전기(산업)기사 전기기기 요점정리

직류발전기

1 직류기 구조

1. 전기자(회전자) : 자속을 끊어 기전력을 유기하는 부분
- 철심 : **규소강판**(**히스테리시스손**감소) **성층철심**(**와류손**감소)

2. 탄소 브러시 : 접촉저항이 크다 전류가 **작은 소형기**

2 전기자 권선법

1. 고상권, 폐로권, 이층권

2. 중권과 파권

	중권 (병렬권)	파권 (직렬권)
병렬회로수(a)	**극수(p)**	**2**
브러시 수(b)	극수(p)	**2** 또는 극수(p)
용도	**저전압 대전류**	**고전압 소전류**
균압환	필요	불필요

3 직류발전기 유기기전력

1. 주변 속도 $v = \pi D \frac{N}{60} [\mathrm{m/s}]$

2. 전체 유기기전력(피존)

$$E = \frac{pZ\phi N}{60a} = K\phi N [\mathrm{V}]$$

4 전기자 반작용

1. 영향

① 주 자속 감소로 출력 감소
- 자속ϕ 감소 → 기전력E 감소 → 단자전압V 감소

② 전기적 중성축 이동(발전기) : 회전 방향 이동

③ 섬락 발생 : 정류자 편간 전압 불균일

2. 방지대책

① **보상권선** 설치 : 전기자와 직렬로 반대방향의 전류인가

② 보극 설치

③ 브러시 이동 : 보극 없는 직류기는 정류를 잘 되게하기 위해 브러시 이동시킨다.

5 정류작용

1. 정류자 편간전압

$$e_a = \frac{E \cdot a}{K} [\mathrm{V}]$$

E:유기기전력, a:병렬회로수, K:정류자편수

2. 정류대책

① 리액턴스 전압을 작게 한다 : $e_L = L\frac{2I_c}{T_c} [\mathrm{V}]$
- 인덕턴스를 작게 한다
- 정류주기가 길게 한다 : $T_c = \frac{b-\delta}{\pi D n}$
  - 회전속도가 빨라지면 리액턴스 전압 커진다
- 브러시 접촉저항 크게 한다 : **탄소** 브러시를 설치한다

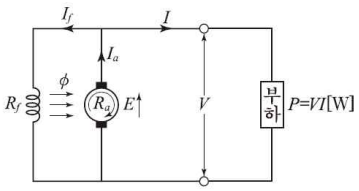
② **보극**설치 : 전압 정류 역할을 한다

6 직류발전기 종류

1. 타여자 발전기 : 전압강하가 적고 계자전압은 전기자 전압과 관계없이 설계된다
- 발전시에 잔류자기 필요 없다
- 회전의 방향을 반대로 할 경우 극성이 반대가 된다

2. 자여자 발전기

① 분권 발전기 : 병렬로만 연결된 발전기



$$E = V + I_a R_a [\mathrm{V}]$$

$$I_a = I + I_f = \frac{P}{V} + \frac{V}{R_f} [\mathrm{A}]$$

$$P = VI [\mathrm{W}]$$

- 단자가 **단락**이 되면 **대전류**가 흘렀다가 **소전류**로 바뀌게 된다
- **계자권선이 단선되면** 계자에 **고압유기** 되어 **절연이 파괴**된다
- 반대로 회전시 잔류자기 소멸하여 발전 불가
- 계자저항은 임계저항 저항치로 되었다.

② 직권 발전기 : 무부하시 발전이 불가능

③ 복권 발전기
- 복권 발전기를 분권 또는 직권발전기로 사용
  - 분권 : 직권 계자를 단락
  - 직권 : 분권 계자를 개방
- 차동복권 발전기 : $\phi_f - \phi_s$
  - **수하특성** : **직류 용접기**

7 직류발전기 특성

1. 전압변동률

$$\varepsilon = \frac{\text{무부하전압} - \text{정격전압}}{\text{정격전압}} \times 100 = \frac{V_0 - V_n}{V_n} \times 100 [\%]$$

2. 직류발전기 특성곡선

구분	횡축	종축
무부하 포화 특성곡선	계자전류	유기기전력(단자전압)
부하 특성곡선	계자전류	단자전압
외부 특성곡선	**부하전류**	**단자전압**

