

[공조냉동기계기사]

전기제어공학

2012~2017

\* 물리적인 제량이 전기적인 신호로 처리되는 변환장치의 정적특성

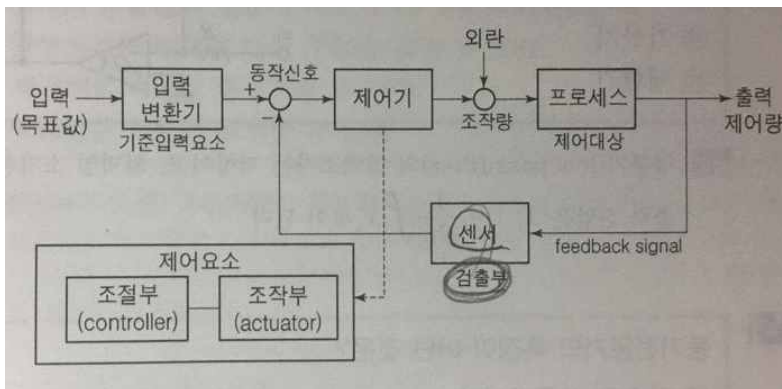
1. 정밀도 2. 분해능 3. 반복성

\* 시정수

1. 어떤 회로, 어떤 물체, 혹은 어떤 제어대상이 외부로부터의 입력에 얼마나 빠르게, 느리게 반응할 수 있는지를 나타내는 지표
2. 시정수는 크면 클수록 과도현상은 오래 지속된다.

\* R-L 직렬회로에서 스위치 S를 개방한 시점으로부터  $L/R[\text{sec}]$ 후 전류값

->  $0.632E [V]/R$



\* 페루프 제어계의 기본 블록 선도

검출부 : 온도, 압력, 유량제어

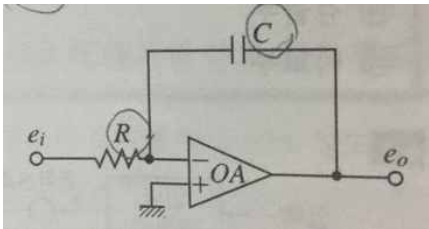
## \* [결선]

1.  $\Delta$ - $\Delta$  결선 : 변압기 1대 고장시 2대의 변압기로 V-V결선을 하여 사용할수 있는 변압기 결선방법
2. Y-Y 결선
  1. 1, 2차 전압에 위상차가 없다
  2. 중성점을 접지 할 수 있으므로 이상 전압으로부터 변압기를 보호할 수 있다
  3. 상전압이 선간전압의  $\frac{1}{\sqrt{3}}$  배이므로 절연이 용이하여 고전압에 유리하다
  4. 중성점이 접지되어 있지 않으면 제 3고조파 통로가 없으므로 기전력은 제 3고조파를 포함한 왜형파가 된다
  5. 중성점 접지시 접지선을 통해 제 3고조파가 흐르므로 통신선에 유도 장애가 발생한다
  6. 역V결선 운전이 가능하다

## \* 적분기

: 입력소자는 저항이고, 되먹임 소자는 콘덴서이다.

$$V_o = -1/RC \int V_s dt \text{ (출력전압)}$$



## \* 불대수의 정리

부정의 법칙	0과 1의 법칙
$A + \bar{A} = 1$	$A + 1 = 1$
$A \cdot \bar{A} = 0$	$A \cdot 0 = 0$
$\therefore X + \bar{X} = 1$	$\therefore 1 + Y = 1$

$$A \cdot A = A$$

$$\overline{A + A} = \bar{A}$$

$$\overline{A \cdot B} = \bar{A} + \bar{B}$$

$$\overline{A + B} = \bar{A} \cdot \bar{B}$$

## \* 전동기

### 1. 동기전동기

1. 정속도 전동기이다
2. 저속도에서 효율 좋다
3. 난조가 일어나기 쉽다
4. 기동장치가 필요하

### 2. 서보 전동기

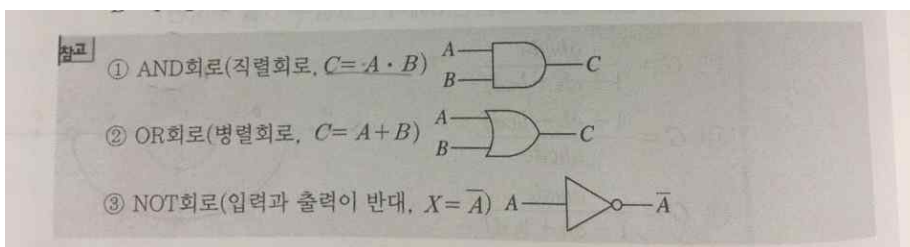
: 명령에 따라 정확한 위치와 속도를 맞출 수 있는 모터로 제어대상을 조작하는 조작기기 (프린터, DVD, 공작기계, CCTV 등)

1. 제어범위가 넓고 특성 변경이 용이하다
2. 서보모터는 속응성, 정역운전, 변속 급가감속 등 신뢰도가 높고 제어성이 좋아 정밀기에 많이 사용되나 발열량이 많아 강제 냉각방식이 필요하다
3. DC와 AC 서보모터로 나뉜다
4. 서보 전동기는 그다지 큰 회전력이 요구되지 않는 시스템에 사용된다
5. 기준권선과 제어권선의 두 고정자 권선이 있으며 90도의 위상차가 있는 2상 전압을 인가하여 회전자계를 만든다
6. 속도 회전력 특성을 선형화하고 제어전압을 입력, 회전자의 회전각을 출력으로 보았을 때 이 전동기의 전달함수는 적분요소와 2차요소의 직렬 결합이다

### 3. 직권 전동기

: 계자극 권선과 전기자 권선이 직렬로 연결된 직류 전동기로 기동 토크가 크고, 부하가 작으면 속도는 상승하고 완전 무부하로 되면 속도가 무한에 가까워져서 위험하다 (변속도 특성 때문에 제어용으로는 부적합하고, 자동차의 시동전동기, 크레인, 전동차 등에 사용)

