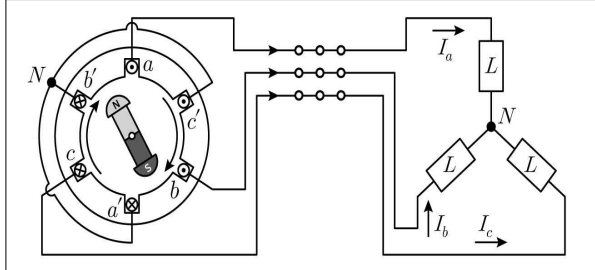


전 기 기 기

[강평 및 해설 : 서정현 교수]

01. 그림과 같이 인덕턴스만의 부하로 운전하는 동기 발전기에서 나타나는 전기자 반작용에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 유도 기전력보다 $\frac{\pi}{2}$ [rad]만큼 앞선 전기자 전류가 흐른다.
- ② 교차 자화 작용을 한다.
- ③ 직축 반작용을 한다.
- ④ 증자 작용을 한다.

정답: ③

동기발전기의 전기자 반작용

R만의 부하 - 교차자화작용(횡축반작용) : 전압과 전류가 동상이며 기전력이 감소

L만의 부하 - 직축반작용 : 전류가 전압보다 90도 뒤지며 감자 작용

C만의 부하 - 직축반작용 : 전류가 전압보다 90도 앞서며 증자 작용

02. 단상 유도 전동기의 기동을 위한 기동 장치에 해당하지 않는 것은?

- ① 세이딩 코일형
- ② 분상 기동형
- ③ 콘덴서 기동형
- ④ Y-Δ 기동형

정답: ④

단상 유도 전동기는 자기 기동이 어려워 기동 장치별로 반발 기동형, 반발 유도형,

콘덴서 기동형, 분상 기동형, 세이딩 코일형 등이 있다.

3상 유도 전동기의 기동법은 직입기동, Y-Δ 기동, 기동보상기 기동, 리액터 기동,

1차 전압, 2차 저항, 2차 여자 등이 있다.

03. 단상 변압기의 3상 결선 방식 중, 여자 전류의 3고조파가 순환 전류로 흐를 수 있으므로 기전력이 정현파이고 유도장애가 없으며, 발전소 저전압을 송전 전압으로 승압할 때 주로 사용되는 결선 방식은?

- ① Y-Y
- ② Y-Δ
- ③ Δ-Δ
- ④ Δ-Y

정답: ④

Δ-Y는 승압용으로 Y-Δ는 강압용으로 사용된다.

장점: 중성점 접지를 할 수 있으므로 이상전압으로부터 보호.

상전압이 선간전압보다 $1/\sqrt{3}$ 배이므로 절연이 용이.

순환전류에 의해 제3고조파에 의한 파형이 왜곡되지 않는다.

단점: 1차와 2차의 위상차가 30도 발생한다.

한선이 단선이 되면 전원 공급이 불가능해진다.

04. 1차측 권수가 1,500인 변압기에서 2차측에 접속한 32 [Ω]의 저항을 1차측으로 환산했을 때 800 [Ω]으로 되었다면, 2차측 권수는?

- ① 100
- ② 150
- ③ 300
- ④ 600

정답: ③

권수비 $a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$ 이므로 2차측 저항을 1차측 저항으로 환산하면

$$Z_1' = a^2 Z_2, 800 = a^2 \times 32, a^2 = \frac{800}{32} = 25, a = 5$$

$$\text{그러므로 2차측 권수 } N_2 = \frac{N_1}{a} = \frac{1500}{5} = 300$$

05. 타여자 직류 전동기의 현재 속도가 1,000 [rpm]이다. 동일한 부하에서 계자 전류, 단자 전압, 전기자 저항을 모두 2배로 증가시키는 경우 전동기의 회전 속도[rpm]는? (단, 계자 전류와 자속은 선형 관계이며, 전기자 반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압 강하는 무시한다)

- ① 500
- ② 1,000
- ③ 2,000
- ④ 4,000

정답: ②

직류 전동기 속도 $N = k \frac{V - I_a R_a}{\phi}$ [rpm]이고 속도가 $N=1,000$ [rpm]이다.

