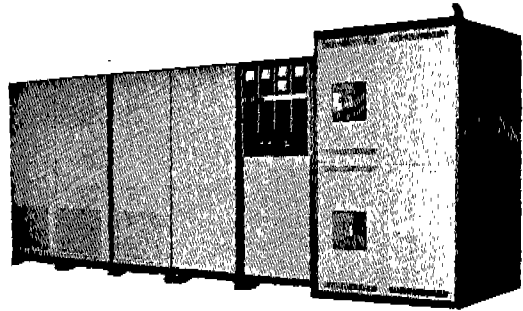


전력용 반도체 발달에 따른 電力變換裝置



황 용 하

二和電機工業株式會社 開發部長

1. 서 론

전력용 반도체의 발달에 따라 전력변환장치는 급진적으로 발전하여 종래 사용하던 회전식 변환장치를 정지형 변환장치로 대체하여 낮은 설치비용, 높은 안정도, 높은 효율, 좁은 설치공간, 무보수 쪽으로 획기적인 발전을 도모했으며 최근에는 마이크로프로세서의 발달에 따라 전력변환장치에도 이를 적용하여 사용자의 편의를 위해 자체고장진단 기능, 전원상태 표시 및 기록 기능, 또 운용자가 특별한 기술없이 간단히 조작할 수 있는 단순화된 조작기능, 또한 컴퓨터와 인터페이스(Interface)시켜 전원상태를 쉽게 감시(Monitor)할 수 있는 기능을 추가하여 무인화 운전 및 상태관독을 할 수 있는 기능 및 보-

수시간(MTTR)을 최소화 할 수 있는 구조로 제작하여 보수시간 단축 등 인간공학적인 측면에서 가장 편리하고 쉽게 운용이 되도록 제작되고 있고 이를 성취하기 위해 우수한 전문업체들의 노력은 대단하다.

2. 최신기술의 동향

가. 무정전 전원장치(UPS)

본 장비는 마이크로프로세서를 이용한 정현파 펄스폭 변조(Pulse Width Modulation) 제어방 방식을 채택하고 있으며 컴퓨터와 인터페이스시켜 모든 정보처리를 전산화할 수 있는 첨단제품이다.

(1) 동작원리

그림 1은 종래의 무정전 전원장치(UPS)의 구성도이며, 그림 2는 근래에 새로 개발된 무정전 전원장치(UPS)의 구성도이다.

그림 3은 그림 2를 좀 더 구체화시킨 구성도이며, 이 무정전 전원장치(UPS)는 단일 변압기로 구성되어 역변환부(Inverter) 권선, 출력 권선, 그리고 상용입력권선 등 3개로 분리된 변압기를 중심으로 역변환부 권선과 출력권선은 전기적으로 밀결합되어 있으며, 상용입력권선은 자기 선트(Magnetic Shunt)를 통해 결합되어 있다.

역변환부가 상용입력전원과 동위상으로 동작될 때 전력의 흐름은 역변환부와 상용 전원입력 사이의 위상각에 따라 조절된다.

예를들어 위상각이 작을 때는 역변환부가 부하에 전력을 공급하게 되어 축전지는 방전하게 되고 위상각이 증가하면 역변환부에서의 전력공급은 감소하게 된다.

위상각이 더욱 증가하게 되면 상용 입력전원에 의해 부하에 전력을 공급하게 되고 이 전력은 역변환부로 입력되어 축전지를 충전케되므로 역변환부와 충전기의 기능을 겸함으로써 회로가 간단해지고 시스템의 변환효율이 대단히 높다.

교류정현파는 트랜지스터로 구성된 역변환부의 브리지 회로에 의하여 조합된다.

한주기가 50개의 펄스(Pulse)로 구성된 역변환부 펄스폭 변조(PWM) 출력단은 저역통

과 펄스폭 변조 필터(Low Pass P.W.M, Filter)를 통해 역변환부 권선에 연결되어 이 파형은 교류출력전압과 역변환부 내부에서 발생된 정현파 기준전압을 비교함으로써 제어된다.

또한 상용입력전원은 교류(AC) 차단스위치를 통해 변압기에 연결되어 있으며, 정상운전의 경우 역변환부는 출력전압만을 정전압으로 제어하며 모든 부하전력은 상용전원에 의해 공급된다.

