

Plant UPS ?

Current Control System

(주)시그마티이씨



(주)시그마티이씨



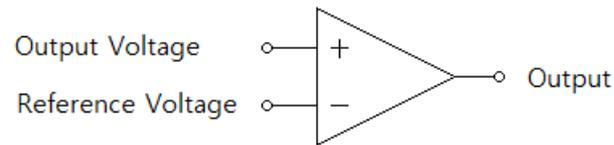
**아래에 기술 된 문서는 전류제어방식 무정전전원장치의 의미를 정의하고
기존의 전압제어방식 무정전전원장치와의 차이점을 기술하여
보다 더 명확한 이해를 돕기 위해 작성 되었습니다.**

제어방식의 차이



전압제어 방식

무정전전원장치(이하 UPS 라 칭한다)에서 출력전압을 안정적으로 유지하기 위하여 '비교기'라는 전자 회로를 이용한다. 전압제어 방식의 UPS는 아래와 같은 회로를 기본으로 출력전압을 조정한다.



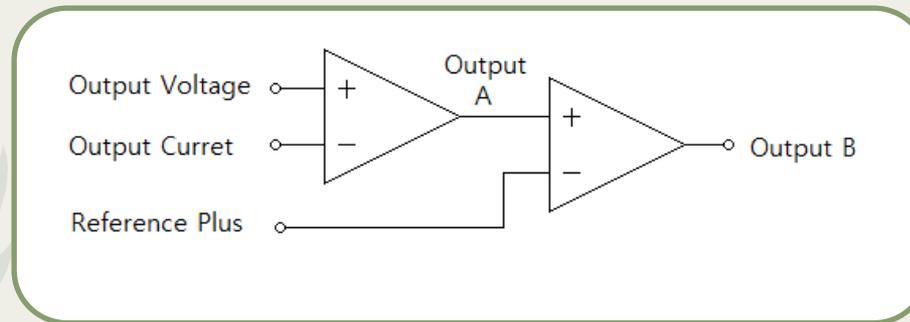
UPS의 출력전압 Output Voltage는 6[VDC]의 기준전압 Reference Voltage와 비교하여 출력전압의 변화 유무를 검출하여 Output이라는 신호를 출력하고 이 신호는 IGBT를 제어하는데 사용된다. 회로의 구성이 간단한 반면에 급격한 부하 변동으로 인한 전류의 변화에 대처 할 수 없으며 부하의 사용 범위가 매우 제한적이다.

제어방식의 차이



전류제어 방식

전류제어 방식의 UPS는 아래와 같은 회로를 기본으로 출력전압을 조정한다.



UPS의 출력전압 Output Voltage는 1차적으로 출력전류 Output Current와 비교하여 출력신호 Output A를 검출한다. 이는 부하변동에 따른 출력전류의 급격한 변화를 출력전압에 반영하기 위한 조치이다.

1차 검출된 출력신호 Output A는 전압제어 방식과는 다른 기준파형 Reference Plus란 신호를 기준으로 비교하여 출력신호 Output B를 출력하고 이 신호는 IGBT를 제어하는데 사용된다.

기준파형 Reference Plus란 회로상에서 임의의 Sine Wave를 발생하여 부하변동과 같은 급격한 상황 변화에서 파형의 일그러짐이 생겼을 경우 이를 보정하기 위한 보호회로이다.

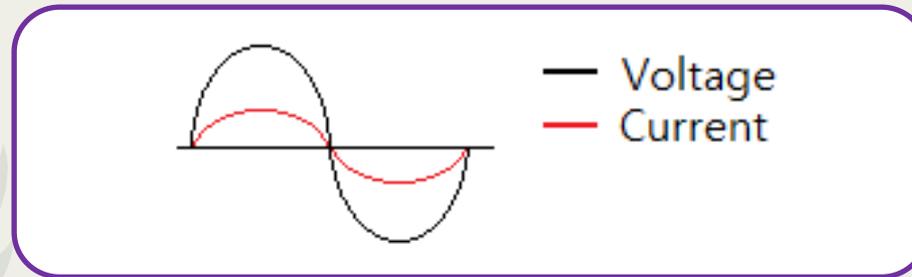
회로의 구성이 매우 복잡하고 고도의 기술을 요구하지만 UPS에 사용 할 수 있는 부하의 선택 폭이 매우 넓어지며 UPS의 발열량이 줄어들어 궁극적으로 사용 수명이 길어지는 효과를 기대 할 수 있고, 출력 파형의 외율을 감소시키면 무효전력량이 줄어들게 되므로 에너지 절감효과를 얻을 수 있다.

