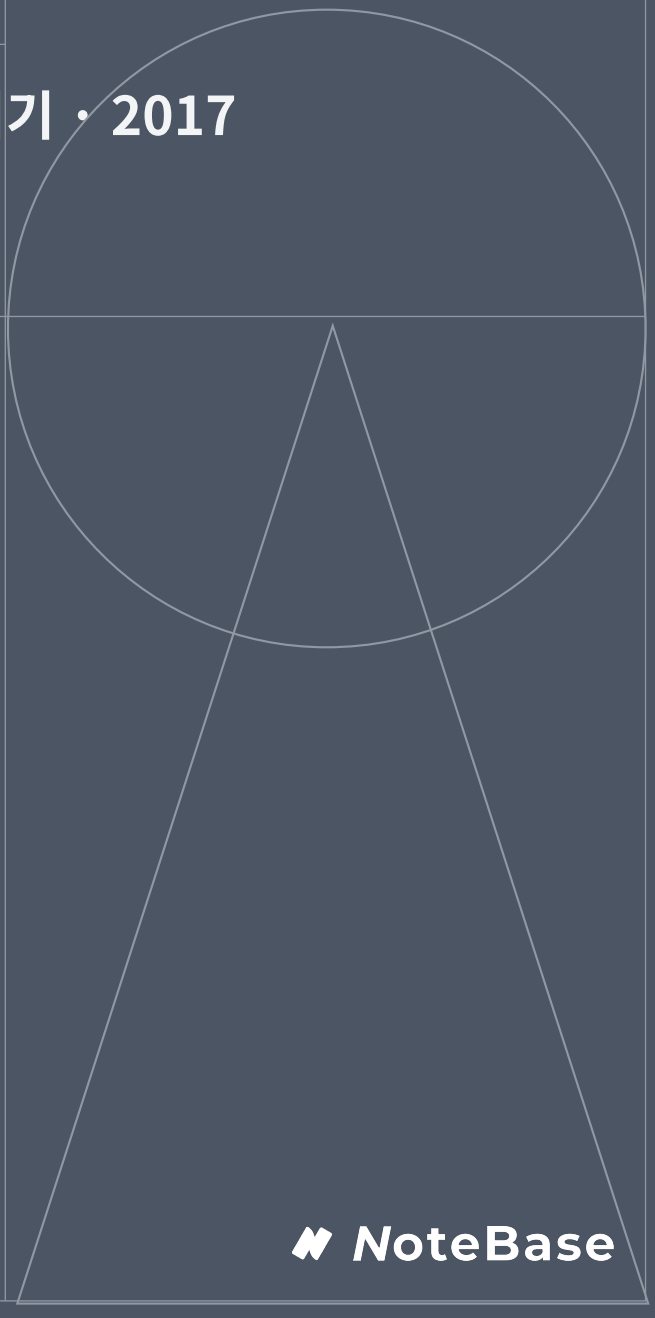
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기기기 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 전기기기 · 2017

공무원/서울시/9급 · 전기기기 · 2017

문 1. 유도전동기의 속도를 결정하는 직접적인 요소가 아닌 것은?

① 온도

② 극수

③ 전압

④ 주파수

정답 1번

간단한 해설

유도전동기의 극수·주파수는 동기속도를 정하고, 전압은 슬립을 바꾸어 실제 속도에 영향을 준다. **온도는 저항 변화 등을 통해 간접적으로 영향을 주는 요소**로, 직접적인 속도 결정·제어 요소에는 포함하지 않는다.

공통 해설

유도전동기의 실제 회전속도는 $n = (1 - s)n_s = \frac{120f}{P}(1 - s)$이다. 여기서 n_s는 회전자계의 동기속도, f는 전원 주파수[Hz], P는 극수, s는 슬립이며, 속도 단위는 rpm이다. 슬립은 동기속도에 비해 회전자가 얼마나 느리게 도는지를 나타내는 비율이다.

이 관계에서 **주파수가 높을수록, 극수가 적을수록 동기속도가 높아진다**. 전압은 동기속도 자체를 바꾸지는 않지만 발생 토크를 바꾸므로, 같은 부하에서도 슬립과 실제 회전속도를 변화시킬 수 있다. 정상 운전의 안정 영역에서 전압을 낮추면 같은 부하토크를 내는 데 필요한 슬립이 커져 속도가 낮아지는 방식으로 전압 제어를 할 수 있다.