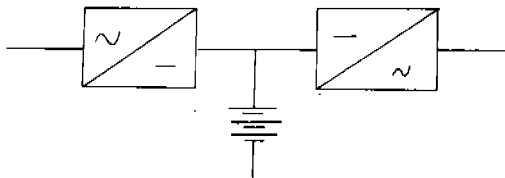
만일 상용전원이 정전되거나 전압 또는 주파수가 규정치를 벗어났을 경우 교류 무접점 스위치(AC Disconnect Switch)가 차단되어 축전지에 충전된 전력을 역변환부를 통해 부하에 공급케 된다.

그림 4는 그림 3의 등가회로로서 부하는 역변환부와 직접 연결되어 인덕터(Inductor) L_s 를 통해 상용전원에 접속되며, 역변환부 전압 E_i 는 입력전압의 변위각 베타(β)에 의해 상용전압 E_u 보다 지상(Lag)이다.

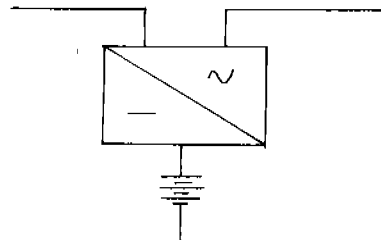
그리고 인덕터전류, I_L 은 인덕터전압 E_L 보다 $\frac{\pi}{2}$ 지상이며 크기는 부하전류 I_0 와 역변환부 전류 I_i 의 벡터 합이 된다.

그림 5에서 베타가 작을 경우에는 입력은 물론 인덕터 전류 I_L 역시 작다.

역변환부전류 I_i 는 역변환부 전압 E_i 와 거의 동상이므로 역변환부는 상용전원에 의해 공급되는 것이 아닌 부하의 전력요구치를 충족시키기 위한 전력을 공급하게 된다. 이런 경우에 축전

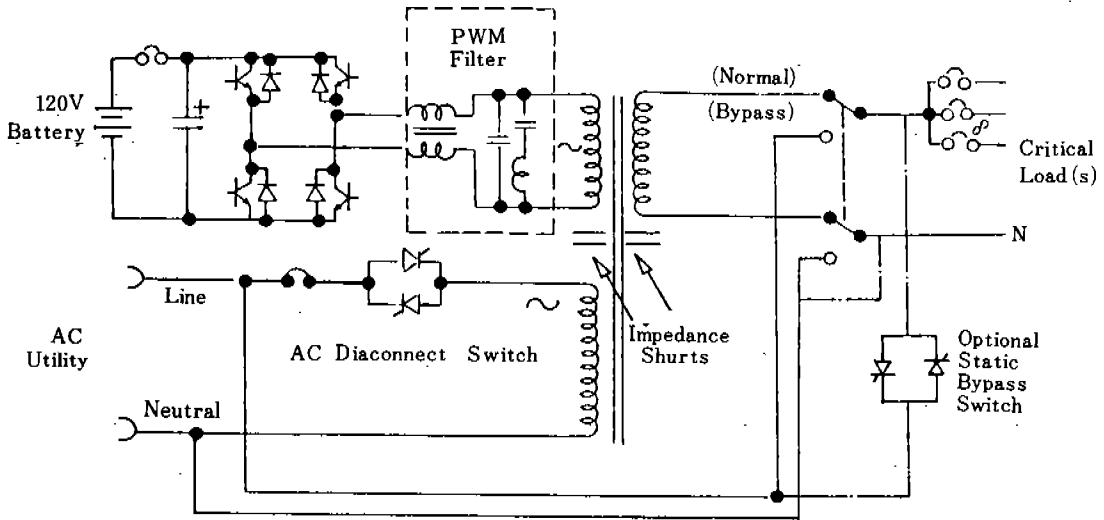


〈그림 1〉 종래의 UPS 구성도



〈그림 2〉 새로운 UPS 구성도

전력용 반도체 발달에 따른 電力變換裝置



〈그림 3〉 새로운 UPS 내부도

지는 방전상태가 된다. 입력전압의 변위각 베타가 증가하게 되면 인덕터 전류 I_L 의 실수부는 부하전류 I_0 와 같게 되며, 상용입력전원이 부하에 전전력(全電力)을 공급하게 된다.