제어방식에 따른 출력파형의 비교



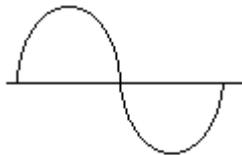
저항성(R) 부하

저항성 부하에서 전류의 흐름은 아래 그림과 같다.

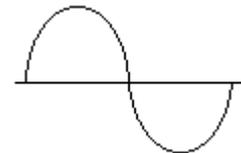


저항성 부하에서 UPS의 출력 전압파형과 출력 전류파형은 같은 위치에서 같은 높낮이로 변화되어 지는 것을 볼 수 있다. 따라서 저항성 부하에서는 파형의 손실이 극히 적어 UPS의 작동은 매우 원활히 이루어진다고 볼 수 있다. 아래 그림은 각각의 제어방식에 따른 UPS의 출력 파형이다.

전압제어



전류제어

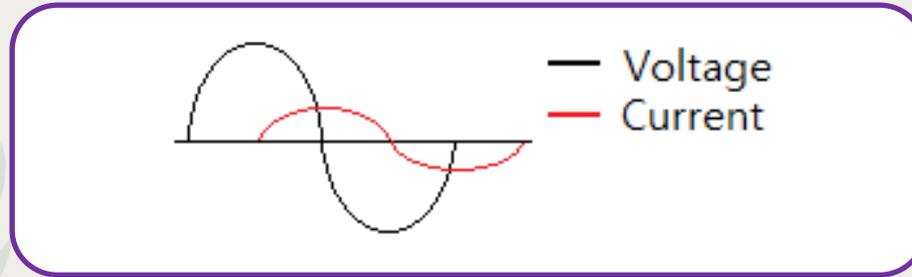


제어방식에 따른 출력파형의 비교

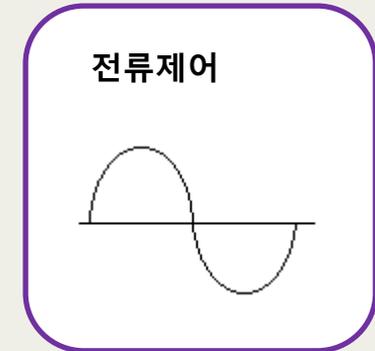
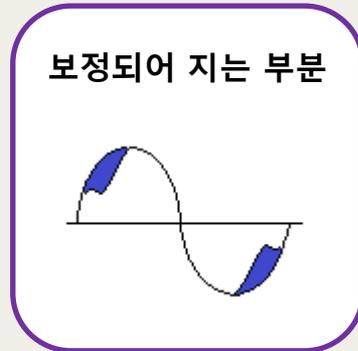
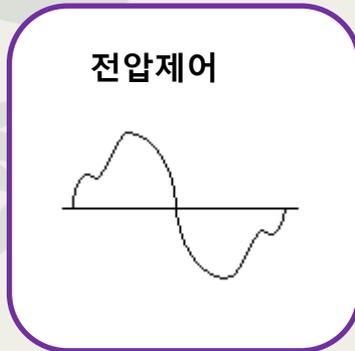


유도성(L) 부하

유도성 부하에서 전류의 흐름은 아래 그림과 같다.



유도성 부하에서 UPS의 출력 전류파형은 출력 전압파형에 비해서 90° 가 늦어진 상태에서 진행이 되는 것을 볼 수 있다. 따라서 유도성 부하에서는 파형의 손실은 아래의 그림과 같이 나타나며 손실된 부분은 열로 발생이 되어 부품의 수명을 단축 시킬 뿐만 아니라 더 많은 전력을 소모하게 된다.

