



유압기술강습회

제5장 메카트로닉스



油研工業(株)
한국유켄공업(주)



5. 메카트로닉스

전자기의 세계(코일 이해를 위해)
솔레노이드 코일, 비례밸브, 전동기, 인버터

●목차

1. 전기의 세계와 유압
2. 교류와 직류
3. 자기작용과 계산
4. 솔레노이드 코일
5. 비례밸브
6. 유도전동기
7. 인버터 제어



5. 메카트로닉스



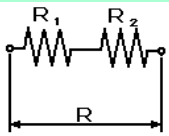
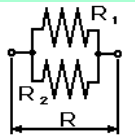

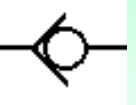
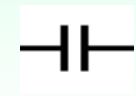
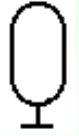
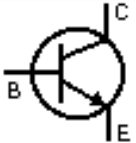
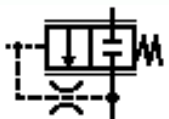

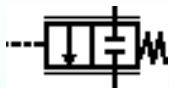

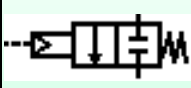
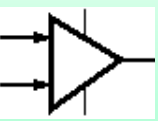
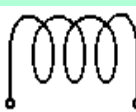

1. 전기의 세계와 유압



전기의 세계

- 1 : 전압 \longleftrightarrow 전계 \longleftrightarrow 힘
2 : 전류 \longleftrightarrow 자계 \longleftrightarrow 힘
3 : 전압 \longleftrightarrow 전류 \longleftrightarrow 열(일)

(유압) 압력 \longleftrightarrow 유량 \longleftrightarrow 열(일)

5. 1. 2 전기소자				
종류	전기기호	단위	유압기호	비고
저항		Ω 옴		1. 직렬  $R=R_1+R_2$ 2.  $R=\frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$
다이오드				<ul style="list-style-type: none"> 전류를 한 방향으로만 흐르게 하는 반도체 소자로 정류회로, 평활회로등 전자회로의 각부에 이용된다 유압밸브로 예를 들면 체크밸브와 같다.
콘덴서		F 패럿		<ul style="list-style-type: none"> 전기를 충전. 유압에서는 어큐무레이터와 동일.
트랜지스터				<ul style="list-style-type: none"> 증폭회로에 사용. 좌측의 NPN형에서, 베이스 (B) 에서 이미터 (E) 로 전류가 흐른다.
電界効果 트랜지스터 (F E T)				<ul style="list-style-type: none"> 트랜지스터와 동일하게 증폭회로에 이용되며, 입력 임피던스가 작은 증폭기를 만들 수 있다. 소비전력이 작아 집적회로화도 진행되고 있다.
포트 커플러				<ul style="list-style-type: none"> 전류 ON - OFF에 사용하지만, 빛으로 신호를 전달하기때문에 절연을 하지 않으며, 서지전압, 노이즈로부터 보호 목적. 유압에서는 공기 파이롯트형 절환밸브와 같은 제품.
OP AMP			증폭용 UNIT	<ul style="list-style-type: none"> 직류에서 높은 주파수까지의 아날로그 전압을 증폭. I C, 입력 인피던스가 상당히 높고, 출력 인피던스는 거의 "0"에 가깝기때문에,가감산이나 필터 등의 회로 구성에 사
코일		H 헨리		<ul style="list-style-type: none"> 전기적인 일을 한다. 솔레노이드 코일, 전동기 등 직류의 경우 OFF했을때 역기전력이 발생한다. 유압에서는 유압모터에 플라이휠을 붙힌 것과 동일.



5. 메카트로닉스

2. 교류와 직류

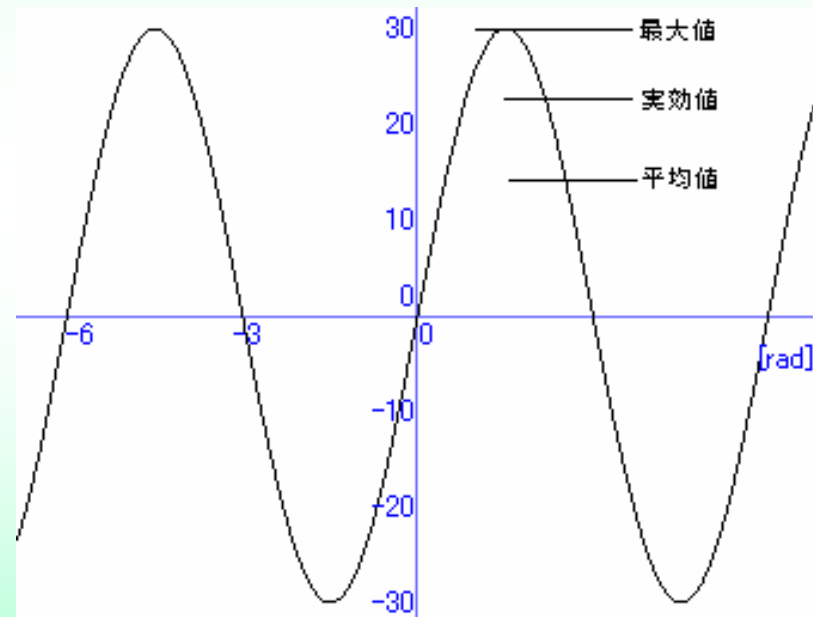
교류전원

- 1、항상 전압,전류가 변화한다.
- 2、전압, 전류의 값은 3종류가 있다.

최대값

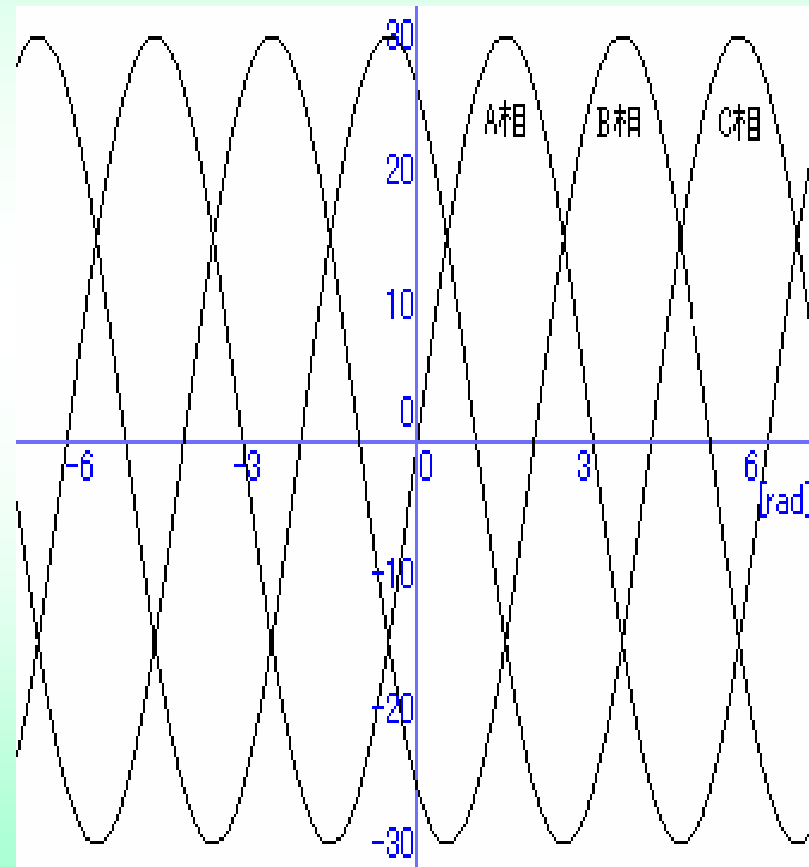
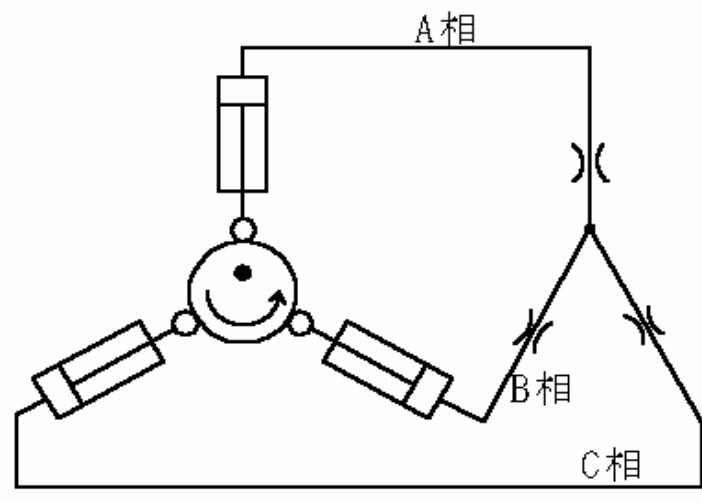
실효값(최대값/1.41)

평균값(최대값/1.57)