8 직류발전기 병렬운전

1. 발전기의 병렬운전 조건

① 극성이 일치할 것
② 정격전압이 같을 것
③ 외부특성이 수하특성 일 것

• **균압선을 설치**가 필요한 발전기 : **직권, (과, 평)복권**

2. 병렬운전시 부하분담 : 용량은 임의, 전압은 같아야 한다

$$E_A - I_A R_A = E_B - I_B R_B$$

직류전동기

1 직류전동기 역기전력과 토크

1. 전동기의 역기전력

$$E = \frac{pZ\phi N}{60a} = K\phi N[\mathrm{V}] \quad E = V - I_a R_a[\mathrm{V}]$$

2. 전동기의 토크

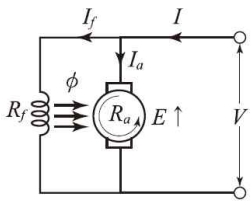
$$T = \frac{pZ\phi I_a}{2\pi a} = K\phi I_a[\mathrm{N \cdot m}]$$

$$T = \frac{60EI_a}{2\pi N}[\mathrm{N \cdot m}] \qquad T = 0.975 \times \frac{P}{N}[\mathrm{kg \cdot m}]$$

2 직류전동기 종류

자여자 전동기 : 반대 극성 인가 시 회전 방향이 바뀌지 않는다

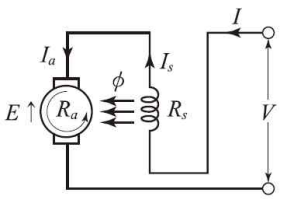
1. 분권 전동기 (정속도 특성)



$$I_a = I - I_f \Rightarrow I_a \fallingdotseq I[\mathrm{A}]$$
$$E = V - I_a R_a[\mathrm{V}]$$
$$P = EI_a[\mathrm{W}]$$

• 계자 권선이 단선되면 과속도로 위한한 속도가 된다
• 계자 회로에 퓨즈 또는 개폐기 설치 금지

2. 직권 전동기 (가변속도 특성)



$$I_a = I_s = I[\mathrm{A}]$$
$$E = V - I_a R_a - I_s R_s$$
$$= V - I_a(R_a + R_s)[\mathrm{V}]$$
$$P = VI[\mathrm{W}]$$

① 사용 예 : **전기철도**, 기중기, 크레인
② **무부하시 위험속도가 되어 직권 전동기는 벨트 운전을 금한다.**

$$T \propto I_a^2 \propto \frac{1}{N^2}$$

3. 가동복권 발전기를 전동기 사용 시 : 차동복권 전동기

3 직류전동기 특성

1. 특성곡선 [직,가,분,차]

• 속도 변동이 심한 전동기 : 직류 직권 전동기

2. 속도변동률

$$\varepsilon = \frac{\text{무부하속도} - \text{정격속도}}{\text{정격속도}} \times 100 = \frac{N_0 - N_n}{N_n} \times 100[\%]$$

4 직류전동기 운전법

1. 기동법 : 계자 저항기의 저항을 0으로 한다

2. 속도제어법 $N = K' \dfrac{V - I_a R_a}{\phi}$

① 전압제어법 : 광범위한 속도제어, 운전효율이 좋은 방법
• 워드레오나드 제어법 : 엘리베이터, 압연기
• 일그너 : **부하 변동이 심할 때 플라이 휠**을 이용
• 직병렬제어
② 계자제어법 : **정출력** 가변속도
• 계자저항기의 저항을 증가하면 회전속도는 증가
③ 저항제어법

5 직류전동기 효율

1. 효율

① 실측효율 $= \dfrac{\text{출력}}{\text{입력}}$

② 규약효율

$$\text{전동기 효율 } \eta_M = \frac{\text{입력} - \text{손실}}{\text{입력}}$$

2. 손실

- 손실
  - 무부하손(고정손)
    - 철손 P_i
      - 히스테리시스손 P_h
      - 와류손 P_e
    - 기계손 P_m :풍손, 마찰손, 베어링손
  - 부하손(가변손)
    - 동손 P_c : 저항손, 전기자손, 계자손
    - 표유부하손