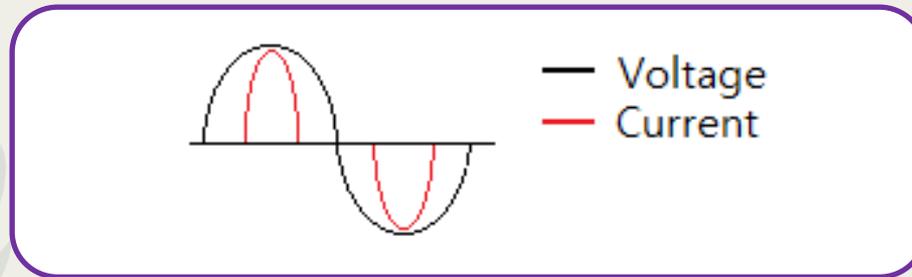


제어방식에 따른 출력파형의 비교

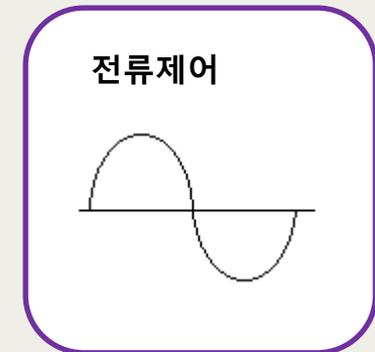
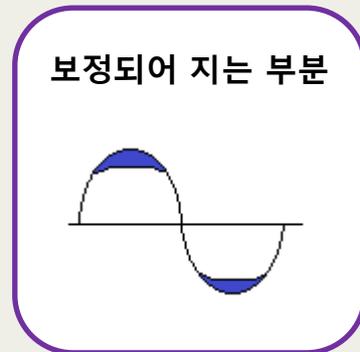
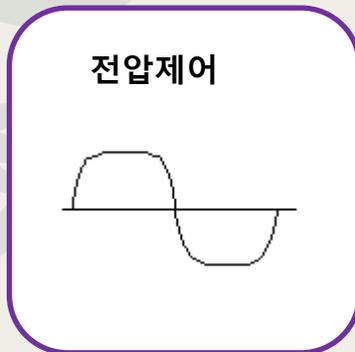


용량성(C) 부하

용량성 부하에서 전류의 흐름은 아래 그림과 같다.



용량성 부하에서 UPS의 출력 전류파형은 특정 부위에서만 매우 높은 전류가 흐르는 것을 볼 수 있다. 따라서 용량성 부하에서는 파형의 손실은 아래의 그림과 같이 나타나며 손실된 부분은 열로 발생이 되어 부품의 수명을 단축 시킬뿐만 아니라 더 많은 전력을 소모하게 된다.



부하에 따른 용량의 산출



저항성(R) 부하

부하용량 3[KVA]의 전열히터를 사용 했을 경우에 UPS의 용량 산정은 아래와 같다.

부하용량 : 3[KVA]

부하역율 : 80[%]

전력예비율 : 30[%]

$$\begin{aligned}
 & 3,000 \quad \times \quad 1.2 \quad \times \quad 1.3 \\
 & \text{부하용량} \quad \text{부하역율} \quad \text{전력예비율} \\
 & = 4,680[\text{VA}] \approx 5 [\text{KVA}]
 \end{aligned}$$

부하의 역율은 통상의 80[%]를 기준으로 산정되어 있다.

역율이 낮은 장비일 수록 UPS의 용량을 더 필요로 하게 된다는 점을 유의하여야 한다.

부하의 기동치를 대비해 약 30[%]로 전력 예비율을 두었다.

저항성 부하에서의 UPS 제어방식의 분류는 무의미하기에 두 방식 보다 같은 용량을 산출하면 된다.

부하에 따른 용량의 산출



유도성(L) 부하

부하용량 3[HP]의 Motor 장비를 사용 했을 경우에 UPS의 용량 산정은 아래와 같다.

부하용량 : 3[HP]
 부하역율 : 80[%]
 전력예비율 : 375[%]
 파형외율 : ??[%]

3마력[HP]의 부하용량환산 : $3,000 \times 0.75 = 2,250[W]$
 $2,250(\text{Motor 용량}) \times 1.2(\text{역율}) \times 3.75(\text{전력예비율})$
 $\times ??(\text{파형외율})$

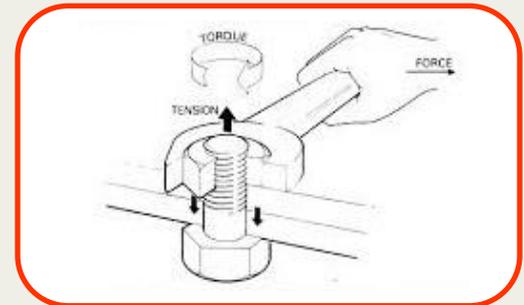
유도성 부하의 용량 산출에서 파형외율이 '??' 표기되어 있다.

