

고효율인버터의 이해

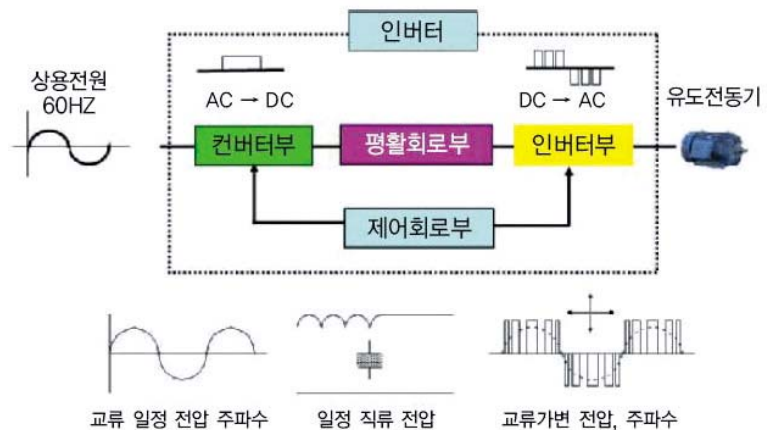
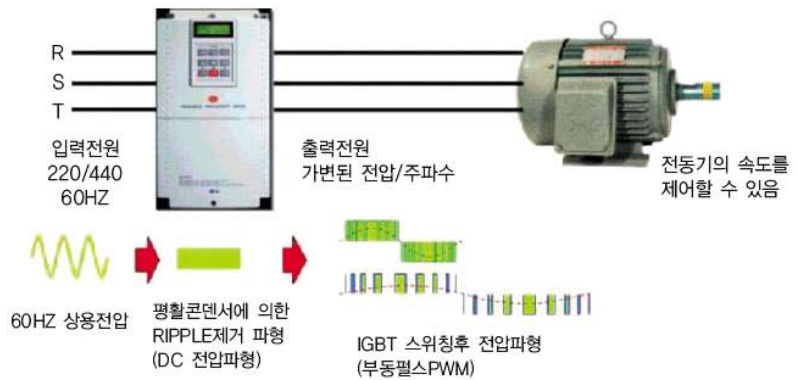
이번호부터 4차례에 걸쳐
고효율기기의 개요 및 지원
제도에 대해 살는다.
이 자료는 한국전력 수요관
리실이 지난 10월에 발간한
고효율기기 가이드북에서
발췌했다.

1. 기기개요

고효율인버터는 전체 전력사용량의 약 60%를 차지하고 있는 전동기 부하의 이용효율을 향상시키기 위해
주파수 및 전압을 부하특성에 맞게 변환시켜 유도전동기의 회전도를 제어함으로써 소비전력을 절감할 수
있는 장치이다.

▶ 글쓰는순서

1. 고효율 조명기기
2. 고효율 인버터
3. 고효율 전동기
4. 고효율 변압기



■ 인버터(VVVF)의 정의

Variable Voltage Variable Frequency의 약자로서 INVERTER or VFD 라고도 하며, 상용전원의 전압과 주파수를 가변시켜 MOTOR에 공급하므로써 MOTOR의 회전속도를 자유롭게 제어하는 MOTOR 가변속 제어장치다.

2. 절감원리

전동기를 일정속도로 구동하는 펌프, 팬은 계절과 시간 혹은 생산상황에 따라 부하가 변동하며 밸브와 댐퍼를 조정해서 부하변동에 대응하고 있다.

이 방식은 유량을 줄이기 위해 밸브와 댐퍼를 조이더라도 손실이 증가해서 모터 소요동력은 그만큼 감소하지 않아 큰 절전 효과를 기대할 수 없으며, 이러한 경우 전동기의 회전수 제어를 하면 소요동력은 회전수 3승에 비례해서 감소해 큰 에너지를 절감할 수 있다.

팬, 펌프, 브로워의 특성은 전동기의 축동력과 풍량, 압력과의 비례식으로 표현할 수 있다.

- ① $Q \propto N$ \Rightarrow 풍량은 회전속도에 비례
- ② $H \propto N^2$ \Rightarrow 압력은 회전속도 자승에 비례
- ③ $P \propto H \times \propto N^3$ \Rightarrow 동력은 회전속도 3승에 비례