반면 온도 변화는 회전자 저항 등을 변화시켜 슬립과 속도에 간접적인 영향을 줄 수 있다. 따라서 **온도가 속도에 전혀 영향을 주지 않는다는 뜻은 아니다**. 이 문항에서 묻는 직접적인 속도 결정·제어 요소는 극수·주파수·전압이며, 온도는 이에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 2. 1차 전압 4,000[V], 2차 전압 200[V], 정격 20[kVA]인 주상 변압기의 % 임피던스 강하가 2.5[%]이다. 이 변압기의 2차를 단락하고 1차에 정격전압을 가하였을 때 1차, 2차의 단락전류(I_{1s}, I_{2s})는?

① $I_{1s} = 200[A],\ I_{2s} = 2,000[A]$

② $I_{1s} = 400[A],\ I_{2s} = 2,000[A]$

③ $I_{1s} = 200[A],\ I_{2s} = 4,000[A]$

④ $I_{1s} = 400[A],\ I_{2s} = 4,000[A]$

정답 3번

간단한 해설

임피던스 강하가 2.5%이므로 정격전압을 가했을 때의 단락전류는 **정격전류의 40배**이다. 1차와 2차의 정격전류가 각각 5 A, 100 A이므로 단락전류는 각각 200 A, 4,000 A이다.

계산 과정

1. 각 측의 정격전류: 정격용량은 $S_n = 20\text{kVA} = 20{,}000\text{VA}$이다. 정격전류는 정격용량을 해당 측의 정격전압으로 나누어 구하므로, 1차는 $I_{1n} = \frac{20{,}000}{4{,}000} = 5\text{A}$, 2차는 $I_{2n} = \frac{20{,}000}{200} = 100\text{A}$이다.

2. 단락전류의 배율: % 임피던스 강하 2.5%는 **2차를 단락한 상태에서 정격전류를 흘리는 데 필요한 1차 전압**이 정격전압의 2.5%라는 뜻이다. 따라서 그 전압은 $V_{1s} = 0.025 \cdot 4{,}000 = 100\text{V}$이다. 같은 등가 임피던스에 정격전압 4,000 V를 가하면 전류도 전압에 비례하여 증가하므로, 정격전류에 대한 배율은 $k = \frac{4{,}000}{100} = \frac{100}{2.5} = 40$이다.

3. 1차 단락전류: 1차 정격전류 5 A에 배율 40을 적용하면 $I_{1s} = 40 \cdot 5 = 200\text{A}$이다.

4. 2차 단락전류: 2차에도 같은 배율을 적용하므로 $I_{2s} = 40 \cdot 100 = 4{,}000\text{A}$이다. 이는 전압비가 20 대 1인 변압기에서 2차 전류가 1차 전류의 20배가 되는 관계와도 일치한다.

1차 단락전류 200 A와 2차 단락전류 4,000 A의 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 3. 3,000[V], 1,500[kVA], 동기임피던스 3[Ω]인 동일 정격의 두 동기발전기를 병렬 운전하던 중 한쪽 여자전류가 증가해서 각 상의 유도기전력 사이에 480[V]의 전압차가 발생했다면 두 발전기 사이에 흐르는 무효횡류[A]는 얼마인가?

① 50

② 60

③ 70

④ 80

정답 4번

간단한 해설

여자전류의 차이로 생긴 무효횡류는 두 발전기의 내부 권선을 순환하므로 **두 동기임피던스의 합**을 적용한다. 상별 전압차 480 V가 합성 임피던스 6 Ω에 걸리므로 무효횡류는 80 A이다.

계산 과정

여자전류가 증가하면 해당 발전기의 유도기전력이 커져 두 발전기 사이에 전압차가 생긴다. 이 전압차가 두 발전기의 내부 권선을 잇는 폐회로에 횡류를 흐르게 한다. 전기자저항을 무시하는 통상적인 해석에서는 동기임피던스가 리액턴스 성분이므로, 여자 차이로 생기는 횡류를 무효횡류로 다룬다.

각 발전기의 상별 동기임피던스는 3 Ω이다. 횡류는 두 발전기의 동기임피던스를 차례로 지나므로, 순환 경로의 임피던스는 **3 + 3 = 6 Ω**이다. 주어진 480 V는 이미 각 상의 유도기전력 사이의 전압차이므로 선간전압에서 상전압으로 환산할 필요가 없다. 정격전압 3,000 V와 정격용량 1,500 kVA도 이 계산에는 직접 사용하지 않는다.

상별 유도기전력 차이를 ΔE, 각 발전기의 동기임피던스를 Z_s, 무효횡류의 크기를 I_c라 하면, 폐회로에 옴의 법칙을 적용하여 $I_c = \frac{\Delta E}{2Z_s}$이다. 수치를 대입하면 $I_c = \frac{480}{3+3} = 80\text{A}$이다. 따라서 두 발전기 사이에 흐르는 무효횡류는 80 A이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 4. 12회 감은 권선에 5초 동안 25[Wb]의 자속이 지나갈 때, 권선에 유도되는 기전력[V]은 얼마인가?