## \* 논리 회로



자기유지회로 : 입력 ON하면 출력이 ON되고 입력 OFF 해도 출력이 계속해서 ON되는 회로

## \* [추치제어] - 잘나옴

: 목표값이 시간과 함께 변화하는 제어

1. 프로그램 제어 : 미리 정해진 프로그램에 따라 제어량을 변화시키는 것을 목적  
(열처리로의 온도제어, 무인 엘리베이터)
2. 추종 제어 : 미지의 임의 시간적 변화(위치, 방위, 자세)를 하는 목표값에 제어량을 추종시키는 것을 목적  
(미사일 유도제어, 자동 아날로그 선반제어, 레이더, 인공위성)
3. 비율 제어 : 목표값이 다른 것과 일정한 비율 관계를 가지고 변화하는 경우의 추종제어  
(보일러 자동연소제어, 암모니아 합성, 배터리)
4. 정치 제어 : 어떤 일정한 목표값을 유지하는 제어

## \* [피드백 제어 (= 폐회로, 궤환)] - 심심하면 나옴

: 제어결과를 입력측으로 되돌려 목표량과 실제량(검출부)을 비교하여 이것이 상호 일치되도록 연속적으로 제어하는 방식

1. 되돌아온 신호와 설정치(입력, 출력)를 비교하는 비교부가 반드시 있어야 한다
2. 정확성 증가한다
3. 계의 특성 변화에 대한 입력 대 출력비의 감도가 감소한다.
4. 비선형성과 왜형에 대한 효과의 감소
5. 대역폭(=감대폭)이 증가한다
6. 발진을 일으키고 불안정한 상태로 되어가는 경향성이 있다
7. 개회로에 비해 구조가 복잡하고 시설비가 증가한다
8. 외란 (제어량의 값을 변화시켜주는 외부신호)의 영향을 받는다

## [피드백 제어의 용어들]

1. 목표값 : 입력값으로서 전동기 회전수, 발전기 주파수 등
2. 기준입력요소 : 설정부, 목표 값에 비례하는 기준 입력 신호를 발생
3. 동작신호 : 제어요소에 가해지는 신호, 기준입력과 주 궤환신호와의 편차인 신호
4. 제어요소 : 동작신호를 조작량으로 변환 조절부와 조작부로 구성
5. 조절부 : 기준 입력 신호와 검출부의 출력신호를 제어 시스템에 필요한 신호로 만들어 조작부에 보내는 것
6. 조작부 : 조절부로부터 받은 신호를 조작량으로 변환하여 제어 대상에 보내는 부분
7. 조작량 : 제어요소가 제어대상으로 주는 상태의 양
8. 검출부 : 주로 제어대상으로부터 제어량을 검출하고 기준입력 신호와 비교시키는 부분
9. 외란 : 제어량의 값을 변화시켜주는 외부 신호입력으로 간주
10. 제어량 : 출력값, 출력신호
11. 기준입력요소 : 목표값을 직접 사용하기 곤란할 때 주되먹임 요소와 비교하여 사용
12. 되먹임 요소 : 제어대상으로부터 나오는 출력을 기준 입력과 비교
13. 제어 대상 : 제어를 하고자 하는 시스템으로 회전속도를 제어하는 시스템

- \* 2차 전지 : 납축전지, 알칼리 축전지와 같이 방전시킨 후 외부 전원을 사용하여 충전시키면 다시 반복해서 사용할 수 있는 전지

프로세스제어 (공정제어)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온도, 유량, 압력, 액위, 농도, 밀도</li> <li>• 생산 공정중의 상태량, 외란의 억제를 주목적으로 함</li> </ul>
서보기구	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위치, 방향, 자세</li> <li>• 목표값이 임의의 변화에 추종</li> <li>• 피드백제어에서 전압, 전류, 주파수, 회전속도 등 전기적 및 기계적 양을 제어</li> <li>• 응답속도가 빠르다</li> </ul>
자동조정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전압, 전류, 주파수, 회전속도, 힘</li> <li>• 응답속도가 빠르다</li> <li>• 정전압장치, 발전기, 조속기 제어 등에 활용</li> </ul>

- \* 주기 : 1사이클의 변화에 요하는 시간 (s)  

$$T = 2\pi/\omega = 1/f$$
 주파수 : 1초 동안에 반복되는 사이클의 수 (Hz)  

$$f = 1/T, \omega = 2\pi/T = 2\pi f$$

- \* 파고율 : 최대값을 실효값으로 나눈 값
  1. 삼각파 : 루트3
  2. 정현파 : 루트2
  3. 반원파 : 루트2

- \* 컨덕턴스 (지멘스) : 저항의 역수 (전도율)

\* PID 제어(비례적분미분 제어)

$$K(1 + sT + \frac{1}{sT})$$

1. 응답의 오버슈트를 감소
2. 잔류편차를 최소화시킨다
3. 정정시간을 적게한다
4. 응답의 안정성이 크다

PD 제어(비례미분 제어)

: 미분동작으로 속응성 향상(응답속도를 빠르게)

PI 제어 (비례적분 제어)

: 미소한 잔류편차(off-set)를 시간적으로 누적하여 어떤 크기로 된 곳에서 조작량을 증가하여 편차를 없애 정상 특성을 개선한다

$$G(s) = K(1 + \frac{1}{T_i s})$$

여기서,  $K$  : 비례감도 [ $mA/mV$ ]  
 $T_i$  : 적분시간(분)

P 제어 (비례 제어) : 잔류편차 발생

I 제어 : 잔류편차 소멸

D 제어 : 오차예측제어

\* 오버슈트 (Overshoot) : 시스템에 계단 입력을 주어 출력된 출력값 중에서 설정값을 초과하는 값 중 최대값을 설정값으로 나누어 %로 표현한 값