$$\blacksquare Q_2/Q_1 = N_2/N_1$$

☞ Q_1 = 정격(설계)풍량, Q_2 = 제어(필요)풍량
 N_1 = 정격 회전속도, N_2 = 제어시 회전속도

$$\blacksquare H_2/H_1 = (N_2/N_1)^2$$

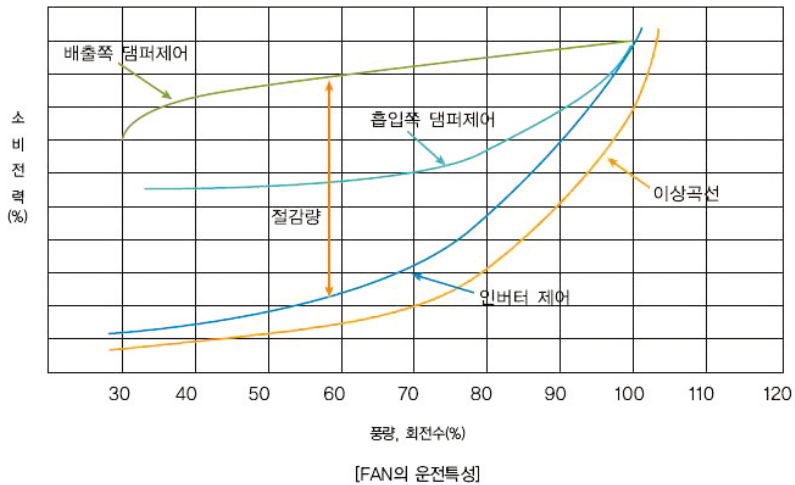
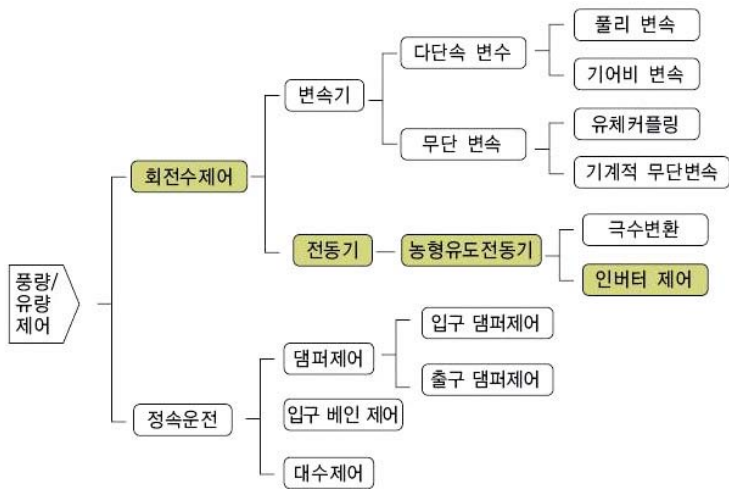
☞ H_1 = 설계시 압력, H_2 = 제어시 압력

$$\blacksquare P_2/P_1 = (N_2/N_1)^3$$

☞ P_1 = 정격(설계)시 동력, P_2 = 속도제어시 동력

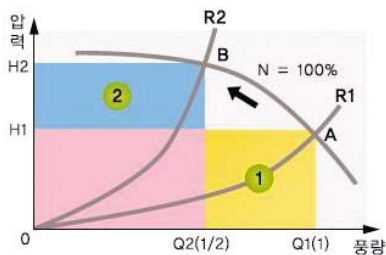
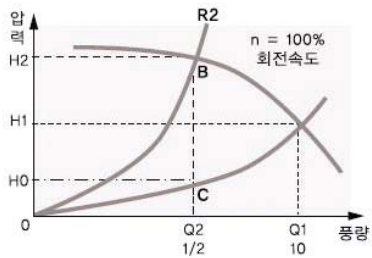
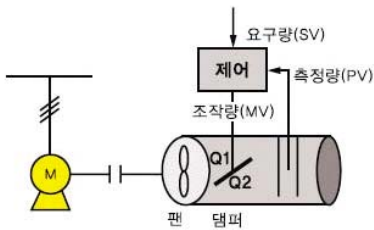
고효율인버터의 이해

■ FAN, PUMP부하의 유량 및 풍량제어방법

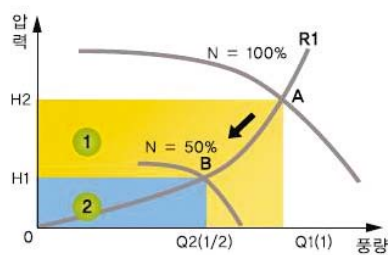
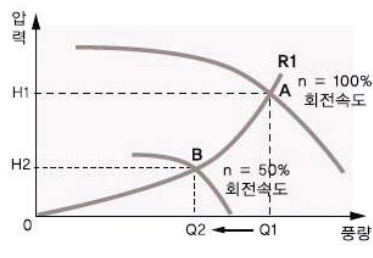
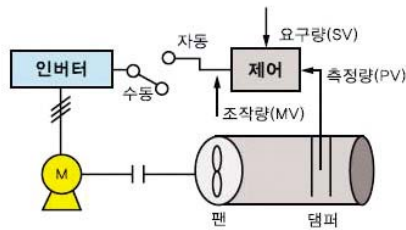


■ FAN, PUMP 부하의 제어

댐퍼제어



인버터제어



모터는 항상 100%로 회전하면서 댐퍼로 필요한 풍량을 제어한다. 따라서 풍량을 줄어도 동력은 작게 준다.

