. 역률은 단위가 없으며, 전체 무효전력이 양수이므로 지상 역률이다.

NoteBase

문 13. BLDC 모터에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 인버터가 필요 없다.

② 브러시가 없는 모터이다.

③ 영구자석이 없는 모터이다.

④ 회전자의 위치 인식이 필요 없다.

정답 2번

간단한 해설

BLDC 모터는 브러시와 정류자가 하던 전류 전환을 **반도체 스위칭 회로**로 수행한다. 따라서 기계적 접촉으로 전류를 전달하는 브러시가 필요 없다.

선지별 해설

① X: BLDC 모터를 구동하려면 **인버터가 필요하다**. 직류 전원의 전압을 반도체 스위치로 전환하여 고정자 권선에 순차적으로 전류를 흘리고, 회전자를 계속 회전시키는 자기장을 만든다.

② O: BLDC는 '브러시 없는 직류 모터'라는 뜻이다. 브러시와 정류자로 권선 전류를 기계적으로 전환하는 대신 **전자식으로 전류를 전환**하므로 브러시가 없다.

③ X: BLDC 모터는 **회전자에 영구자석을 사용**한다. 고정자 권선에 전류를 흘려 만든 자기장과 회전자 영구자석의 자기장이 상호작용하여 회전력이 발생한다.

④ X: 권선 전류를 적절한 시점에 전환하려면 **회전자 위치를 검출하거나 추정**해야 한다. 홀 센서를 이용해 위치를 검출할 수 있으며, 센서리스 방식도 회전할 때 권선에 발생하는 역기전력 등을 이용하여 위치를 추정한다. 센서가 없다는 것이 위치 정보도 필요 없다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 14. 유도발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 난조가 발생하지 않는다.

② 슬립은 음(-)의 부호를 갖는다.

③ 발전기의 주파수는 회전속도와 무관하다.

④ 회전자계와 반대방향으로 회전자가 회전한다.

정답 4번

간단한 해설

유도발전기는 회전자를 회전자계와 **같은 방향으로 동기속도보다 빠르게** 구동할 때 기계적 에너지를 전기적 에너지로 바꾼다. 따라서 ④의 '반대방향'은 '같은 방향'으로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: 난조는 동기기의 회전자가 부하 변화 등에 따라 평형 위치의 앞뒤로 흔들리는 현상이다. 유도발전기는 회전자가 회전자계에 일정한 각도로 묶여 운전하는 동기기가 아니므로 **동기기에서 말하는 난조가 발생하지 않는다**.

② O: 동기속도를 n_s, 회전자 속도를 n이라 하면 슬립은 $s = \frac{n_s - n}{n_s}$이다. 유도발전기는 회전자가 같은 방향으로 동기속도보다 빠르게 회전하므로 $n > n_s$이고, **슬립은 음수**가 된다.

③ O: **전력계통에 직접 연결된 유도발전기**의 고정자 주파수는 계통 주파수로 정해진다. 회전자 속도가 변하면 슬립과 발전 출력이 달라지며, 주파수가 회전자 속도에 비례하여 변하는 것은 아니다. 다만 계통과 분리된 자가여자 유도발전기에서는 주파수가 회전속도와 부하 등의 영향을 받으므로, 이 설명은 계통 연계 운전을 전제로 한다.

④ X: 유도발전기의 회전자는 회전자계와 **같은 방향으로 동기속도보다 빠르게** 회전해야 한다. 이때 전자기 토크는 회전자의 회전을 방해하는 방향으로 작용하며, 원동기가 공급한 기계적 에너지가 전기적 에너지로 변환된다. '회전자계와 반대방향'으로 회전한다는 설명은 발전 운전의 조건을 잘못 제시한 것이다.

NoteBase

문 15. DC－DC 컨버터 중 부스트(Boost) 컨버터에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 출력전압은 입력전압보다 항상 낮다.

② 듀티비(D)가 커질수록 출력전압은 증가한다.

③ 전압의 강압과 승압이 모두 가능한 변환기이다.

④ 스위치가 닫혀(on) 있으면 다이오드는 순방향으로 바이어스가 걸리게 된다.

정답 2번

간단한 해설

부스트 컨버터는 입력전압을 높이는 승압형 변환기이다. 이상적인 연속전류모드에서 입력전압이 일정하면, **듀티비가 커질수록 출력전압이 증가**한다.

선지별 해설

① X: 부스트 컨버터는 **출력전압을 입력전압보다 높이는 승압형**이다. 스위치를 끌 때 인덕터가 저장한 에너지를 방출하면서 입력전원과 함께 출력 측에 에너지를 전달한다. 출력전압을 입력전압보다 낮추는 것은 벅(Buck) 컨버터의 특성이다.