삼상교류

유압회로로
삼상교류를 표현



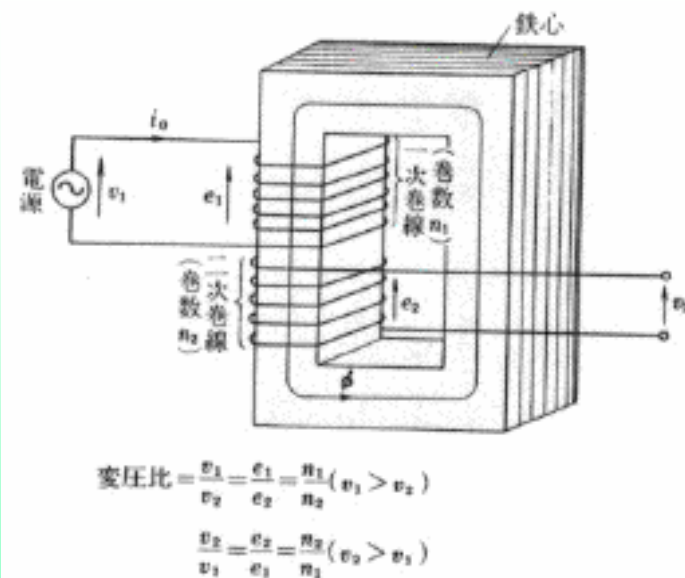
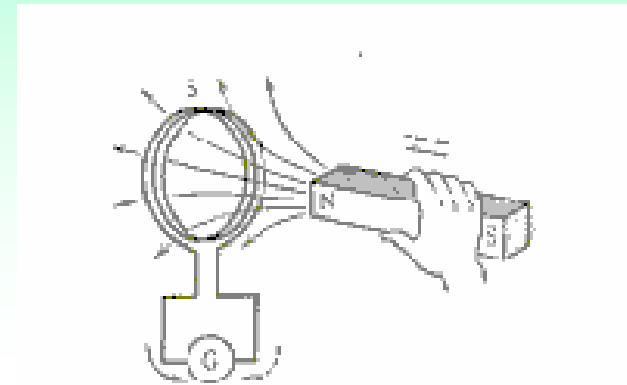
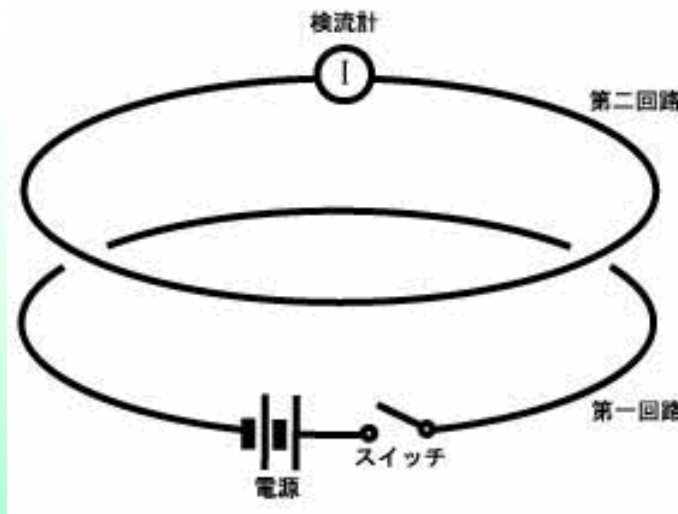


5. 메카트로닉스

3. 자기의 작용과 계산

전기와 자기의 작용

렌츠의 법칙
전자유도





5. 메카트로닉스

5. 1. 1 전기·전자에 관한 기초지식

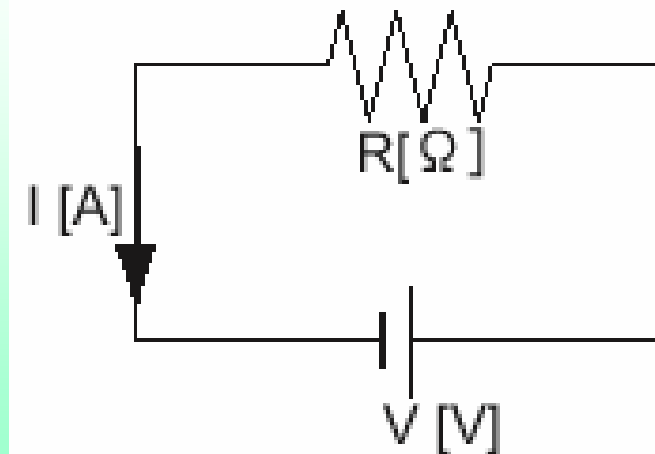
● 옴의 법칙(Ohm's law)

저항 $R(\Omega)$ 에 전류 $I(A)$ 가 흐를 때 발생하는 전압 $V(V)$ 은 ?

$$V = RI \quad [I = V/R, R = V/I]$$

로 된다. 저항에서 소비되는 전력 $W(W)$ 은 ?

$$W = VI = RI^2 = V^2/R$$



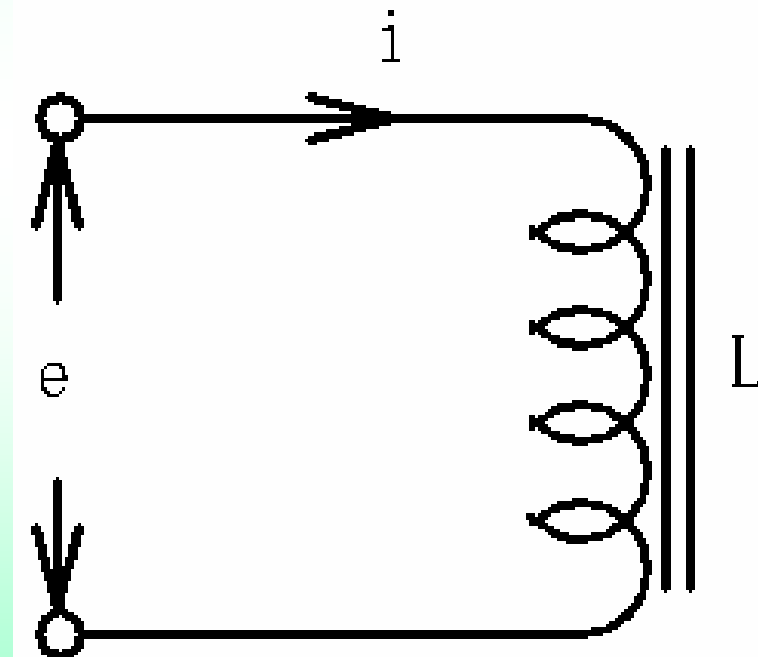
코일 회로계산

$$e = L \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad \left(e = \frac{di}{dt} \right)$$

전압을 $e = V_m \cdot \sin(2\pi f t)$

라고 하면, 전류는

$$i = \frac{V_m}{2\pi f \cdot L} \cdot \cos(2\pi f t)$$



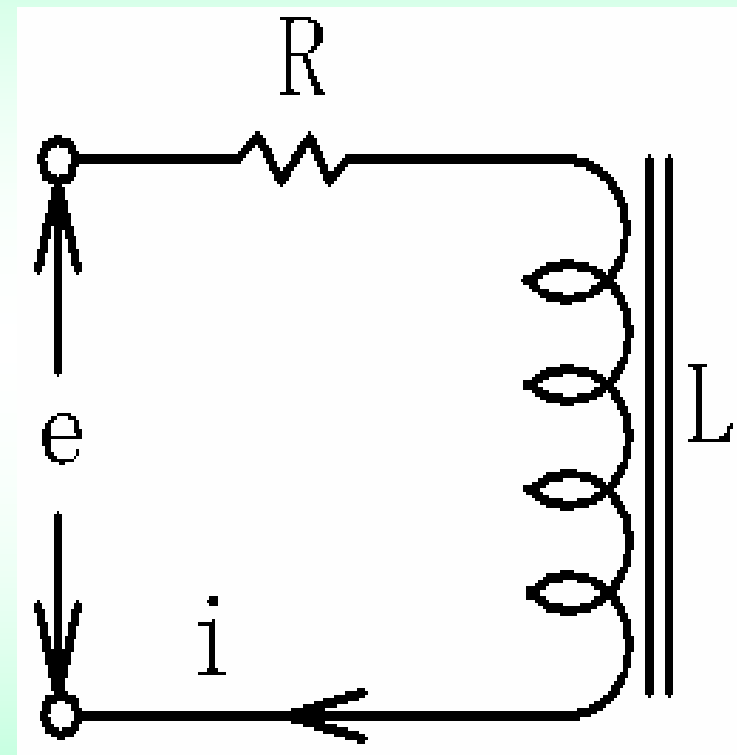
코일저항의 회로계산

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\text{リアクタンス } Z_L = \omega \cdot L$$

