

순시전압강하 보상 기능을 가지는 무정전전원공급장치의 개발

Development of Uninterruptible Power Supply with Voltage Sag Restorer Function

박 종 찬* · 손 진 근†
(Jong-Chan Park · Jin-Geun Shon)

Abstract - In this paper, UPS, with a built-in instantaneous sag drop compensation features, was developed to improve performance. The improved UPS, using instantaneous moving average method, compensates by quickly measuring the voltage and series inverter of half-bridge type, using line-interactive method that links with the voltage of the battery and power source, was developed. In addition, by developing a parallel inverter that uses a high-efficiency PWM switching method, overall UPS system was enhanced. To verify the performance of the proposed algorithm, single-phase 5[kVA] UPS systems were designed and the experimental system was constructed. The low-cost type of Cortex-M3 module CPU STM32F103R8T6 (32[bit]) is attached and the switching time of mode transfer was set within 4 [ms]. THD of the linear load operates in less than 3[%], and the stability of the output voltage operates in approximately ± 2 [%] range. The superior performance of the operations was confirmed with the system set as above.

Key Words : Half-bridge inverter, High-efficiency PWM(pulse width modulation), Line-interactive Method, UPS (uninterruptible power supply), Voltage sag compensation

1. 서 론

급속한 산업의 발달로 인하여 전원의 외란에 민감한 전기적 부하설비가 증가하면서 전기품질에 대한 관심이 매우 증대되고 있다. 이렇게 전기품질의 변동에 대하여 민감한 이유는 전원의외란이 발생할 경우에 경제적 피해가 매우 크기 때문이다. 이에 따라 선진 각국에서는 그 중요성을 인식하고 전기품질에 따른 수용가와 부하에 미치는 현황과와 및 다양한 연구를 시도 해 오고 있는 실정이다[1,2].

전기품질의 문제로서는 주로 순간정전, 그리고 순시적인 전압강하(voltage sag)와 전압상승(swell) 등 대부분은 전압품질과 같은 의미로 사용되고 있으며 이는 수용가 설비의 가동정지(shut down)와 오동작을 일으킬 수 있기 때문에 생산활동의 경제성 저하에 영향을 줄 수 있는 인자이며, 순간정전 및 순시전압강하 문제가 가장 대표적이라 할 수 있다 [3,4].

이러한 전압크기의 변동 문제에 대한 대책으로써는 무정전전원장치(uninterruptible power supply, UPS)와 순시전압강하 보상장치 즉 동적전압보상장치(dynamic voltage restorer, DVR)의 전력기기가 주로 사용되고 있다. UPS는 주로 정전

시에 사용하는 전력기기로 배터리를 사용하게 되며 용량이 제한적이기 때문에 민감 부하와 같은 한정된 부하의 범위에서 사용되며 상시가동형(On-line 방식)과 필요시에만 동작하는 상시대기형(Off-line 방식)이 있다.

순시적 전압강하의 보상장치인 DVR은 정상시에는 대기상태(stand-by)에 있다가 순시전압강하가 발생하는 순간에만 전압을 보상하는 방식이기 때문에 운전효율이 높고 넓은 부하범위를 갖는다는 장점이 있다. 이의 방식은 순시전압강하에 대한 빠른 계측, 입출력단의 양방향 스위치(static switch)에 대한 신뢰성 있는 온/오프동작 및 매칭변압기의 응답성 등의 문제점으로 인하여 중·소용량 급에서는 상시가동방식의 온라인 방식을 선호하기도 한다[5,6].

본 논문에서는 전원의 외란에 민감한 부하설비에 대하여 일반적으로 사용되고 있는 오프라인 방식의 UPS에 대하여 순시적 전압강하의 보상 기능을 내장시키면서 성능이 개선된 UPS를 제안하였다. 이의 개선된 UPS는 순시치 이동평균방식을 사용하여 빠르게 전압을 계측하여 보상하게 하였고, 배터리의 전압과 연계된 동적전압의 보상장치인 하프브리지 형태의 직렬인버터를 개발하였으며, 고효율 PWM 스위칭방식의 병렬형 UPS 인버터를 장착하여 효율 향상 및 효용성이 향상된 무정전 전원공급 시스템을 구현하였다.

