

인버터의 制御와 應用

인버터는 가정용 에어컨이나 형광등 조명기구의 전자전동회로 등 최근에는 우리들 생활주변에 까지 응용이 확대되고 있으며 매우 중요한 제어장치이다. 산업분야에서는 전동기 및 전동기 이용장치의 가변속제어 등에 널리 이용되고 있다. 여기서는 단지 직류에서 교류에의 변환장치가 인버터라는 이해에서 그 제어가 어떻게 이용되고 있는지에 대하여 해설한다.

직류에서 교류로 전력변환하는 장치를 인버터라고 한다. 인버터는 수은정류기의 시대부터 주파수 변환이나 직류송전 등에 응용되고 있었는데 사이리스터의 생산개시(1964년), 특히 인버터 주회로용에 적합한 고속 사이리스터의 생산개시(1970년) 이후 급속히 실용화가 추진되었다.

최근에는 통상의 사이리스터에 대하여 파워트랜지스터나 GTO사이리스터 등의 자기소호형 소자의 대용량화, 모듈化, 저코스트化가 급속히 발달했다.

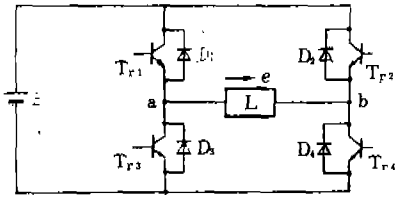
이와 같은 자기소호형 소자를 사용한 인버터는 강제전류회로를 필요로 하지 않기 때문에 사이리스터 인버터에 비하여 40~50%나 소형화가 가능하며 또한 轉流損失의 감소로 효율도 높일 수가 있었다. 한편 마이크로엘렉트로닉스 제어기술은 IC앰프 등의 아날로그 제어의 시대를 거쳐 현재는 마이컴, LSI 등을 이용한 디지털 제어의 시대로 들어섰다. 디지털 제어는 고도의 제어가 실현가능해지는 동시에 신뢰성, 조작성, 보수성 등을 향상시킬 수가 있다. 이같은 제어기술의 발달과 자기소호형 소자의 모듈化, 저 코스트化는 인버터의 소형화, 저가격화를 추진하여 현재는 가정용 에어컨 등에도 보급되게 되었다.

1. 인버터의 原理

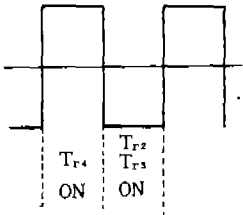
(1) 인버터의 基本回路

그림 1은 단상 인버터의 설명도이며 4개의 트랜지스터 $T_{r1} \sim T_{r4}$ 로 구성되어 있다. 트랜지스터 T_{r1} 과 T_{r4} 를 닫으면 부하 L에는 다자 a에 i_f , b에 i_r 의 극성의 전압이 가해지고 트랜지스터 T_{r1} , T_{r4} 를 여는 동시에 트랜지스터 T_{r2} 와 T_{r3} 를 닫으면 부하 L에 가해지는 전압의 극성이 反轉한다. 이같은 동작을 반복하면 부하 L에는 트랜지스터 $T_{r1} \sim T_{r4}$ 의 개폐주기로 결정되는 주파수의 교류(그림 2)가 가해진다.

부하 L이 전동기와 같은 誘導性 부하인 경우에는 트랜지스터 $T_{r1} \sim T_{r4}$ 와 역병렬로 다이오드 $D_1 \sim D_4$ 를 접속한다. 여기서 트랜지스터 T_{r1} , T_{r4} 가 온 상태에서 전류가 전원 E- T_{r1} -부하L- T_{r4} -전원 E에 흐르고 있다. 이 때 트랜지스터 T_{r1} , T_{r4} 를 오프로 하면 부하의 인덕턴스는 직전에 흐르고 있던 전류를 유지하려고 그림과 같은 방향으로 逆起電力 e가 발생한다. 이 전압이 전원전압보다 높아지면 다이오드 D_2 , D_3 가 도통되어 전류는 부하 L- D_2 -전원 E- D_3 -부하 L의 경로로 전원으로 역류하여 부하의 인덕턴스에 축적되어 있던 에너지를 전



(그림-1) 單相인버터



(그림-2) 出力波形

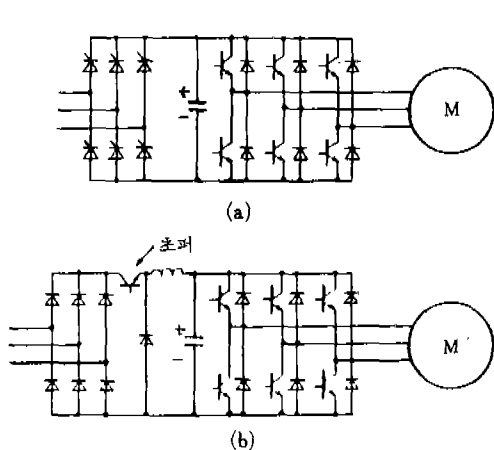
원에 귀환시킨다.