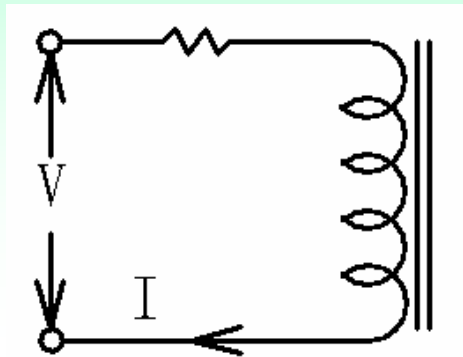
$$\text{インピーダンス } X_L = \sqrt{R^2 + Z_L^2}$$

$$i = \frac{e}{X_L} \cdot \cos \phi$$



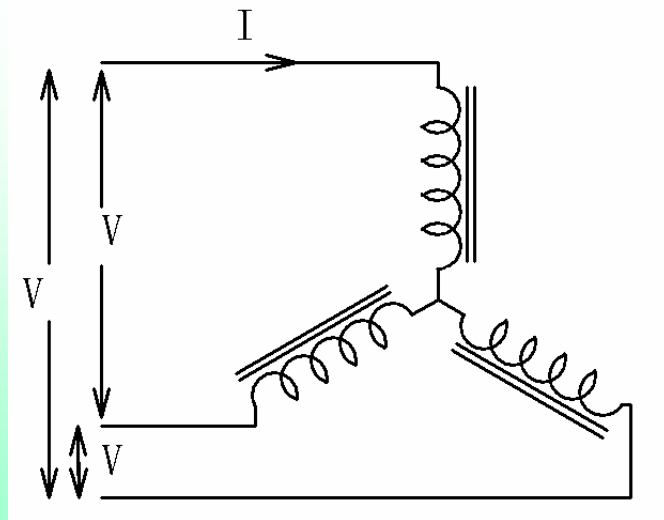
$\cos \phi$: 力率

단상·삼상교류의 전력



- 단상교류

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$



- 삼상교류

$$P = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \cos \phi$$

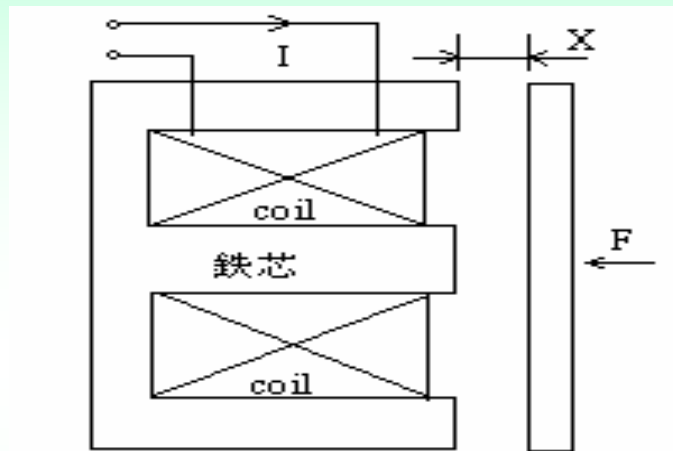


5. 메카트로닉스

4. 솔레노이드 코일

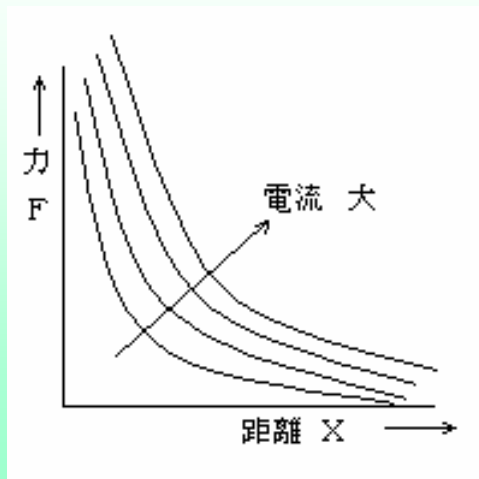


전자밸브용 솔레노이드 코일

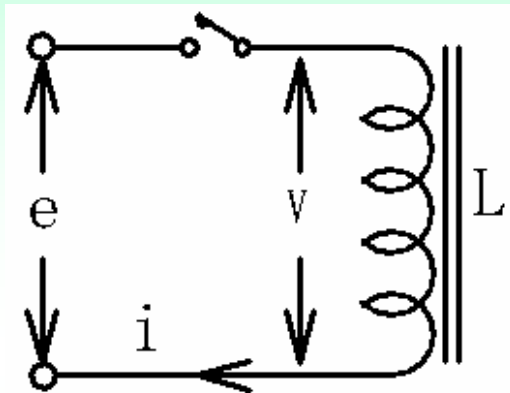


1. 힘은, 거리 X 의 3
승에 반비례

2. 힘은, 전류의 2승에
비례



코일과 서지전압



역기전력

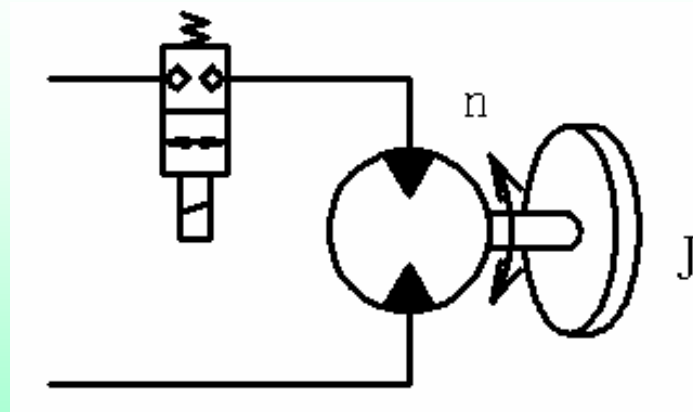
$$V = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$V = -L \frac{di}{dt}$$

코일에 축적되는 에너지

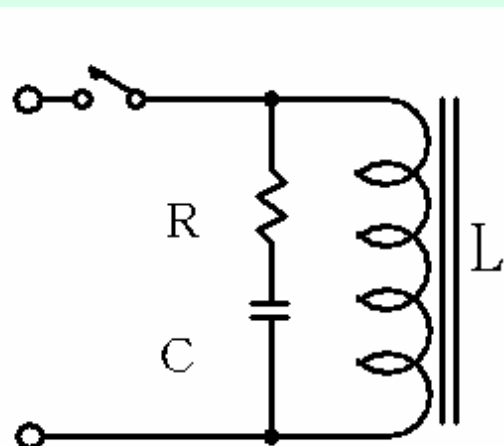
$$E = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$

플라이휠에 축적되는 에너지

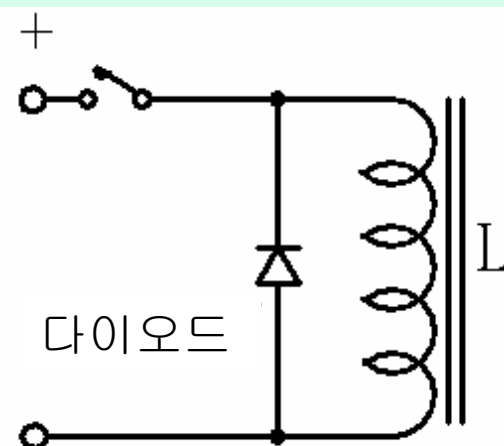


$$E = \frac{1}{2} \cdot J \cdot (2 \cdot \pi \cdot n)^2$$

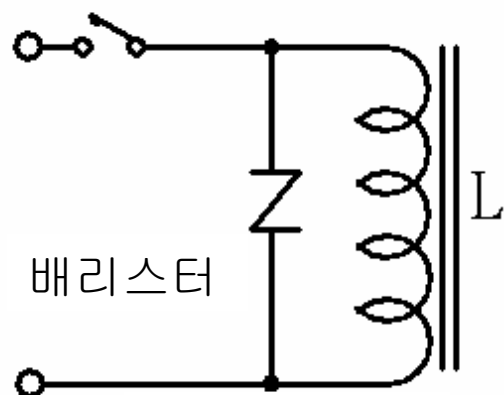
서지 킬러



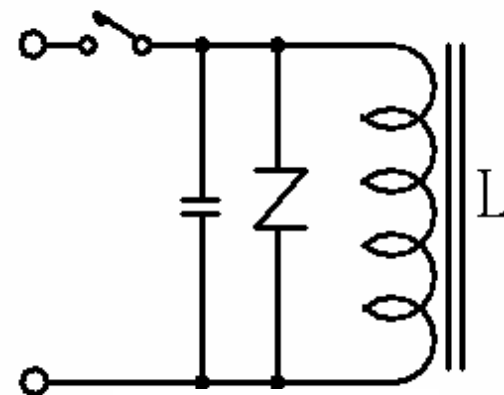
교류용



직류용



교류, 직류용

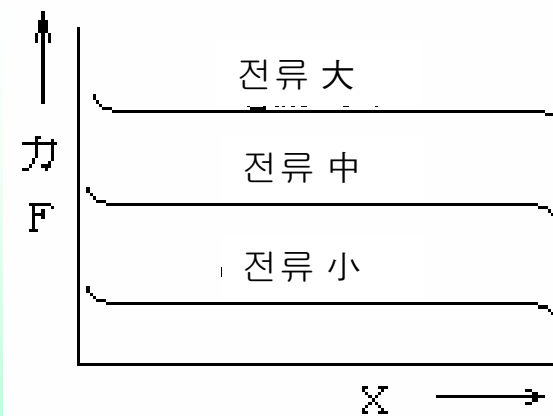
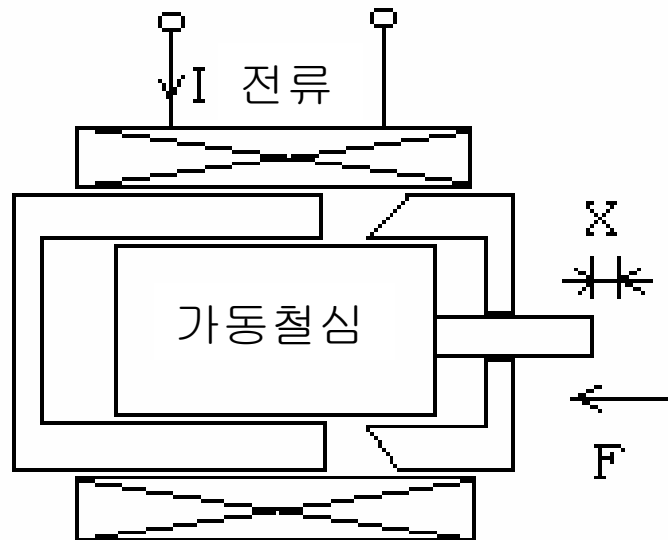