제안된 알고리즘의 성능을 확인하고자 시작품의 실험시스템을 구성하였다. 단상 5[kVA]의 UPS시스템에 저 가격형 CPU 코어모듈인 STM32F103R8T6을 장착하고 150[%]과부하 대량에서 10분간 가동되는 배터리를 부착하여 선형부하시 THD가 약 3[%]이하로 동작되고, 전압의 출력안정도가 약 ± 2 [%]의 범위 내에서 동작하도록 목표사양을 정하여 시스템을 구현하였다. 제안된 알고리즘과 성능에 대하여 만족

* 연구책임자, 시니어회원 : 오산대학교 전기시스템제어과 교수 · 공박

† 교신저자, 정회원 : 가천대학교, 전기공학과 교수, 공박

E-mail : shon@gachon.ac.kr

접수일자 : 2014년 4월 16일

수정일자 : 2014년 5월 8일

최종완료 : 2014년 5월 14일

할 만한 동작을 확인하였으며, 최종 목표사양을 만족시키는 성능검증의 과정을 거친 후 상용화를 서두를 예정이다.

2. 전원품질 저하에 대한 보상장치

2.1 순시전압강하의 보상장치(DVR)

전압의 크기 변동에 대한 전기품질의 저하문제는 낙뢰, 스위칭 썬어지 등과 같은 원인으로 발생하는 일시적 사고를 차단하기 위한 제페로 보호방식 등에 의하여 발생하는 것이 일반적이라고 알려져 있다. 이의 결과로는 주로 영구정전, 순간정전 및 순시전압강하(voltage sag) 등으로 표 1과 같이 분류되며 전기적 외란에 민감한 장비의 가동정지 또는 오동작을 유발시켜 생산적 피해를 유발시킨다.

표 1 전압변동에 따른 전기품질의 분류(IEEE Std. 1159-1995)

Table 1 Grouping of power quality with voltage RMS variation.

전압변동 항목		지속시간 (60[Hz]기준)	전압 RMS의 크기[p.u]	
long duration variation	sustained interruption	1분 이상	0.0	
	undervoltage	1분 이상	0.8~0.9	
	overvoltage	1분 이상	1.1~1.2	
short duration variation	instantaneous	sag	0.5~30 cycle (8.3~500[ms])	0.1~0.9
		swell	0.5~30 cycle (8.3~500[ms])	1.1~1.8
	momentary	interruption	0.5 cycle~3s (8.3[ms]~3[s])	0.1이하
		sag	30cycle~3s (500[ms]~3[s])	0.1~0.9
		swell	30cycle~3s (500[ms]~3[s])	1.1~1.8
	temporary	interruption	3초~1분	0.1이하
sag		3초~1분	0.1~0.9	
swell		3초~1분	1.1~1.8	

이러한 이유로 인하여 IEEE의 프로젝트 그룹에서는 전압 변동에 대하여 표 1과 같이 정의하였다[2,3]. 이는 순시적(instantaneous), 순간적(momentary), 일시적(temporary) 전압 강하(sag) 및 상승(swell), 그리고 순간정전(interruption)을 그 크기와 지속시간에 따라 분류하였다. 이의 표와 같이 영구정전을 1분 이상 지속되는 것으로 정의하였으며, 특히 순시적 전압강하는 8.3~500[ms]으로 정의되어 대부분의 보상장치는 약 1[sec]정도만을 보상토록 설계되었으며 길게는 3[sec]동안에도 보상이 가능토록 설계된 시스템도 있다.

