

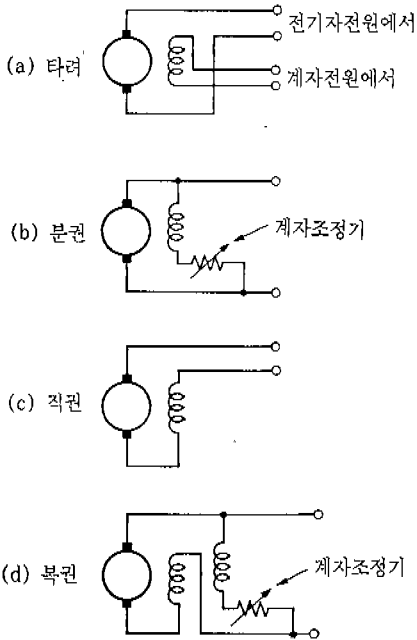
전동기의 제어와 응용(4)

역/박 한 종(당협회 출판위원)

2.2 각종 전동기의 속도제어방식

[5] 직류전동기

직류전동기는 직류계자내의 전기자 도체에 직류전류가 흘러 토크를 발생하는 것으로서 전기자 권선과 계자권선을 가지고 있다. 양 권선의 접속관계에 의해 타려, 분권, 직권, 복권으로 분류된다.



<그림 2·16> 직류전동기의 종류

(1) 직류타려전동기

그림 2·16(a)와 같이 전기자 전원과 계자전원을 별도로 취하는 것을 타려식이라고 하며, 정속도 특성이 있어 특히 레오너드 제어에 사용된다.

(2) 직류분권전동기

그림 2·16(b)와 같이 동일 전원에 대해서 전기자 권선과 계자권선이 병렬로 접속되는 것으로서 정속도 특성을 나타낸다.

(3) 직류직권전동기

그림 2·16(c)와 같이 전기자 권선과 계자권선이 직렬로 접속된 것으로서 직권특성을 나타낸다.

(4) 직류복권전동기

그림 2·16(d)와 같이 분권계자권선과 직권계자권선 두가지를 가지고 있는 것으로서 분권특성에 직권특성이 추가되므로 변속도 특성이 있고 또한 무부하에서의 무구속 속도를 피할 수가 있다.

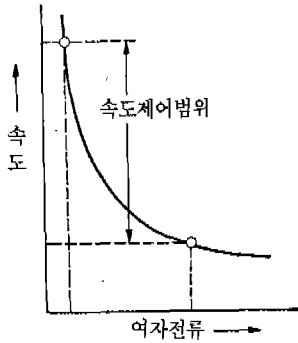
[6] 직류전동기의 속도제어

직류전동기는 속도를 간단히 조정할 수 있는 것에 큰 장점이 있다. 직류전동기의 속도를 변화시키는 데는 전기자 전압을 일정하게 하여 두고 여자전류를 조정하는 방법과 계자를 일정하게 하여 두고 전기자 전압을 변화시키는 방법이 있다.

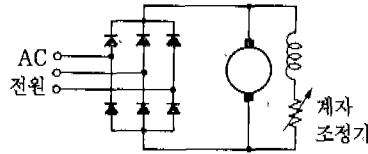
(1) 계자조정에 의한 방법

분권 또는 복권전동기에 있어서 그림 2·16의 (b) 및 (d)와 같이 계자권선회로에 저항기를 넣어 여자전류를 조정, 속도를 변화시키는 것이다.

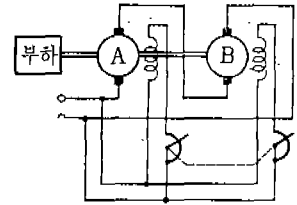
계자회로의 포화에 의해 어느 정도 이하로는 내려



<그림 2·17> 계자제어특성



<그림 2·18> SF 모터



<그림 2·19> 텐덤 계자제어

가지 않고 또 여자전류를 너무 약하게 하면 운전이 불안정해지거나 정류불량이 되거나 하므로 계자에 의한 속도제어 범위에는 제한이 있으며, 보통 1:4정도 이하이다.

그림 2·17에 그 상태를 나타낸다. 속도와 함께 자속이 바뀌기 때문에 동일한 전기자 전류에 대한 토크는 속도에 따라 상이하며 정출력 특성이 된다.