\* 적분제어 : 입력의 시간 적분값에 비례하는 출력을 내는 제어 동작  
 ex 물탱크에 일정 유량 물을 공급하여 수위를 올리는 것

변환량	변환요소
온도 → 전압	열전대
압력 → 변위	벨로우즈, 다이어프램, 스프링
변위 → 압력	노즐플레어, 유압 분사관, 스프링
변위 → 임피던스	가변저항기, 용량형 변환기
변위(회전량) → 전압	포텐서미터, 자동변압기, 전위차계
전압 → 변위	전자석, 전자코일
광 → 임피던스	광전관, 광전도셀, 광전트랜지스터
광 → 전압	광전지, 포토다이오드, 포토TR
방사선 → 임피던스	GM관, 전리함
온도 → 임피던스	속온 저항(열선, 서미스터, 백금, 니켈)

\* 자성체의 종류

1. 상자성체 : 알루미늄, 백금, 텅스텐
2. 반자성체 : 금, 은, 구리, 아연, 유황
3. 강자성체 : 철, 니켈, 코발트, 망간

\* 절연유의 구비조건

1. 절연내력이 클 것
2. 점도가 낮을 것
3. 인화점이 높을 것
4. 응고점이 낮을 것
5. 화학적으로 안정할 것
6. 인체에 무해할 것

\* 제어 명령

: 주기억 장치와 제어 기억 장치에 기억된 자료를 처리하고, 자료를 기억시킬 수 있는 주기억 장치의 기억 공간을 마련하거나 명령의 순서 선택과 해석을 제어하는데 사용되는 특별한 명령(제어량을 원하는 상태로 하기 위한 입력신호)

\* R-L 직렬회로에서 스위치 S를 개방한 시점으로부터 L/R[sec]후 전류값

->  $0.632E/R$

\* 전기력선의 성질

1. 전기력선의 접선방향은 그 접점에서의 전기장의 방향을 가리킨다
2. 전기력선의 밀도는 전기장의 크기를 나타낸다
3. 양 전하에서 시작하여 음전하에서 끝난다
4. 전위가 높은 점에서 낮은 점으로 향한다
5. 도체표면에서 수직으로 나와 수직으로 들어간다
6. 전기력선은 서로 교차하지 않는다
7. 도체 표면의 곡률반경이 작은 곳에 전하가 많이 모인다
8. 전하는 도체 외측 표면에만 분포



\* 직류 분권전동

- 계자극 권선과 전기자 권선이 병렬로 연결된 직류전동기다
- 부하변동에 따른 속도변화가 적다 (정속도 특성)
- 컨베이어 벨트, blower, 공작기계 등에 사용된다

운전 중에 계자저항을 증가시키면,

-> 속도가 증가한다!

\* 역률 : 피상 전력 중에서 유효전력 비율

$$\cos\theta(\text{역률}) = \frac{VI\cos\theta}{VI} = \frac{P(\text{유효전력})}{Pa(\text{피상전력})}$$

역률 개선 : 부하의 역률을 1에 가깝게 높이는 것

역률 개선 방법 : 소자에 흐르는 전류의 위상이 소자에 걸리는 전압보다 앞서는 용량성 부하인 콘덴서를 부하에 첨가

- 시험 보기) 1. 교류회로의 전압과 전류의 위상차를 코사인으로 취한 값  
2. 역률을 이용하여 교류전역의 효율을 알 수 있다  
3. 역률은  $\sqrt{1 - (\text{무효율})^2}$  로 계산가능

\* 자기 증폭기

: 철심을 가진 변압기 모양의 코일에 교류와 직류를 중첩하여 흘리면 교류임피던스는 중첩된 직류의 크기에 따라 변하는 현상을 이용하여 전류를 증폭하는 장치로 큰 출력을 얻을 수 있으며 수명이 길어 공장에서의 자동 제어용이나 군용의 전기 기계나 기구에 사용

\* 실효값 = 최대값  $\times \frac{1}{\sqrt{2}}$

실효값 : 교류의 크기를 교류와 동일한 일을 하는 직류의 크기로 바꿔 나타낸 값

\* P(전력)

단위 : w(=J/s), 단위시간당 전기에너지, 일률과 단위 같다

\* 선형 시불변 회로의 임펄스 응답

-> 스텝응답을 미분해서 구함

\* [전달함수]

1. 전달함수 : 초기값이 0인 시스템에 대하여 입력의 라플라스 변환에 대한 출력의 라플라스 변환의 비!

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} \quad \text{여기서 } \begin{array}{l} X(s) : \text{입력의 라플라스 변환} \\ Y(s) : \text{출력의 라플라스 변환} \\ G(s) : \text{전달함수} \end{array}$$

$$\sin wt \rightarrow \frac{w}{s^2 + w^2}$$

$$\cos wt \rightarrow \frac{s}{s^2 + w^2}$$

$$e^{\pm at} = \frac{1}{s \mp a}$$

- 선형 제어계에서만 정의되고, 비선형 시스템에서는 정의되지 않음
- 계 전달함수의 분모를 0으로 놓으면 곧 특성방정식 풀이된다
- 어떤 계의 전달함수는 임펄스 응답의 라플라스 변환과 같다

2.  $G(s) = \frac{s+b}{s+a}$  꼴일 때,

1. 진상보상회로 : 출력 신호의 위상이 입력 신호의 위상보다 앞서도록 하는 보상 회로  
( $a > b$ )

2. 지상보상회로 : 출력 신호의 위상이 입력 신호의 위상보다 뒤지도록 하는 보상 회로  
( $a < b$ )

\* 단상 유도 전동기의 기동 토크가 큰 순서

발발 기동형 - 반발 유도형 - 콘덴서 기동형 - 콘덴서 운전형 - 분상 기동형 - 모노 사이클릭형

\* 점의 자계

$$H_x = \frac{a^2}{2(a^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$H \rightarrow (H_x) \times I \times n$$

여기서,  $H_x$  : 코일중심에서  $x[m]$  떨어진 점의 자계

$H$  : 자기장 세기 (= 기자력)  $[AT/m]$

$a$  : 반지름

$x$  : 중심에서 떨어진 거리

$I$  : 전류 (= 부하)

$n$  : 감긴 권수

\* 전자석 흡인력은 자속밀도의 제곱에 비례!