① 25

② 50

③ 60

④ 75

정답 3번

간단한 해설

유도 기전력은 **단위 시간당 자속 변화량에 권수를 곱한 값**이다. 한 회에 유도되는 기전력이 5 V이므로, 12회 감은 권선에서는 60 V가 된다.

계산 과정

주어진 조건: 권수는 N = 12, 경과 시간은 5초이다. 이 문항의 25 Wb는 그 시간 동안의 자속 변화량으로 적용하여 평균 유도 기전력의 크기를 구한다.

적용 원리: 패러데이의 전자기 유도 법칙에 따라 한 회에 유도되는 평균 기전력의 크기는 $\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$이다. 여기서 $\Delta\Phi$는 자속 변화량, Δt는 경과 시간이다. 각 회에 같은 자속 변화가 쇄교하면 기전력이 더해지므로, 권선 전체에서는 **한 회의 기전력에 권수 N을 곱한다**. 따라서 $E_{\text{avg}} = N\frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$를 사용한다.

계산: 한 회의 평균 기전력은 $\frac{25}{5} = 5\text{V}$이다. 권선 전체의 평균 기전력은 $E_{\text{avg}} = 12 \cdot \frac{25}{5} = 60\text{V}$이므로, ③의 60 V에 해당한다.

NoteBase

문 5. 직권발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 직권발전기는 부하변동에도 단자 전압이 거의 변하지 않는다.

② 계자권선이 전기자와 직렬로 연결된 발전기이다.

③ 계자권선의 저항은 가능한 한 작게 설계해야 한다.

④ 무부하일 때 계자전류가 흐르지 않으므로 발전할 수 없다.

정답 1번

간단한 해설

직권발전기는 부하전류가 변하면 계자전류와 자속도 함께 변하므로 **단자전압의 부하에 따른 변동이 크다**. 따라서 부하가 변해도 단자전압이 거의 일정하다는 설명은 맞지 않는다.

선지별 해설

① X: 직권발전기는 부하전류가 곧 계자전류이므로, 부하가 변하면 자속과 유도기전력도 달라진다. 일정한 회전속도에서 부하전류가 증가하면 처음에는 자속 증가로 단자전압이 상승하지만, 자기포화 이후에는 자속 증가가 둔해지고 내부 전압강하 등의 영향이 커져 단자전압이 감소할 수 있다. 따라서 '단자 전압이 거의 변하지 않는다'는 **'부하에 따라 단자전압이 크게 변한다'**로 고쳐야 한다.

② O: 직권발전기는 계자권선, 전기자, 부하가 하나의 직렬회로를 이룬다. 따라서 별도의 분기회로가 없는 기본 회로에서는 **계자전류·전기자전류·부하전류가 모두 같다**.

③ O: 계자권선에 부하전류 전체가 흐르므로 계자권선의 저항이 크면 전압강하와 동손이 커진다. 이를 줄이기 위해 계자권선은 **굵은 전선으로 적은 횟수만 감아 저항을 작게** 설계한다. 큰 전류가 흐르므로 적은 권수로도 필요한 자화력을 얻을 수 있다.

④ O: 무부하로 부하회로가 열리면 직렬로 연결된 계자권선에도 전류가 흐르지 않는다. 계자전류가 자속을 강화하고 유도기전력을 높이는 과정이 이어지지 못하므로 **자여자로 정상적인 발전전압을 확립할 수 없다**는 뜻이다. 다만 잔류자기에 의한 작은 유도기전력은 생길 수 있으므로, 전압이 언제나 정확히 0이라는 의미는 아니다.

NoteBase

문 7. 부하전류 50[A]일 때, 단자전압이 100[V]인 직류 직권 발전기의 부하전류가 80[A]로 되면 단자전압[V]은 얼마인가? (단, 전기자 저항 및 직권 계자 저항은 각 0.1[Ω]이고, 전기자 반작용과 브러시의 접촉 저항 및 자기 포화는 모두 무시한다.)

① 100

② 120

③ 140

④ 160

정답 4번

간단한 해설

자기 포화를 무시하고 회전속도를 일정하게 보면, 직권 발전기의 **유기기전력은 부하전류에 비례**한다. 처음 유기기전력 110 V를 전류비에 따라 환산한 뒤 내부 전압 강하를 빼면 단자전압은 160 V이다.