이는 UPS의 제어방식에 따라 Motor의 기동치를 산정함에 있어 그 비율이 현저히 틀려지기 때문이다. Motor의 기동치는 통상의 경우 약 500[%]~1,000[%]로 정의 되어져 있는데 왜 이렇게 많은 기동 전류가 소모되는지 먼저 이해 할 필요가 있다.

TORQUE(토크)

Torque란 회전체를 돌리기 위한 회전력의 수치이다.

옆의 그림의 경우처럼 볼트를 조이거나 풀기 위해 팔에 얼마만큼 힘을 주어야 하는 경우와도 같다.





유도성(L) 부하

Starting Current(기동전류)란

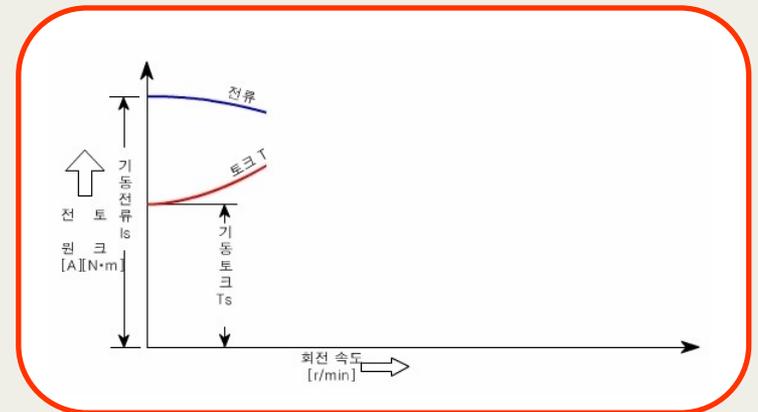
정지상태인 Motor의 저항값과 운전중인 Motor의 저항값이 다르기 때문에 나타나는 현상이다.

정지상태에서 Motor의 저항값은 매우 작아 초기 동작을 하게 되면 전류는 엄청난 양이 흐르게 되는데 이것을 기동전류라고 한다. Coil에 전류가 흐르게 되면 주파수가 높아져 전류의 흐름이 방해받게 되고 열이 발생하게 되어 Coil의 저항값은 점차적으로 증가하게 되어 흐르는 전류의 양은 줄어들게 된다.

같은 전압을 인가하였을 경우에 저항값이 상대적으로 적은 정지상태에서 전류가 약3~10배가 흐르게 된다.

일반적으로 전원 투입 후 Motor가 기동 >> 가속 >> 정속에 이르는 과정의 Motor의 Torque 및 전류의 변화는 옆의 그림과 같다.

전류는 기동할 때에 가장 크고, 회전수가 상승하면 감소한다.



부하에 따른 용량의 산출

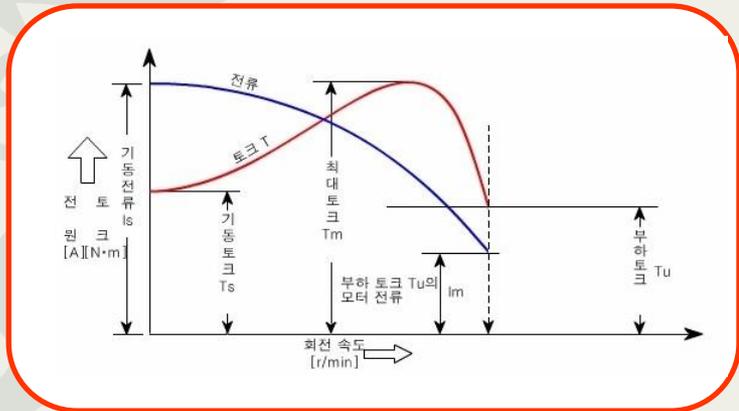
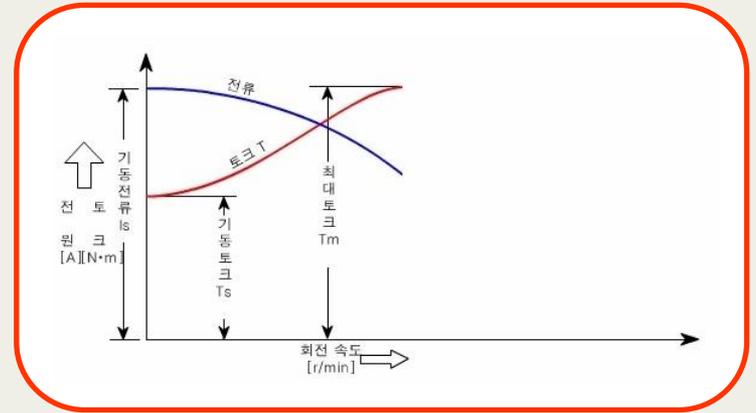


유도성(L) 부하

또한 Torque는 회전속도가 상승하면 증가하고, 일정한 회전속도를 지나면 감소한다.