표 1과 같은 분류에 근거하여 순시전압강하에 대한 보상장치로는 주로 상시 대기형으로 시스템을 구축하는 것이 일반적이다. 전원공급이 정상적 일 때는 대기상태로 있다가 전압 이상시에만 전압보상이 이루어지는 이의 전압강하보상장치는 그림 1의 구성과 같이 민감 부하에 대해 직렬 전압원으로 동작하게 되며 부하전압을 일정하게 유지하기 위해 전원전압의 부족분을 보상해 주는 장치이다. 이는 주로 ①

DC/AC 에너지 변환 부분(직렬인버터라 칭함) ②에너지저장 장치(배터리) ③주전원과 연결시켜주는 커플링부분(매칭변압기) ④모드절환 스위치(static switch)로 구성된다.

이러한 보상장치는 정상전원 입력시에는 절환 스위치가 상시 ON동작을 유지하고 있다가, 전원이상시 이의 스위치를 OFF로 절환하고 에너지저장 디바이스에서의 전력을 DC/AC로 전력변환하여 매칭변압기를 통하여 이를 부하에 공급하는 체계로 구성되어 있다. 그러나 이러한 시스템은 정확하고 신속한 전원전압의 계측 및 절환스위치의 신뢰성 운전 등의 문제점 때문에 중·소형급에서는 상시가동형 방식을 사용하기도 한다.

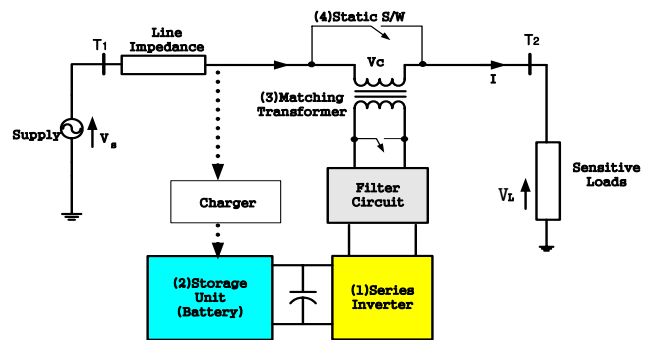


그림 1 상시대기형(off-line) 순시전압강하 보상장치
Fig. 1 Configuration of Off-line type DVR.

2.2 무정전전원공급장치(UPS)

UPS는 표 1과 같이 전압 RMS의 크기가 제로이면서 지속시간이 1분 이상, 즉 주로 정전시에 사용하는 전력기기로 배터리를 사용하게 되며 용량이 제한적이기 때문에 민감 부하와 같은 한정된 부하의 범위에서 주로 사용되며 DVR과 마찬가지로 상시가동형과 상시대기형 방식으로 분류할 수 있다.

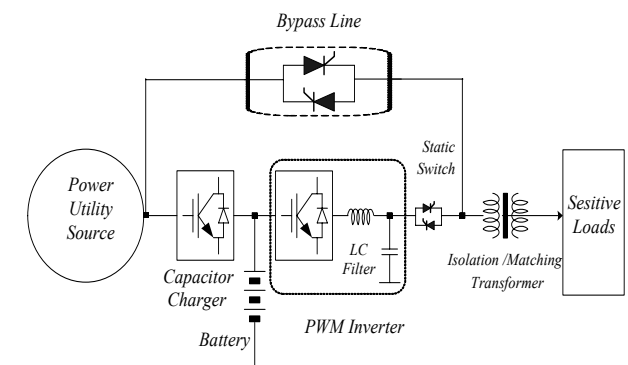


그림 2 상시가동형(on-line) UPS의 개념도
Fig. 2 Configuration of On-line Type UPS System.

이러한 UPS는 효율성을 고려하여 필요시에만 동작하는 상시대기형 UPS가 주로 사용되고는 있으나 이는 앞에서 제기된 문제와 같이 모드절환 스위치(bypass line)의 시퀀스 동작 및 구조적으로 복잡한 알고리즘의 탑재 그리고 신뢰성 운전에 제약이 따르므로 최근에는 온라인타입의 상시가동형

UPS를 채택하기도 한다. 이의 상시가동형 UPS의 구조는 그림 2와 같이 전원 소스로부터 민감 부하에 이르기 까지 상시 가동시스템으로 UPS가 운전하게 되며, 순간정전시에는 배터리에 저장된 에너지를 바탕으로 이를 전력변환하여 민감부하에 수시로 전력을 공급하게 된다.