• 효율이 최대가 되는 조건 : 고정손 = 부하손

3. 온도상승시험법 : 반환부하법

4. 대형 직류기 토크 측정 : 전기동력계

동기발전기

1 동기기

1. 동기속도

$$\textbf{동기속도 } N_s = \frac{120f}{p}[\mathrm{rpm}]$$

2. 회전계자형

- 계자는 철의 분포가 많아 기계적으로 튼튼함
- 계자는 직류 저전압 소전류로 절연이 용이

분류	고정자	회전자	용도
회전계자형	전기자	계자	동기발전기
유도자형	**계자, 전기자**	**유도자**	**고주파발전기**

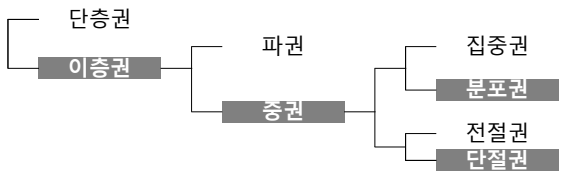
2 동기기 유기기전력

1. 유기기전력 $E = 4.44 f \phi w K_w [\mathrm{V}]$

2. 고조파 제거방법

① 단절권 및 분포권으로 권선한다
② Y결선을 채택한다
③ 매극 매상의 슬롯수를 크게 한다
④ 공극의 길이를 크게 한다

3 전기자 권선법



1. 단절권

① **고조파를 제거**하여 기전력의 파형을 개선한다
② 철량, 동량이 **절약**된다
③ 전절권에 비해 **기전력이 감소**한다
④ **단절권 계수** (단절권 : short pitch winding)

$$K_p = \sin\frac{\beta\pi}{2}$$

2. 분포권

① 고조파를 감소시켜 **기전력의 파형**을 개선한다
② **누설** 리액턴스가 **감소**한다
③ 집중권에 비해 **기전력이 감소**한다
④ **분포권 계수**(분포권 : distributed winding)

$$K_d = \frac{\sin\frac{\pi}{2m}}{q\sin\frac{\pi}{2mq}}$$

4 전기자반작용

기기 종류	R (동상)	L (지상)	C (진상)
동기 발전기	교차 자화작용	**감자작용**	**증자작용**
동기 전동기	교차 자화작용	증자작용	감자작용

5 동기 임피던스

1. 동기임피던스

$Z_s = R_a + jX_s$ (R_a: 전기자 저항, X_s: 동기리액턴스)

$Z_s \fallingdotseq X_s = X_l + X_a$ (X_l: 누설리액턴스, X_a: 반작용리액턴스)

$$Z_s = \frac{E}{I_s} = \frac{V}{\sqrt{3}\, I_s}[\Omega]$$

2. 단락전류 : 큰 전류에서 점차 작은 전류로 바뀐다

· **돌발** 단락 전류 (**누설** 리액턴스에 의해 제한)

6 동기발전기 출력

1. 비돌극기 출력($\delta = 90^\circ$ 에서 **최대 출력**)

$$P_{1\phi} = \frac{EV}{x_s}\sin\delta[\mathrm{W}]$$

E:유기기전력 V:단자전압 x_s:동기리액턴스 δ:부하각

2. 돌극기 출력($\delta = 60^\circ$ 에서 **최대 출력**)

x_d(직축반작용리액턴스) > x_q(횡축반작용리액턴스)

7 발전기 특성

1. 특성곡선

① 무부하 포화곡선
- 포화율 : 공극선과 비교하여 무부하포화곡선의 포화정도

$$\text{포화율 } \delta = \frac{\mathrm{yz}}{\mathrm{xy}}$$

② 3상 단락곡선이 직선이 되는 이유 : **전기자반작용**의 감자작용이 발생하고 단락전류는 직선으로 상승한다

2. 단락비

$$K_s = \frac{1}{\%Z_s[\mathrm{p.u}]} = \frac{100}{\%Z_s[\%]} = \frac{V^2}{PZ_s} = \frac{I_s}{I_n}$$