(2) 出力電壓의 制御

인버터로 전동기의 속도제어를 할 경우에는 인버터의 출력주파수(f)에 비례하여 그 출력전압(V)을 변화시킬 필요가 있다. 즉 V/f 일정제어를 해야 된다. 인버터의 출력전압을 가변시키는 방법으로는 PAM 방식과 PWM 방식이 있다.

(a) PAM 방식(Pulse Amplitude Modulation)

이 방식은 그림 3 (a)와 같이 사이리스터 정류회로에서 위상제어를 하거나 그림 3 (b)와 같이 다이오드 정류회로와 조퍼를 함께 구성하여 직류전압을



(그림-3) PAM 방식

조정한다. 이 방식은 인버터는 주파수 가변기능 만이 있으면 되고 인버터 출력전압의 조정은 입력 측의 직류전압을 조정함으로써 실시한다.

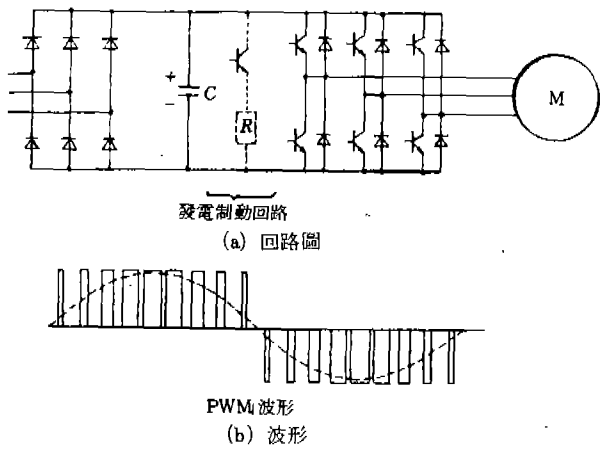
(b) PWM 방식(Pulse Width Modulation)

이 방식은 인버터 자체에 가변주파수 기능과 동시에 가변전압기능을 가지게 한 것으로 그림 4 (a)와 같이 인버터에는 다이오드를 정류기로 정류한 일정한 전압을 공급하고 교류출력전압의 조정은 그림 4 (b)와 같이 출력전압파형의 각 싸이클을 재단하여 각 펄스 폭의 비를 변화시킨다. 이 경우 각 펄스의 폭 및 오프 기간을 적당히 조정하여 출력전압을 가급적 정현파에 접근시키도록 한다.

PWM 방식에서는 그림 4 (b)와 같이 각 싸이클을 다수회 재단해야 되기 때문에 스위칭 주파수가 높은 파워트랜지스터나 GTO 사이리스터를 사용한 인버터에는 유리하다. 그러나 스위칭 주파수가 낮은 사이리스터를 사용한 인버터는 극히 세밀한 PWM 제어를 하기가 곤란하며 통상 PAM 제어가 채용된다.

(3) 인버터의 4象限運轉

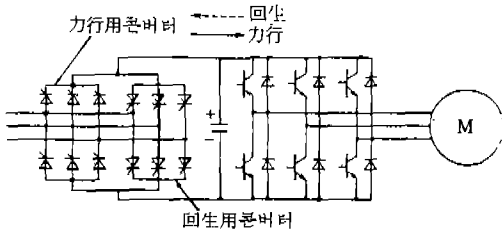
전동기는 전원에서 전력이 공급되는 역행 운전뿐만 아니라 급속한 제동도 해야 된다. 제동시에는 인버터의 귀환 다이오드의 작용에 의하여力行時와 같은 방향으로 콘덴서 C는 충전된다. 그림 4 (a)의 저항 R은 제동 에너지를 소비하여 콘덴서 C에 발생하는 과전압을 방지하는 것이다. 그러나 이 방법은 단지발전제동이며 이 회로에서는 제동 에너지를 전



(그림-4) PWM 방식

원에 귀환시켜 에너지 절약을 기하는 회생제동을 할 수는 없다.