\* 자동제어기기의 조작용 기기

1. 전자밸브
2. 서보전동기
3. 클러치

cf. 앰플리다인 : 계자 전류를 변화시켜 출력을 조절하는 직류발전기로 약간의 전력 변화를 큰 전력 변화로 증폭한다 (2012 3회)

\* 자력제어

: 외부에서 에너지를 보급하는 일없이 제어동작이 행해지는 것으로 조작부를 움직이기 위해 필요한 에너지가 제어 대상에서 검출부를 통해 직접 얻어지는 제어

- 가격 저렴, 구조 간단
- 스스로 에너지 보급해 동작 확실 (동작속도와는 무관!)

타력제어 : 보조 에너지원(공기, 유압, 전기)에서 취득, 제어하는 방식  
보조 에너지 공급이 안되면 동작이 불가하다

\* 직류 분권 발전기를 운전 중 역회전

-> 발전되지 않는다

## \* 브리지

1. 코올라시 브리지 : 축전지 내부저항(전해액의 저항) 측정
2. 휘트스톤 브리지 : 4개의 P,Q,R,X에 검류계를 접속하여 미지의 저항을 측정하기 위한 회로  
 $PR=QX$

## \* 검류계

: 미소한 전류, 전압, 전기량을 측정하는 기계, 직류, 교류의 증폭기의 지시계를 갖춘 것이 많이 사용되고 있다. 종류는 직류용에는 가동코일형 계기와 동작 원리가 같은 가동코일형 검류계가 있고 전지량 또는 자기선 속의 측정에서 쓰는 전동검류계가 있다. 대표적으로 누설전류측정기가 있다.

## \* 측정방식

1. 영위법 : 어느 측정량을 그것과 같은 종류의 기준양과 비교하여 측정량과 똑같이 되도록 기준양을 조정한 후 기준양의 크기로부터 측정량을 구하는 방법이다. 감도가 높고, 정밀한 측정에 적합하다 휘트스톤 브리지 및 전위차계가 대표적이다
2. 편위법 : 측정량의 크기에 따라 지침 등을 편위시켜 측정량을 구하는 방법으로 감도는 떨어지지만 취급이 쉬우며, 신속하게 측정할 수 있으므로 공업용으로 많이 사용한다. 전압계 및 전류계가 대표적이다
3. 보상법 : 피측정량을 직접 측정하지 않고 피측정량에서 기지의 일정량을 빼 나머지 양을 측정하는 방법으로 전압이나 주파수 측정에서 미소 변화량을 구하는 경우에 적합하다

\* 제어편차 : 목표값과 제어량(출력값)의 차이

## \* 시퀀스 제어

: 전자동 세탁기 (혹은 엘리베이터)와 같이 미리 정해진 순서에 따라 각 단계별 제어를 행하는 제어, 논리연산(AND, OR, NOT)과 시간지연에 의하여 제어가 이루어진다. 무접점 소자를 이용한 제어회로에는 PLC등의 전자회로를 사용한 것이 있고, 유접점 소자는 버튼스위치나 각종 계전기를 사용한것

## \* 프로세스 제어 (공정제어)

1. 생산 공정중의 상태량, 외란의 억제를 주목적으로 함
2. 온도, 유량, 압력, 액위, 밀도, 농도 (종류 자주 물어봄)
3. 시간에 대하여 설정값이 변화하지 않는다

\* 공기식 제어기

: 제어 입출력 매체로 공기압을 사용하는 제어기로 구조가 단순하며 안전하다 보통 중,대형 시스템에 적합한 제어기로서 2위치 제어기, 비례 제어기, 비례-적분 제어기, 비례-적분-미분 제어기 등의 형태로 사용한다

-> PID 동작을 만들기 쉽다 (시험보기)

\* 가변 전압 가변 주파수 제어

- 3상 유도전동기에서 일정 토크 제어를 위하여 인버터를 사용하여 속도제어하는 기술  
공급전압과 주파수는 비례

\* 회전수

$$(\text{동기속도})N_s = \frac{120f}{p}(1-s)$$

여기서,  $f$ : 주파수(Hz)

$p$ : 극수

$s$ : 슬립

$$(\text{슬립})s = \frac{\text{동기속도} - \text{회전자속도}}{\text{동기속도}} = \frac{N_s - N}{N_s}$$

-> 슬립? 전동기의 회전속도를 나타내는 상수

2차 기전력 주파수 = 1차 주파수 x 슬립(시험에 한번 나옴)

\* 각속도, 전력, 토크

$$w = 2\pi N$$

$$P = Tw$$

여기서,  $w$ : 각속도 (rad/s)

$N$ : 회전수 (rpm)

$P$ : 전력 (W)

$T$ : 토크 (N · m)

$$1N = 9.8Kg_m$$

\* 탄성식 압력계 : 브르돈관 압력계, 벨로스형 압력계, 다이어프램 압력계 등

\* 서보 기구 : 물체의 위치, 방위, 자세 등의 기계적 변위를 제어량으로 해서 목표값의 임의의 변화에 항상 추종

서보기구 제어에 사용되는 검출기들

전위차계, 싱크로, 차동변압기, 마이크로신, 셸신 전동기 등

\* 1. 플레밍의 왼손 법칙 : 전자력의 방향을 결정하는 법칙 (전동기의 회전방향)