이때 문제 조건에 의해 전압, 저항, 자속을 각각 2배로 하면

속도 $N' = k \frac{2V - I_a 2R_a}{2\phi} = k \frac{V - I_a R_a}{\phi}$ 이 되므로 결국 같은 속도가 된다.

06. 직류 분권 발전기의 정격 전압이 220 [V], 정격 출력이 11 [kW], 계자 전류는 2 [A]이다. 발전기의 유기 기전력[V]은? (단, 전기자 저항은 0.5 [Ω]이고, 전기자 반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압 강하는 무시한다)

- ① 174
② 194
③ 226
④ 246

정답: ④

직류 분권발전기 유기기전력

$$E = V + I_a R_a = V + (I_a + I_f) R_a = V + \left(\frac{P}{V} + I_f\right) R_a = 220 + \left(\frac{11000}{220} + 2\right) \times 0.5 = 246 \text{ [V]}$$

07. 동기 발전기의 병렬 운전 조건에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 기전력의 크기가 같을 것
ㄴ. 기전력의 위상이 같을 것
ㄷ. 기전력의 파형이 같을 것
ㄹ. 기전력의 주파수가 같을 것

- ① ㄱ, ㄷ
② ㄱ, ㄴ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답: ④

동기 발전기 병렬 운전 조건

- 기전력의 크기가 같을 것,
- 기전력의 위상이 같을 것,
- 기전력의 주파수가 같을 것,
- 기전력의 파형이 같을 것
- 위 단상에 3상 일때는 기전력의 상회전과 위상변위가 같을 것이 포함된다.

08. 0.5 [Ω]의 전기자 저항을 가지는 직류 분권 전동기가 220 [V] 전원에 연결되어 있다. 이 전동기에서 계자 전류는 고정되어 여자되며, 전부하 시 1,200 [rpm]으로 운전하고 40 [A]의 전기자 전류를 가진다. 전기자 회로에서 1 [Ω]의 전기자 저항을 추가로 접속시켰을 때의 전동기 회전 속도[rpm]는? (단, 부하 토크는 일정한 값으로 유지하고 있고, 전기자 반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압 강하는 무시한다)

- ① 800
② 960
③ 1,400
④ 1,500

정답: ②

직류 분권전동기의 회전속도에서 계자 전류는 고정된 여사이므로 자속은 일정

$$N = k \frac{V - I_a R_a}{\phi}, \quad 1200 = k \frac{220 - 40 \times 0.5}{\phi}, \quad k = 6\phi$$

전기자 저항 1[Ω]을 추가하면 회전 속도 변화는

$$N = 6\phi \times \frac{220 - (40 \times (1 + 0.5))}{\phi} = 960 \text{ [rpm]}$$

09. 풍력 발전기에서 사용되는 영구 자석형 동기 발전기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 증속기어 없이 사용할 수 있다.
② 컨버터를 이용하여 유효 전력과 무효 전력을 모두 제어할 수 있다.
③ 브러시가 필요하기 때문에 지속적인 유지보수가 필요하다.
④ 유도기에 비해 발전효율이 높다.

정답: ③

풍력 발전기에 사용하는 영구 자석형 동기 발전기의 특징.

- 증속기어 없이 사용할 수 있다.
- 컨버터를 이용하여 유효 전력과 무효 전력을 모두 제어할 수 있다.
- 유도기에 비해 발전효율이 높다.
- 회전 계자가 영구자석으로 되어 있으므로 브러시가 필요 없다.