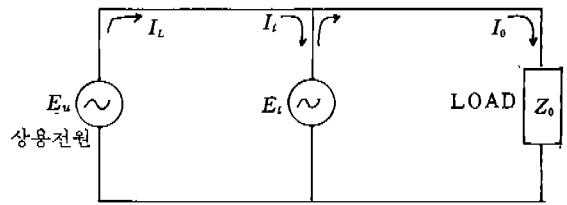
역변환부 전류 I_i 가 전압 E_i 와 $\frac{\pi}{2}$ 위상차를 갖게 되면 역변환부로 유입되거나 유출되는 전력이 없으므로 축전지의 전류는 "0"이 된다.

즉, 임계점 ("Breakeven" Point)에 이르게 된다.

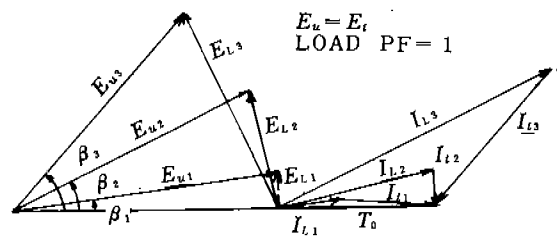
입력전압의 변위각이 매우 큰 경우, 즉 베타가 상당히 커진 경우 역변환부전류 I_i 의 방향은 역변환부에 전력유입과 축전지가 현재 충전되고 있음을 지시케 되며 이때 상용전원은 부하에 요구치 전력을 다시 공급하게 된다.

(2) 제어기능

본 장치의 제어기능은 마이크로프로세서를 사용, 그림 6 과 같이 모든 정보처리를 디지털화하여 상태를 간단히 파악처리할 수 있도록 구성되었고, 역변환부 출력파형은 그림 7 과 같이 근사 정현파를 얻을 수 있도록 펄스폭변조(PWM)제어를 하며 제49차 이상의 고조파 성분을