3. %동기 임피던스

$$\%Z_s = \frac{I_n Z_s}{E}\times 100 = \frac{I_n}{I_s}\times 100 = \frac{P_{[\mathrm{kVA}]} Z_s}{10\, V^2_{[\mathrm{kV}]}}$$

4. 단락비 큰 기계(철기계) 특징

장점	단점
안정도가 높다	
동기임피던스가 작다	
전압강하가 작다	**단락전류가 크다**
전압변동률이 작다	철손이 커서 **효율이 나쁘다**
발전기 출력이 커진다	발전기 구조가 크다
전기자자속이 줄고 반작용이 줄어든다	

8 동기발전기 병렬운전

1. 기전력의 크기가 같을 것
- 원인 : 여자전류가 다를 때 기전력의 크기가 달라진다
- 영향 : 무효순환전류(횡류) 발생

2. 기전력의 위상이 같을 것
- 원인 : 원동기 출력의 변화로 기전력 위상 변화한다
- 영향 : 동기화 전류(유효순환전류)로 동기화력이 발생

3. 기전력의 주파수가 같을 것 : 제동권선 설치(난조 방지대책)

4. 기전력의 파형이 같을 것 : 고조파 전류가 과열의 원인

5. 상회전 방향이 같을 것

동기전동기

1 동기전동기

1. 동기전동기 특성

장점	단점
역률을 조정할 수 있다	속도조정이 곤란하다 **기동장치가 필요하다** **직류 여자장치가 필요하다** 난조발생이 빈번하다

2. 토크 $T \propto V$

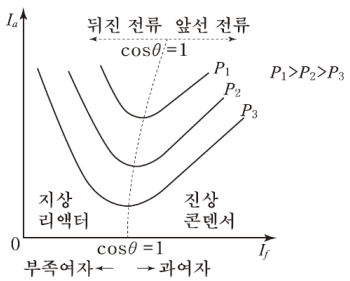
3. 동기와트 : 동기속도에서 출력, 곧 토크와 같은 개념

4. 동기전동기 기동법

① **자기동법 :** 회전자에 **제동권선**을 설치한다
- 계자 권선을 **단락** : 개방시 **고압이 유기**되는 것을 방지

② **전동기 기동법** : **2극 작은** 유도전동기 기동(계산문제)

2 위상특성곡선



1. 위상특성곡선(V곡선) : 단자 전압과 출력은 일정

① 여자전류가 증가 : 역률은 앞서고, 전기자전류 증가

② 여자전류가 감소 : 역률은 뒤지고, 전기자전류 증가

③ 전기자전류가 최소 : 역률이 1로 운전

④ 출력이 증가 : 곡선이 상향

⑤ 계자전류 변화 : 역률, 부하각, 전기자전류

2. 동기조상기

① 부족여자 : 리액터

② 과여자 : 콘덴서

3 난조 및 안정도

1. 동기기 난조 방지책 : **제동권선** (회전자 자극면에 설치)

2. 안정도 향상 방법

① **단락비**를 크게

② **정상** 리액턴스를 **작게, 영상 및 역상** 임피던스를 **크게**

③ **관성모멘트**를 크게(난조 대책)

④ 조속기를 **신속**하게 동작

⑤ **속응** 여자 방식을 사용

변압기

1 변압기 구조

1. 철심
- 규소강판 (si : 4%) 성층철심 (0.35~0.5mm)
- 투자율이 크고 히스테리시스손 계수가 작을 것

2. 절연유 : 절연작용, 냉각작용

① 절연내력이 **클 것**

② 비열이 **커서** 냉각효과가 크고, 점도가 **작을 것**

③ 인화점이 **높고**, 응고점은 **낮을 것**

3. 냉각방식

표시기호	냉각방식	표시기호	냉각방식
AN	건식자냉식	ONAN	유입자냉식
AF	건식풍냉식	OFAF	송유풍냉식

2 절연유 열화 작용

1. 열화 원인 : 수분이나 불순물이 침투하여 발생

2. 열화 영향 : 절연내력 감소, 침식작용, 냉각작용 감소

3. 열화 방지책

① 밀폐식

② **브리더** 설치 (**흡습제** 봉입)

③ **콘서베이터** 설치 (**질소**봉입)