10. 정격 200 [V], 5 [kW]인 평복권(외분권) 직류 발전기의 분권 계자 저항이 100 [Ω]이며, 직권 계자 및 전기자 저항이 각각 0.4 [Ω] 및 0.6 [Ω]이다. 이 발전기의 무부하 시 전기자 유기 기전력[V]은? (단, 전기자 반작용 및 브러시 접촉에 의한 전압 강하는 무시한다)

- ① 174
② 198
③ 202
④ 227

정답: ③

복권 발전기는 분권계자 저항과 직권 계자 저항을 혼합하는 형식이므로

유기 기전력 $E = V + I_a (R_a + R_s)$ [V]이고 이때 전기자 전류 $I_a = I + I_f$ 이다.

문제에서 무부하 상태 이므로 부하 전류가 0이므로 $I_a = I + I_f = I_f, (I = 0)$

$$I_a = I_f = \frac{V}{R_f} = \frac{200}{100} = 2 \text{ [A]},$$

$$\text{그러므로 } E = V + I_a (R_a + R_s) = 200 + 2 \times (0.6 + 0.4) = 202 \text{ [V]}$$

11. 1차 및 2차 정격 전압이 같은 A, B 2대의 단상 변압기가 있다. 그 용량 및 임피던스강하가 A기는 25 [kVA], 4 [%], B기는 20 [kVA], 3 [%]일 때, 이 2대의 변압기를 병렬 운전하는 경우 A, B 변압기의 부하 분담비 SA:SB는?

- ① 15:16
② 21:13
③ 5:4
④ 3:4

정답: ①

$$\text{변압기의 부하 분담용량 } \frac{P_a}{P_b} = \frac{P_A}{P_B} \times \frac{\%Z_b}{\%Z_a} = \frac{25}{20} \times \frac{3}{4} = \frac{75}{80} = \frac{15}{16}$$

12. 정격 출력이 200 [kVA]인 단상 변압기의 철손이 1 [kW], 전부하 동손이 4 [kW]이다. 이 변압기 최대 효율 시의 부하[kVA]는?

- ① 20
② 40
③ 70
④ 100

정답: ④

변압기 최대 효율 조건은 철손과 동손이 같을 때이므로

$$P_i = \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_c, \quad \frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}} = \sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} \text{이므로}$$

$$\text{최대 효율 시의 부하 } P' = \frac{1}{m} P = \frac{1}{2} \times 200 = 100[\text{kVA}]$$

13. 단상 반파 위상 제어 정류 회로를 이용하여 200 [V], 60 [Hz]의 교류를 정류하고자 한다. 위상각 0 [rad]에서의 직류 전압의 평균치를

E_0 라고 할 때, 위상각을 $\frac{\pi}{3}$ [rad]으로 바꾼다면 직류 전압의 평균치는?

- ① $\frac{3}{4} E_0$
 ② $\frac{2 + \sqrt{2}}{4} E_0$
 ③ $\frac{2 + \sqrt{3}}{4} E_0$
 ④ E_0

정답: ①

단상 반파 직류 전압은 교류전압이 E 일 때
 $E_d = 0.45 E \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) = E_0 \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) [\text{V}]$,

여기서 직류 전압의 평균치를 $E_0 = 0.45 E$ 이므로

$$E_d = E_0 \left(\frac{1 + \cos \alpha}{2} \right) \text{일 때 위상각이 } 60^\circ \text{을}$$

$$\text{대입한다. } E_d = E_0 \left(\frac{1 + \cos 60^\circ}{2} \right) = E_0 \left(\frac{1 + \frac{1}{2}}{2} \right) = \frac{3}{4} E_0$$

14. 200 [V], 10 [kW], 6극, 3상 유도 전동기를 정격 전압으로 기동하면 기동 전류는 정격 전류의 400 [%], 기동 토크는 전부하 토크의 250 [%]이다. 이 전동기의 기동 전류를 정격 전류의 200 [%]로 제한하는 단자 전압[V]은 얼마이며, 이때의 기동 토크는 전부하 토크의 몇 [%]인가?