계산 과정

1. 전류와 유기기전력의 관계: 직권 발전기는 전기자·직권 계자·부하가 직렬로 연결되므로 전기자전류와 계자전류는 모두 부하전류 I와 같다. 자기 포화를 무시하면 자속 Φ는 계자전류에 비례한다. 부하 변화 전후 회전속도 n는 일정한 것으로 보고 풀이한다. 유기기전력은 $E = k\Phi n$이므로, 이 조건에서는 **유기기전력이 부하전류에 비례**한다. 여기서 k는 기계의 구조에 따른 상수이다.

2. 처음 유기기전력: 전기자 저항 R_a와 직권 계자 저항 R_s의 합은 0.1 + 0.1 = 0.2 Ω이다. 발전기의 단자전압 V는 유기기전력에서 내부 전압 강하를 뺀 값이므로 $V = E - I(R_a + R_s)$이다. 브러시 접촉 저항은 무시하므로, 부하전류 50 A일 때의 유기기전력은 $E_1 = 100 + 50 \cdot 0.2 = 110\text{V}$이다. 100 V는 **내부 전압 강하가 이미 빠진 단자전압**이다.

3. 전류 증가 후 유기기전력: 전기자 반작용과 자기 포화를 무시하므로 전류 증가에 따른 자속의 비례 관계를 적용할 수 있다. 따라서 부하전류가 80 A가 되면 $E_2 = E_1\frac{80}{50} = 110 \cdot \frac{80}{50} = 176\text{V}$이다. 이 값은 외부 부하에 걸리는 전압이 아니라 발전기 내부에서 유기되는 기전력이다.

4. 단자전압: 80 A일 때 내부 전압 강하는 80 × 0.2 = 16 V이다. 유기기전력에서 이 전압 강하를 빼면 $V_2 = 176 - 16 = 160\text{V}$이다. 구한 단자전압 160 V는 ④와 일치한다.

NoteBase

문 8. 출력 전압이 직류 전압인 것은?

① 단상 인버터

② 초퍼형 컨버터

③ 사이클로 컨버터

④ 3상 인버터

정답 2번

간단한 해설

초퍼형 컨버터는 **직류를 다른 크기의 직류로 변환**하는 장치이다. 스위칭을 이용해 출력 직류 전압의 크기를 조절한다.

개념 구분

초퍼형 컨버터: **직류 → 직류** 변환장치이다. 반도체 스위치의 켜짐과 꺼짐을 제어하여 출력 직류 전압의 평균값을 조절하므로, 문제에서 묻는 직류 출력에 해당한다.

단상·3상 인버터: **직류 → 교류** 변환장치이다. 단상과 3상은 출력 교류의 상수를 구분하는 말이며, 두 인버터 모두 출력 전압은 교류이다.

사이클로 컨버터: **교류 → 교류** 변환장치이다. 입력 교류를 다른 주파수의 교류로 직접 변환하므로 출력 전압은 교류이다.

NoteBase

문 9. 3상 유도전동기의 전 전압 기동토크는 전부하시의 1.6배이다. 전 전압의 1/2로 기동할 때 기동토크는 전부하시의 몇 배인가?

① 0.4

② 0.5

③ 0.6

④ 0.8

정답 1번

간단한 해설

같은 주파수에서 유도전동기의 기동토크는 **인가 전압의 제곱에 비례**한다. 전압을 1/2로 낮추면 기동토크는 전 전압 기동토크의 1/4이 되므로, 전부하 토크의 0.4배가 된다.

계산 과정

문제의 전부하 토크를 T_f, 전 전압 기동토크를 T_s, 감압 기동토크를 T_r라 하면, 주어진 조건은 $T_s = 1.6T_f$이다. 같은 전동기를 같은 주파수로 기동할 때에는 두 경우 모두 회전자가 정지하여 슬립이 1이다. 이때 회전자 전류가 인가 전압에 비례하고 토크가 회전자 전류의 제곱에 비례하므로, **기동토크는 인가 전압의 제곱에 비례**한다.

전압이 전 전압의 1/2이므로 기동토크의 비는 $\frac{T_r}{T_s} = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$이다. 이 1/4은 **전 전압 기동토크를 기준으로 한 비율**이며, 전부하 토크를 기준으로 한 배수는 아니다.

전부하 토크에 대한 배수로 바꾸면 $\frac{T_r}{T_f} = \frac{1}{4} \cdot 1.6 = 0.4$이다. 따라서 감압 기동토크는 전부하 토크의 0.4배이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 10. 변압기의 손실, 효율과 전일 효율(all-day efficiency)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 동손과 철손이 같을 때 효율이 최소가 된다.

② 하루 중 전부하로 운전되는 시간이 짧을수록 전일 효율을 높이기 위해서는 전체 손실 중 철손의 비중이 적도록 설계해야 한다.

③ 1/2 정격 부하시의 철손은 전부하시 철손의 50[%]이다.