교류, 직류용



비례밸브의 솔레노이드 코일

- 힘과 전류의 관계가 거리에 상관없이 일정



(参考)

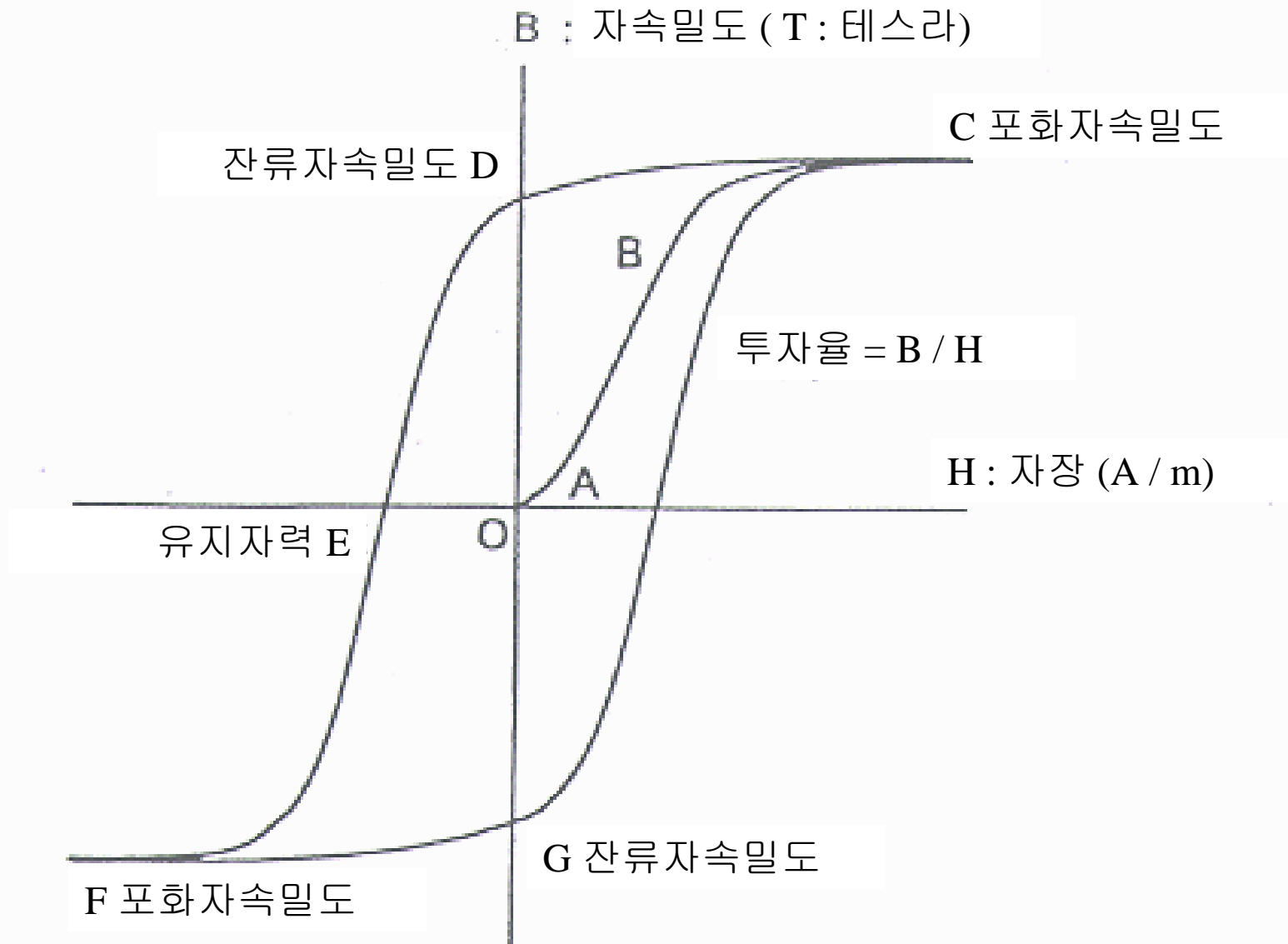


그림 2 B-H 곡선 (자기 히스테리시스

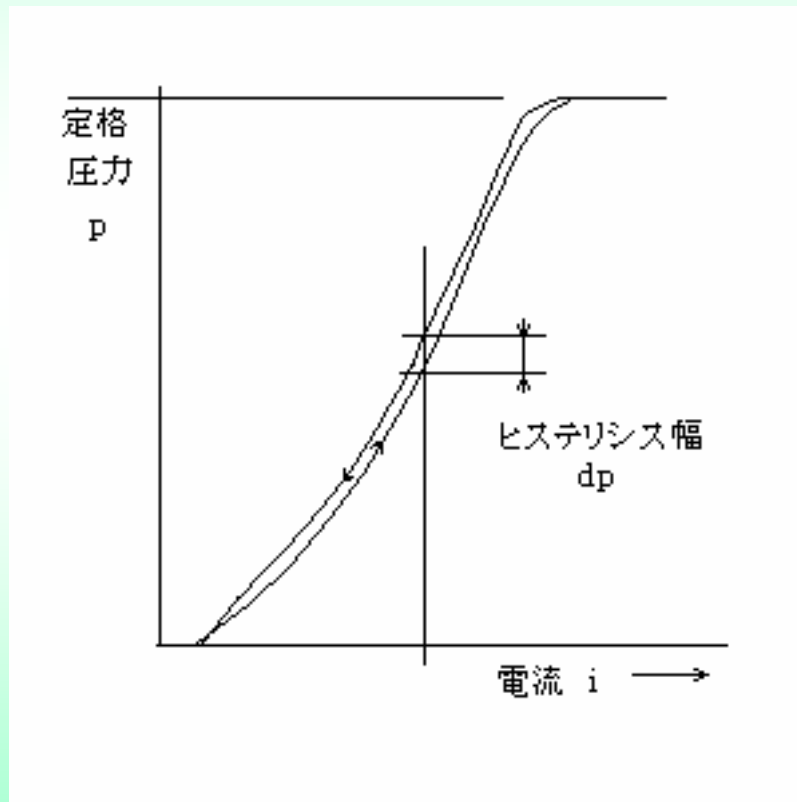


5. 메카트로닉스

5. 비례밸브



비례밸브의 사양설명1



히스테리시스
 $= dp / p * 100[\%]$

전류에 대한
압력차를 %로 표시



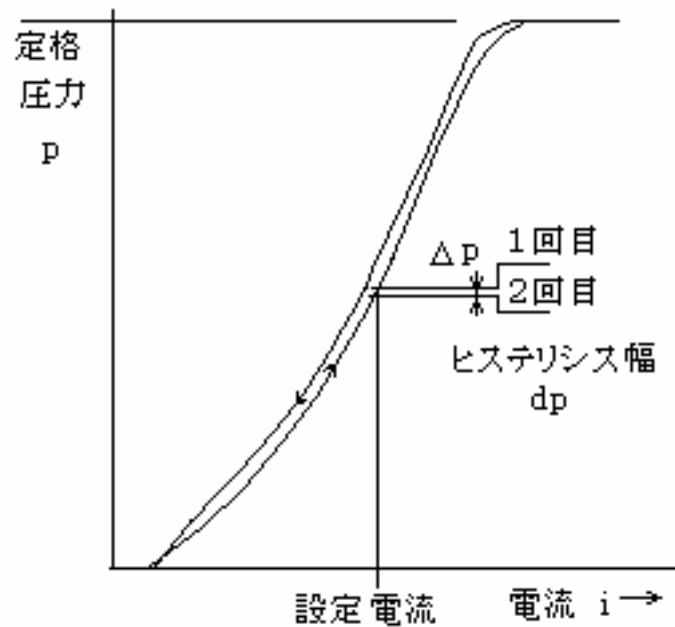
비례밸브의 사양2

설정신호를 한방향으로
변화 시킨다.