단자 전압[V]	기동 토크[%]
① 100	62.5
② 100	125
③ 50	62.5
④ 50	125

정답: ①

$V \propto I$ 관계이므로

$$I_1 : I_2 = V_1 : V_2, \quad 400 : 200 = 200 : V_2, \quad V_2 = 100 [\text{V}]$$

$T \propto V^2$ 관계이므로

$$T_1 : T_2 = V_1^2 : V_2^2, \quad 250 : T_2 = 200^2 : 100^2, \quad T_2 = \frac{100^2}{200^2} \times 250 = 62.5 [\%]$$

15. 전력변환 장치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① AC-DC 컨버터로 쓰이는 회로는 일반적으로 정류기라고 부르며, 다이오드 정류기를 이용할 경우 전원 전압의 최댓값에 의하여 평균 출력 전압의 크기가 고정된다.
 ② DC-DC 컨버터는 직류 전원을 반도체 소자와 수동 소자들을 이용하여 출력 전압을 변환하는 장치이다.
 ③ DC-AC 컨버터(인버터)는 교류의 크기는 임의로 변환 가능하지만 그 주파수는 변환할 수 없다.
 ④ 직접적으로 AC를 AC로 변환하는 컨버터는 주파수를 변경할 수 없는 장치도 있지만 주파수 변환이 필요할 경우에는 사이클로 컨버터를 사용한다.

정답: ③

인버터(DC-AC)는 직류를 교류로 변환하는 장치로서 직류로부터 원하는 크기의 전압 및 주파수를 갖는 교류를 얻을 수 있다.

16. 유도 전동기의 벡터 제어에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 대표적 방법으로는 V/f 일정제어가 있다.
 ② d - q 변환에 의한 가상의 좌표계에서 제어한다.
 ③ 자속의 순시위치 정보가 필요하다.
 ④ 스칼라 제어에 비하여 응답성이 빠르고, 속도 및 위치 오차가 작다.

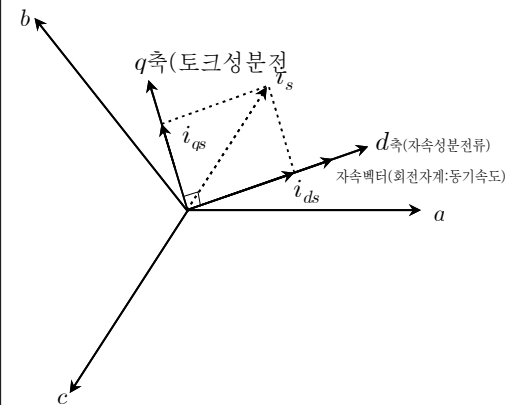
정답: ①

유도전동기의 제어에는 주파수제어 (V/f제어)와 벡터제어(순시토크제어)가 있다.

벡터제어는 직접벡터제어와 간접벡터제어가 있으며 순시토크를 제어하기 위하여 자속성분전류와 토크성분전류가 얼마인지 알아야 한다.

그래서 3상 abc 상전류를 90°의 위상차를 갖는 2개의 d-q축 성분으로 좌표변환으로

이용한다. 그래서 스칼라제어에 비해 응답성이 빠르고, 속도 및 위치 오차가 작다.



17. 유도 전동기가 정지할 때 2차 1상의 전압이 220 [V]이고, 6극 60 [Hz]인 유도 전동기가 1,080 [rpm]으로 회전할 경우 2차 전압[V]과 슬립 주파수[Hz]는?