Motor의 회전수가 증가하면 전류는 서서히 감소한다.

Torque는 반대로 증가하는 경향이 있지만 도중에 한계에 부딪히게 된다.



회전속도가 높아지면 Torque는 감소한다.
부하의 Torque와 Motor의 발생 Torque가 교차하는 점에서 정속 운전이 이루어진다.

부하에 따른 용량의 산출



유도성(L) 부하

위와 같은 이유로 인하여 전력예비율은 375[%]를 산정한다.

전압제어 방식에서의 용량 산출

3마력[HP]의 부하용량환산 : $3,000 \times 0.75 = 2,250[W]$

$2,250(\text{Motor 용량}) \times 1.2(\text{역율}) \times 3.75(\text{전력예비율}) \times 2(\text{파형외율})$
 $= 20,250[VA] \approx 20[KVA]$

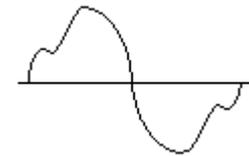
파형외율을 산정하는 이유

앞서 설명한 제어방식에 따른 출력파형의 비교에서와 같이 전압제어 방식은 옆에 그림과 같이 출력파형이 비정상적으로 찌그러지는 부분이 생기는데 이 부분을 외율이라고 한다.

외율은 필연적으로 Transformer와 IGBT와 같은 반도체 소자에 열을 발생시키고 이로 인한 전력 소모가 늘어나게 된다.

그래서 이를 보존하기 위해 200[%]의 전력예비율을 더 가져가야만 한다.

전압제어



부하에 따른 용량의 산출



유도성(L) 부하

위와 같은 이유로 인하여 전력예비율은 375[%]를 산정한다.

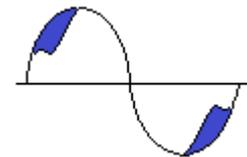
전류제어 방식에서의 용량 산출

$$\begin{aligned}
 &3\text{마력[HP]의 부하용량환산} : 3,000 \times 0.75 = 2,250[\text{W}] \\
 &2,250(\text{Motor 용량}) \times 1.2(\text{역율}) \times 3.75(\text{전력예비율}) \\
 &= 10,125[\text{VA}] \approx 10[\text{KVA}]
 \end{aligned}$$

파형외울을 산정하지 않은 이유

앞서 설명한 제어방식에 따른 출력파형의 비교에서와 같이 전압 제어 방식은 출력파형이 비정상적으로 찌그러지는 부분이 생기는데 전류제어방식은 이 부분을 보정하여 외울을 최대한으로 줄였기 때문이다.

보정되어 지는 부분



부하에 따른 용량의 산출



용량성(C) 부하

부하용량 3[KVA]의 SMPS 장비를 사용 했을 경우에 UPS의 용량 산정은 아래와 같다.

부하용량 : 3[KVA]
 부하역율 : 60[%]
 전력예비율 : 300[%]
 파형외율 : ??[%]

3,000	X	1.6	X	3	X	??
부하용량		부하역율		전력예비율		파형외율

전력예비율은 용량성 부하의 통상의 기준으로 300[%]를 기준으로 하였으며 파형외율은 '??' 표기되어 있다. 이는 UPS의 제어방식에 따라 SMPS의 기동치를 산정함에 있어 그 비율이 현저히 틀러지기 때문이다.

부하에 따른 용량의 산출



용량성(C) 부하

위와 같은 이유로 인하여 전력예비율은 300[%]를 산정한다.

전압제어 방식에서의 용량 산출

$$3,000(\text{SMPS 용량}) \times 1.6(\text{역율}) \times 3(\text{전력예비율}) \times 2(\text{파형외율}) \\ = 28,800[\text{VA}] \approx 30[\text{KVA}]$$

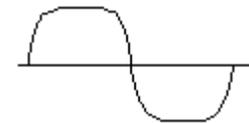
파형외율을 산정하는 이유

앞서 설명한 제어방식에 따른 출력파형의 비교에서와 같이 전압제어 방식은 옆에 그림과 같이 출력파형이 비정상적으로 찌그러지는 부분이 생기는데 이 부분을 외율이라고 한다.