3 변압기 유기기전력과 여자전류

1. 유기기전력

$$E = 4.44 f \phi_m N = 4.44 f B A N$$

2. 권수비

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} \fallingdotseq \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} = \sqrt{\frac{X_1}{X_2}}$$

3. 변압기 여자전류

① 여자전류 : 파형은 3고조파가 섞인 왜형파

② 철손전류 : $I_i = \frac{P_i}{V_1}[A]$

③ 자화전류 : **자속만을** 발생시키는 성분의 전류

$$I_\phi = \sqrt{I_0^2 - I_i^2} = \sqrt{I_0^2 - \left(\frac{P_i}{V_1}\right)^2}\,[\mathrm{A}]$$

4. 변압기 누설 리액턴스

$$L \propto N^2$$

4 변압기 등가회로

1. 등가회로 작도 전 시험

① 무부하시험 : 철손, 여자전류, 여자어드미턴스

② 단락시험 : 동손, 임피던스, 임피던스전압, 임피던스와트

③ 권선저항 측정시험

2. 환산한 등가회로

① 1차 환산 등가 임피던스 $Z_{21} = Z_1 + a^2 Z_2$

5 백분율 전압강하

1. 백분율 전압강하

① %저항 강하

$$\%R = \frac{I_{1n}^2 R_{21}}{V_{1n} I_{1n}} \times 100 = \frac{\text{임피던스와트(동손)[W]}}{\text{정격출력(용량)[VA]}} \times 100[\%]$$

② %리액턴스 강하 $\%X = \frac{I_{1n} X_{21}}{V_{1n}} \times 100[\%]$

③ %임피던스 강하

$$\%Z = \frac{PZ}{10\,V^2} = \frac{V_s}{V_{1n}} \times 100 = \sqrt{\%R^2 + \%X^2}$$

2. 단락전류

$$I_s = \frac{100}{\%Z} \times I_n$$

$$I_{1s} = \frac{V_{1s}}{Z_{21}} = \frac{V_{1s}}{Z_1 + a^2 Z_2} = \frac{V_{1s}(=E_1)}{\sqrt{(r_1 + a^2 r_2)^2 + (x_1 + a^2 x_2)^2}}$$

3. 임피던스전압 : 정격 전류가 흐를 때 변압기 내의 전압강하

4. 전압변동률

① 전압변동률

$$\varepsilon = \frac{V_{20} - V_{2n}}{V_{2n}} \times 100 = p\cos\theta \pm q\sin\theta \begin{cases} + : \text{지상(뒤진)} \\ - : \text{진상(앞선)} \end{cases}$$

② 1차 단자 전압

$$V_1 = a\,V_{20} = a(1+\varepsilon)\,V_{2n}$$

6 변압기 손실과 효율

1. 변압기의 효율

① 전부하 효율

$$\eta = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100[\%]$$

② $\frac{1}{\mathrm{m}}$부하시 효율

$$\eta_{\frac{1}{m}} = \frac{\frac{1}{m} P_a \cos\theta}{\frac{1}{m} P_a \cos\theta + P_i + \left(\frac{1}{m}\right)^2 P_c} \times 100[\%]$$

③ 최대효율 조건 : 철손과 동손이 같을 때

$$\frac{1}{m} = \sqrt{\frac{P_i}{P_c}}$$

2. 변압기의 손실

① 무부하손

- 히스테리시스손 (주파수와 반비례)
- 와류손 (주파수와 무관, 전압과 두께의 제곱에 비례)

② 주파수 증가시 : **철손 감소**(효율증가)

7 변압기 3상 결선

1. △－△ 결선 : 60kV이하의 배전용 변압기에 사용한다

- **제 3고조파 제거**
- **V결선 가능**

2. Y－Y 결선 : 송배전 계통에서 거의 사용하지 않는다

- **중성점을 접지** 가능하여 **이상전압 방지 용이**
- **고전압 절연이 용이**
- V결선이 불가능
- **왜형파(제3고조파 포함)가 중성선에 흘러 통신선 유도 장해**

3. △－Y, Y－△ 결선 : △－Y은 승압형, Y－△은 강압형

- 1차와 2차 선간전압 사이에 30° **의 위상차 발생**

4. V결선

① V결선의 3상출력 $P_V = \sqrt{3}\,P_{1\phi}$

② 이용률

$$\frac{\sqrt{3}\,P_1}{2\,P_1} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 = 86.6[\%]$$

