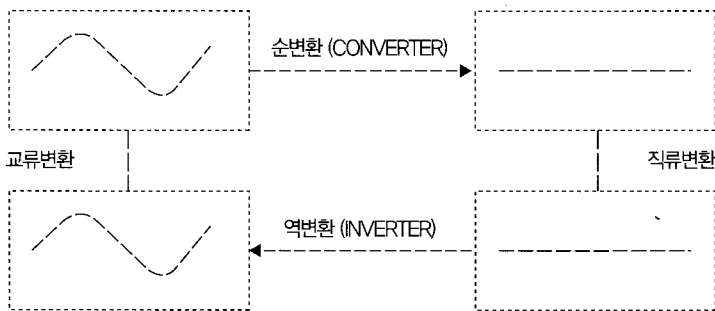


이철호 차장
화인테크(주)
kawang11@korea.com

1. 인버터의 개요

전기적으로 DC(직류)를 AC(교류)로 변환하는 역변환 장치이며, 다시 정의하면 상용전원으로부터 공급된 전력을 입력받아 자체 내에서 전압과 주파수를 가변시켜 전동기에 공급함으로써 전동기 속도를 고효율로 이용하게 제어하는 일련의 장치를 인버터라 한다. 또한 VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)라 불리기도 한다.

1-1. 변환장치도



1-2. 인버터의 종류 및 특성

인버터의 종류에는 직류전원의 제어방법에 따라 전압형과 전류형 2종류로 나눈다.

1) 전압형 인버터

전압형 인버터는 직류정전압원의 전압을 스위칭 작용으로 교류로 역변환하여 유도전동기에 직입하는 방식이며 전류 $I = V / Z$ 로 되어 전동기의 임피던스 Z 의 리액턴스 성분 때문에 정현파에 가까워진다.

- PAM(Pulse Amplitude Modulation) : 출력주파수에 따라 전압이 가변되는 방식

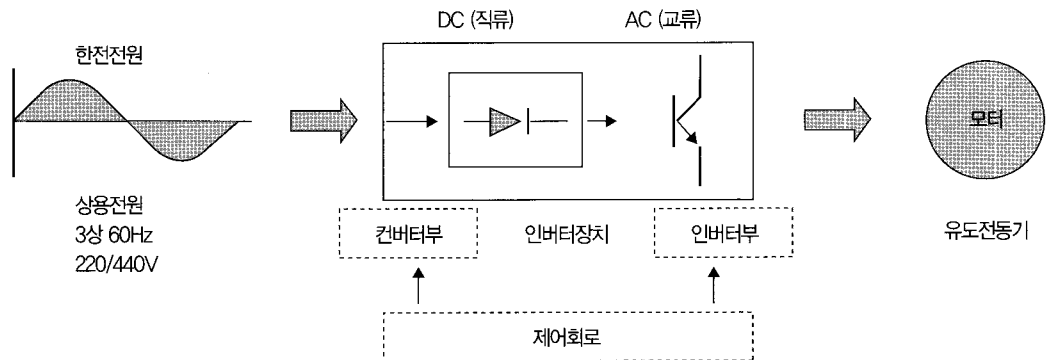
- PWM(Pulse Width Modulation) : 펄스의 폭과 수를 제어하여 전압과 주파수를 가변하는 방식