3. 제안된 UPS의 성능개선

그림 3은 전기품질의 저하 문제로 주로 대두되고 있는 정전 및 순시전압강하의 문제를 해결하기 위한 전원에 반응하는 라인인터랙티브(Line-interactive)방식의 UPS 전력회로를 나타낸 것이다.

이의 알고리즘과 주 회로는 (1)순시전압강하에 대하여 빠른 검출을 요구하는 순시적 전압검출의 기법과 (2)이의 전압강하에 대하여 속응성 있게 전압을 보상하는 직렬전압보상장치의 기능을 수행하는 직렬형 인버터 (3) 고효율 스위칭기법을 장착한 상시대기형 UPS기능을 수행하는 병렬형 인버터를 구성되어 있다.

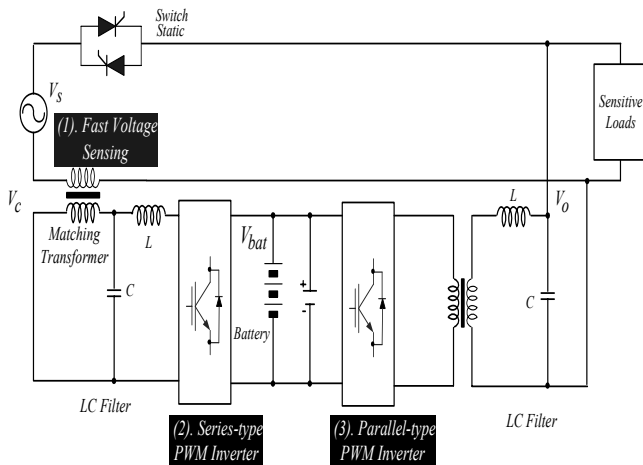
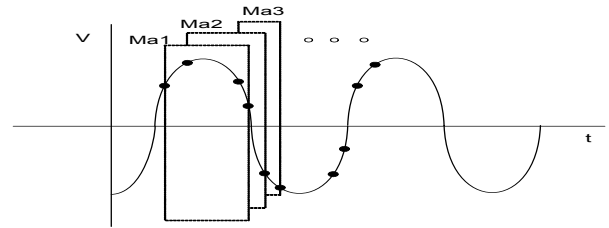


그림 3 제안된 단상 UPS의 구성회로
Fig. 3 Configuration of proposed single-phase UPS.

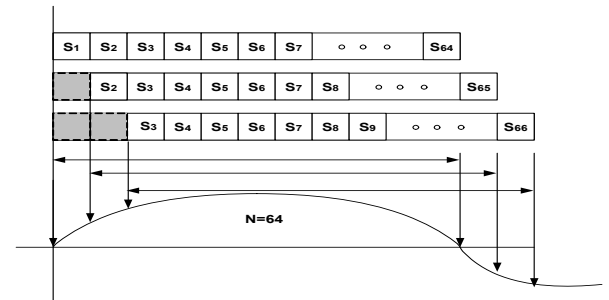
3.1 속응 직렬전압보상을 위한 순시전압의 검출

본 논문에서 제안하고자 하는 라인-인터랙티브 형태의 직렬전압보상장치는 전원전압의 순시치 검출에서 부터 시작되며, 이를 빠른 응답과 정확성을 갖는 실효치로 변환할 필요가 있다. 이의 작업은 보통 평균적 개념의 계측기법을 사용할 수 있으나 이 방법은 검출에 최소한 반주기 이상의 긴 시간을 필요로 하는 단점을 가지고 있으므로 이에 대한 순시적 이동평균기법 등의 빠른 검출 알고리즘을 사용하여야 한다.