③ 출력비

$$\frac{P_V}{P_\Delta} = \frac{\sqrt{3}\,P_1}{3P_1} = 0.577 = 57.7[\%]$$

8 변압기 병렬운전

1. 병렬운전

① 극성이 같을 것(순환전류 발생)

② 정격전압과 권수비가 같을 것(순환전류 발생)

③ %임피던스 강하가 같을 것

④ 저항과 리액턴스 비가 같을 것

⑤ 각 변위가 같을 것

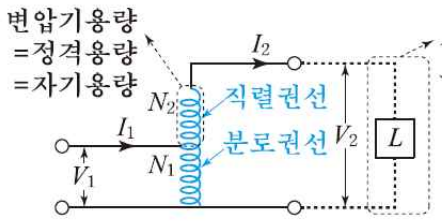
⑥ 상회전이 일치할 것

2. 변압기 병렬운전이 불가능한 결선법 (홀수찾기)

3. 부하분담 : 용량에는 비례, 퍼센트(누설) 임피던스에 반비례

$$\frac{I_A}{I_B}=\frac{P_A}{P_B}\times\frac{\%Z_B}{\%Z_A}$$

9 단권 변압기와 누설 변압기



1. 단권변압기 장단점 : 단상과 3상 모두 사용 가능

2. 단권변압기의 부하용량과 자기용량의 비

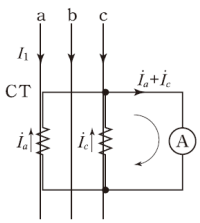
	1대	2대(V결선)	3대(Y결선)	3대(Δ결선)
자기용량/부하용량	$\frac{V_H-V_L}{V_H}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}\cdot\frac{V_H-V_L}{V_H}$	$\frac{V_H-V_L}{V_H}$	$\frac{V_H^2-V_L^2}{\sqrt{3}\,V_H\cdot V_L}$

3. 누설변압기 특성 : 수하특성

10 계기용변류기(CT)

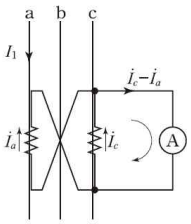
1. 2차 단락 이유 : 2차측 절연보호

2. CT 1차 전류계산 방식



가동결선

$I_1 = CT비 \times I_2$



차동결선

$I_1 = CT비 \times I_2 \times \frac{1}{\sqrt{3}}$

11 상수변환(3상-> 2상)

1. 우드브리지 결선

2. 스콧트 결선(**T결선**)

3. 메이어 결선

12 변압기 고장 보호 계전기

1. 비율차동계전기

2. 부흐홀쯔계전기 : 변압기와 콘서베이터 사이

유도기

1 유도전동기 원리 및 종류

1. 3상 유도전동기는 회전자계의 회전방향으로 회전한다.

	단상 유도 전동기	3상 유도 전동기
원리	**교번자계**	**회전자계**

2. 2중 농형 : 기동토크가 가장 크고, 기동전류가 작다

2 유도전동기 슬립

1. 슬립(slip) : 회전자계 속도와 회전자 속도차. 즉 상대속도

$$s=\frac{N_s-N}{N_s}\times 100[\%]$$

N_s: 회전자계 속도/ N: 회전자 속도

2. 유도전동기 속도(회전자 속도)

$$N=(1-s)N_s=(1-s)\frac{120f}{p}[\mathrm{rpm}]$$

3. 유도전동기의 슬립 범위 : $0<s<1$

4. 유도발전기 $s<0$

4. 유도기 역회전시 슬립(역상제동시)

$$s'=2-s$$

3 유도전동기 회전자 특성

	2차 주파수	2차 기전력
회전시	$f_{2s}=sf_1$	$E_{2s}=sE_2$

4 유도전동기 전력변환

1. 2차 동손(P_o)

$$P_{c2}=sP_2[\mathrm{W}]$$

2. 2차 출력(P_o)

$$P_0=(1-s)P_2=P_2-P_{c2}$$
$$=P+P_m$$

3. 2차 입력(P_2)