전동기 엄지 : 힘의 방향  
검지 : 자기장의 방향  
중지 : 전류의 방향

2. 옴의 법칙 : 전류는 전압(전위차)에 비례하고 저항에 반비례한다  
( $V=IR$ )

3. 패러데이의 법칙 : 전기분해에 의해 석출되는 물질의 양은 전해액을 통과한 총 전기량이  
같은 경우 물질의 화학당량에 비례한다

\* 전압 변동률

$$\frac{V_o - V_L}{V_L} \times 100$$

$V_o$  : 무부하시 단자전압  
 $V_L$  : 정격부하시 단자전압

\* 전류계, 전압계 - 내부저항

1. 이상적인 전류계 내부저항은 0 : 부하에 직렬 연결되기 때문에
2. 이상적인 전압계 내부저항은 무한대 : 부하에 병렬 연결되기 때문에

\* 엘리베이터 전동기에 필요한 특성

1. 기동 토크가 클 것
2. 기동 전류가 작을 것
3. 관성 모멘트가 작을 것
4. 속도 제어범위가 클 것

\* 서미스터(Thermister)

1. 망간, 니켈, 구리, 코발트, 크롬, 철 등의 각종 산화물을 조합시켜 소결한 반도체 소자 온도가 증가하면 저항은 감소한다 (부저항 특성)
2. 온도에 따라 저항이 민감하게 바뀌기 때문에, 온도 측정장치로 사용되는 반도체 장치다

\* 자동조정 제어

1. 전압, 전류, 주파수, 회전속도, 힘 제어
2. 응답속도가 빠르다
3. 정전압장치, 발전기, 조속기 제어 등에 활용

\* LC 병렬회로

- 전압이 전류보다 앞설 때 :  $f_o < \frac{1}{2\pi n \sqrt{LC}} [Hz]$

- 전압이 전류보다 뒤질 때 :  $f_o > \frac{1}{2\pi n \sqrt{LC}} [Hz]$

(공진주파수)  $f_o = \frac{1}{2\pi n \sqrt{LC}} [Hz]$

\* 단상전파 정류 회로(전파 정현파)

단상전파 정류전압 = 0.9 x 교류전압 (몇배되는지 한번씩 물어봄)

단상전파 정류로 직류전압이 100[V]를 얻으려면 - 변압기 2차 권선의 상전압은 110[V]

\*

다음은 역률이  $\cos \theta$ 인 교류전력의 벡터도이다. 이때 실제로 일을 한 전력은 어느 벡터인가?

가) A  
 나) B  
 다) C  
 라) B, C

\*설 A : 무효전력[VAR]  
 B : 피상전력[VA]  
 C : 유효전력[W]

\* 서보계 : 하나 또는 몇 개의 입력 신호에 따라 기계 축의 회전각이 제어되도록 되어 있는 자동 제어계

- 방사성 위험물을 원격으로 조작하는 인공수에 사용

$$* P_o = (1-s) \frac{P_{c2}}{s}$$

여기서,  $P_{c2}$  : 2차측 동손 [Kw]

$P_o$  : 처음 동손 [Kw]

$s$  : 슬립

\* 제동계수 -> **응답형태를 결정**

$\delta > 1$  : 과제동

$\delta = 1$  : 임계제동

$0 < \delta < 1$  : 부족제동

$\delta = 0$  : 무제동

**작을수록 최대 초과량 크다!**

\* 도체가 대전된 경우 - 도체의 성질, 전하분포

1. 전하는 도체 표면에만 존재한다
2. 도체는 등전위이고 표면은 등전위면이다
3. 도체 표면상의 전계는 면에 대하여 수직이다
4. 도체 내부의 전계는 0이다

## \* [제어동작]

미분동작 : 급격히 일어나는 외란에 의한 편차의 차가 큰 경우에는 조작량을 많이 하여 기민하게 반응하도록 하여 신속히 목표값이 되도록 제어해 간다. 따라서 제어량과의 편차에 비례하는 비례동작에 의해 응답속도를 개선한 제어동작

- 편차가 변화하는 속도에 비례하여 조작량을 가감하도록 하는 제어, 오차 미연에 방지

적분동작 : 편차의 적분값에 비례한 조작신호를 보낸다

비례동작 : 입력과 출력이 일정한 비례 관계에 있는 것

$$y(t) = Kx(t)$$

여기서,  $y(t)$  : 출력

$x(t)$  : 입력

$k$  : 비례 정수

2위치 동작 : ON-OFF 동작이라고도 하며, 편차의 정부(+,-)에 따라 조작부를 전폐 또는 전개하는 것



\* [변압기 병렬운전 조건]

1. 변압기 극성이 같을 것
2. 각 변압기의 극성이 같을 것
3. 변압기 상호간 순환전류가 흐르지 않을 것
4. 각 변압기의 손실비가 같을 것

[발전기 병렬운전 조건]

1. 정격 전압이 같을 것 (무효순환전류흐름)
2. 위상이 일치할 것 (동기화전류흐름)
3. 정격 주파수가 같을 것 (난조의 원인)
4. 파형이 같을 것
5. 회전방향이 같을 것

\* 메거 : 절연저항 측정하며 부도체로 절연된 두 도체 사이의 전기 저항, 이상적 값은 무한대

\* 왜형률(distortion factor)

$$\epsilon = \frac{\text{전고조파의 실효값}}{\text{기본파의 실효값}}$$

\* 변압기 권수비

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

여기서,  $N$ : 권수  
 $E$ : 전압

\* 특성 방정식의 근 : 분모가 0!

\* 저항강하

$$= \frac{W}{VA}$$

\* 콘덴서 용량

$$Q = P(\tan\theta - \tan\theta_0)$$

여기서,  $Q$  : 콘덴서 용량  
 $P$  : 전력 [W]

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$$

$$\sin\theta = \sqrt{1 - \cos^2\theta}$$

\* 불연속 제어(2진신호)

: 가장 간단한 제어로 간헐 현상과 사이클링이 생긴다  
 전열기에 흐르는 전류를 흐르게 하거나 차단하는 신호!