- 2차 전압[V] 슬립 주파수[Hz]
- ① 22 6
- ② 33 9
- ③ 44 12
- ④ 66 18

정답: ①

$$\text{유도 전동기의 동기속도 } N_s = \frac{120f}{P} = \frac{120 \times 60}{6} = 1200$$

[rpm]

$$\text{슬립 } s = \frac{N_s - N}{N_s} = \frac{1200 - 1080}{1200} = \frac{120}{1200} = 0.1$$

$$\text{유도 전동기의 2차 전압과 슬립 주파수는}$$

$$V_2 = s V_1 = 0.1 \times 220 = 22[\text{V}],$$

$$f' = s f_1 = 0.1 \times 60 = 6 [\text{Hz}]$$

18. 동기 발전기에서 단락비가 큰 기계에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

- ㄱ. 동기 임피던스가 크다.
 ㄴ. 철손이 증가하여 효율이 떨어진다.
 ㄷ. 전압변동률이 작으며 안정도가 향상된다.
 ㄹ. 과부하 내량이 크고 장거리 송전선의 충전 용량이 크다.
 ㄹ. 전기자 전류의 기자력에 비해 상대적으로 계자 기자력이 작아서 전기자 반작용에 의한 영향이 적게 된다.

- ① ㄱ, ㄴ, ㄷ
 ② ㄱ, ㄷ, ㄹ
 ③ ㄴ, ㄷ, ㄹ
 ④ ㄷ, ㄹ, ㄹ

정답: ③

동기 발전기의 단락비

$$K_s = \frac{\text{부하에서 정격전압을 유지하는데 필요한 여자전류 } I_f'}{\text{3상 단락전류를 통하는데 필요한 여자전류 } I_f''} = \frac{1}{Z_s} = \frac{I_s}{I_n}$$

단락비가 크다는 것은 철기계 특징

- 동기 임피던스가 작다.
- 전기자 반작용 리액턴스 x_a 가 적다.
- 전압변동률이 작다.
- 계자 기자력이 크다.
- 기계 중량이 크다.
- 철손이 증가하여 효율이 떨어진다.
- 과부하 내량이 증대되고, 송전선의 충전 용량이 크다.
- 안정도가 높다.

19. 전력용 반도체 소자 중 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① IGBT는 PNPN 층으로 만들어져 있다.
 ② IGBT는 게이트 전류에 의해 제어되는 전류제어형 소자이다.
 ③ IGBT는 전력용 MOSFET와 전력용 BJT의 장점을 가지는 고전압 대전류용 전력용 반도체 소자이다.
 ④ IGBT는 게이트의 턴 온 및 턴 오프 동작을 위해서 정(+), 부(-) 전압을 인가하는 구동 회로를 사용한다.

정답: ②

IGBT(절연게이트 양극성 트랜지스터)

- 금속산화막 반도체 전계효과 트랜지스터(MOSFET)을 게이트부에 싸서 넣은 접합형 트랜지스터로서 게이트 전압에 의한 제어형 소자이다.

게이트와 이미터간의 전압이 구동되어 입력신호에 의해서 온/오프가 생기는 자기 소호형이며 대전력의 고속스위칭이 가능하다. 대전력용이므로 고전압 대전류용 전력용 반도체 소자이다.

20. 이중 농형 유도 전동기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 기동 토크가 크고 운전 효율이 좋다.
 ② 내부 도체는 외부 도체에 비해 낮은 저항의 도체 바로 구성된다.
 ③ 기동 시 내부 도체의 리액턴스가 바깥쪽 도체의 리액턴스보다 크다.
 ④ 기동 시 표피효과로 인하여 내부 도체로 전류가 대부분 흐른다.

정답: ④

특수 농형 유도전동기 2중 농형 구조

	저항R	누설리액턴스	기동시 기동전류는 상층으로 많이 흘러 기동전류를 적게하여 기동하며 운전시 운전전류는 저항이 작은 하층으로 많이 흐른다.
상층(위층)	크다	작다	
하층(아래층)	작다	크다	

- 기동 토크가 크고 효율이 좋다.
- 심구형(딥 슬롯)은 냉각효과가 크고 기동, 정지가 빈번한 곳에 많이 사용된다.