$$P_2=\frac{P_o}{1-s}$$

4. 2차 효율(η_2)

$$\eta_2=\frac{(1-s)P_2}{P_2}=1-s=\frac{N}{N_s}$$

5 유도전동기 토크

1. 유도전동기 토크

$$T = 0.975\frac{P_2}{N_s}[\mathrm{kg\cdot\ m}]$$

2. 동기와트 : 동기속도에서 회전시 2차 입력

$$T = P_2(\text{동기와트}) = E_2 I_2 \cos\theta_2[\mathrm{W}]$$

3. 토크와 전압의 관계

$$T \propto V^2$$

6 3상 권선형 유도전동기 비례추이

1. 비례추이

- 2차 저항 n배 -> 최대토크의 슬립 값 n배
- 기동전류는 감소하고, 2차 회로의 역률이 좋아짐

2. 비례추이 불가능한 특성 : 동기속도, **출력**

3. 최대토크 : 최대토크는 변하지 않는다(항상 일정)

7 원선도

1. 원선도 작도전 측정 시험

- 구속 시험[단락시험]
- 무부하 시험
- 저항측정 시험

2. 원의 지름 $\frac{E}{x}$

8 유도전동기 운전법

1. 유도전동기 기동법 : 과도한 기동전류 발생

① 농형 유도전동기 (2차 X)

기동법	용량	특징
전전압	~ 5kW	기동시간 짧음
Y-△기동	5~15kW	**기동시 전압 :** $1/\sqrt{3}$**배로 감소** **기동시 전류와 토크 :** $1/3$**배로 감소**
기동보상기법 리액터기동	15kW ~	**단권변압기**로 전압 일시 강하

② 권선형 유도전동기

기동법	특징
2차 저항기동법	비례추이
2차 임피던스	
게르게스법	결상 시 s=0.5에서 가속 되지 않음

2. 유도전동기 이상기동현상

① 크로우링현상(농형) : **skew slot(사구) 채용 및 공극 균일**

② 게르게스현상(권선형) : 한상이 결상시 **동기속도의 50%(슬립 0.5)이상으로** 가속되지 않는 현상

3. 유도전동기 속도제어

① 농형 유도전동기

- 주파수 제어법
  선박추진용, **인견공장** (포트 모터), VVVF, 인버터 제어방식
- 극수변환법
- 전압제어법

② 권선형 유도전동기

- **2차 저항**법 : 권선형에서 **비례추이** 이용
- **2차 여자법** : 슬립주파수전압을 인가 **동기속도 이상 제어**

③ 종속법 : 전체 극수를 변화시켜 속도를 제어

- 직렬종속법 : $N_s = \frac{120f}{p_1+p_2}[\mathrm{rpm}]$
- 차동종속법 : $N_s = \frac{120f}{p_1-p_2}[\mathrm{rpm}]$
- 병렬종속법 : $N_s = \frac{120f}{(p_1+p_2)/2}[\mathrm{rpm}]$

9 단상 유도전동기

1. 단상유도 전동기 (기동토크 순서 : 반기콘분셰)

종류	내용
반발기동형	**기동토크 가장 큼, 기동시** 브러시 필요
콘덴서기동형	콘덴서를 이용 진상 전류로 회전자계 **역률이 좋고 기동토크 큼**
분상기동형	**보조권선은 높은 저항과 낮은 리액턴스** **주권선은 낮은 저항과 높은 리액턴스**
셰이딩코일형	**기동토크가 가장 작음** 역률과 효율이 나쁘고 역회전 불가능

10 유도전압조정기

	단상 유도 전압조정기	3상 유도 전압조정기
원리	**교번자계** **단상 단권 변압기**	**회전자계** **3상 유도 전동기**
위상차	X	O
단락권선	누설리액턴스 전압강하 경감	X
정격용량	$E_2 I_2 \times 10^{-3}[\mathrm{kVA}]$	$\sqrt{3}\,E_2 I_2 \times 10^{-3}[\mathrm{kVA}]$
조정범위	$V_1 \pm E_2$	$\sqrt{3}(E_1 \pm E_2)$