반복성 오차

$$= \Delta p / p * 100[\%]$$

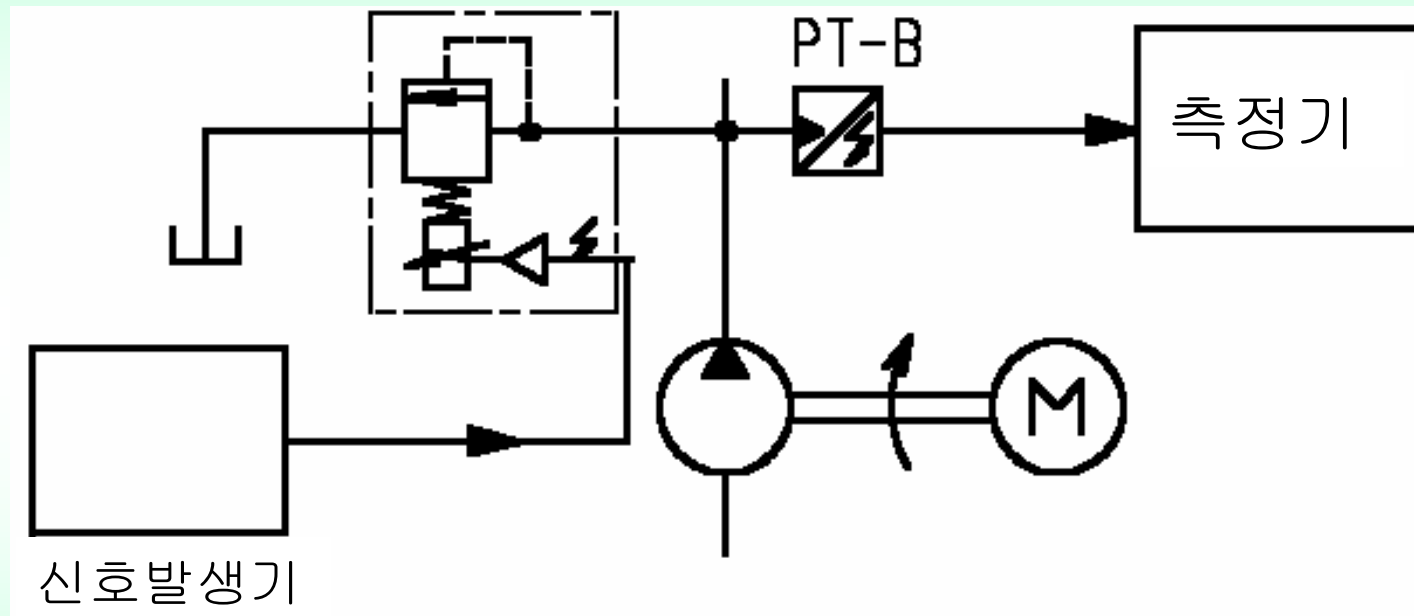
정격에 대한 %



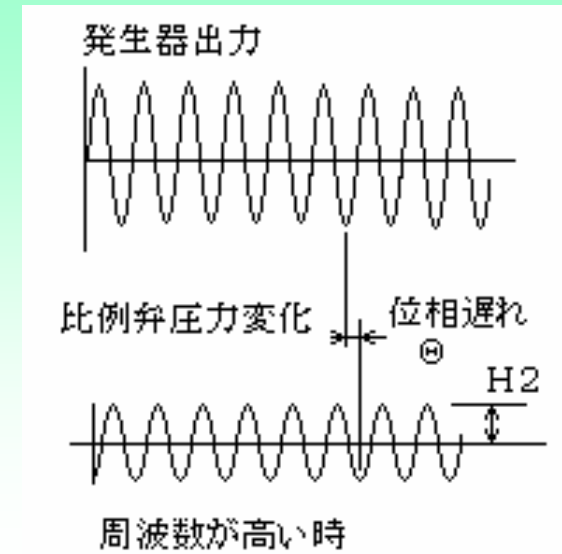
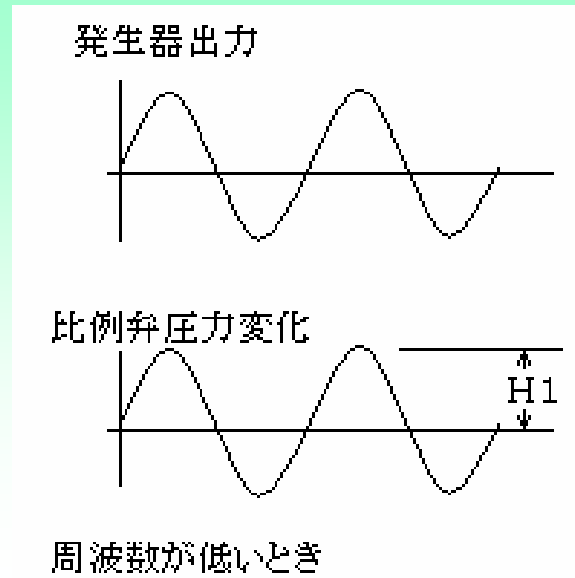


비례밸브의 사양3

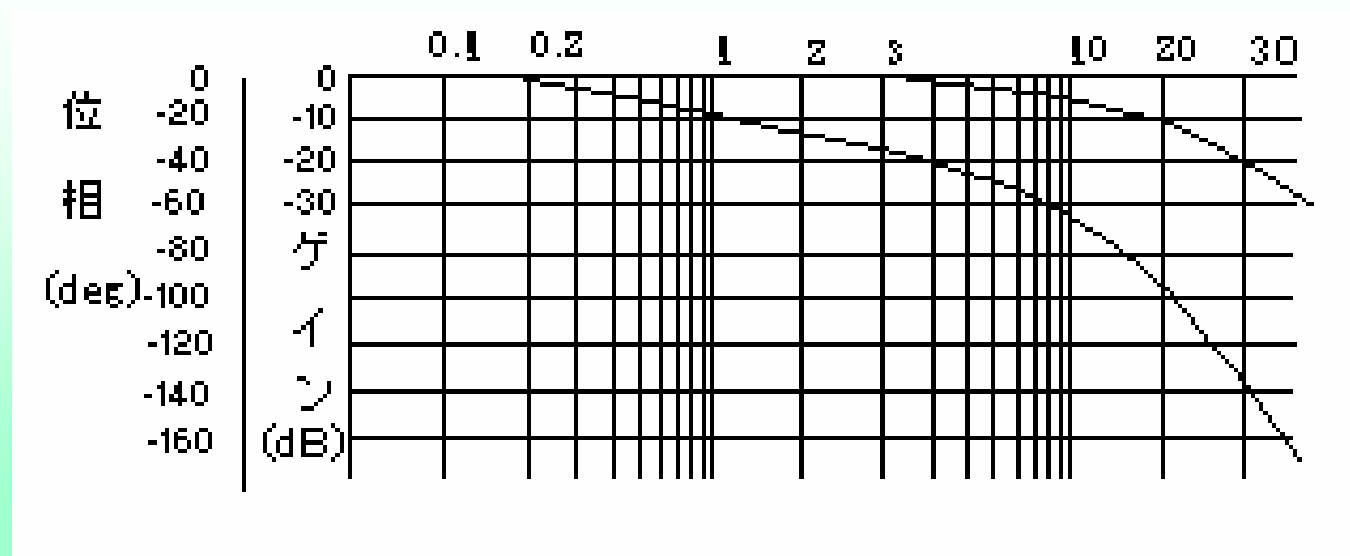
주파수특성



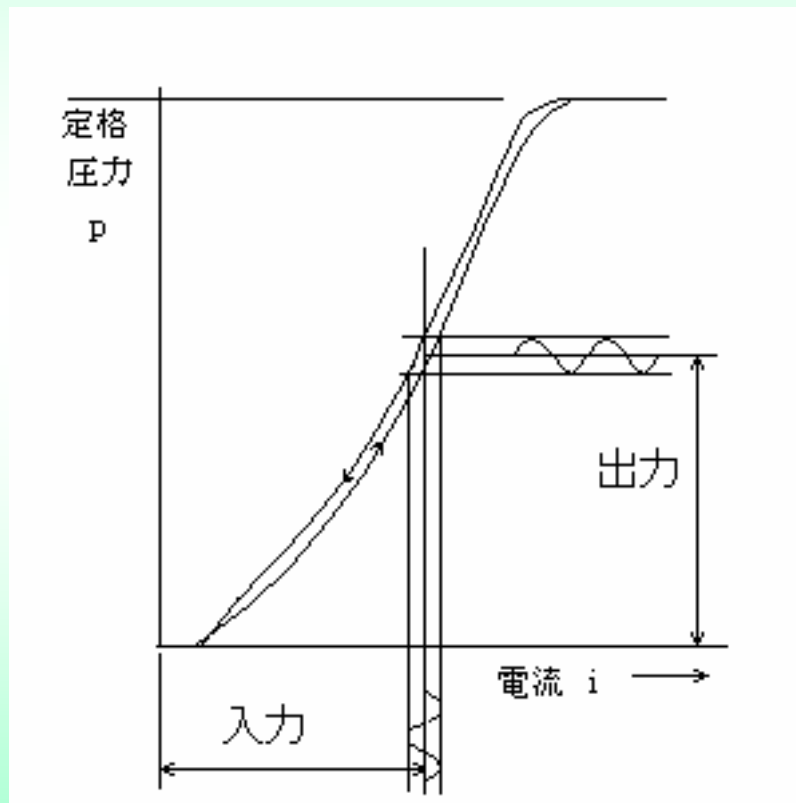
신호발생기는, sin파를 발생시킨다.
측정기에서 파형을 기록



측정결과를 대수의 그래프에 정리.