풍량 Q_1 을 Q_2 만큼으로 줄이면 관로저항 R_1 은(유체의 마찰저항, 풍량의 2승에 비례) R_2 만큼 변화하며 풍량을 Q_2 로 제어했을 때 관로저항이 증가하여 정압은 H_2 로 상승하게 된다. 이 때 소요축동력은 ①($0Q_1AH_1$)에서 ②($0Q_2BH_2$)로 변화 한다.

인버터로 속도제어시 풍량제어용 댐퍼가 없기 때문에 저항곡선 R_1 은 항상 일정하며 특성곡선은 속도에 따라 변화하게 된다.

상기 그림에서 속도변화에 따라 특성곡선과 저항곡선의 교점은 A점에서 B점으로 이동되고 풍량은 Q_1 에서 Q_2 로 감소하며 토출 압력은 H_1 에서 H_2 로 떨어진다. 이 때 소요축동력은 ①($0Q_1AH_1$)에서 ②($0Q_2BH_2$)로 변화한다.

3. 지원제도 개요

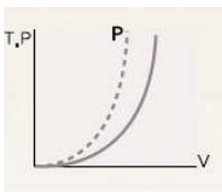
최대수요 억제 및 전기에너지 절감을 위해 한전에서 인정하는 고효율 인버터를 설치하는 고객에게 일정액을 무상으로 지원하는 제도이다.

- 지원대상
 - 대상부하 : 팬, 펌프, 송풍기 등 에너지절감가부하
 - 전동기용량 : 3.7kW ~ 220kW
 - 인버터 사용에 따른 절감전력 합계가 5kW 이상인 고객
- 지원금액
 - 지원수준 : 절감전력 kW당 190,000원
 - 재원 : 전력산업기반기금

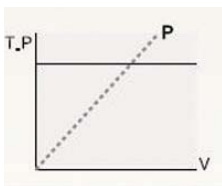
■ 고효율인버터의 특징

- 최대 주파수 : 50, 55Hz로 제한
- 회전 방향 : 정방향 운전으로 제한
- 인버터 효율 : 95% 이상
- 적용 부하 : 저감토크 부하(팬, 펌프, 블로어 등)

■ 토크 특성에 따른 부하 종류



- 이송저감 토크
 - 회전수가 낮아지면 부하를 구동시키기 위한 토크도 작아지는 부하로서 부하토크는 회전수 2승에, 출력은 회전수 3승에 비례하는 부하
 - 예) Fan, Blower, Pump



- 정토크
 - 속도에 무관하게 거의 일정한 토크를 필요로 하는 특성을 가진 부하
 - 예) 콘베이어, 크레인, 공작기계 등

■ 지원금액 예시

- ex) 최대주파수 50Hz의 고효율인버터를 55kW 2대, 30kW 3대 사용할 경우
- 총 적용 용량(kW) = $55 \times 2 + 30 \times 3 = 200\text{kW}$
 - 한전 지원금 = $200\text{kW} \times 0.37(\text{절감률}) \times 190,000\text{원} = 14,060,000\text{원}$



- ☞ 절감전력 = 전동기용량(kW) × 절감률(%)
- 단, 전동기 용량이 인버터 용량을 초과할 경우에는 인버터 용량을 기준

■ 최대주파수 제한 사유

상용주파수(f)	최대출력 주파수(f')	전력절감율	소요전력 산식
60Hz	50Hz이하	37%	$(\frac{f'}{f})^{2.6} \propto (\frac{N'}{N})^{2.6}$
	55Hz이하	20%	

- 주) 1. 이론적 지수 : 3.0
2. 적용지수(고효율인버터 효율 95% 적용) : 2.6

- 상용주파수(60Hz)보다 낮게 주파수를 조정하면 피크억제 및 에너지절감이 가능하므로 최대출력 주파수를 고정하기 위한 제어장치를 부착한 인버터만 지원
 - 사용자 및 시공자는 최대출력 주파수 조정 불가
- 부하형태별, 운전시간대별로 전력사용이 변하여 지원금 지급을 위한 절감전력 기준산정이 곤란하나 최대출력주파수를 고정하면 부하상황이 달라져도 최소절감전력산정이 가능
 - 최대주파수를 고정하여도 설치전동기의 여유용량(20~50%)으로 인해 대부분 최대출력 주파수 범위내에서 운전가능