② O: 듀티비 D는 한 스위칭 주기 중 스위치가 켜져 있는 시간의 비율이다. 이상적인 소자를 사용하고 인덕터 전류가 끊기지 않는 연속전류모드의 정상상태에서는 $V_o = \frac{V_i}{1-D}$가 성립한다. 여기서 V_i는 입력전압, V_o는 출력전압이며, $0 < D < 1$이다. **입력전압이 일정할 때 D가 커지면 분모가 작아지므로** 출력전압이 증가한다.

③ X: 부스트 컨버터는 승압용이므로 **강압과 승압을 모두 수행하는 변환기는 아니다**. 강압과 승압이 모두 가능한 대표적인 회로는 벅부스트(Buck-Boost) 컨버터이다.

④ X: 스위치가 켜지면 인덕터와 스위치를 통해 입력전류가 흐르며 인덕터에 에너지가 저장된다. 이때 다이오드는 **역방향 바이어스되어 차단**되고, 출력 커패시터가 부하에 에너지를 공급한다. 스위치가 꺼지면 인덕터 전류가 다이오드를 통해 출력 측으로 흐르면서 에너지를 전달한다.

NoteBase

문 16. 4극, 유기기전력이 100 [V], 전기자전류가 200 [A]인 단중 중권 직류발전기가 있다. 이 발전기를 동일한 조건에서 단중 파권으로 권선할 경우, 유기기전력[V]과 전기자전류[A]를 바르게 연결한 것은?

① 유기기전력[V]: 50, 전기자전류[A]: 100

② 유기기전력[V]: 200, 전기자전류[A]: 100

③ 유기기전력[V]: 200, 전기자전류[A]: 200

④ 유기기전력[V]: 200, 전기자전류[A]: 400

정답 2번

간단한 해설

4극 단중 중권에서 단중 파권으로 바꾸면 **병렬회로 수가 4개에서 2개로 감소**한다. 동일한 도체·운전 조건에서 각 회로에 직렬로 연결되는 도체 수는 2배가 되므로 유기기전력은 200 V로 증가하고, 전기자전류는 절반인 100 A가 된다.

계산 과정

병렬회로 수: 전기자권선에서 전류가 나뉘어 흐르는 경로의 수를 병렬회로 수 a라고 한다. 단중 중권은 병렬회로 수가 극수와 같으므로 4극에서는 $a_1 = 4$이다. **단중 파권은 극수와 관계없이 병렬회로 수가 2개**이므로 $a_2 = 2$이다.

유기기전력: 총 도체 수가 같을 때 병렬회로 수가 줄면 각 회로에 직렬로 연결되는 도체 수가 늘어난다. 자속과 회전속도도 같으므로 유기기전력은 병렬회로 수에 반비례하여 $E_2 = E_1\frac{a_1}{a_2}$가 성립한다. 따라서 변경 후 유기기전력은 $100 \times \frac{4}{2} = 200\text{V}$이다.

전기자전류: 전기자전류 I_a는 각 병렬회로 전류의 합이므로, 회로당 전류를 i라고 하면 $I_a = ai$이다. 동일한 도체 전류 조건에서 기존 회로당 전류는 $i = \frac{200}{4} = 50\text{A}$이다. 파권에서는 이 전류가 2개 회로로 흐르므로 변경 후 전기자전류는 $2 \times 50 = 100$ A이다. 즉, **회로당 전류는 같고 전체 전기자전류는 절반**이 된다.

유기기전력 200 V와 전기자전류 100 A의 조합이므로 ②에 해당한다.

NoteBase

문 17. 정격 6.6 [kW], 220 [V]의 타여자 직류발전기가 있다. 전기자저항 0.2 [Ω]이고 브러시 접촉저항에 의한 전압강하가 2 [V]일 때, 무부하시 전압과 정격전압과의 전압차[V]는? (단, 전기자 반작용에 의한 전압강하는 무시한다)

① 8

② 10

③ 12

④ 14

정답 1번

간단한 해설

전기자 반작용을 무시하면 무부하와 정격부하의 전압차는 **전기자저항의 전압강하와 브러시 전압강하의 합**이다. 정격 전기자전류가 30 A이므로 전압차는 $30 \times 0.2 + 2 = 8$ V이다.

계산 과정

발전기의 유기기전력 E는 단자전압 V에 내부 전압강하를 더한 값이다. 전기자전류를 I_a, 전기자저항을 R_a, 브러시 전압강하를 V_b라 하면 $E = V + I_a R_a + V_b$이다.

