

정지형 전력변환장치의 기술개발

○ 황 용 하  
(Yang - Ho Hwang)

이화전기공업주식회사 개발부장

1. 서 론

전력용 반도체의 발달에 따라 전력변환장치는 급진적으로 발전하여 종래 사용하던 회선식변환 장치를 정지형 변환장치로 대체하여 낮은 설치비용, 높은안정도, 높은효율, 좁은설치공간, 무보수 쪽으로 획기적인 발전을 도모했으며 최근에는 MICROPROCESSOR 의 발달에 따라 전력변환장치에도 이를 적용하여 사용자의 편의를 위해 자체고장 진단기능, 전원상태표시 및 기록기능, 또 운용자가 특별한 기술없이 간단히 조작할 수 있는 단순화된 조작기능, 또한 COMPUTER 와 INTERFACE 시켜 전원상태를 쉽게 MONITOR할 수 있는 기능을 추가하여 무인화안전 및 상태판독을 할수 있는 기능 및 보수시간(MTTR)을 최소화 할수 있는 구조로 제작하여 보수시간 단축등 인간공학적인 측면에서 가장 편리하고 쉽게 운용이 되도록 제작되고 있고 이를 성취하기 위해 우수한 전문업체들의 노력은 대단하다.

2. 최신기술의 동향

2.1 무정전 전원장치 (UPS)

본 장치는 MICROPROCESSOR 를 이용한 정현파 PWM 제어 방식을 채택하고 있으며 COMPUTER 와 INTERFACE 시켜 모든 정보처리를 전산화할 수 있는 첨단제품이다.

(a) 동작원리

고림1은 종래의 UPS 장치의 구성도이며 고림2는 근래에 새로 개발된 UPS 장치의 구성도이다. 고림3은 고림2를 좀더 구체화시킨 구성도이며 이 UPS 는 단일 TRANSFORMER 로 구성되어 INVERTER 권선, 출력권선, 그리고 상용입력권선등 3개로 분리된 TRANSFORMER 를 중심으로 INVERTER 권선과 출력권선은 전기적으로 밀결합되어 있으며, 상용 입력권선은 MAGNETIC SHUNT 를 통해 결합되어 있다. INVERTER 가 상용입력전원과 동위상으로 동작될때 전력의 흐름

은 INVERTER 와 상용전원입력 사이의 위상각에 따라 조절된다. 예를들어, 위상각이 작을때는 INVERTER 가 부하에 전력을 공급하게 되어 BATTERY 는 방전하게되고, 위상각이 증가하면 INVERTER 에서의 전력공급은 감소하게 된다.

위상각이 더욱 증가하게되면 상용입력전원에 의해 부하에 전력을 공급하게되고, 이 전력은 INVERTER 로 입력되어 BATTERY 를 충전케됨으로 INVERTER 와 CHARGER 의 기능을 겸함으로써 회로가 간단해지고 SYSTEM 의 변환효율이 대단히 높다.

교류정현파는 TRANSISTOR 로 구성된 INVERTER 의 BRIDGE 회로에 의하여 조합된다.

한 주기가 50개의 PULSE 로 구성된 INVERTER PWM 출력단은 LOW PASS PWM FILTER 를 통해 INVERTER 권선에 연결되어 이 파형은 교류출력 전압과 INVERTER 내부에서 발생된 정현파 기준전압을 비교함으로써 제어된다.

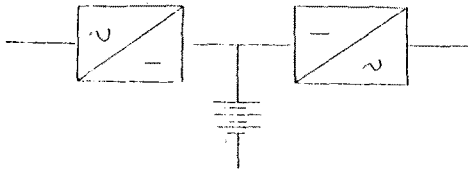
또한, 상용입력전원은 AC 차단 SWITCH 를 통해 TRANSFORMER 에 연결되어 있으며, 정상운전의 경우 INVERTER 는 출력전압만을 정전압으로 제어하며 모든 부하전력은 상용전원에 의해 공급된다.