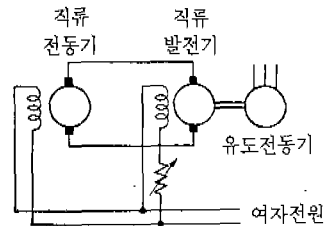
그림 2·18과 같이 실리콘 정류기로 교류를 정류하여 직류로 해서 직류전동기를 돌리고 그 계자조정에 의해 속도제어를 하고 이 실리콘 정류기와 전동기를 하나로 만들어 교류의 가감속도 전동기로 한 것이 있다. 이것은 압연기, 권취기, 염색기, 초지기, 팬, 펌프, 신선기, 공작기계 등에 널리 사용되고 있다.

그림 2·19와 같이 2대의 텐덤으로 하면 1대의 전동기 계자제어범위의 2배까지의 제어가 가능하며, 센터 권취기나 공작기계 등에 속도비 1:8 내지 1:10에 이르는 광범위 정출력 속도제어로 사용된다.

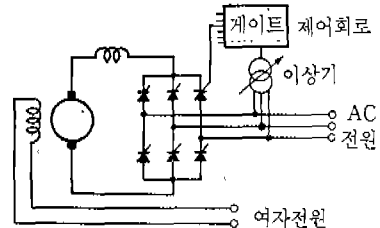
(2) 전기자 전압에 의한 방법

타력계자를 일정하게 하여 두고 전기자 전압을 변화시키면 그 전압에 거의 비례해서 속도가 변화하며 영(零)부터 최고 속도까지 자유롭게 제어할 수 있고, 정 토크 특성이다.

전기자 전원으로서는 그림 2·20과 같이 직류발전기를 사용하며, 그 계자를 제어하는 것을 워드 레오너드식, 정류기를 사용하여 그 격자를 제어하는 것을 정지 레오너드식이라고 한다.



<그림 2·20> 워드 레오너드방식



<그림 2·21> 정지 레오너드방식

정지 레오너드에서의 전원의 정지형 정류기로서는 수은정류기 또는 사이리스터가 사용된다(그림 2·21). 특히 사이리스터를 사용한 정지 레오너드방식은 효율, 설치 스페이스, 보수, 신뢰성 등 많은 점에서 우수하며 널리 사용되고 있다.

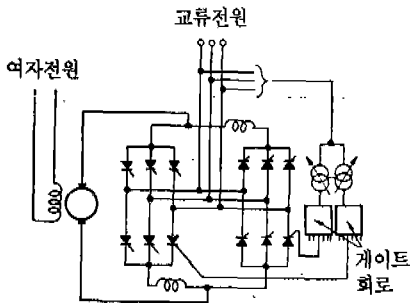
소용량의 것은 정지형 정류기로서 사이러트론에 의한 것, 실리콘 정류기와 전압조정기의 조합에 의

한 것, 실리콘 정류기와 가포화 리액터의 조합에 의한 것 등이 사용된다.

가포화 리액터는 전류에 비례하는 전압강하가 생기기 때문에 그대로는 변속도 특성이 되므로 자동전압제어 또는 자동속도 제어장치를 부속시킨다.

워드 레오너드식은 전월호의 그림 2·6의 제1~제4상한 전부의 작동이 가능하며 권상기, 엘리베이터, 압연기, 초지기, 섬유완성기 등 상당히 널리 사용되고 있다.

정류기는 전류가 일방통행이기 때문에 보통의 접속으로는 발전기 운전은 불가능하고 제1 및 제3상한만이 되어 권상기, 크레인 등에는 사용할 수 없지만 다른 용도에는 워드 레오너드에 대신해서 널리 사용되고 있다.

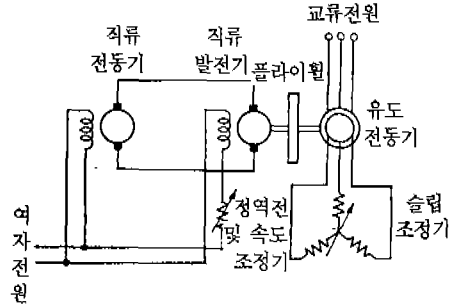


<그림 2·22> 역병렬접지 레오너드방식

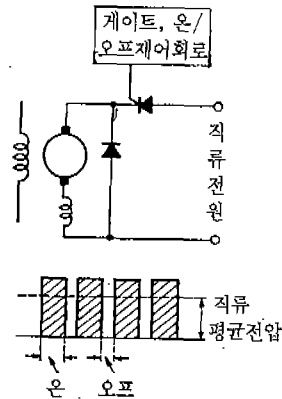
물론 정지 레오너드도 그림 2·22와 같이 역병렬 접속을 하면 정전·역전도 회생제동도 용이하게 할 수 있어 하역용으로 많이 사용된다.