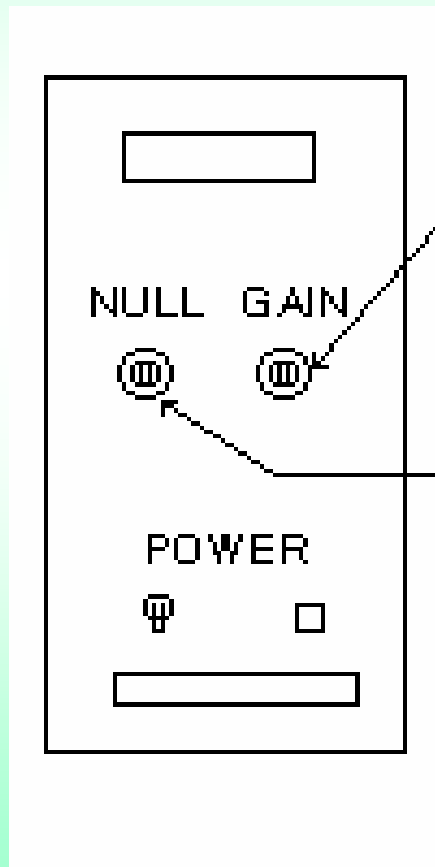
비례밸브의 사양4 히스테리의 경감



- 히스테리시스 범위의 교류신호를 입력신호에 가한다.
- 출력은 교류신호의 평균값 + 직류신호로 되고, 히스테리시스의 영향은 적어진다.
- 디더신호



비례밸브 앰프의 조정



입력최대일때, 유압(압력,유량)이 최대로 되도록 조정
-----①

입력최소일때, 유압(압력,유량)이 최소로 되도록 조정
-----②

①과②는、서로 영향을 주기때문에 ①②의 조정을2~3회 반복해서 조정한다.



5. 메카트로닉스

6. 유도전동기

유도전동기의 구조

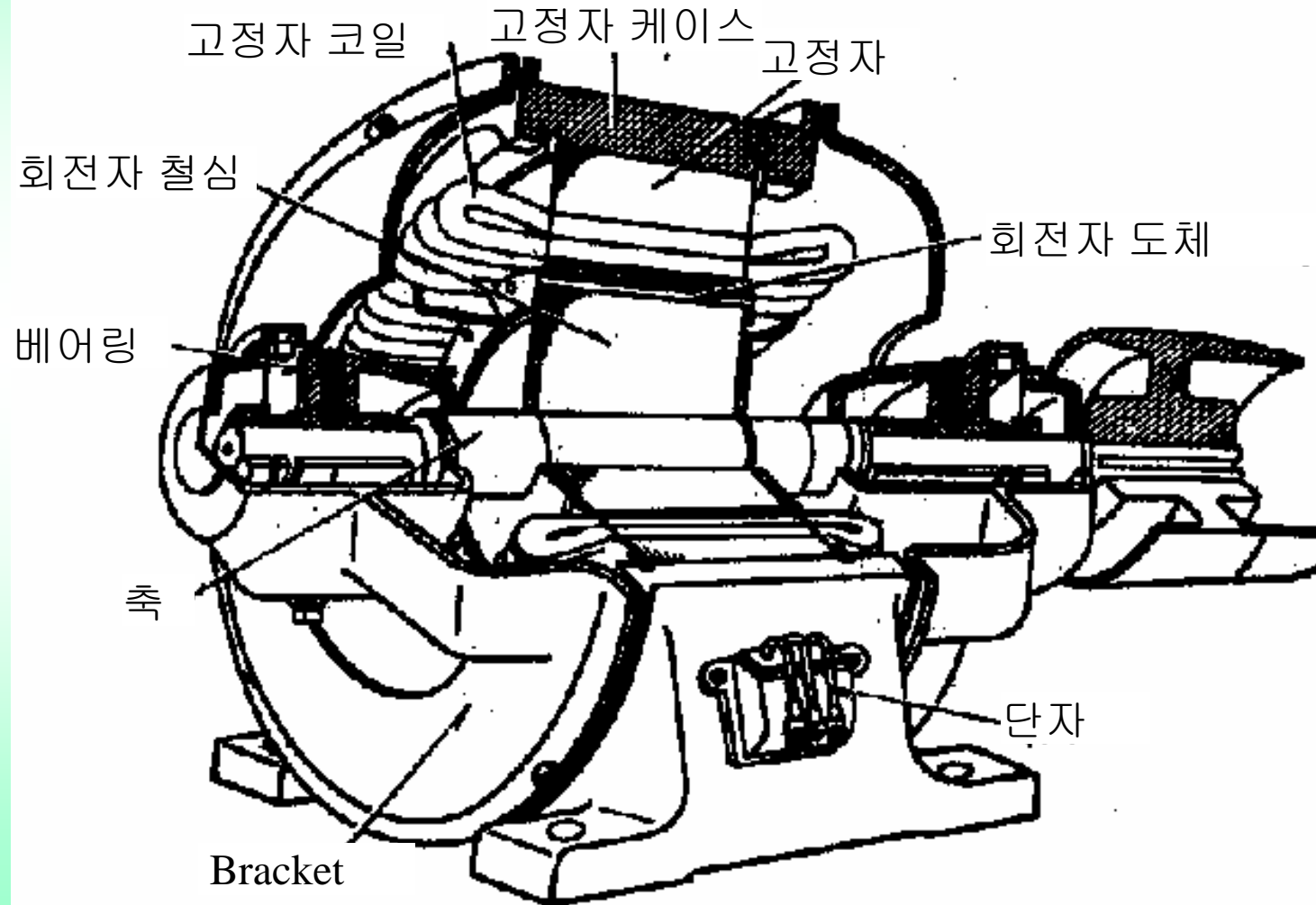
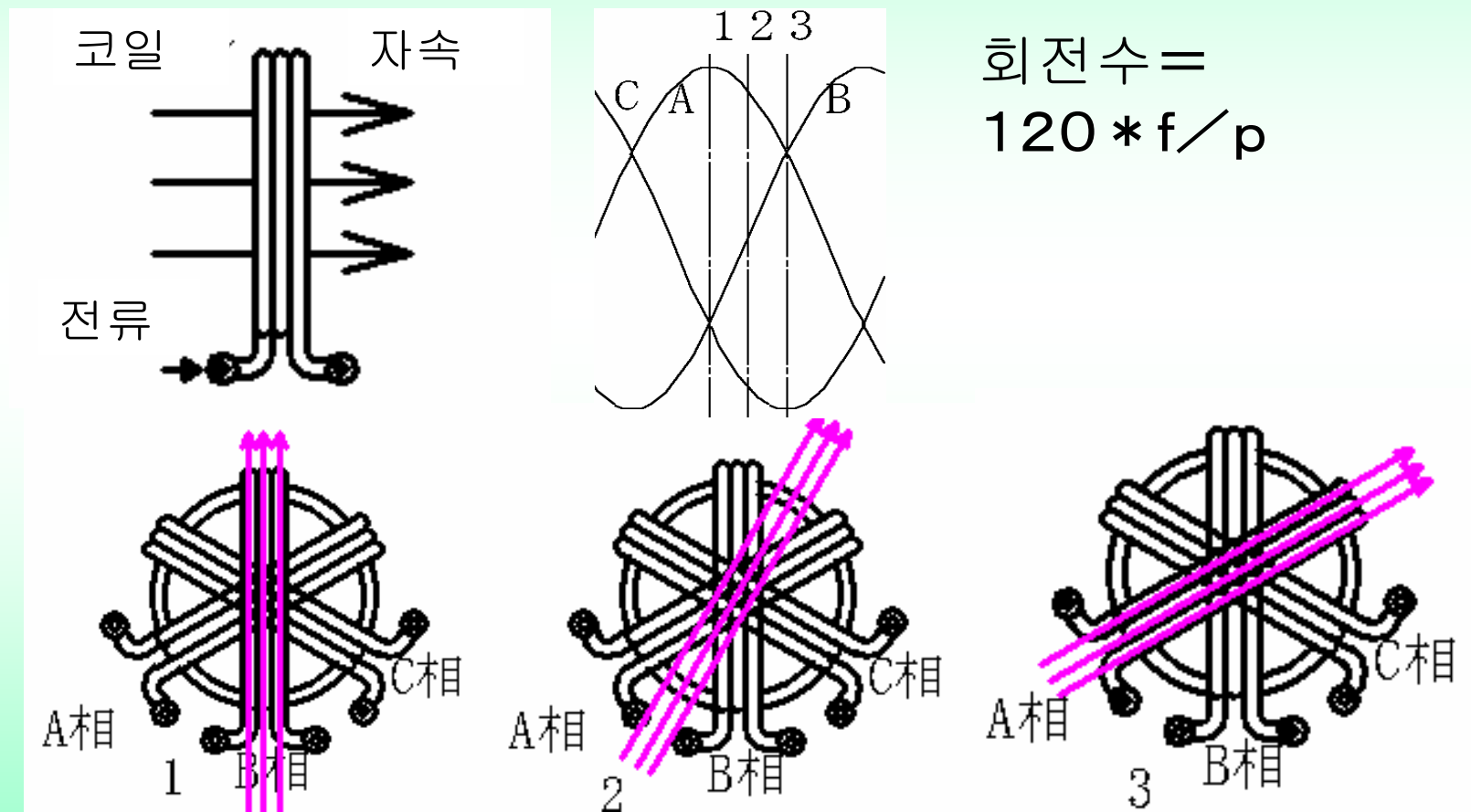
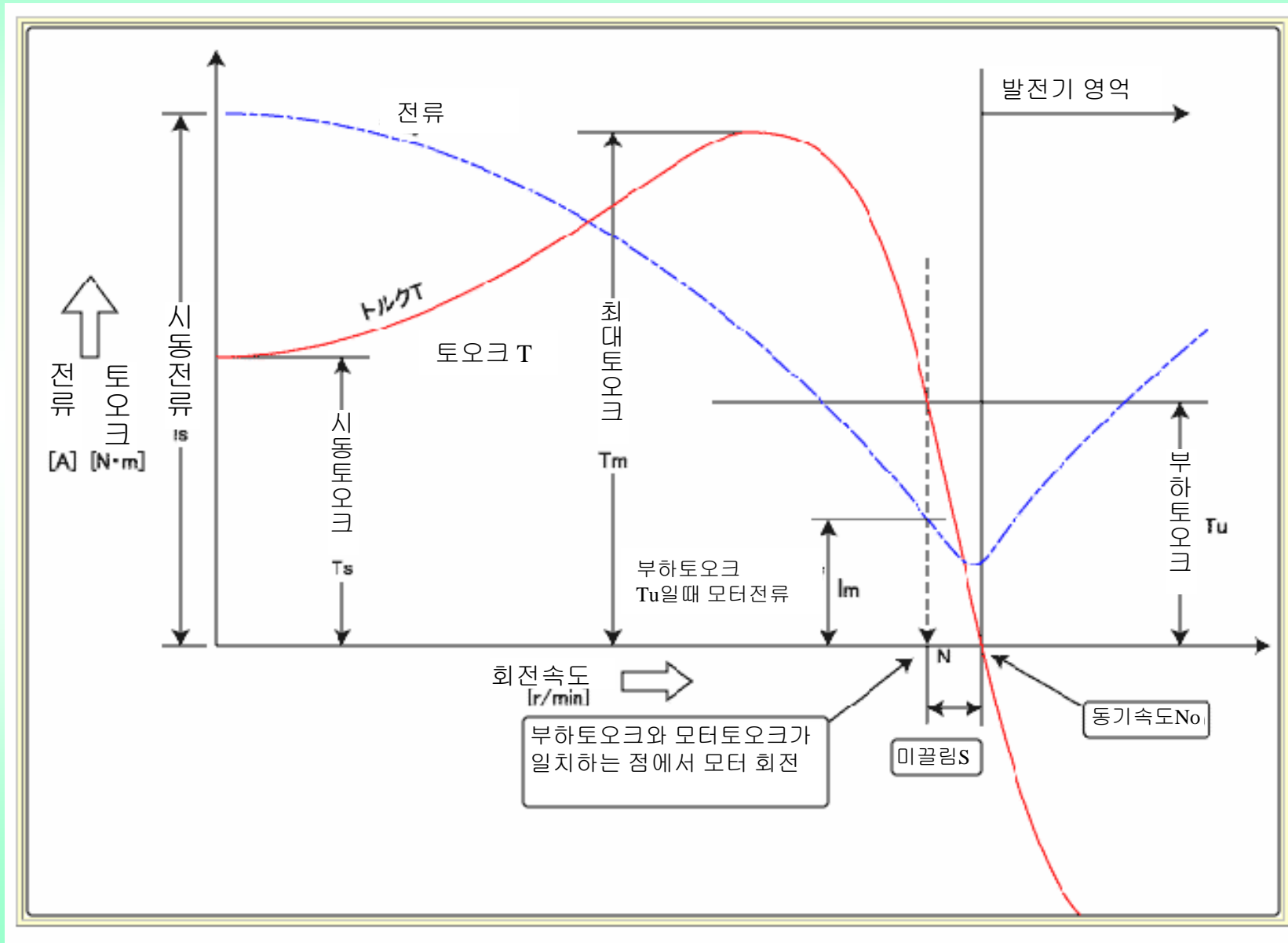