외율은 필연적으로 Transformer와 IGBT와 같은 반도체 소자에 열을 발생시키고 이로 인한 전력 소모가 늘어나게 된다.

그래서 이를 보존하기 위해 200[%]의 전력예비율을 더 가져가야만 한다.

전압제어



부하에 따른 용량의 산출



용량성(C) 부하

위와 같은 이유로 인하여 전력예비율은 300[%]를 산정한다.

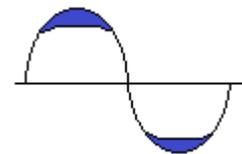
전류제어 방식에서의 용량 산출

$$3,000(\text{SMPS 용량}) \times 1.6(\text{역율}) \times 3(\text{전력예비율}) \\ = 14,400[\text{VA}] \approx 15[\text{KVA}]$$

파형외울을 산정하지 않은 이유

앞서 설명한 제어방식에 따른 출력파형의 비교에서와 같이 전압제어 방식은 출력파형이 비정상적으로 찌그러지는 부분이 생기는데 전류제어방식은 이 부분을 보정하여 외울을 최대한으로 줄였기 때문이다.

보정되어 지는 부분



Noise Countermeasure

Ribet Core와 pot Core의 사용으로 Leakage Flux를 극소화 시켰고, Switching Power 과정에서 발생하는 Ripple의 Component 주 전원으로의 유입을 방지하기 위하여 각각의 Power Source에 Inductor를 장착하였다.



Source 전원이 되는 Battery 전원에서 유입되는 Noise와 이로 인해 발생하는 Error 요인을 없애기 위해 Line Filter를 장착하였다.



Private Drive

Agilent Technologies 사의 IGBT 전용 Drive IC HCPL-316J를 장착하여 IGBT를 구동시켰으며 DEAST Fault Detection Circuit, Auto-Reset Circuit, Global-Shutdown Circuit의 3종 안전장치를 구현하여 IGBT가 파손 될 확률을 획기적으로 줄였다.



Current Buffer for Increased Drive Circuit을 채택하여 IGBT 용량의 확장이나 먼 거리의 제어가 용이하도록 설계하였다.



Capacitor

Polymer Aluminum Electrolytic Capacitor

DC Capacitor를 PCB Board 상에 배열을 하여 IGBT의 최대한 가까운 곳에 취부를 하도록 설계하였다. 이 새로운 방식의 Capacitor Array Board는 IGBT의 Switching 동작 중에 발생하는 Ripple의 감도를 줄여주며, 추후 Capacitor를 교체 할 때에도 고정된 Bolt 4개만을 해체 하면 교환이 가능한 매우 간단한 구조로 설계되었다.



Low ESR, High Ripple Current Designed
Temp 105°C
더 강해진 성능, 더 낮은 발열, 더 길어진 수명 !!
최고의 부품만을 사용합니다.

Current Control

초정밀 Round Shape for Transmitting Wire Hall Sensor를 적용하여 Inverter의 Current를 실시간으로 감시하여 이 전류 값을 출력전압에 반영한다. 반영 된 전류 값은 급격한 부하의 변동이나 파형의 외율 등에서 발생한 할 수 있는 전압의 변동을 보상하여 준다.



Real Time Clock Function (Option)

Real Time Clock를 장착하여 제품의 설치일자를 간단히 확인 할 수 있으며 별도의 Key Pad를 이용하여 임의의 시간 2가지를 자유롭게 설정하고 관리 할 수 있다. 이 설정된 시간은 Battery 교체 주기 또는 Capacitor의 교체 주기를 알려주는 타이머의 용도로 사용 될 수 있으며 설정된 시간에 도달하면 Display에 내장된 Buzzer에 의하여 사용자에게 이를 알려준다.

Buzzer Alarm은 전면의 "MUTE" Button을 통하여 끌 수 있으나 2일이 지나면 자동으로 MUTE 기능은 Reset이 되며 다시 Buzzer음을 송출한다.

설정된 타이머의 재설정은 오직 별도의 Key Pad만을 통하여 이루어진다.