또한 1개의 정류기로 정·역전을 할 수 있게 주회로 또는 계자회로에 전환접속기를 넣어 전류가 영이 된 순간에 이것을 전환하는 방법이 사용되고 있다.

전동발전기에 축세륜을 직결하여 부하의 피크를 축세륜 에너지로 공급, 전원에의 영향을 고르게 한 레오너드식을 일그너방식이라고 하며 열간 가역압연에 사용된다(그림 2·23).



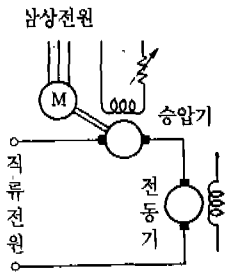
<그림 2·23> 일그너방식



<그림 2·24> 초퍼제어

그림 2·24와 같이 직류정전압 전류로부터의 전기자회로에 사이리스터를 넣고 높은 주파수로 게이트를 온/오프하여 온의 시간과 오프 시간의 비율을 바꾸어 평균전기자 전압을 변화시킬 수도 있으며, 초퍼방식 등으로 호칭되고 있다. 직권전동기에 초퍼제어를 사용한 것은 포크 리프트나 전기자동차에 사용된다.

그림 2·25와 같이 전동기의 전기자와 직렬로 직류발전기 전기자 또는 사이리스터 등을 접속하고 그 전압을 정 또는 역으로 발생시켜서 직류전동기의 단자전압을 변화시키는 방식을 브스터 제어라고 하며, 일정전압의 직류전원이 있는 경우의 소범위 속도제어나 자동속도제어용 등에 사용된다.



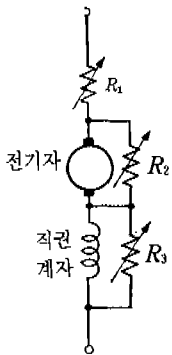
<그림 2-25> 브스터제어

(3) 전기자 직렬저항에 의한 방법

이것은 그림 2-26의 R_1 과 같이 전기자에 직렬저항을 삽입하여 그 전압강하에 의해 가감변속도 특성으로 하는 것이다. 단, 무부하시는 전압강하가 적으므로 속도제어가 안된다.

직권전동기의 속도제어는 직렬저항이 사용되며, 전차가 그 주된 용도인데 이 경우 전기자의 직병렬 전환 및 계자분권저항(그림 2-26의 R_3)에 의한 계자약화제어도 병용된다.

복권전동기에 직렬저항을 사용한 것은 크레인, 원치 등에 사용되는데 전기자 병렬저항(그림 2-26의



R_1 : 직렬저항제어
 R_2 : 전기자병렬저항,
 R_1 과 R_2 의 분압에
 의한 전기자전압제어
 R_3 : 계자약화제어

<그림 2-26> 주회로저항에 의한 직류전동기의 제어

R_2)에 의한 분압제어 및 분권계자 조정도 병용된다.

복권전동기에는 계자제어, 타력전동기에는 전기자 전압제어와 계자제어가 각각 사용되며 전력효율이 나쁜 저항제어는 소형기에 사용하는 일이 있는 정도이다.

[7] 교류정류자 전동기

교류정류자 전동기에도 복권식이 직권식이 있으며 3상복권식에서 많이 실용되고 있는 것은 쉬라게 전동기이다.

쉬라게 전동기는 자기회전자 내에 조립해 넣은 정류자 권선에서 브러시로 인출한 전압에 의해 2차역자전압을 바꾸어 속도제어를 하는 일종의 유도전동기이다.

정속도 특성, 정 토크 특성으로 보통 속도범위가 1:3인데 특히 2차역자전압을 높게 설계하여 속도제어범위를 넓힌 초복권 전동기도 사용되고 있다. 효율도 좋고 구조는 콤팩트하지만 브러시 이동의 속도제어 기구나 정류 및 제어성 등과 같은 점에서 약간 난점이 있다. 회전자 급전방식이기 때문에 전원전압이 슬립링을 통해서 1차권선에 걸리므로 고압용은 제작되지 않는다.

고정자 급전방식으로서 정류자상의 브러시는 고정시켜 두고 부속된 유도전압조정기를 조정하여 복권·정 토크의 속도제어를 하게 하는 방식도 있다.