그림 5는 회생제동도 가능케 한 회로로 사이리스터 정류회로를 2조 역병렬접속하여力行時에 그림의 실선방향으로 흐르고 있던 직류전류는 회생시에 파선방향으로 흘러 제동 에너지를 교류전원까지 귀환시킬 수가 있다.



〈그림 - 5〉

2. 인버터의 應用

(1) 可變速電動機

전동기는 전원의 주파수로 결정되는 동기속도에 거의 비례하여 회전하므로 속도제어는 전원 주파수를 연속적으로 변화시켜 실시한다. 이 경우 공급전압 V 는 일정한 상태로 주파수 f 만을 변경시키면 전동기의 내부 자속이 주파수에 역비례하여 변화하게 되며 저주파역에서는 자속포화가 발생하여 고속역에서는 자속이 부족하게 된다. 따라서 공급전압을 주파수에 거의 비례하여 변화시키는 V/f 일정제어를 할 수 있다. 이와 같은 가변전압 가변주파수 (VVF)의 전원으로서 인버터나 사이클로콘버터가 사용된다.

(a) 인버터의 驅動 특징

이와 같이 인버터는 가변전압 가변주파수의 전원이므로 다음과 같은 특징이 있다.

- (1) 기설의 표준전동기를 구동시킬 수 있다.
- (2) 연속적으로 變速시킬 수 있으며 항상 최적의 속도를 얻을 수 있고 가속도의 조정도 용이하게 할 수 있다.
- (3) 전동기 시동시의 돌입전류가 작고 전원설비의 소형화를 기할 수 있다.
- (4) 전동기의 고속화, 소형화가 가능해진다.

(5) 농형 전동기를 사용할 수 있으므로 보수성이 향상되고 防爆化도 용이하다.

한편 인버터는 고주파의 스위칭을 하고 있으므로 고주파 노이즈가 발생한다. 이 노이즈는 인접한 배선이나 기기에 유도장해를 부여하므로 노이즈 필터나 실드를 하는 등의 노이즈 대책이 필요해진다. 또한 인버터를 사용하여 전동기의 회전수제어를 할 경우에는 인버터 출력파형에 포함되는 고조파에 의하여 전동기의 진동, 소음이 증가하고 또한 전동기에서는 고조파맥동 토크가 발생하여 전동기를 포함한 기계계와의 사이에서 비틀린 공진이 발생하여 커플링 등을 피로파괴시키는 수가 있다.

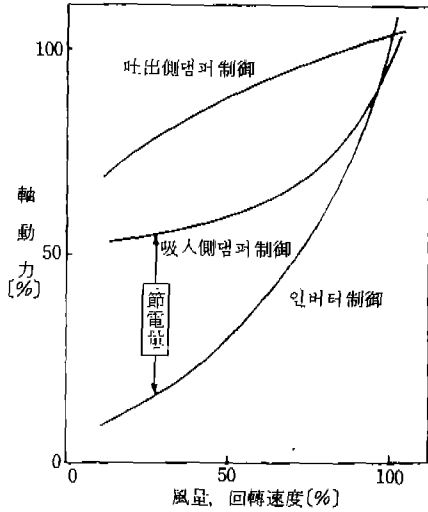
(c) 용도

① 펌프, 블로어의 速度制御 펌프, 블로어는 부하 토크가 회전속도의 2승에 비례하고 축동력이 회전속도의 3승에 비례한다. 따라서 구동전동기를 정속으로 운전하여 밸브, 댐퍼로 流量을 제어하는 방식으로 바꾸어 전동기의 회전속도를 제어하여 유량을 제어하는 방식을 채택하면 그림 6의 블로어의 예와 같은 절전효과를 얻을 수 있다. 회전수제어의 경우 댐퍼 제어에 비하여 저속만큼 축동력이 적어 도 된다.

② 엘리베이터 중, 저속 엘리베이터의 속도제어는 농형 전동기의 1차전압 제어방식이 또한 고속용에는 직류전동기를 사용한 사이리스터레오나드방식이 채용되고 있었다. 농형 전동기의 1차전압 제어방식은 토크 제어가 곤란하며 저속운전시에는 효율 및 역률이 저하되는 결점이 있다. 또한 사이리스터레오나드 방식은 직류전동기의 정류자, 블러시 등의 보수가 복잡하고 또한 저속운전시에는 역률이 저하되는 결점이 있다.