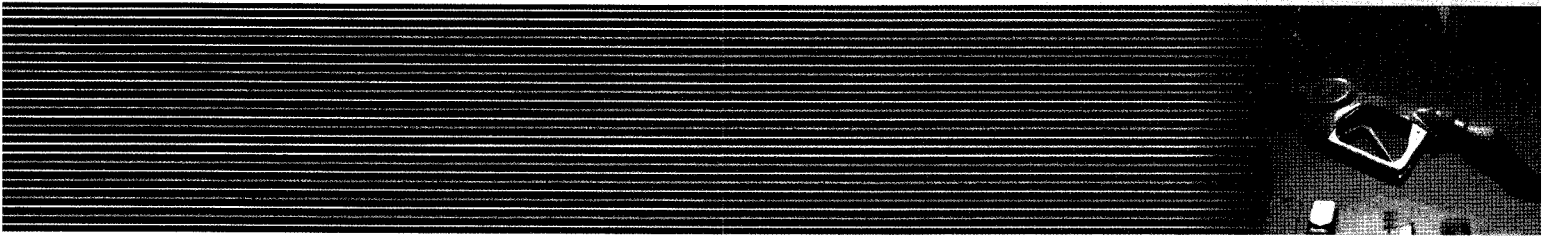
2) 전류형 인버터

전류형 인버터는 직류정전류원의 전류를 유도전동기에 흐르게 하는 것이 되며 파형이 전류파형으로 된다. 3상 유도전동기의 단자전압은 $V = I \times Z$ 로 흐르는 전류 I 와 전동기 임피던스 Z 에 의하여 자동으로 결정된다.

1-3. 인버터의 구성

상용전원(교류 60Hz)에서 모터를 가변속 운전하기 위해서 임의 주파수의 교류 전원을 만드는 범용 인버터는 아래 그림과 같이 구성된다. 즉 상용전원을 일단 직류로 바꾸는 동시에 이 직류에 포함된 맥동분을 매끄럽게 하는 컨버터부와 직류를 가변주파수의 교류로 바꾸는 인버터부, 그리고 이들을 제어하는 제어회로로 구성된다.





교류를 직류로 변환하는 순변환장치를 컨버터, 직류를 교류로 변환하는 역변환 장치를 인버터라 한다.

1-4. 인버터의 사용목적

1)에너지절약 : 팬, 펌프 등의 요구 유량, 교반기 등의 부하 상태에 따라서 회전수를 제어함으로써 구동전력을 절감, 자동화분야, 반송기의 정지정도 향상, 라인속도의 제어정도 향상, 피드백 제어 등에 의한 유량제어에 의해 자동화를 실현시킬 수 있다.

2)제품품질의 향상 : 제조에 최적한 라인 속도의 실현, 가공에 최적한 속도를 실현하고 장치간 속도의 협조를 취함으로써 제품품질이 향상된다.

3)보수성의 향상 : 기계에 무리를 주지 않는 기동정지, 무부하시의 저속운전에 의해 설비의 수명이 연장된다.

4)설비의 소형화 : 고속화에 의한 설비의 소형화와 운전상태를 고려한 기계시방에 의한 여유분의 삭감 등에 의해 소형화를 실현한다.

5)환경의 쾌적성 : 공조상태 등에 있어서 ON-OFF 제어에서 속도제어에 의해 필요유량을 연속운전함으로써 쾌적한 환경을 실현한다.

1-5. 인버터의 사용시 장점

1)가격이 싸고 보수가 용이한 농형 유도전동기로 가변속 운전이 가능

2)기존 설치된 유도전동기 사용이 가능

- 전동기, 부하기계 등의 개조가 불필요

3)연속적인 광범위 가변속 운전이 가능

4)시동전류의 저하

-직입기동시 정격전류의 4~6배의 시동전류가 흐르지만 인버터 운전시 정격전류의 1.5~2배로 저감

5)전기적 제동이 용이(회생제동, 직류제동)

6)전동기의 병렬운전이 가능

-1대의 인버터로 다수의 전동기 운전이 가능

7)운전효율이 높음

8)소비전력의 절감

9)최적의 속도제어에 의해 품질 및 생산성 향상

10)쾌적한 환경을 유지(공조설비)