〈그림 4〉 새로운 UPS 등가회로

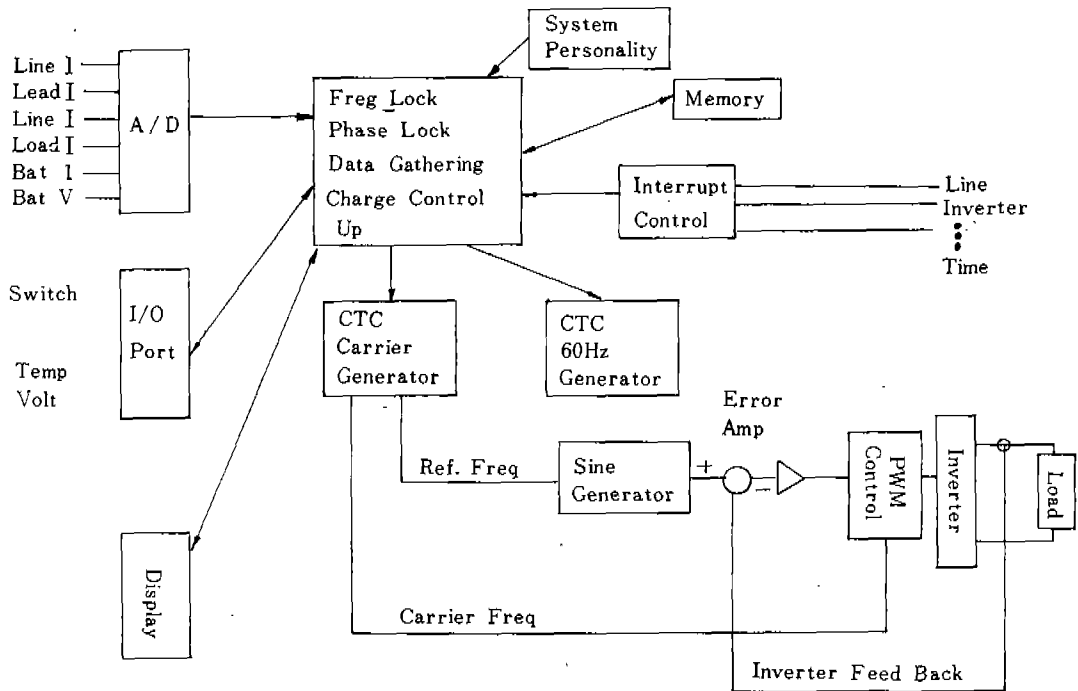


〈그림 5〉 벡터도

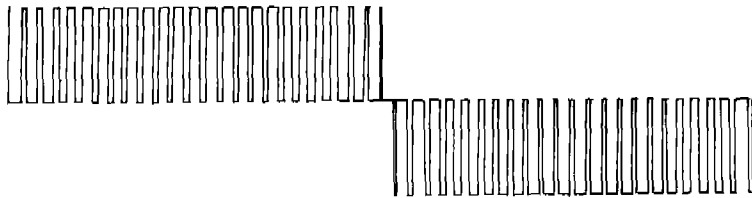
제거하기 위한 필터회로를 구성, 삽입하여 회로 임피던스를 극소화함은 물론 과도특성을 개선할 수 있도록 구성되어 있다.

(3) 특성비교

선진 몇개국, 즉 미국, 일본, 스웨덴 등의 나



〈그림 6〉 시스템 구성도



〈그림 7〉 인버터 출력파형

라들은 전력변환기술이 거의 평준화되어 있는 만큼 이들의 신기술개발을 위한 경쟁은 매우 치열하다고 하겠다.

따라서 우리는 이들 회사의 종래제품 및 최근에 새로 개발된 제품을 비교 분석함으로써 앞으로 전력변환기술이 나아갈 방향을 제시할 수 있을 뿐만 아니라 전력변환기술계에 새로운 장까지도 창출할 수 있는 가능성을 제시해줄 수도 있으리라 생각된다.

예를들면 과거의 전력변환기기에 대해서 최근

에 새로 개발된 신제품의 특성을 비교해볼 때 애널로그방식에서 마이크로프로세서를 이용한 제어방식으로 전구 또는 발광 다이오드에 의한 표시방법에서 전광패널에 디지털화된 표시방법으로의 외부적인 변화뿐만 아니라 제품의 내적 특성면에서도 괄목할만한 향상과 변화가 있었다. 시스템의 효율이나 입력전압 변동허용 범위가 종래의 것에 비하여 상당히 향상되었으며, 입력에 대한 역류고주파 영향, 출력파형 왜곡률, 그리고 소음 등이 현저하게 감소되었음을 알 수

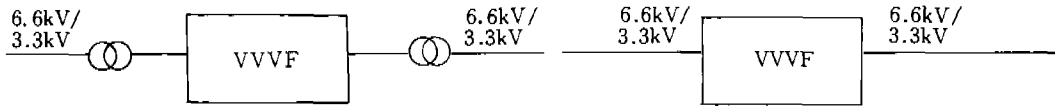
있다.

이상을 표 1, 2로 정리, 제시하여 이해를 돕도록 하였다.

나. 고압 대용량 VVVF

여기서 소개하고자 하는 고압대용량 전동기가

변속 장치는 전동기의 효율적인 운용과 전력절감을 위해 현재 우리나라에서도 널리 보급되기 시작한 VVVF와 같은 용도의 것으로 지금까지는 그림 8과 같이 입력단과 출력단에 변압기를 부착하여 전압을 강압, 승압시켜 사용했던 것을 최근에는 그림 9에서 보는바와 같이 기존 시스