④ 1/2 정격 부하시의 동손은 전부하시 동손의 50[%]이다.

정답 2번

간단한 해설

철손은 **전원에 연결되어 있는 동안 부하가 없어도 발생**한다. 하루 중 전부하 운전 시간이 짧으면 공급한 전력량에 비해 누적되는 철손의 부담이 커지므로, 전일 효율을 높이려면 **철손을 작게 설계**해야 한다.

선지별 해설

정격 전압과 주파수가 일정하고 권선 저항의 변화를 무시하면, 철손은 부하와 거의 무관한 일정 손실이고 동손은 부하전류의 제곱에 비례하는 가변 손실이다.

① X: 역률이 일정할 때 동손과 철손이 같아지는 부하에서 효율은 **최대**가 된다. 부하가 작으면 출력에 비해 일정한 철손의 부담이 크고, 부하가 커지면 동손이 전류의 제곱에 따라 증가하여 효율을 떨어뜨린다. 따라서 두 손실이 같을 때 효율이 최소라는 설명은 최대라고 고쳐야 한다.

② O: 전일 효율은 하루 동안의 입력 전력량에 대한 출력 전력량의 비율이다. 하루 내내 전원에 연결되어 있으면 철손은 24시간 누적되지만, 동손은 부하가 작을 때 감소한다. 전부하 운전 시간이 짧을수록 공급한 전력량에 비해 철손에 의한 에너지 손실의 부담이 커지므로, **철손의 비중을 작게 설계**하는 것이 전일 효율을 높이는 데 유리하다.

③ X: 같은 전압과 주파수에서는 철심의 자속이 거의 일정하므로 철손도 부하에 따라 거의 변하지 않는다. 따라서 1/2 정격 부하에서도 철손은 전부하 철손의 **약 100%**이며, 50%로 줄어들지 않는다.

④ X: 동손은 권선 저항에서 발생하는 손실로, $P_{cu} = I^2R$에 따라 **전류의 제곱에 비례**한다. 1/2 정격 부하에서는 부하전류가 전부하의 1/2이므로 동손의 비율은 $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}$이다. 따라서 전부하 동손의 25%이며, 50%가 아니다.

NoteBase

문 11. 3상 동기발전기에서 권선 계수 k_w, 주파수 f [Hz], 극당 자속 Φ [Wb], 코일 턴수 w인 경우 Y 결선으로 하였을 때의 선간전압의 실효치[V]는?

① $4.44k_wfw\Phi$

② $\sqrt{3} \times 4.44k_wfw\Phi$

③ $3 \times 4.44k_wfw\Phi$

④ $4.44k_wfw\Phi/\sqrt{3}$

정답 2번

간단한 해설

Y 결선의 선간전압은 상전압의 $\sqrt{3}$**배**이다. 한 상의 유기기전력 실효치가 $4.44k_wfw\Phi$이므로, 선간전압의 실효치는 $\sqrt{3} \times 4.44k_wfw\Phi$ V이다.

계산 과정

상전압 구하기: 정현파 유기기전력의 기본식에 권선 계수를 반영하면 한 상의 실효치는 $E_{\text{ph}} = 4.44k_wfw\Phi$ V이다. 여기서 k_w는 권선 배치에 따른 유기기전력의 감소를 반영하는 계수이고, f는 주파수[Hz], w는 문제에서 주어진 코일 턴수, Φ는 극당 자속[Wb]이다. 이 식으로 얻는 값은 **한 상 권선 양단의 전압**이다.

선간전압으로 환산하기: 평형 3상에서 각 상전압은 크기가 같고 위상이 120°씩 다르다. Y 결선의 선간전압은 두 상전압의 벡터 차이이므로, 실효치 사이에는 $E_L = \sqrt{3}E_{\text{ph}}$의 관계가 성립한다. 따라서 상전압을 단순히 3배 하는 것이 아니라 **위상차를 반영하여** 환산해야 한다.

결과: 상전압 식을 대입하면 $E_L = \sqrt{3} \times 4.44k_wfw\Phi$ V이며, 이는 ②의 식과 일치한다.

NoteBase

문 12. 전압변동률 10[%]인 직류발전기의 정격전압이 100[V]일 때 무부하 전압[V]은?

① 10

② 90

③ 100

④ 110

정답 4번

간단한 해설

직류발전기의 전압변동률은 무부하 전압과 정격전압의 차이를 **정격전압 기준**으로 나타낸 비율이다. 전압 차이가 100 V의 10%인 10 V이므로 무부하 전압은 **110 V**이다.