그림 4는 본 논문에서 채택한 순시적 이동평균기법의 개념도를 나타낸 것이다. 이는 계측신호의 최초 반주기에서 시작되는 순시치 기법의 기본 맵핑 모양이 여러 개로 중첩되고 있는 개념을 그림 4(a)에서 보여주고 있다. 그림 4(b)에서는 순시적 계측을 위한 디지털 처리의 샘플링에 대한 스토리지의 개념도를 나타낸 것이다. 이때의 샘플링 처리는 상용전원의 교류파형에 대하여 반주기 동안 샘플링 수 N=64개를 갖도록 하였다.



(a) 교류신호의 순시적 이동평균 개념도



(b) 순시적 계측을 위한 샘플링 저장 개념도

그림 4 순시적 이동평균 기법의 개념도

Fig. 4 Concept of instantaneous moving average methode.

이렇게 순시적 이동평균 계측기법을 이용하여 직류전압 (V_1, V_2, V_3)의 량으로 변환하기 위해서는 식 (1)부터 식 (3)까지의 식을 이용하여 계측 값이 순시적 개념을 갖도록 지속적으로 반복하여 검출할 수 있다.

$$V_1 = \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \dots + S_N^2}{N}} \quad (1)$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + \dots + S_{N+1}^2}{N}} \quad (2)$$

$$V_3 = \sqrt{\frac{S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + \dots + S_{N+2}^2}{N}} \quad (3)$$

3.2 직렬인버터에 의한 순시전압강하의 보상

그림 3에서 설명한 바와 같이 전원전압에 반응하는 라인-인터랙티브 방식의 UPS는 바이패스 스위치(static switch)가 닫히는 동안 동작이 시작된다. 직렬전압 보상기능의 직렬형 인버터는 DC배터리의 전압 V_{bat} 로부터 직렬의 보상전압 V_c 를 생성하여 민감부하의 출력전압 V_o 를 제어하게 된다. 따라서 부하의 출력전압은 기존의 유틸리티 전원전압 V_s 와 보상된 직렬전압의 합으로 이루어지며 식 (4)로 표현되며 이의 등가관계를 그림 5(a)에 나타내었다.

$$V_o = V_s + V_c \quad (4)$$

이때 출력의 지령치 전압 V_o^* 은 220[V]의 고정된 크기의 정현파 전압이고 입력전압과 동상으로 제어되며 식 (5)로 표현된다.

$$V_o^* = V_m \sin wt \quad (5)$$

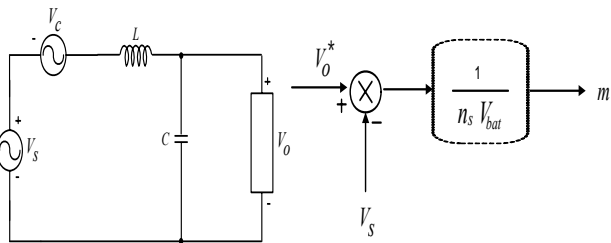
여기서 V_m 과 $w(=2\pi f)$ 는 각각 출력전압의 최대값과 각주

파수이다. 이때 보상된 직렬 전압 V_c 는 변조지수 m 에 의하여 식 (6)으로 주어진다.

$$V_c = m n_s V_{bat} \sin \omega t \quad (6)$$

여기서 $n_s = (n_{s2}/n_{s1})$ 는 직렬변압기(matching transformer)의 권선비이다. 따라서 직렬형 PWM인버터의 변조지수 m 은 식 (7)의 관계로 결정되며, 이의 관계를 그림 5(b)에 나타내었다.

$$m = \frac{V_o^* - V_s}{n_s V_{bat}} \quad (7)$$



(a) 부하전압의 등가회로 (b) 부하전압의 제어모델

그림 5 직렬인버터의 부하전압에 대한 등가회로와 제어모델
Fig. 5 Load voltage modeling of series inverter. (a) equivalent circuit (b) control model

3.3 고효율 스위칭에 의한 병렬인버터의 제어

본 논문에서 구성하고자 하는 병렬 인버터에 의한 UPS의 구조는 그림 3에서 보는 바와 같이 (3)항에 위치해 있다. 이때의 인버터의 스위칭 작용은 전압 및 전류의 기준량 입력에 대하여 출력을 제어하는 역할을 수행하며, 제어 오차전압에 대하여 이중 삼각파 신호를 이용한 정현파 PWM 변조방식을 적용하였다. 그러나 일반적인 정현파 PWM 방식은 스위칭 주기의 한 주기 내에서 모든 스위치($S_1 \sim S_4$)가 스위칭 동작을 수행하게 되어 스위칭 손실을 초래하게 된다.