1. 2위치 제어(ON-OFF제어)
2. 샘플링(Sampling) 제어

-> 2위치 제어?

1. 정교한 제어가 아닌 간단한 프로세스에 적용, 사이클링이 생긴다
2. 설정치와 제어결과가 일치하지 않는 잔류편차(off-set)가 있다
3. 잔류편차(off-set)는 적분제어에서 제거 가능
4. 응답속도는 미분제어에서 개선 가능

\* 절연의 종류

절연 종류 (종)	허용 최고 온도
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
C	180이상

## \* 추적 레이더 (2~3번 출제)

: 비행기 등과 같이 움직이는 목표값의 위치를 알아보기 위한 서보용 제어기로 표적신호 감지, 추적방식에는 적의 표피로부터 반사되는 레이더신호를 이용하는 스킨추적 방식과 송신신호에 대한 표적의 응답신호를 추적하는 비콘추적 방식이 있다.

\* 연동선 : 전기 도전을 가장 우수

## \* 사이클로 컨버터 (cyclo converter)

: 어떤 주파수의 교류를 직류 회로로 변환하지 않고 그 주파수의 교류로 변환하는 직접 주파수 변환장치로 사이리스터를 사용하는 것은 전력용 주파수 변환 장치로서가 아니라 교류 전동기의 속도 제어용이다. 전원 주파수와 출력 주파수 사이에 일정비의 관계를 가진 정비식 사이클로 컨버터와 주파수를 연속적으로 바꿀 수 있는 연속식 사이클로 컨버터가 있다.

(시험) 사이클로 컨버터의 작용? 교류-교류 변환!

\* 직류 전동기 속도 제어 방식 (종류 이름만 물어본다)

1. 전압제어 : 단자전압  $V$  조정(정토크 제어)
  - ㄱ. 워드 레오너드 방식 : 광범위한 속도 조정 (1:20), 효율 양호
  - ㄴ. 정지 레오너드 방식 : SCR 이용
  - ㄷ. 일그너 방식 : Fly Wheel 효과 이용(부하변동 심한 경우)
2. 계자 제어 : 자속  $\phi$  조정 제어 범위(1:3)가 좁은 정출력 제어 방식
3. 저항 제어 : 가변 저항 조정 (효율불량)

$$* \text{피상전력} = \sqrt{\text{유효전력}^2 + \text{무효전력}^2}$$

유효전력 [W]

피상전력 [VA]

효율 [%]

무효전력 [VAR]

\* 규약 효율 : 전기적 에너지 기준 (공식 물어보는 정도)

$$1. (\text{발전기 효율}) \eta_G = \frac{\text{출력}}{\text{출력} + \text{손실}} \times 100 [\%]$$

$$2. (\text{전동기 효율}) \eta_M = \frac{\text{입력} - \text{손실}}{\text{입력}} \times 100 [\%]$$

\* 전류가 같은 방향이면 흡입력!  
다른 방향이면 반박력!

\* 오차

1. 계단 모양 입력일 시 : 위치 오차 정수
2. 등속도 모양 입력일 시 : 속도 오차 정수
3. 등가속도 모양 입력일 시 : 가속도 오차 정수

## \* 실리콘 제어정류기 (SCR) = 사이리스터 ( Thyristor)

1. 실리콘 제어정류기 소자로 부르기도 하며 P-N-P-N 형태의 4층 구조 반도체 소자의 총칭으로 역저지 사이리스터 (순방향, 단방향)를 가리킨다. SCR은 고전압 대전류의 제어가 용이하며 직류, 교류의 전력 제어용의 반도체 스위칭 소자 및 계전기 제어, 시간지연 회로, 조명 제어, 모터 속도 제어, 전압 조정, 축전지 충전기, 고전력에서 전동기 제어, 초음파 고주파 응용 등 다양하다
2. 순방향 대전류 스위칭 소자. 양극, 음극, 게이트의 3개 단자로 구성되어 있으며 게이트에 신호가 인가되면 지속적인 게이트 전류의 공급 없이도 주회로에 역전류가 인가되거나 전류가 유지전류 이하로 떨어질 때까지 통전상태를 유지한다

\* 유도전동기 전류

$$P = \sqrt{3} VI \times \text{역률} \times \text{효율}$$

여기서,  $P$ : 전력 (출력)

$V$ : 전압

$I$ : 전류

\* 유도 전동기의 손실

1. 고정손(무부하손) : 부하에 관계없이 항상 일정한 손실

철손	히스테리시스손, 와류손
기계손	마찰손, 풍손

2. 가변손(부하손) : 부하에 따라 변화하는 손실 (동손, 표유부하손)

\* 규소 강판을 쓰는 이유 : 히스테리시스손 감소시키기 위하여  
철심을 쓰는 이유 : 와전류손(맴돌이 전류손) 감소시키기 위하여

전기	자기
컨덕턴스	퍼미언스
전기력	자기력
유전율	투자율
전기장	자기장

**퍼미언스** : 자기 저항의 역수로 자속이 통하기 쉬움을 나타내는 양 ( wb/A 또는 H)

**\* 전기자 반작용** : 전기자 도체의 전류에 의해 발생된 자속이 계자 자속에 영향을 주는 현상

1. 주자속 감소 (감자작용) : 발전기는 유도기전력 감소, 전동기는 토크 감소
2. 편자 작용에 의한 중성축 이동 (발전기 : 회전방향, 전동기 : 회전 반대 방향)
3. 자기적 중성축 이동으로 인한 브러시에서 불꽃이 발생 (국부섭락)

**\* 배타적 논리합**

: 입력신호가 다르면 출력은 1이 되고 입력신호가 같으면 0이 된다.