그림 7은 인버터 방식을 채용한 예로서 이같은 결점이 대폭적으로 개선된다. 콘버터에는 사이리스터 방식의 可逆콘버터가 채용되며 제동 에너지를 전원으로 되돌리도록 되어 있다.

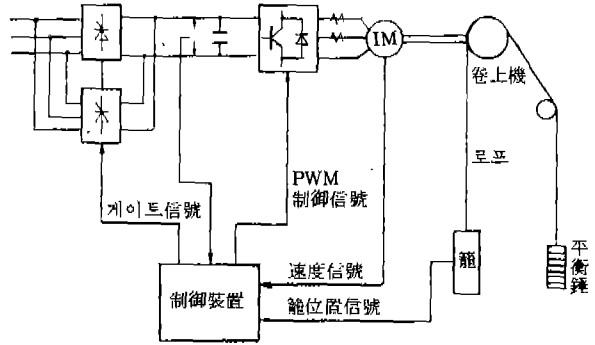
③ 에어컨 에어컨은 압축기를 구동하는 농형 전동기를 온, 오프 제어하여 냉, 난방의 능력제어를 하고 있었는데 압축기를 온, 오프 제어하면 냉매회로에서의 입력변동에 따른 에너지 손실이 발생하여 운전효율이 저하된다. 통상 에어컨이 50%의 운전률로 온, 오프 운전하면 약 15% 효율이 저하된다.



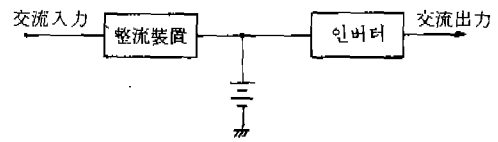
〈그림- 6〉 블로어의 風量制御

이에 대하여 인버터에 의한 용량제어를 가진 에어컨에서는 압축기용량 하한까지 부하 추종의 연속운전이 가능해졌고 온, 오프 제어에 의한 손실이 경감된다. 또한 인버터 제어에 의하여 압축기의 회전수를 낮게 하여 능력을 저하시켰을 경우 압축기 용량에 대한 열교환기 용량의 비율이 증가하므로 압축기는 고효율의 운전을 할 수 있게 된다.

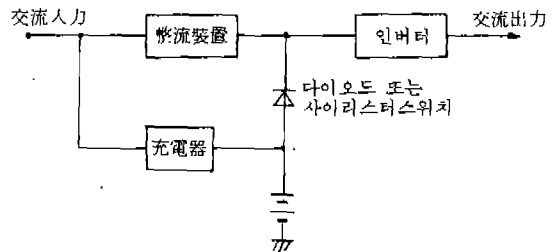
④ CVCF (定電壓 定周波數) 電源裝置 CVCF 장치는 그림 8 (a), (b)와 같이 정류기에 의하여 교류를 직류로 변환시켜 인버터에 의하여 다시 교류로 변환시키는 것이며 상용 전원이 정전된 경우에는 순시에 부속된 축전지에서 인버터에 직류전압을