따라서 이러한 문제점을 극복하기 위하여 본 시스템의 구성에서는 더블캐리어(이중반송파) PWM 방식인 고효율 PWM변조방식을 그림 6과 같이 수행토록 하였다. 이는 삼각파와 캐리어 신호 2개를 발생시키고, 변조신호인 정현파가 정(positive)일 때와 부(negative)일 때 각각 비교하는 방식에 의하여 4개의 IGBT 스위칭 소자를 On/Off로 결정하는 방식이다.

이는 인버터의 출력전압(정현파 신호)이 정일 때는 (+)삼각파와 비교하여 S_1 및 S_4 를 상보형으로 PWM을 결정하고 S_3 은 Off, S_2 는 On 동작을 수행한다. 또한 인버터의 출력전압이 부(negative)일 때는 (-)삼각파와의 비교결과에 의하여 S_2 및 S_3 를 On/Off 스위칭으로 결정하고, S_1 은 Off, S_4 는 On하게 된다.

이와 같은 개념의 스위칭 패턴은 결과적으로 변조 정현파 신호가 정(positive)때는 스위치 S_2 와 S_3 가 PWM을 수행하지 않고, 부(negative)일때는 스위치 S_1 및 S_4 가 PWM을 수행하지 않기 때문에 기존의 정현파 PWM방식 보다 스위칭

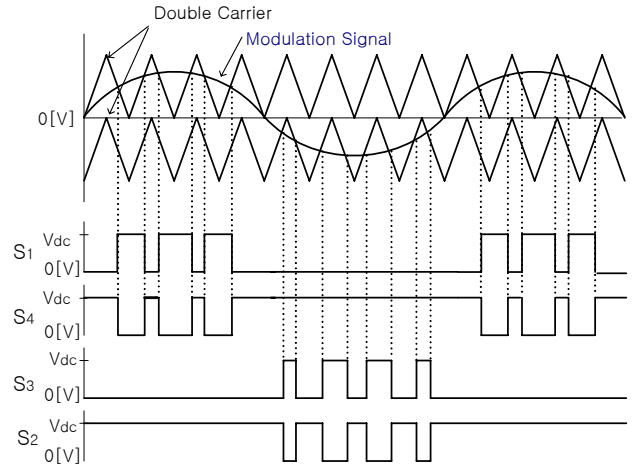


그림 6 인버터의 고효율 PWM스위칭 패턴
Fig. 6 High-efficiency PWM switching pattern of inverter.

효율을 더 높일 수 있는 장점이 있다.

4. 시스템의 구성과 및 실험결과

4.1 실험시스템의 구성

순시전압강하 보상장치 즉 동적전압보상장치 기능이 포함된 제안된 UPS의 전체 시스템 구성도는 그림 7의 회로구성과 같다. 동적전압보상장치의 기능은 약 1-3[sec] 이내의 전압 sag가 발생하는 순간에 직렬로 전압을 보상하는 방식이다.

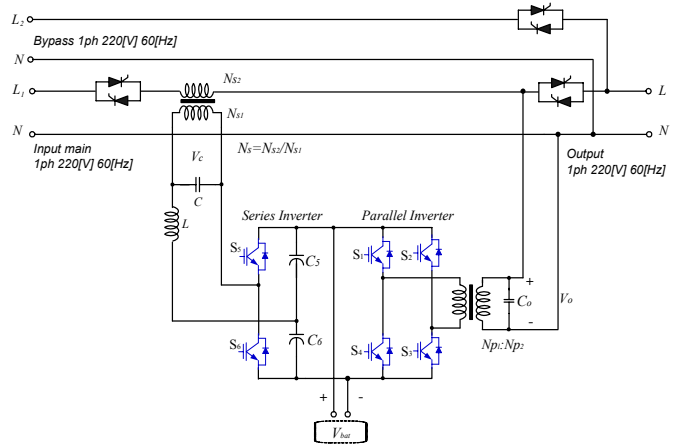


그림 7 제안된 단상 UPS의 전체 시스템 구성
Fig. 7 Configuration of proposed single-phase UPS.