## \* 유도전동기

농형 유도 전동기

1. 극수 변환법
2. 주파수 제어법
3. 전압 제어법

권선형 유도 전동기 :

1. 2차저항 제어법(슬립제어)
2. 2차여자 제어법(슬립제어), 종속법(극수변환)

공통으로 해당되는 것은 극수 변환법

**※ 농형 유도 전동기 => 주파수 감소 - 슬립 주파수 감소 - 역률이 저하**

\* 축전지

1. 충전 시 전기적 에너지를 화학적 에너지로 저장하였다가 방전 시 화학적 에너지를 전기 에너지로 변환하는 장치

2. 용량 = 방전시간[h] x 방전전류[A] = [Ah]

\* 기준입력요소 : 설정부, 목표값에 비례하는 기준입력 신호를 발생

검출부(센서) : 제어대상으로부터 제어량을 검출

되먹임 요소 : 제어대상으로부터 나오는 출력을 기준입력과 비교

(시험) 목표값을 직접 사용하기 힘들 때 기준입력요소를 이용하여 주되먹임 요소와 비교하여 사용

\* 전압정류 : 양호한 정류 대책으로 평균 리액턴스 전압은 작게 하기 위하여 보극 설치

\* CPU 구성

1. 데이터 메모리부

2. 프로그램 메모리부

3. 연산부

\* 줄의 법칙 : 저항 R[Ω]에 전류 I[A]가 t[sec] 동안 흐를 때의 열에너지

\* 저항체에 전류가 흐를 때 I와 P의 관계  $I = P^{0.5}$

\* (2~3번출제)

1. 분류기 : 전류의 측정범위를 확대하기 위해 전류계와 병렬로 접속하는 저항

2. 배율기 : 전압의 측정범위를 확대하기 위해 전압계와 직렬로 접속하는 저항

$$(\text{분류기 저항}) RS = \frac{\text{전류계저항}}{\text{배율} - 1} = \frac{r}{\eta - 1}$$

$$(\text{배율})\eta = \frac{I}{I_A}$$

여기서, I: 측정하고자 하는 전류

$I_A$  : 전류계 전류

\* 직류는 전류가 항상 일정하다 일정 전류가 똑같이 30W, 60W 전구에 흐르게 된다면 용량이 작은 30W 전구가 더 밝다

#### \* 자기증폭기

1. 코일의 리액턴스가 전류의 크기에 따라 변화하는 점을 이용하여 입력 전류의 변화에 의해 부하 전류를 제어하는 증폭기로 구조가 견고하고 출력이 큰 것을 만들기 쉬우므로 자동제어장치 등에 쓰인다
2. 시퀀스제어와 병용으로 사용하며 입력장치, 출력장치, 제어장치 등으로 구성되며 CPU는 데이터 메모리부, 프로그램 메모리부, 연산부로 구성된다

(시험) 철심을 가진 변압기 모양의 코일에 교류와 직류를 중첩하여 흘리면 교류임피던스는 중첩된 직류의 크기에 따라 변할 때 이를 이용해 전력을 증폭

## \* PLC (Programmable Logic Controller)

1. 종래에 사용하던 제어반 내의 릴레이, 타이머, 카운터 등의 릴레이 제어반 기능을 LSI, 트랜스터 등의 반도체 소자로 대체시켜 기본적인 시퀀스 제어 기능에 수치 연산 기능을 추가하여 프로그램 제어가 가능하도록 하며 메모리에 있는 프로그램의 시작과 끝을 순환 (SCAN)하면서 로직을 수행하면서 자율성이 높은 제어 장치이다.
2. 시퀀스제어와 병용으로 사용하며 입력장치, 출력장치, 제어장치, 차동변압기 등으로 구성되며 CPU는 데이터 메모리부, 프로그램 메모리부, 연산부로 구성된다.

### [PLC 시퀀스동작을 소프트웨어적으로 수행하는 방법]

1. 사이클릭 처리방식  
: 프로그램의 전 과정을 실행한 후 다시 처음부터 반복하는 방식
2. 인터럽트 우선 처리방식  
: 현재 실행 중인 프로그램을 일시적으로 중단하고 긴급을 요하는 다른 프로그램을 먼저 실행
3. 병행 처리방식  
: 두 개의 작업이 동시에 실행되는 방식

## [PLC의 출력부에 설치하는 것]

1. 전자개폐기 : 전자석으로 회로를 개폐하는 스위치
2. 시그널램프 : ON, OFF, TRIP을 표시하는 램프
3. 솔레노이드 밸브 : 전자석의 작용에 의하여 개폐를 하는 밸브

### \* 유도성과 용량성 (2번 출제)

$X_L > X_C$  일 때 : 전류는 전압에 비해  $\theta$ 만큼 뒤진 위상 (유도성)

$X_L < X_C$  일 때 : 전류는 전압에 비해  $\theta$ 만큼 앞선 위상 (용량성)

$X_L = X_C$  일 때 : 전류와 전압이 같은 위상 (공진)

$X_L < X_C - R$  일 때 : 전류는 전압에 비해  $\theta$ 만큼 앞선 위상 (용량성)

### \* 와류 브레이크 (eddy current break)

1. 전기적 제동으로 마모부분이 심하다
2. 정지시 제동토크가 걸린다
3. 제동토크는 코일의 여자전류에 반비례한다
4. 제동시에는 회전에너지가 냉각작용을 일으키므로 별도의 냉각방식이 필요 없다

(참고) 와류브레이크?

자극간에서 금속판을 회전시키면 금속판을 자력선을 자르므로 금속판에 전류가 형성된다. 이 전류와 자석의 자계로 플레밍의 왼손법칙의 방향으로 따라 토크가 발생한다. 이것은 금속판의 회전과 반대이며 금속판을 정지시키는 역할을 하며 대형 직류기의 토크 측정법에도 사용된다. 정지시에 제동토크가 걸린다



\* 아날로그제어, 디지털제어 비교

구분	아날로그 제어	디지털 제어
조정 개수 및 부품수	많다	적다
부품편차 및 경년변화의 영향	심함	덜함

디지털 제어 연산속도는 샘플링계에서 결정!