1-6. 인버터 사용시 단점 및 대책

1)단점

· Noise 발생으로 주변 정밀기기 및 Controller의 오동작 발생 우려

· Micro Serge 발생으로 전동기의 수명단축 및 소손 발생 우려

2)대책

· AC Reactor설치

-역률개선 및 인버터에서 발생된 고조파 저감, 인버터 정류부 보호

· Noise Filter 설치

-인버터에서 발생된 전자파 Noise 저감

· DC Reactor 설치

-인버터의 입력 역률개선 및 입력 고조파 저감

· Micro Serge Filter 설치

-인버터에서 고속 스위칭시 발생하는 마이크로 써지를 억제

-전동기 소손 방지 및 수명연장

1-7. 인버터의 적용분야

적용효과	분야(용도)	적용법	종래방식
에너지절약	송풍기, 펌프 교반기, 압출기	사용전원에 의한 가변속 운전	정속도 운전 댐퍼베인에 의한 제어
자동화	반송기계 전반	복수대 모터의 비율 속도 운전	기계식 변 감속기, 1차 전압제어
생산성향상	공작, 섬유, 반송기계	중속운전	정속도 운전 1차 전압제어
보수절감	섬유, 공작기계	직류모터의 대체	직류모터
품질향상	교반기, 섬유기계	무단계의 최적속도운전	정속도운전
쾌적성향상	공조기	가변속운전에 대한 연속적 온도제어	ON-OFF제어

2. 인버터의 에너지절감 원리

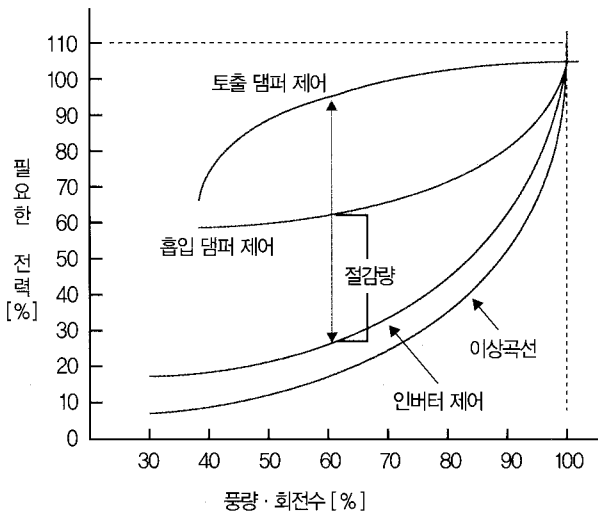
2-1. 인버터의 소요동력

인버터는 부하율에 따라 모터 속도 자체를 저감시켜 에너지 절약효과를 가져오게 되는데 소요동력은 아래와 같이 구해진다.

풍량은 속도에 비례 ----- $Q \propto N$
 정압은 속도의 2승에 비례 ----- $H \propto N^2$
 소요동력은 속도의 3승에 비례 ----- $P \propto Q * H \propto N^3$

$$VVVF\text{소요동력}(P) = \frac{\left[\frac{N_1}{N}\right]^3 \times \text{Motor 소비전력}}{VVVF\text{효율}}$$

2-2. FAN 등의 운전특성 비교



FAN의 운전특성 예
(풍량, 회전속도 - 소요동력 특성)

3. 인버터 적용 사례

3-1. 서울소재 미도파 백화점

대상설비 : 공조기 FAN

대상수량 : 전동기 49EA

적용방법 : 공조시스템에 인버터제어 시스템을 적용하여 자동온도조절, 엔탈피에 의한 냉난방 예열운전, 열원대수제어 등이 가능하게 하여 열원 및 동력에너지 절감할 수 있도록 한다. 또한 운전 데이터를 분석하여 피크 부하시의 에너지사용량 등을 예측함으로써 1차 열원기기 및 에너지원의 운전 예측이 가능하게 하여 부하의 증감에 대응해 전력에너지의 소비를 감소할 수 있다.