정류기

1 전력변환기기

1. 인버터 : **직류를 교류**로 변환하는 장치

2. 정류기(컨버터) : 교류를 직류로 변환하는 장치

3. 쵸퍼 : 직류 변환하는 장치

4. 사이클로 컨버터 : 교류의 주파수를 변환하는 장치

2 회전변류기 전압 변화

1. 직렬**리액턴스**에 의한 방법
2. 유도전압**조정기**에 의한 방법
3. 부하시 전압 조정 **변압기**에 의한 방법
4. 동기 **승압기**에 의한 방법

3 다이오드

1. 실리콘 정류기 : 첨두 역내전압이 가장 크다

2. 다이오드 보호방법

① **과전압** 보호 : 다이오드를 **직렬** 연결 (전압 분배)

② **과전류** 보호 : 다이오드를 병렬 연결 (전류 분배)

4 사이리스터(SCR)

1. 사이리스터 특징

- SCR은 **단방향**(역저지) **3단자** 소자(PNPN ㅅ접합)
- 게이트에 의해 **스위칭** 작용을 통해 **위상제어**
- 적은 신호로 **대전력** 제어 가능하며, **교류전력** 제어 가능
- **과전압**에 약하고 **전압강하**는 1[V]정도로 작다

2. 사이리스터 ON/OFF 조건

① Turn On 조건

- **온(On) -> 턴온(Turn On) -> 스위칭 -> 전력손실**
- 래칭 전류 : SCR이 Turn On 시키기 위한 최소전류
- 유지전류 : Turn On 상태를 유지하기 위한 최소전류

② Turn Off 조건 : 애노드에 역전압을 인가, 유지전류 이하 (**게이트 단어 주의**)

5 SCR의 종류

명칭	방향	단자
SCR	**단방향**	**3**
GTO		
SCS		**4**
SSS/DIAC	**양방향**	**2**
TRIAC		**3**

6 정류회로

1. 정류 회로

정류종류	직류와 교류	최대역전압	맥동주파수	맥동률
단상반파	$E_d = 0.45E$	$PIV = \pi E_d$	60[Hz]	121%
단상전파	$E_d = 0.9E$		120[Hz]	**48%**
3상반파	$E_d = 1.17E$		180[Hz]	17%
3상전파	$E_d = 1.35E$		360[Hz]	4%

2. 맥동률

$$\text{맥동률 } r = \frac{\text{출력내 교류성분}}{\text{출력내 직류성분}}$$

7 정류자 전동기

1. 속도기전력

$$\text{실효값 } E = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{pZ\phi_m N}{60a}[\mathrm{V}]$$

2. 단상 직권 정류자전동기

성층철심	철손 감소
약계자 강전기자	**토크 보상 및 역률 보상**
보상권선	전기자반작용 감소, 역률 개선
저항도선	단락전류 제한
회전속도	역률 개선
종류	**직권형**, 보상**직권형**, 유도보상**직권형**
사용 예	소형공구, 영사기, 치과치료용

3. 3상 직권 정류자 전동기 중간변압기 사용 목적

① 정류에 알맞은 **전압 조정**

② 실효 **권수비 선정** 조정

③ 중간 변압기 권수 바꿔서 **전동기 특성 조정**

④ 속도 상승 억제

4. 3상 분권 정류자 전동기(시라게 전동기)

- 브러시 이동으로 **속도 변화**가 편리한 전동기
- 1차 권선을 **회전자**에 둔 3상 권선형 유도 전동기

8 서보모터와 스텝핑 모터

1. 서보모터(Servo Motor)

- **직류 서보모터** 기동토크가 교류 서보모터보다 **크다**
- 회전자를 **얇고 길게** 할 것(관성 모멘트가 작다)
- 속응성이 좋고 **시정수가 짧으며 기계적 응답이 좋다**

2. 스테핑 모터 : 디지털 신호에 비례하여 일정 각도 회전

- **총회전각**은 **입력펄스의 수로 결정**
- 회전속도는 **입력 펄스의 빠르기**로 제어
- 위치 제어할 때 각도 오차가 적고 **누적되지 않음**
- 정지하고 있을 때 그 위치를 유지해 주는 **토크가** 큼
- 회전속도는 **스테핑 주파수**에 **비례**