〈그림 8〉 종래방식

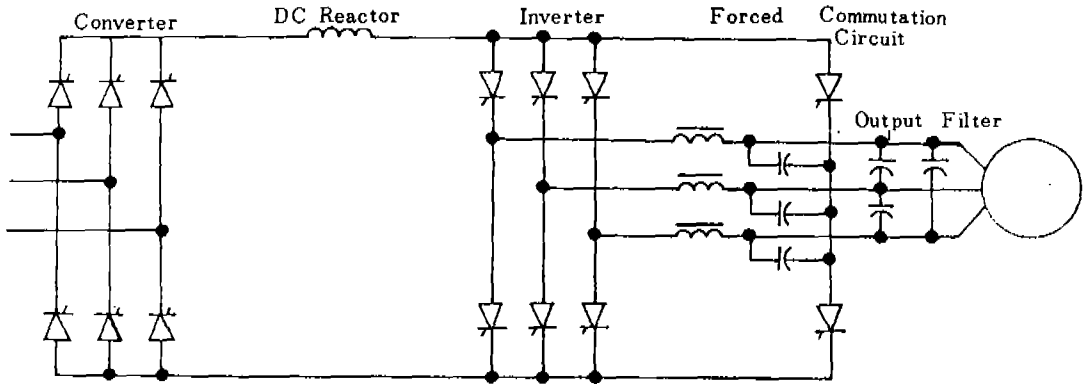
〈그림 9〉 새로운 방식

〈표 1〉 시스템 구성비교

구분	새로운 방식	종래 방식
시스템 구성		

〈표 2〉 시스템 특성비교

구분	새로운 방식	종래 방식
제어 방식	마이크로프로세서 동기 펄스폭변조	디지털, 애널로그의 펄스폭변조, 펄스폭변조
상태 및 경보 표시	전광판 디지털화된 표시	전구 또는 발광다이오드
효율	90% 이상	70% 이상
부하 역률	0.7지상부터 0.9지상	0.8지상 또는 0.9지상
입력전압변동허용범위	정격전압 +15%, -20%	정격전압 ± 10% 이내
입력역류고주파	5%	17%
출력파형왜곡률	3% Total 2% Single	5%
입력역률	0.9지상(LAG)	0.7지상(LAG)
소음	55dB	75dB



〈그림 10〉 고압용 파워 서키트

템의 입력, 출력단에서 변압기를 제거, 직접 고압 6.6kV/3.3kV급을 제어할 수 있는 방식이 미국의 전문업체에서 개발되어 실용화 단계에 이르고 있다.

그림 9에서와 같이 입출력 변압기를 사용하지 않게 되면 변압기 자체내에서의 손실과 고압을 저압으로 하여 제어할 때 발생하는 회로에서의 손실을 줄임으로써 전체 시스템의 효율을 향상시킬 수 있으며, 입력단과 출력단측의 변압기에 따른 장치원가를 절감할 수 있으므로 이에 의해 보다 성능이 우수하고 값이 싼 장비를 공급할 수 있다.

이 장비는 순변환부(Converter), 직류 링크 리액터(DC Link Reactor) 역변환부, 폴스드 커뮤테이션 서키트(Forced Commutation Circuit), 그리고 출력필터등의 기본 블록으로 구분할 수 있으며 이에 대한 전원회로는 그림10과 같다.

이 회로에서는 내압을 높이기 위하여 여러개의 SCR(Silicon Controlled Rectifier)을 직렬로 연결하여 사용하는 전류형 역변환부 방식을 채택하고 있는데, 이 경우에 있어서의 문제점은 SCR 턴 오프(SCR Turn Off) 회로가 매우 복

잡해지며 고도의 기술을 요구하고 있다는 점이다.

3. 결 론

오늘날 모든 제어 시스템이 그러하듯이 전력 변환기기 역시 정확성, 속응성, 신뢰성, 안전성, 유연성 등이 보다 절실히 현실적으로 대두하게 되었다.

따라서 선진국들은 이에 대한 대체방안을 강구하기 시작하여 현재 상당한 수준에 와 있으나 아직은 이 많은 요구들을 충족시키기에는 미흡한 실정이다. 그런고로 이에 대하여 선진국(특히 미국, 일본 등)은 축적된 기술을 바탕으로 전력을 경주하고 있음은 물론이고 개발도상국까지 정부차원에서 이 분야를 중점 육성사업으로 지정하여 총력을 기울이고 있다.

우리나라에서도 많은 관심을 가지고 여러 기업이 개발연구에 박차를 가하고 있으므로 가까운 장래에 좋은 결과를 가져올 수 있을 것으로 기대되며 이 분야는 특히 여러 기술의 집합체이므로 우수한 두뇌의 합리적 구성이 선행되어야 한다.

*