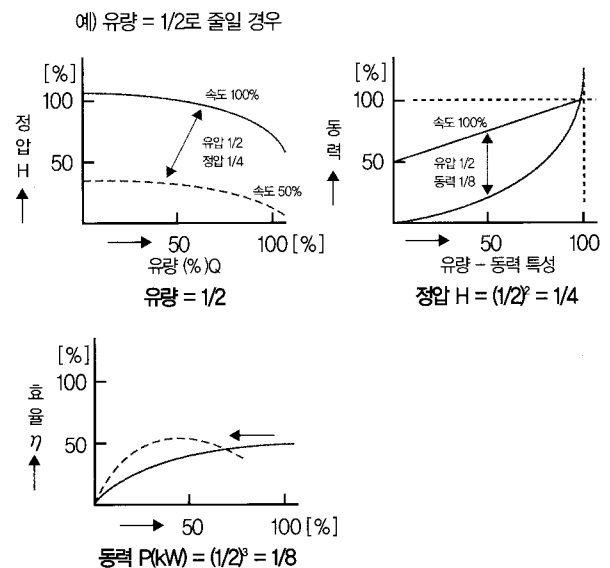
총투자비 : 700백만원

절감량(률) : 2,394,239kWh/년(50%)

절감액(년) : 239백만원/년

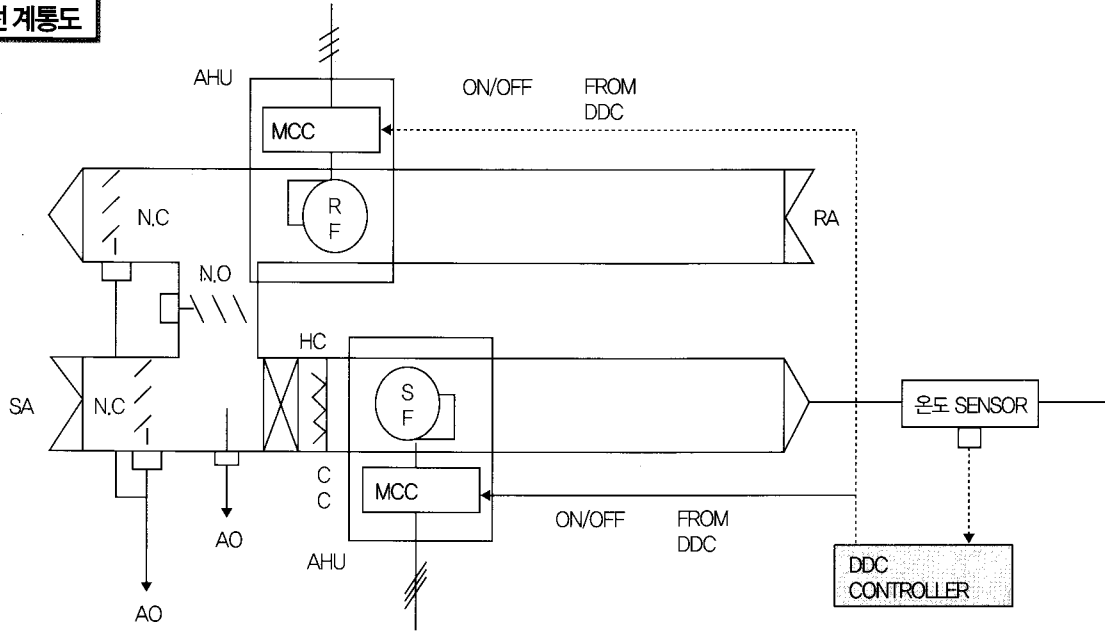
투자비회수기간 = 총투자비/절감액(년)