만일, 상용전원이 정전되거나 전압 또는 주파수가 규정치를 벗어났을 경우 AC DISCONNECT SWITCH 가 차단되어 BATTERY 에 충전된 전력을 INVERTER 를 통해 부하에 공급케 된다.

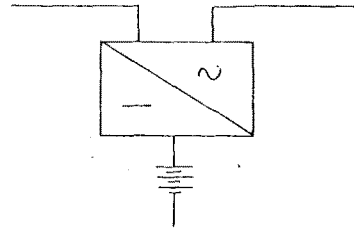
고림4는 고림3의 등가회로로서 부하는 INVERTER 와 직접 연결되어 INDUCTOR,  $L_s$  를 통해 상용전원에 접속되며, INVERTER 전압  $E_i$  는 입력전압의 변위각  $\phi$  에 의해 상용전압  $E_u$  보다 LAG 한다.

고림5에서  $\phi$  가 작을경우에는 입력은 물론 INDUCTOR 전류  $I_L$  역시

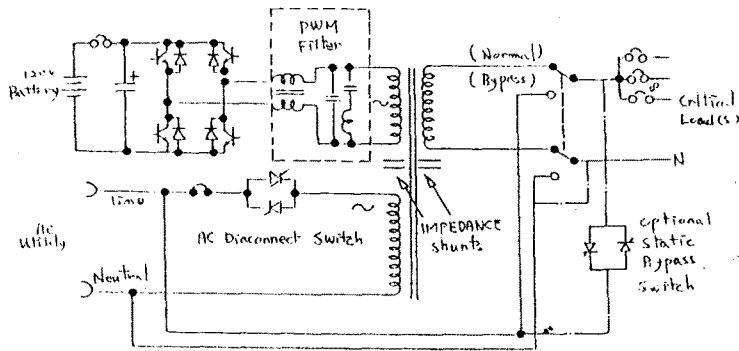
작다. INVERTER 전류  $I_i$  는 INVERTER 전압  $E_i$  와 거의 동상  
 이므로 INVERTER 는 상용전원에 의해 공급되는 것이 아닌 부하의



고림1. 종래의 UPS 구성도



고림2. 새로운 UPS 구성도



고림3. 새로운 UPS 내부도

전력요구치를 충족시키기 위한 전력을 공급하게 된다.  
 이런경우에 BATTERY 는 방전상태가 된다. 입력전압의 변위각  $\phi$  가  
 증가하게되면 INDUCTOR 전류  $I_L$  의 실수부는 부하전류  $I_o$  와 같게  
 되며, 상용입력전원이 부하에 전(主) 전력을 공급하게 된다.

INVERTER 전류  $I_i$  가 전압  $E_i$  와  $\frac{\pi}{2}$  (rad) 위상차를 갖게되면 IN-  
 VERTER 로 유입되거나 유출되는 전력이 없으므로 BATTERY 의 전류  
 는 "0" 이 된다. 즉, 임계점 ("Breakeven"Point) 에 이르게  
 된다.

입력전압의 변위각이 매우 큰 경우  $\phi$  가 상당히 커진 경우 IN -  
 VERTER 전류  $I_i$  의 방향은 INVERTER 에 전력유입과 BATTERY 가  
 현재 충전되고 있음을 지시하게 되며 이때 상용전원은 부하에 요구치  
 전력을 다시 공급하게 된다.

(b) 제어기능

본 장치의 제어기능은 MICROPROCESSOR 를 사용,  
 고림8과 같이 모든 정보처리를 DIGITAL하 하여 상태를 간단히 파악  
 처리할 수 있도록 구성되었고, INVERTER 출력파형은 고림9와 같이

근사 SINE WAVE 을 얻을 수 있도록 PWM 제어를 하며 제 49차 이  
 상의 고조파 성분을 제거하기 위한 FILTER 회로를 구성, 삼입하여  
 회로 IMPEDANCE 를 극소화함은 물론 과도특성을 개선할 수 있도록  
 구성되어 있다.