3상직권식은 날염기 등에 사용한 예가 있지만 역시 브러시 이동의 기구나 정류 등 취급면 때문에 다른 근대적 방법에 자리를 양보하고 있다.

단상직권식으로는 대용량은 전차용에, 소용량은 이른바 시리즈 모터, 유니버설 모터로서 가정전기용품에 사용되는데 이들 속도제어에는 전압의 조정이나 계자 탭전환 등이 사용된다.

[8] 동기전동기

동기전동기는 1차권선의 전류에 의한 회전자계에 계자가 붙어 회전하는 것이므로 부하가 걸려도 속도가 전혀 변하지 않는 완전한 정속도특성이다.

완전한 정속도인 것과 여자전류의 조정에 의해 전동기의 역률을 100%로도 또 앞섬으로도 조정할 수 있어 대용량의 정속도로 되는 부하, 예를 들면 펌프,

컴프레서, 팬, 펄프 그라인더, 시멘트공장 튜브밀, 연속압연기, 전동발전기의 구동전동기 등에 사용된다.

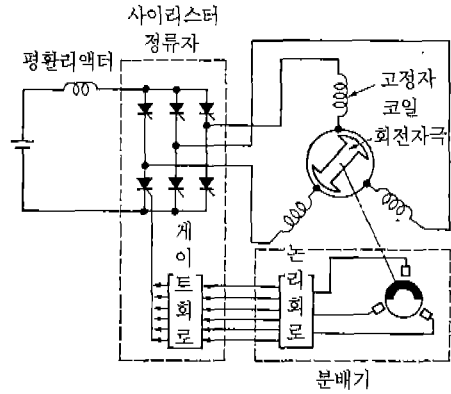
시동시의 특성에 의해 각종 방식이 있으며 부하나 전원의 조건에 따라 선정하여야 한다.

또한 동기전동기 부류로서 제어용의 소형의 것에 반동전동기, 히스테리시스 모터, 인덕터 모터, 스테핑(펄스) 모터 등이 있고, 또 2대 동기운전 또는 지시용으로 셀신(신크로 전기)이 있다.

동기전동기의 속도제어로서 소용량의 영구자석 동기전동기나 반동전동기의 속도제어에는 주파수 제어가 사용된다. 이 방법은 화섬의 방사용으로서 다수전동기의 엄밀한 가변속 전속운전에 사용되는 등의 용도가 있다.

또한 동기전동기의 회전자극 위치를 검출하고 그 위치에 대응해서 전기자의 각 상을 계속 통전시키도록 사이리스터의 게이트를 제어해 나가는 방식이 있다.

이것은 흡사 직류전동기의 정류자를 사이리스터로 바꾼 것으로 볼 수 있으므로 무정류자 전동기라고 호칭된다.



<그림 2·27> 무정류자 전동기

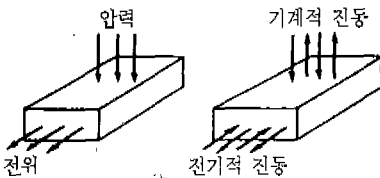
특성은 직류전동기와 동일하고 타려, 분권, 직권, 복권을 만들 수 있으며 계자제어, 전기자 전압제어 등을 할 수 있다(그림 2·27).

<다음호에 계속...>

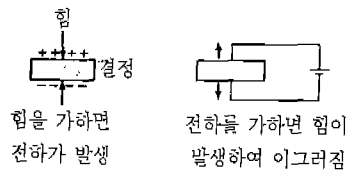
전기전자 용어

압전기(Piezoelectricity)

수정편이나 로셀염 등의 결정체에 힘을 가함으로써 발생하는 전기



[특징] 기계적 진동을 가하면 전기적 진동으로 변환되고 또 이와 반대현상도 성립된다. 즉 반도체결정에 전압을 가하여 전기분해시키면 그 결정은 이그러지고 거꾸로 압력을 가하여 결정을 이그러뜨리면 전기분극이 생겨 전압이 발생한다. 이와같은 현상을 압전현상이라 한다.



압력에너지 (Pressure Energy)

물체의 압력이 할 수 있는 작업량에 상당한 에너지 AB의 물이 관내 BC에 흘러들어가기 위한 힘은

$$[\text{압력에 역으로 누르는 힘}] \times [\text{이동거리}] = pA[N] \times l[m] \times pA[J] = pV[J]$$

압력에 의한 에너지

$$pV[J] = \frac{mp}{p}[J]$$

m: 질량[kg]

p: 밀도[kg/m³]