계산 과정

전압변동률은 회전속도와 계자 조정 상태를 유지하면서 정격부하를 제거했을 때의 전압 변화를 **정격전압에 대한 백분율**로 나타낸 것이다. 무부하 전압을 V_0, 정격전압을 V_n이라 하면, 주어진 전압변동률 10%는 $\frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 = 10$을 뜻한다. 여기서 $V_n = 100\text{V}$이다.

무부하 전압과 정격전압의 차이는 $V_0 - V_n = 100 \times \frac{10}{100} = 10\text{V}$이다. 이 10 V는 무부하 전압 자체가 아니라, 부하를 제거했을 때 정격전압보다 높아지는 전압이다.

따라서 무부하 전압은 100 + 10 = 110 V이며, ④의 110에 해당한다.

NoteBase

문 13. 출력 22[kW], 4극 60[Hz]인 권선형 3상 유도전동기의 전부하 회전속도가 1,710[rpm]으로 운전되고 있다. 같은 부하토크에서 유도전동기의 2차 저항을 2배로 하면 회전속도[rpm]는?

① 1,620

② 1,650

③ 1,680

④ 1,740

정답 1번

간단한 해설

같은 부하토크에서 2차 저항을 2배로 하면 **슬립도 2배**가 된다. 동기속도 1,800 rpm에 대한 슬립이 5%에서 10%로 증가하므로 회전속도는 1,620 rpm이다.

계산 과정

1. 동기속도: 전원 주파수 $f = 60\text{Hz}$, 극수 $P = 4$이므로 동기속도는 $n_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{4} = 1{,}800\text{rpm}$이다. 동기속도는 회전자계의 회전속도로, 2차 저항을 바꾸어도 주파수와 극수가 같으면 변하지 않는다.

2. 변경 전 슬립: 슬립은 동기속도에 비해 회전자가 뒤처지는 속도의 비율이다. 전부하 회전속도가 1,710 rpm이므로 $s = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1{,}800 - 1{,}710}{1{,}800} = 0.05$이다. 즉, 동기속도보다 90 rpm 느리며 슬립은 5%이다.

3. 변경 후 슬립: 전원 전압과 주파수가 일정하고 2차 저항만 바꾸는 경우, **같은 부하토크의 정상 운전점**에서는 2차 저항 R_2와 슬립의 비 R_2/s가 일정하게 유지된다. 따라서 2차 저항을 2배로 하면 슬립도 2배가 되어 $s' = 2s = 0.10$이 된다. 회전속도 자체가 아니라 동기속도와 회전자 속도의 차이가 2배가 되는 것이다.

4. 변경 후 회전속도: 슬립의 정의를 회전속도에 대해 정리하면 $n' = n_s(1 - s')$이다. 따라서 $n' = 1{,}800(1 - 0.10) = 1{,}620\text{rpm}$으로, ①의 1,620 rpm에 해당한다.

NoteBase

문 14. 전기기기의 운전 안정성을 위해 K-SC-4004로 규정된 절연 등급에 따른 최대 허용온도 등급이 온도의 오름차순으로 표현된 것은?

① F-E-B-H

② E-B-F-H

③ H-F-E-B

④ H-E-F-B

정답 2번

간단한 해설

절연 등급의 배열 기준은 **최대 허용온도**이다. E종은 120°C, B종은 130°C이므로 알파벳 순서와 달리 **E종이 B종보다 앞선다**.

올바른 순서

E → B → F → H

E종: 최대 허용온도는 **120°C**로, 제시된 네 등급 중 가장 낮다. 절연 등급은 절연물의 내열성을 구분하는 기준이므로, 각 등급에 대응하는 허용온도를 비교한다.

B종: 최대 허용온도는 **130°C**이다. E종의 120°C보다 높으므로 E종 다음에 놓인다.

F종: 최대 허용온도는 **155°C**이다. B종의 130°C보다 높고 H종의 180°C보다 낮으므로 두 등급 사이에 놓인다.

H종: 최대 허용온도는 **180°C**로, 제시된 네 등급 중 가장 높으므로 마지막에 놓인다.

NoteBase

문 15. 유도전동기의 명판에 표기되는 항목으로서 이를 정격용량에 곱한 값은 전압과 주파수가 명판에 지시된 값으로 유지되고 있을 때 전동기에 허용가능한 최대의 부하량을 나타내는 것은?

① 설계유형문자(design letter)

② 공칭효율(nominal efficiency)

③ 절연계급(insulation class)

④ 서비스율(service factor)

정답 4번

간단한 해설

전압과 주파수가 명판값으로 유지될 때, **서비스율**은 정격용량에 곱하여 허용 가능한 최대 부하량을 구하는 계수이다.