(c) 특성비교

선진 몇개국 즉, 미국, 일본, 스웨덴등의 나라들은 전  
 력변환기술이 거의 평준화 되어 있는만큼 이들의 신기술 개발을 위한  
 경쟁은 매우 치열하다고 하겠다.

다라서, 우리는 이들 회사의 종래제품 및 최근에 새로 개발된 제  
 품을 비교분석함으로써 앞으로 전력변환 기술이 나아갈 방향을 제시  
 할 수 있을 뿐만이 아니라 전력변환 기술계에 새로운 장까지도 창출  
 수 있는 가능성을 제시해 줄 수도 있으리라 생각된다.

예를들면, 과거의 전력변환기에 대해서 최근에 새로 개발된 신제품  
 의 특성을 비교해 볼때, ANALOG 방식에서 MICROPROCESSOR 를  
 이용한 제어방식으로 LAMP 또는 LED (Light Emitting Diode)  
 에 의한 표시방법에서 DISPLAY 판넬에 DIGITAL화된 표시 방법으로

의 외부적인 변화뿐만 아니라 제품의 내적 특성면에서도 괄목할 만한 향상과 변화가 있었다. SYSTEM의 효율이나 입력전압 변동 허용 범위가 종래의 것보다 비하여 상당히 향상되었으며, 입력에 대한 역류 고주파 영향, 출력

파형왜음, 고리고 소음등이 현저하게 감소되었음을 알 수 있다. 이상을 표 1, 2로 정리, 제시하여 이해를 돕도록 하였다.

표 11 SYSTEM 구성 비교

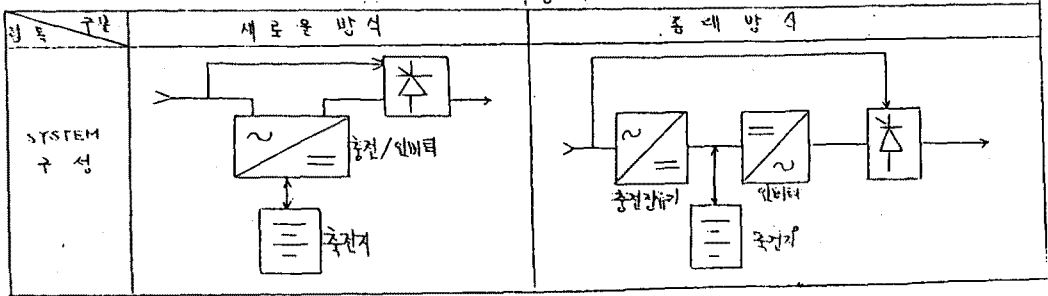


표 21 SYSTEM 특성 비교

항 목 \ 구 분	새 로 은 방 식	종 래 방 식
제 어 방 식	MICROPROCESSOR SYNTHESIZE PWM 제어	DIGITAL, ANALOG 의 PAM, PWM 제어
상 태 및 경 보 표 시	DISPLAY 패널에 DIGITAL 확인 표시	LAMP 또는 LED
효 율	90 % 이상	70 %
입 력 전압 변 동 허 용 범 위	정격전압 +15%, -20%	정격전압 ±10% 이내
입 력 역 류 고 주 파	5 %	17 %
부 하 역 율	0.17LAG부터 0.9LAG	0.8LAG 또는 0.9LAG
출 력 파 형 왜 율	3% TOTAL 2% SINGLE	5 %
입 력 역 율	0.9 LAG	0.7 LAG
소 음	55 dB	75 dB