그림 4-3 유도전동기 구조

회전 자장(磁場)



유도전동기의 특성



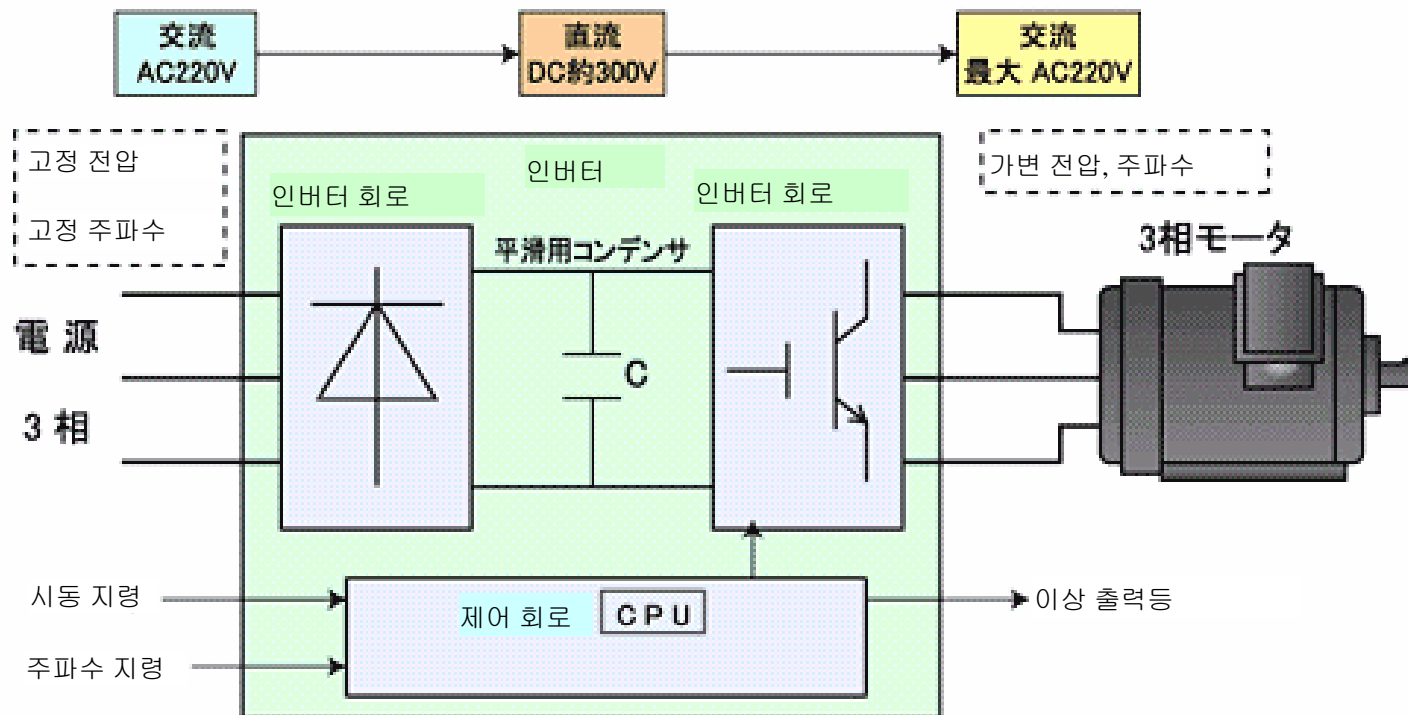


5. 메카트로닉스

7. 인버터 제어

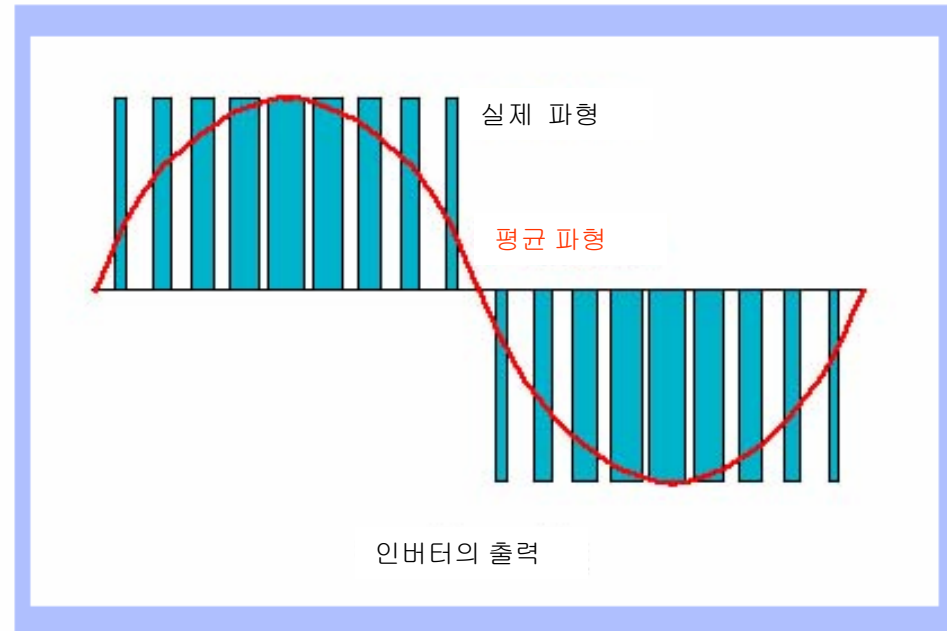
인버터 제어는

인버터는 주파수와 전압을 제어하여 모터의 회전을 고정밀도로 제어하는 장치이다. 건설, 토목기계, 식료가공기계, 운반기계, 팬-펌프등 대단히 광범위한 용도를 가져, 많은 산업기계에 사용되고 있다.