공통 해설

서비스율(service factor)은 명판에 지정된 운전 조건에서 전동기가 감당할 수 있는 부하 출력을 정격출력의 배수로 나타낸 무차원 계수이다. 전압과 주파수가 명판값으로 유지될 때, **허용 최대 부하량 = 정격용량 × 서비스율**의 관계가 성립한다. 따라서 문제의 '정격용량에 곱하여 허용 가능한 최대 부하량을 나타내는 항목'은 서비스율에 해당한다.

예를 들어 정격용량이 10 kW이고 서비스율이 1.15인 전동기라면, 지정된 조건에서 허용되는 부하량은 10 × 1.15 = 11.5 kW이다. 여기서 1.15는 부하량이 정격용량의 115%까지 허용된다는 뜻이다.

NoteBase

문 16. 변압기의 1차측 권선이 240회이고 1차측 유도기전력의 실효치 240[V]을 발생시키는 50[Hz] 전원에 접속되어 있다고 할 때 철심 내의 정현파 자속의 최대치의 근삿값은?

① 4.5×10^{-3}[Wb]

② 3.2×10^{-2}[Wb]

③ 7.1×10^{-5}[Wb]

④ 3.2×10^{-1}[Wb]

정답 1번

간단한 해설

정현파 자속에서는 유도기전력의 실효치와 자속의 최대치 사이에 **변압기 기전력식** $E_1 = 4.44fN_1\Phi_m$이 성립한다. 이를 적용하면 철심 자속의 최대치는 약 4.5×10^{-3}Wb이다.

계산 과정

1차 권선수는 $N_1 = 240$회, 주파수는 $f = 50$Hz, 1차 유도기전력의 실효치는 $E_1 = 240$V이다. 구할 값은 철심 내 자속의 최대치 Φ_m이다.

패러데이 법칙에 따라 유도기전력은 권선수와 자속의 시간 변화율에 비례한다. 자속이 정현파이면 유도기전력의 최대치는 $2\pi fN_1\Phi_m$이고, 이를 $\sqrt{2}$로 나누면 실효치가 된다. 따라서 $E_1 = 4.44fN_1\Phi_m$을 적용한다. 이 식의 전압은 **실효치**이고 자속은 **최대치**라는 점을 구분한다.

기전력식을 자속의 최대치에 대해 정리하여 대입하면 $\Phi_m = \frac{E_1}{4.44fN_1} = \frac{240}{4.44 \cdot 50 \cdot 240}$이다. 따라서 $\Phi_m \approx 4.50 \times 10^{-3}$Wb이며, 이는 ①의 값에 해당한다.

NoteBase

문 17. 동기발전기에서 출력전압의 주파수는 어떻게 결정되는가? (단, f_e=전기적 주파수[Hz], n_m=동기기 회전자의 기계적 속도[rpm], P=극수)

① $f_e = \frac{n_m}{120P}$
② $f_e = \frac{n_m P}{60}$
③ $f_e = \frac{n_m P}{120}$
④ $f_e = \frac{n_m}{60P}$

정답 3번

간단한 해설

회전자가 한 바퀴 돌면 **극쌍 수만큼 전기적 주기**가 생긴다. 극수가 P이면 극쌍 수는 $P/2$이므로, 출력전압의 주파수는 $f_e = \frac{n_m P}{120}$ Hz이다.

공통 해설

동기발전기에서는 N극과 S극 한 쌍이 고정자 권선을 지나갈 때 유도전압의 한 주기가 형성된다. 따라서 극수가 P이면 **기계적 1회전당 전기적 주기 수**는 극쌍 수인 $P/2$이다.

회전자 속도 n_m의 단위가 rpm이므로 초당 회전수는 $n_m/60$이다. 주파수는 1초 동안의 전기적 주기 수이므로, 초당 회전수에 1회전당 주기 수를 곱하여 $f_e = \frac{n_m}{60} \cdot \frac{P}{2} = \frac{n_m P}{120}$ Hz를 얻는다.

이 관계에서 주파수는 회전속도와 극수에 각각 비례한다. 극수는 분자가 되어야 하며, **극수와 극쌍 수를 구별**해야 하므로 분모는 60이 아니라 120이다.

NoteBase

문 18. 보극이 없는 직류발전기는 부하의 증가에 따라 브러시의 위치를 어떻게 변화시켜 주어야 전기자 반작용에 의한 현상을 최소화할 수 있는가?

① 회전방향과 반대로 이동시킨다.

② 그대로 둔다.

③ 극의 중간에 놓는다.

④ 회전방향으로 이동시킨다.

정답 4번

간단한 해설

직류발전기는 부하가 증가하면 전기자 반작용으로 **자기적 중성축이 회전방향으로 이동**한다. 보극이 없으므로 브러시도 이동한 중성축에 맞추어 회전방향으로 옮겨 정류 시 불꽃을 줄인다.