2.1.2 고압대용량 VLV/VLF

여기서 소개하고자 하는 고압대용량 MOTOR 가변속 장치는 MOTOR의 효율적인 운용과 전력절감을 위해 현재 우리나라에서도 널리 보급되기 시작한 VLV/VLF와 같은 용도의 것으로, 지금까지는 고림8과 같이 입력단과 출력단에 TRANSFORMER를 부착하여 전압을 강압, 승압시켜 사용했던 것을 최근에는 고림9에서 보는 바와 같이 기존 SYSTEM의 입력, 출력단에서 TRANSFORMER를 제거, 직접 고압 616KV/313KV 급을 제어할 수 있는 방식의 미국이 전문업체 이 장비는 CONVERTER, DC LINK REACTOR, INVERTER, FORCE COMMUTATION CIRCUIT, 고리고 OUTPUT FILTER 등의 기본 BL-

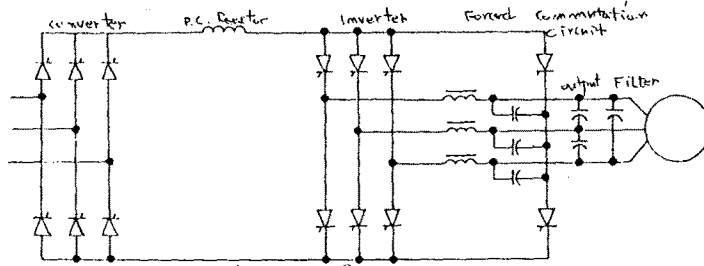
에서 개발되어 실용화 단계에 이르고 있다. 아래 고림9에서와 같이 입·출력 TRANSFORMER를 사용하지 않게 되면 변압기 자체내에서의 손실과 고압을 저압으로 하여 제어할때 발생하는 회로에서의 손실을 줄임으로서 전체 SYSTEM의 효율을 향상시킬 수 있으며, 입력단과 출력단측의 TRANSFORMER에 따른 장치원가를 절감할 수 있으므로, 이로인해 보다 성능이 우수하고 값이 싼 장비를 공급할 수 있다. OCK으로 구분할 수 있으며, 이에대한 POWER CIRCUIT을 고림 10에서 보여주고 있다.



고림 8. 종래 방식



고림 9. 새로운 방식



고림 10. 교압용 POWER CIRCUIT

따라서 선진국들은 이에대한 대처방안을 강구하기 시작하여 현재 상당한 수준에 와 있으나 아직은 이 많은 요구들을 충족시키기에는 미흡한 실정이다.

고전고로 이에 대하여 선진국 (특히 미국, 일본등)은 축적된 기술을 바탕으로 전력을 경주하고 있음은 물론이고 개발도상국 까지도 정부차원에서 이 분야를 중점 육성사업으로 지정하여 총력을 기울이고 있다.

우리나라에서도 많은 관심을 가지고 여러기업이 개발연구에 박차를 가하고 있으므로 가까운 장래에 좋은 결과를 가져올 수 있을것으로 기대되며 이 분야는 특히 여러기술의 집합체이므로 우수한 두뇌의 합리적 구성이 선행되어야 한다.

이 회로에서는 내압을 높이기 위하여 여러개의 SCR (Silicon Controlled Rectifier) 을 직렬로 연결하여 사용하는 전류형 INVERTER 방식을 채택하고 있는데, 이 경우에 있어서의 문제점은 SCR TURN OFF 회로가 매우 복잡해지며 고도의 기술을 요구하고 있다는 점이다.

따라서 전력변환계통에 종사하는 많은 기술자들은 전류형 INVERTER 의 SCR TURN OFF 회로가 보다 간단하고, 신속 정확하게 동작할 수 있도록 하기 위하여 많은 연구와 노력을 하고있다.

### 3. 결 론

오늘날 모든 제어 SYSTEM 이 고려하듯이 전력변환기기 역시 정확성, 속응성, 신뢰성, 안전성, 유연성 등이 보다 절실히 현실적으로 대두하게 되었다.