정격 전기자전류: 정격출력 6.6 kW는 6,600 W이다. 타여자 발전기는 계자전류를 별도 전원에서 공급하므로 **전기자전류와 부하전류가 같다**. 따라서 정격 전기자전류는 $I_a = \frac{P}{V} = \frac{6600}{220} = 30\text{A}$이다.

무부하와 정격부하의 전압 관계: 회전속도와 계자전류가 같은 조건에서 비교한다. 전기자 반작용을 무시하므로 부하가 변해도 유기기전력은 같다. 무부하에서는 전기자전류가 0이 되어 내부 전압강하가 없어지므로 무부하 단자전압 V_0는 유기기전력과 같다. 따라서 **무부하 전압에서 정격전압을 뺀 값**은 $V_0 - V = I_a R_a + V_b$이다.

전압차 계산: 전기자저항에 의한 전압강하는 $30 \times 0.2 = 6$ V이고, 여기에 브러시 전압강하 2 V를 더한다. 구하는 전압차는 $6 + 2 = 8$ V로 ①에 해당한다.

NoteBase

문 18. 이상적인 단상변압기의 1차측에 60 [Hz], 300 [V]의 전압을 인가하였을 때에 2차측 전압은 200 [V]였다. 1차측 전압이 120 [Hz], 600 [V]로 변화할 때, 2차측 전압[V]과 이 때의 자속은 몇 배가 되는지 바르게 연결한 것은?

① 2차측 전압[V]: 200, 자속: 1배

② 2차측 전압[V]: 200, 자속: 2배

③ 2차측 전압[V]: 400, 자속: 1배

④ 2차측 전압[V]: 400, 자속: 2배

정답 3번

간단한 해설

같은 변압기에서는 권수비가 일정하므로 1차측 전압이 2배가 되면 2차측 전압도 **400 V**로 증가한다. 자속의 크기는 **전압과 주파수의 비**에 비례하므로, 두 값이 모두 2배가 되면 자속은 기존의 1배로 유지된다.

계산 과정

2차측 전압: 이상적인 변압기는 전압강하가 없으므로 전압비가 권수비와 같다. 1·2차측 전압을 각각 V_1, V_2, 권수를 각각 N_1, N_2라 하면 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$이다. 같은 변압기이므로 **권수비는 변하지 않는다**. 따라서 1차측 전압이 300 V에서 600 V로 증가하면, 변화 후 2차측 전압은 $200 \cdot \frac{600}{300} = 400$ V이다.

자속: 정현파 교류에서 1차측 전압의 실효값은 $V_1 = 4.44 \cdot f \cdot N_1 \cdot \Phi_m$이다. 여기서 f는 주파수, Φ_m은 철심의 최대자속이다. 권수가 일정하면 최대자속은 $\frac{V_1}{f}$에 비례한다. 변화 전후의 최대자속을 각각 Φ_m, Φ'_m로 나타내면 그 비는 $\frac{\Phi'_m}{\Phi_m} = \frac{600}{300} \cdot \frac{60}{120} = 1$이다. 전압이 커져도 **주파수 역시 같은 비율로 증가**하므로 자속의 크기는 변하지 않는다.

따라서 2차측 전압 400 V와 자속 1배의 연결은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 19. 단상다이오드 정류회로에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 입력전압은 동일하고 저항 부하를 가진 정류회로이며, 다이오드는 이상적이다)

① 단상전파회로의 출력전압 평균값은 단상반파회로의 2배이다.

② 단상반파회로의 정류효율은 단상전파회로 정류효율의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배이다.

③ 단상전파회로의 직류전류 평균값은 단상반파회로의 평균값과 같다.

④ 단상반파회로의 출력전압의 실횻값은 입력 교류전압 최댓값의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배이다.

정답 1번

간단한 해설

전파정류는 입력의 양·음 두 반주기를 모두 같은 방향의 출력으로 바꾸지만, 반파정류는 한쪽 반주기만 이용한다. 따라서 같은 입력에서 전파정류의 **출력전압 평균값은 반파정류의 2배**이다.

선지별 해설

정현파 입력의 최댓값을 V_m, 부하저항을 R이라 하자. 이상적인 다이오드의 순방향 전압강하는 0이며, 저항 부하에서는 출력전류가 출력전압을 R로 나눈 값이 된다.

① O: 반파정류는 한쪽 반주기에서만 출력이 생기고, 전파정류는 양·음 두 반주기를 모두 같은 극성으로 출력한다. 한 주기 동안 **전압 파형의 면적이 2배**가 되므로 평균값도 2배이다. 반파정류의 평균전압은 $V_{\mathrm{dc,H}} = \frac{V_m}{\pi}$, 전파정류의 평균전압은 $V_{\mathrm{dc,F}} = \frac{2V_m}{\pi}$이다.