공통 해설

직류발전기에서 부하가 증가하면 전기자 전류가 커지고, 이 전류가 만드는 자기장이 주자속을 왜곡한다. 이 전기자 반작용으로 자기적 중성축은 **발전기의 회전방향으로 이동**한다. 자기적 중성축은 전기자 도체에 회전에 의한 유도기전력이 생기지 않는 위치를 나타내는 축이다.

브러시는 정류 과정에서 인접한 정류자편에 연결된 코일을 잠시 단락시키므로, 자기적 중성축에 맞추어 놓아야 그 코일의 유도기전력에 의한 불꽃을 줄일 수 있다. 따라서 보극이 없는 발전기에서는 부하가 증가할 때 브러시를 회전방향으로 옮겨 새 중성축에 맞춘다. 극 사이의 기하학적 중간은 무부하 때 자기적 중성축과 일치하는 기준 위치이므로, 부하가 증가한 뒤에도 그 위치에 고정하거나 회전 반대방향으로 옮기면 **이동한 자기적 중성축과 일치하지 않는다**.

NoteBase

문 19. 자성재료가 가진 특성을 나타내는 용어로서 자화 (Magnetization)시킬 수 있는 정도를 비교할 수 있는 기준으로 사용할 수 있는 것은?

① 도전율

② 비유전율

③ 비투자율

④ 저항률

정답 3번

간단한 해설

비투자율은 재료의 투자율을 진공의 투자율과 비교한 값으로, **자기장에 의해 자화되는 정도**를 나타내는 기준이다.

공통 해설

자화는 외부 자기장에 의해 재료가 자성을 띠는 현상이다. 이를 비교하는 비투자율은 $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$로 정의한다. 여기서 μ는 재료의 투자율, μ_0는 진공의 투자율이며, 비투자율은 단위가 없는 비율이다.

선형적인 자화 구간에서는 자속밀도 B와 자기장 세기 H 사이에 $B = \mu_0\mu_r H$가 성립한다. **같은 자기장 세기에서 비투자율이 클수록** 자속밀도가 커지므로, 재료가 자기장에 얼마나 잘 반응하는지 비교할 수 있다. 따라서 자화 특성을 비교하려는 이 문항의 기준은 비투자율이다. 도전율·저항률이나 비유전율은 전기적 특성을 나타내는 양이므로 이 자화 특성의 기준에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 20. 동기전동기의 여자전류를 변경하는 경우에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 역률 1로 운전되고 있을 때 여자전류를 감소시키는 경우 전원측에서 보면 동기전동기는 유도성 부하이다.

② 역률 1로 운전되고 있을 때 여자전류를 증가시키는 경우 동기전동기에는 앞선 전류가 흐른다.

③ 부하가 일정할 때 여자전류와 단자전압과의 관계를 그린 것을 동기전동기의 V곡선이라 한다.

④ 여자전류 변경을 통해 동기전동기의 역률 제어가 가능하다.

정답 3번

간단한 해설

동기전동기의 V곡선은 부하와 단자전압을 일정하게 유지할 때 **여자전류와 전기자전류의 관계**를 나타낸다. 세로축은 단자전압이 아니라 전기자전류이다.

선지별 해설

① O: 역률 1로 운전하던 동기전동기의 여자전류를 줄이면 부족여자 상태가 된다. 이때 전원에서 무효전력을 흡수하여 전기자전류가 단자전압보다 뒤지는 **지상전류**가 흐른다. 따라서 전원측에서는 유도성 부하로 보인다.

② O: 역률 1로 운전하던 상태에서 여자전류를 늘리면 과여자 상태가 된다. 이때 전원에 무효전력을 공급하며, 전기자전류가 단자전압보다 앞서는 **진상전류**가 흐른다.

③ X: V곡선은 부하와 단자전압을 일정하게 유지하면서 여자전류를 바꿀 때의 **전기자전류 변화**를 그린 곡선이다. 가로축은 여자전류, 세로축은 전기자전류이므로 선지의 '단자전압'을 '전기자전류'로 고쳐야 한다. 부족여자에서 여자전류를 늘리면 전기자전류가 감소하여 역률 1에서 최소가 되고, 더 늘려 과여자가 되면 다시 증가하므로 V자 모양이 된다.

④ O: 여자전류를 바꾸면 전기자전류와 단자전압 사이의 위상차가 달라진다. 따라서 같은 부하와 전원 조건에서도 여자전류를 조절하여 **지상·역률 1·진상 운전**으로 역률을 제어할 수 있다.

NoteBase