□ 2.9년

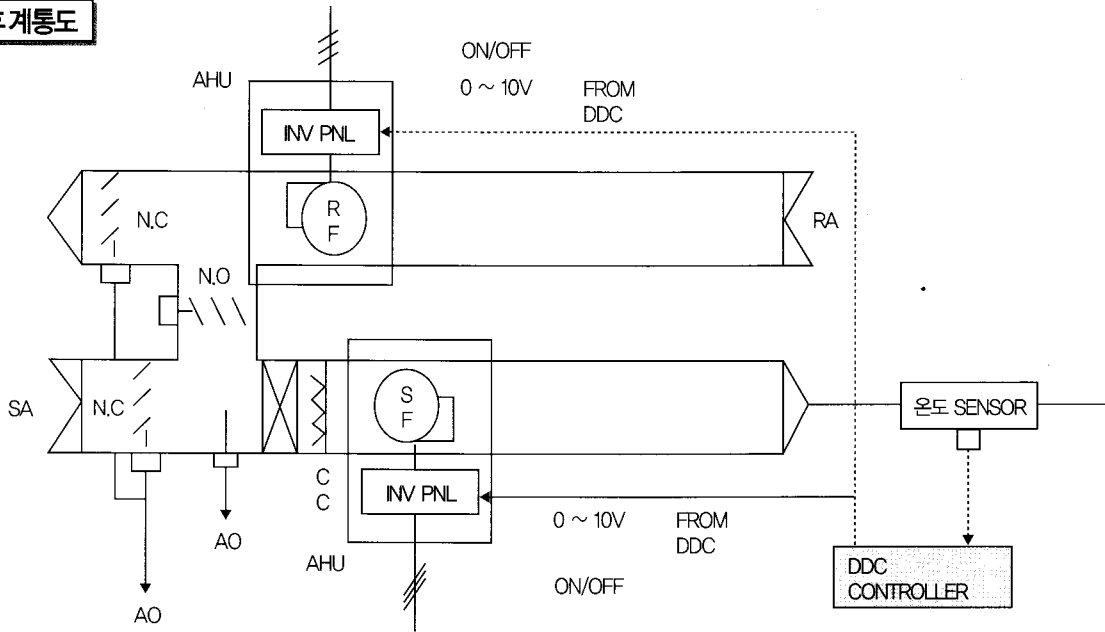


팬, 펌프, 블로워의 특성 곡선

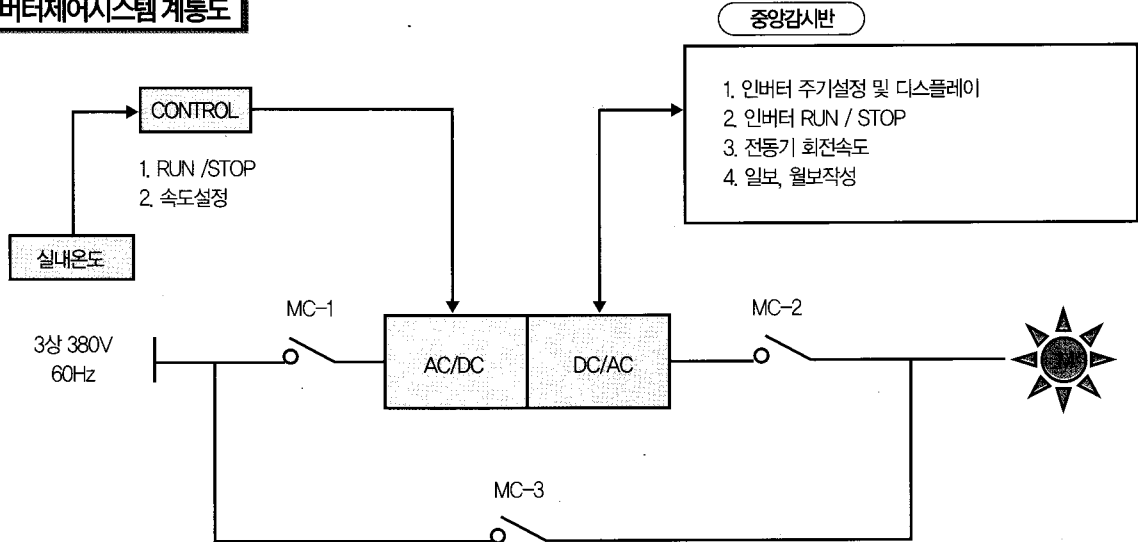
개선전 계통도



개선후 계통도



인버터제어시스템 계통도



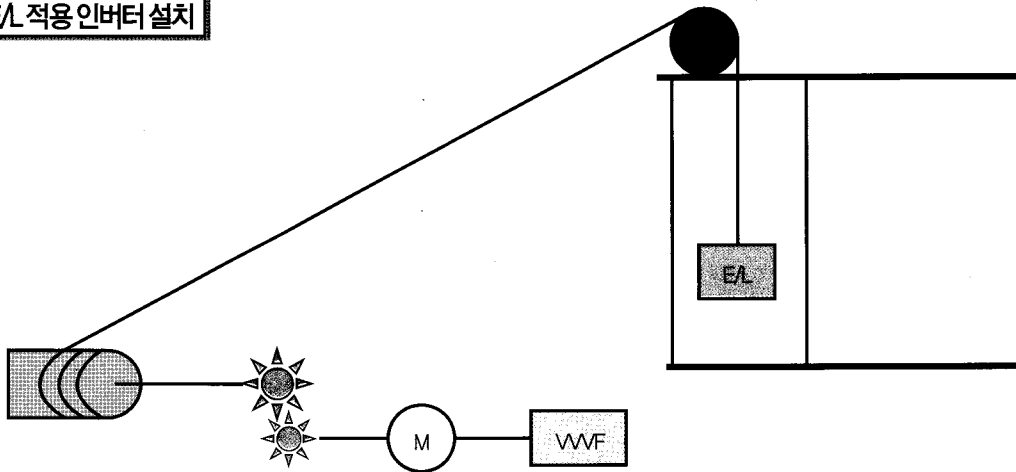
3-2. 서울소재 정우빌딩

- 대상설비 : 공조기, 순환펌프, E/L
- 대상수량 : 전동기 5EA(7.5Hp ~ 20Hp)
- 적용방법 : 공조설비, 순환펌프, E/L에 인버터를 설치하여 동력에너지를 절감하고 E/L의 승차감 향상을 도모한다.

- 총투자비 : 20백만원
- 절감량(물) : 43,438kWh/년(45%)
- 절감액(년) : 3,996천원/년
- 투자비회수기간 = 총투자비/절감액(년)

⇒ 5.0년

중,저속E/L 적용인버터 설치