PWM에 의한 교류신호



インバータとは何か

ガイダンス

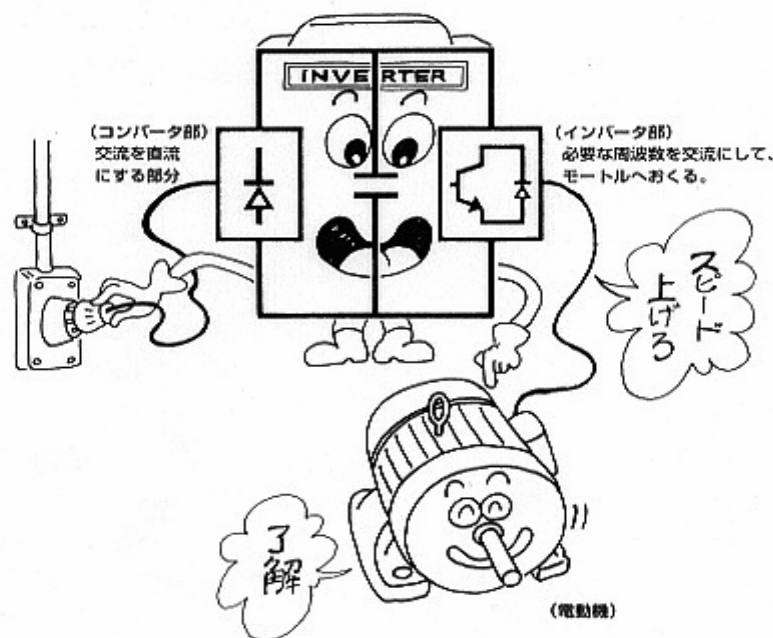
インバータとは…

電力会社から送られてくる電気の周波数を必要に応じて調節する装置である
この装置を使えば…

固定されていた周波数を、自由に変えることができる
だから…

モーターの速度も自由に変えることができる

これでわかった！



ミニ知識

★インバータの言葉の意味…「逆変換」

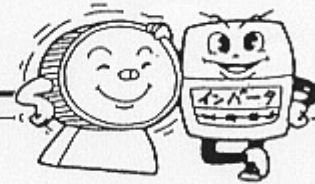
●インバータの内部では…

電源の周波数（50/60Hz）をいったん直流にし、さらに希望する周波数の交流に逆変換している。そのしくみは、P 8。

V/f一定制御とは…。

ガイドンス

- ★インバータにより、モートルを周波数制御しているときに、インバータ内部では、周波数に比例して、電圧も自動的に変えている（V/f一定制御という）。⇒どうしてか？
- ★V/f一定制御では、モートルのトルク特性は、どう変わるのか見てみよう。



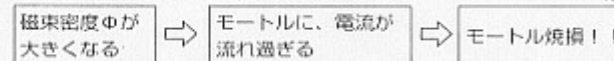
これでわかった！

★V/f一定制御

- モートル内部の磁束密度 Φ は、誘起起電力をE、1次周波数をfとすると、次の関数がある。

$$\Phi \propto \frac{E}{f}$$

- Eをそのままにして、fを小さくすると、



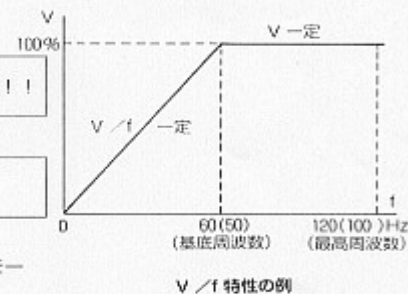
だから

fを変えるときに、Eも制御する必要がある

- モートル内の誘起起電力Eの測定は、出来ないのので、実際はモートルの端子電圧Vを図のように制御している。

このことを

V/f一定制御という

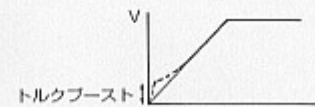


- このVとfの比は、負荷の種類によって、変えることがある ⇒ V/fパターン設定機能 という。
- 基底周波数以上では ⇒ 電源電圧Vと同じに一定 にしている。

ミニ知識

★トルクブースト機能

- 低速側では、コイルの抵抗による電圧降下が著しく生じる。その結果、磁束が小さくなりトルクが十分出なくなる。これを補うため、インバータの出力電圧を高く調整できるようにしている。
- この機能を、「トルクブースト機能」という。



インバータの疑問あれこれ 《違い編》

問い+

回生制動 って何ですか？教えてください。
それと、**直流制動**との違いについても説明してください。

答

これでわかった！

	回生制動	直流制動
こんな時に発生する	●モータを高速で運転中に、周波数の設定を下げたときに発生する。	●インバータが運転から停止する時に、モータに直流を流したときに発生する。
こんな時に役に立つ	●機械を速く止めたいとき。 ●減速時の応答性を良くしたいとき。	●機械を速く止めたいとき。 ●停止精度を上げたいとき。 ●停止後、外力が働いても動かないようにしたいとき（注：機械ブレーキではないので、ロックはしない。）
ブレーキ発生のおくみ	<p>●モータが、50Hzの速度1450r/minで回転している時、周波数設定を、30Hzに下げると</p> <p>↓</p> <p>●モータの同期速度は900r/minに変わり、回転速度を870r/minまで下げる指令となる</p> <p>↓</p> <p>●モータは900r/minに下がるまでは発電機となり、モータの持っている回転エネルギーが電気エネルギーに変わる。</p> <p>↓</p> <p>●これを、回生という。 ●モータが発電機になることは、ブレーキと同じ作用をする。</p> <p>トルクT (30Hz) (50Hz) (電動状態) 負荷トルク 0 870r/min 900r/min 1450r/min 回転数N -T (発電状態)</p>	<p>●交流モータのコイルに、交流電流を流せば…、 →回転磁界になり、モータは回転する</p> <p>↓</p> <p>(but)</p> <p>●交流モータのコイルに、直流電流を流せば…、</p> <p>↓</p> <p>●磁界は、固定されるので →モータの回転子は動かない</p> <p>トルクT (電動状態) 0 回転数N -T (発電状態) 直流制動 (ダイナミックブレーキ)</p>

ミニ講座

★回生というのは

⇒一般的には、『電源まで電気エネルギーを戻すこと』をいう。通常、回生エネルギーを電源まで電気エネルギーとして示すには、『回生コンバータ』が必要となる。

インバータの疑問あれこれ 《違い編》

問いナ-

回生制動ユニットBRD方式と電源回生コンバータ方式

の違いについて、説明してください。

答 これでわかった！

★回生制動ユニットBRD方式や放電抵抗方式は、基本的に次のような問題がある。

BRD方式 放電抵抗方式の問題

- 電気エネルギーを熱として捨てている→これは、「もったいない！」
- 制御盤内に取り付けの場合には→放熱対策が必要

そこで、電圧形インバータでも、電流形のように、回生エネルギーを電源側に戻して、効率よく使おうというやり方が電源回生コンバータ方式である。《日立の商品名：高調波抑制ユニットRG300*》

*：RG300シリーズは、高調波を抑制するものだが同時に回生コンバータの働きもしている。

	回生制動ユニット (BRD) 方式	電源回生コンバータ (RG300) 方式
回生エネルギーの流れ		
動作しくみ	<ul style="list-style-type: none"> ●モータルの回生エネルギーがインバータ部に戻り、コンデンサC両端の電圧が基準値に達すると…、 ↓ ●回生制動ユニット回路がONする。そして、回生エネルギーがRB (抵抗器) で、熱として消費される。 	<ul style="list-style-type: none"> ●モータルの回生エネルギーがインバータ部に戻り、コンデンサC両端の電圧が上昇すると…、 ↓ ●回生コンバータ回路がONする。そして、この回生エネルギーが電源側まで戻る。

ミニ講座

★4象限運転とは

→モータルの回転方向と発生トルクの組合せで、右図のような4種類の運転ができることをいう。

★RG300 3つの機能

- ①高調波抑制→インバータ入力電源波形を正弦波に調整する。
- ②電源回生→省エネになる。
- ③力率改善



インバータの配線はこうする

ガイダンス

★配線・配線器具は、モートル電流値などを考慮して選定する必要がある。
(詳細は、各シリーズのカタログ・取扱説明書をご参照ください。)

これでわかった！

改善したいんだ！

- 高調波で困っている
- 電源電圧が、急に变化する
- 力率を改善したい

a

入力側交流リアクトル
(高調波抑制・
力率改善用)
直流リアクトル



入力側交流リアクトル

改善したいんだ！

- インバータ運転中、近くのラジオに雑音が入る

b

ラジオノイズフィルタ
ラジオノイズフィルタ
(コンデンサフィルタ)



ラジオノイズフィルタ

改善したいんだ！

- インバータから発生するノイズにより、他の機器が誤動作する

c

インバータ用
ノイズフィルタ



入力側ノイズフィルタ

改善したいんだ！

- 制動トルクを大きくしたい
- 慣性負荷を速く減速・停止させたい
- ON-OFF をひんばんに繰り返すとき

d

制動抵抗器



制動抵抗器

改善したいんだ！

- インバータ運転で、モートルの振動が大きくなったとき

e

出力側
交流リアクトル
(振動低減用)



出力側交流リアクトル