② X: 정류효율은 입력 유효전력 중 출력의 직류 성분에 해당하는 전력의 비율이다. 이상적인 다이오드와 저항 부하에서는 $\eta = \left(\frac{V_{\mathrm{dc}}}{V_{\mathrm{rms}}}\right)^2$이다. 반파정류의 실횻값은 $\frac{V_m}{2}$이므로 $\eta_{\mathrm{H}} = \frac{4}{\pi^2}$, 전파정류의 실횻값은 $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$이므로 $\eta_{\mathrm{F}} = \frac{8}{\pi^2}$이다. 따라서 반파정류의 정류효율은 전파정류의 **1/2배**이며, 선지의 $\frac{1}{\sqrt{2}}$배가 아니다.

③ X: 같은 부하저항에서는 평균전류가 $I_{\mathrm{dc}} = \frac{V_{\mathrm{dc}}}{R}$이다. 전파정류의 평균전압이 반파정류의 2배이므로 평균전류도 **2배**이다. 각각 $I_{\mathrm{dc,F}} = \frac{2V_m}{\pi R}$, $I_{\mathrm{dc,H}} = \frac{V_m}{\pi R}$이므로 두 평균전류는 같지 않다.

④ X: 실횻값은 한 주기에 걸쳐 전압을 제곱하여 평균한 뒤 제곱근을 취한 값이다. 정현파의 전압 제곱 평균은 $\frac{V_m^2}{2}$이고, 반파정류는 나머지 반주기의 출력이 0이므로 제곱 평균이 그 절반인 $\frac{V_m^2}{4}$이 된다. 따라서 반파 출력의 실횻값은 $V_{\mathrm{rms,H}} = \sqrt{\frac{V_m^2}{4}} = \frac{V_m}{2}$로, 입력 최댓값의 **1/2배**이다. 선지의 $\frac{V_m}{\sqrt{2}}$는 입력 정현파 및 전파정류 출력의 실횻값이다.

NoteBase

문 20. 정격출력 20 [kW]의 직류 내분권 복권발전기가 있다. 전기자 저항 0.3 [Ω]이고, 직권계자 저항 0.2 [Ω], 분권계자 저항 11 [Ω]으로 하고 정격출력으로 운전할 때 단자전압이 200 [V]였다. 이 복권발전기의 유기기전력[V]은? (단, 전기자 반작용과 브러시 접촉저항에 의한 전압강하는 무시한다)

① 144

② 220

③ 236

④ 256

정답 4번

간단한 해설

내분권 복권발전기는 **분권계자가 전기자 양단에 연결**되므로 단자전압에 직권계자 전압강하를 더해 분권계자 전압을 구한다. 분권계자 전압은 220 V, 전기자전류는 120 A이며, 전기자 저항의 전압강하까지 더한 유기기전력은 **256 V**이다.

계산 과정

1. 부하전류: 정격출력은 부하에 공급하는 전력이므로 단자전압과 부하전류의 곱이다. 출력 $P = 20000\text{W}$, 단자전압 $V = 200\text{V}$를 적용하면 $I_L = \frac{P}{V} = \frac{20000}{200} = 100\text{A}$이다.

2. 분권계자 전압: 내분권 접속에서는 분권계자가 전기자 양단에 연결되고, **직권계자에는 부하전류**가 흐른다. 직권계자 저항을 $R_s = 0.2\Omega$라 하면 그 전압강하는 $100 \times 0.2 = 20$ V이다. 따라서 분권계자 전압은 부하 단자전압보다 20 V 높은 $V_f = V + I_L R_s = 220\text{V}$이다.

3. 분권계자전류: 분권계자 저항 $R_f = 11\Omega$에 걸리는 전압은 **200 V가 아니라 220 V**이다. 옴의 법칙으로 $I_f = \frac{V_f}{R_f} = \frac{220}{11} = 20\text{A}$이다.

4. 전기자전류: 전기자에서 나온 전류가 부하와 분권계자로 나뉘므로 **두 전류를 합해야 한다**. 따라서 $I_a = I_L + I_f = 100 + 20 = 120\text{A}$이다.

5. 유기기전력: 발전기에서는 유기기전력에서 전기자 저항의 전압강하를 뺀 값이 전기자 양단전압이다. 전기자 반작용과 브러시 접촉저항의 전압강하를 무시하므로, 전기자 저항 $R_a = 0.3\Omega$에 대해 $E = V_f + I_a R_a$를 적용한다. 전기자 저항의 전압강하는 $120 \times 0.3 = 36$ V이고, 유기기전력은 $220 + 36 = 256$ V이다. 이는 ④의 256 V에 해당한다.

NoteBase