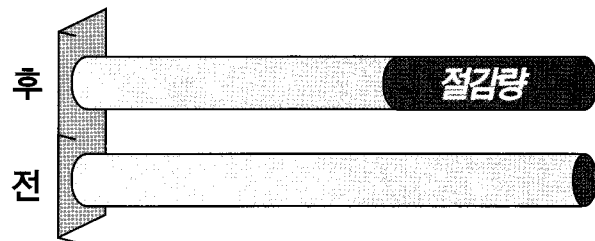


3-3. 서울소재 고등검찰청

- 대상설비 : 공조System
- 대상수량 : 전동기 34EA
- 적용방법 : 공조시스템에 인버터제어시스템을 적용하여 자동온도조절, 엔탈피에 의한 냉난방 예열운전, 열원대수제어 등이 가능하게 하여 열원 및 동력에너지를 절감할 수 있도록 한다. 또한 운전 데이터를 분석하여 피크 부하시의 에너지사용량 등을 예측함으로써 1차 열원기기 및 에너지원의 운전 예측이 가능하게 하여 부하의 증감에 대응해 전력에너지의 소비를 감소할 수 있다.
- 총투자비 : 400백만원
 - ※한전 지원금 50백만원 지원
- 절감량(률) : 361,000kWh/년(38%)

- 절감액(년) : 130백만원/년
- 투자비회수기간 = 총투자비/절감액(년)

⇨ 2.6년



인버터 설치 전후 전력 사용량 비교