〈그림- 7〉 엘리베이터用인버터制御方式

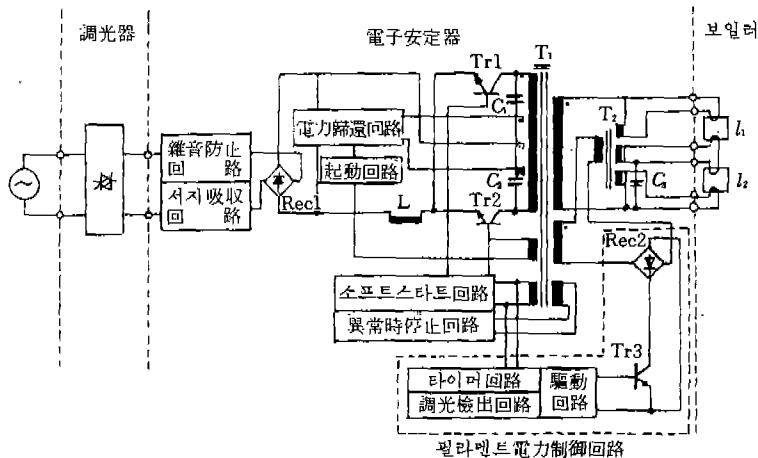


(a) 浮動充電方式

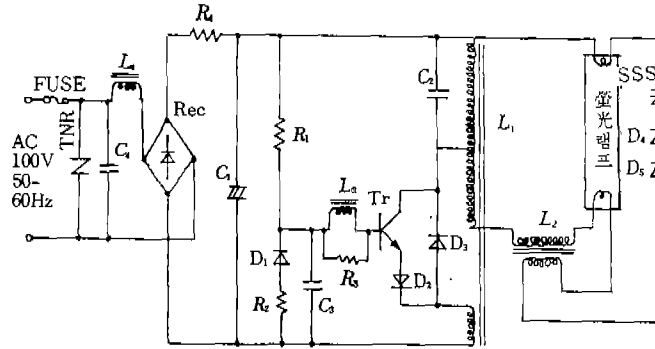


(b) 直流스위치方式

〈그림- 8〉 定電壓定周波數 (CVCF) 裝置



〈그림- 9〉 螢光燈 點燈回路 ①



〈그림-10〉 螢光燈 點燈回路 ②

공급하도록 되어 있다.

CVCF 장치의 축전지와외의 접속법은 그림 8 (a), (b)의 두 가지 방식이 있다. 그림 (a)의 浮動充電方式은 회로는 간단한데 CVCF의 입력측 정류기로 축전지를 충전하기 때문에 사이리스터에 의한 전압 제어가 필요해지며 입력역률이 나빠진다. 그림 (b)의 직류 스위치 방식은 축전지의 충전용 정류기를 별도로 설치하고 있으므로 입력측 정류기는 다이오드 정류기로 충분하며 입력역률은 높아져 고조파전류도 감소된다. 따라서 소용량에서는 회로구성이 간단한 부동충전방식이 대용량에서는 직류 스위치 방식이 유리하다.

⑤ 電子點燈回路 그림 9에 형광등 용의 점등회로를 들었다. 점등회로에는 스위칭 손실이 작은 定電流 푸시풀인버터 회로가 채용되고 있다. 또한 전력회환회로의 채용으로 休止期間이 없는 연속된 전류를 형광등에 공급하고 있으므로 입력역률을 저하시키지 않고 효율을 향상시킬 수 있다.

그림 10은 전구형 형광램프용의 점등회로이며 인버터 회로로서 브로킹 발진회로가 사용되고 있다.

이와 같이 인버터를 이용한 전자점등 회로는 일반적인 안정기를 사용한 점등회로에 비하여 안정기 중량의 경감, 고주파점등이기 때문에 감박거리지 않고 에너지 절약을 기할 수 있다는 등의 특징이 있다

*

(106페이지에서 계속)

수 있는 등뼈에 「초」가 들어있는 척추골조종증 (背椎骨粗鬆症)이 있을 때이다.

즉 「초」가 들어가 뼈가 무르게 되어있는 곳에 대수롭지 않는 부담으로 추체(椎體)가 망가지는 경우이다. 가령 웅크리거나 조급하게 서두는 바람에 망가진다. 그만큼 뼈가 무르게 되어 있는 것을 알 수 있다.

그렇다면 어째서 골프나 대수롭지 않게 뼈이거나 엉덩방아 찻는 정도로 골절이 일어나는 것인지? 적어도 건강한 젊은 사람들에게는 그러한 일은 일어나지 않을 것이다.

뼈가 단단한 것은 칼슘과 인(磷)이 화합하며, 인산칼슘(骨塩)이 되어 골기질(骨基質: 蛋白質)에 침착하여 층상(層狀)의 구조를 형성하고 있다.

그런데 30세 중반부터 골염의 양이 줄어들기 시작하여 서서히 뼈가 무르게 된다. 그러나 뼈는 운

동동의 자극을 받게되면 증식하고 반대로 자극이 없으면 뼈의 흡수가 일어나 위축한다.

즉 뼈는 연령과 함께 노화하는데 몸을 움직이지 않으면 점차 약하게 되어간다.

그위에 보통 몸을 움직이지 않으면 유연성 각력(脚力)등의 평형능(平衡能)이 저하하므로 더욱 골절의 기회가 많아지는 것이다.

그렇다면 어떻게하면 뼈의 노화나 노약화를 막을 수 있는 것인지.

저기에는 첫째, 평소부터 우유나 작은 물고기등 뼈의 대사에 꼭 필요한 칼슘의 풍부한 식료를 섭취하도록 하여 영양면에 신경을 써야 한다.

그와 함께 매일 규칙적인 적당한 운동을 함으로써 뼈에 자극을 주도록 할 것과 동시에 몸의 평형능의 유리 힘과 유연성이 있도록 노력함으로써 골절의 기회를 줄이도록 해야 할 것이다. *