\* 분해능

: 서로 떨어져 있는 두 물체를 서로 구별할 수 있는 능력을 의미한다.  
 주로 광학기기의 성능을 나타낼 때에 사용된다. 분해능이 높다면 아주 가까워 보이는 두 물체도 서로 다른 물체로 볼 수 있고, 분해능이 낮다면 서로 떨어져 있는 두 개의 물체임에도 불구하고 하나의 물체로 인식할 수 있다.

\* 나이퀴스트 안정도 판별법

: 안정조건 : 이득 여유, 위상여유가 모두 정(+), 즉 모두 0보다 클 때 안정하다

- \* **a접점**(NO : Normally Open) : 항상 열려 있다가(OFF) 외부에서 힘을 가하면 닫히는(ON) 접점
- \* **b접점**(NC : Normally close) : 항상 닫혀 있다가(ON) 외부에서 힘을 가하면 열리는(OFF) 접점

\* **CIM (Computer Integrated Manufacturing)** - 컴퓨터 통합생산

: 컴퓨터 통합생산은 철저한 고객지향에 기반을 두고 제조업의 비즈니스 속도와 유연성 향상을 목표로 삼아 생산, 판매, 기술 등 각 업무기능의 낭비와 정체를 제거하고 업무 자체의 단순화, 표준화를 위해 컴퓨터 네트워크로 통합하는 것

\* 정전용량

$$C = \epsilon \frac{A}{d} [F]$$

여기서,  $A$  : 극판면적 [ $m^2$ ],  
 $d$  : 극판간격 [ $m$ ]  
 $\epsilon$  : 유전율

\* 유도전동기의 회전력은 단자전압의 2승에 비례한다

\* VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)

: 가변 전압 가변 주파수 제어 유도전동기를 가변속 기동하기 위한 인버터의 제어 기술로  
공급전압과 주파수는 비례되어야 한다.

\* 전류에 의해 발생하는 작용

1. 발열 작용
2. 화학 작용
3. 자기 작용

-> 자기차폐 작용 : 강자성체로 둘러싸인 구역 안에 있는 물체나 장치에 외부자기장의 영향이 미치지 않는 현상 또는 그렇게 하는 조작이다. 자기력선속이 차폐하는 물질에 흡수되는 방식으로 차폐하며, 투자율이 큰 자성체일수록 자기차폐가 더욱 효과적으로 일어난다.

\* 변압기 절연유 구비조건

1. 절연내력이 클 것
2. 점도가 낮을 것
3. 인화점이 높을 것
4. 응고점이 낮을 것
5. 화학적으로 안정할 것
6. 인체에 무해할 것

\* 직류전동기의 속도제어

1. 초퍼
2. 정류장치
3. 속도센서

인버터 -> 주파수 바꾸어 모터 회전속도 바꾼다 (직류전동기에서 안씀)

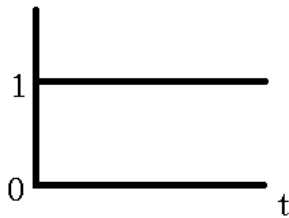
\* [R-L-C 병렬 공진] -  $X_L = X_C$

전류 -> 최소

(역률) $\cos\theta = 1$  (동상전류)

$$(\text{공진 주파수})f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

\* 단위계단 함수  $u(t)$



\* 신호흐름선도

1. 복작함 블록선도의 전달함수를 간단한 선형신호로 구성하여 해석한 선도
2. 마디(mode)는 신호의 변수를 의미한다
3. 대수방적으로 도시한다
4. 선형시스템에만 적용된다
5. 루프이득은 개루프 이득과 페루프 이득의 비. 피드백 효과의 척도를 알려준다

\* 엔코더

: 회전 방향에 따라 나오는 Pulse의 위상이 다르고 이것을 감지하여 정회전인지, 역회전인지 판단한다. 또한 시간당 Pulse 개수로 회전속도를 감지하여 회전하는 각도를 디지털량으로 출력한다.

\* 서보모터는 서보 앰프에서 나오는 전압, 전류의 급격한 변화에 응답할 수 있도록 **회전자의 관성 모멘트( $GD^2$ )**는 작고 기동 토크가 크다. 또한 속응성이 좋고 시정수가 짧고 기계적 응답이 좋아 **승강기 등에 이용된다**

\* **지시계기(Indicator)** : 온도, 압력, 수위, 전류, 전압, 저항 등을 아날로그나 디지털로 표시

1. 구동장치 : 가동력을 발생시키는 장치
2. 제어장치 : 가동력 반대 방향으로 작용하는 제어 토크
3. 제동장치 : 제동 토크를 가해 지침의 진동을 빨리 멈추게 하는 장치
4. 지침과 눈금

\* 워드레오나드 속도 제어

: 타여자 직류 전동기의 전압조정에 의한 속도 제어

\* 주파수 응답

: 어떤 시스템에 정현파를 입력하고 주파수를 변화하며 출력의 변화를 알아보는 것  
(예, 누설리액턴스,  $X_L = \omega L = 2\pi fL$ )

\* [변압기 절연내력 시험]

: 변압기의 절연강도를 측정하는 시험

1. 가압시험 : 보통 이상의 전압을 견디는 정도
2. 유도시험 : 층간 절연시험
3. 충격전압시험 : 낙뢰 시험

\* 자기장 세기

자기장의 세기  $\uparrow$  - 자기력선의 간격이 좁을수록, 단위 면적당 지나는 자기력선의수가 많을수록  
(자속 밀도에 비례)

\* 회생제동

: 전동기의 제동법의 하나로 전동기를 발전기로 동작시켜 그 발생 전력을 전원에 반환하여 제동하는 방법 (직류전동기에서는 무부하 속도 이상일 때, 유도전동기에서는 동기속도 이상일 때 적용된다)