그림 7과 같은 구성의 topology는 저 가격형으로 유지하기 위하여 하프-브릿지 컨버터의 형태를 가지는 직렬인버터로 구성되며, 이는 입출력단의 양방향 스위치(static switch)와 함께 동작이 연동된다. 또한 UPS의 동작을 위한 병렬인버터는 이중반송파방식을 이용한 정현파 PWM 스위칭방식을 채택하여 효율 향상 및 THD의 성능 향상을 기하였으며 이의 사양을 입력특성, DC특성 및 출력특성으로 각각 구분하여 표 2에 나타내었다.

표 2 단상 5 [kVA] UPS의 사양

Table 2 Specification of single phase 5 [kVA] UPS.

입력 특성	입력전압 범위	220[Vac]±10[%], 50/60[Hz]±5[%]
	입력전류 제한	정격전류의 120[%]
	입력 역률	0.99 (전부하시)
DC 특성	부동충전전압	13.5V/cell × 16 = 216[V]
	방전종지전압	10.5V/cell × 16 = 168[V]
출력 특성	정격부하	0.8 지상
	출력 안정도	전압 : ±2[%], 주파수 : ±2[%]
	동기 절체시간	4[ms] 이내
	과부하 내량	150[%] 10분
	효율	97[%] 이상
	출력전압 THD	3[%] 이하(선형부하), 8[%] 이하(비선형부하)

또한 본 UPS의 개발에서는 저 가격형이면서도 고성능을 유지하기 위하여 Cortex-M3 코어모듈의 CPU를 적용하여 시스템을 구성하였다. 코어의 크기가 32[bit]이면서 72[MHz]의 클럭속도를 가지는 STM32F103R8T6을 장착하여 고속-고성능을 기하도록 하였다. 64[kByte]의 플래시 메모리와 16×12[bit] 크기의 A/D 컨버터가 장착된 코어가 중심이 되어 그림 8과 같은 주변회로의 설계를 기반으로 저 가격형 단상 UPS의 기능이 프로그래밍 되었다.

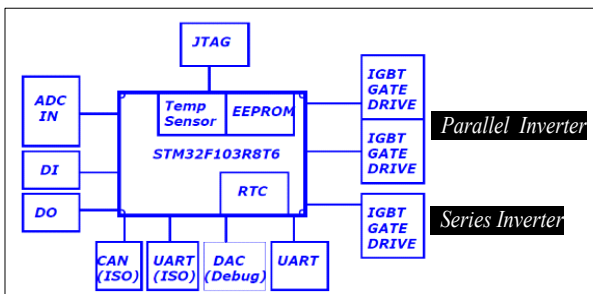


그림 8 CPU 코어모듈의 주변회로 구성

Fig. 8 Configuration of CPU core peripheral circuit.

4.2 실험결과 및 고찰

그림 9는 본 논문에서 채택한 순시적 이동평균기법에 의한 계측신호의 결과를 나타낸 것이다. 이는 파형은 전원측에서 발생한 Voltage Sag 모형을 가변전원을 이용하여 전압하강(그림 상) 및 전압상승(그림 하)에 맞추어 RMS값으로 계측한 파형을 나타낸 것으로, 채널-A의 입력전압의 가변에 따라 채널-B의 계산 RMS값이 속응성 있게 잘 추종하고 있음을 보여주고 있다.

그림 10은 그림 6에서 기술한 이중 반송파 정현파-PWM 방식에 의한 고효율 스위칭기법에 의한 IGBT의 게이트 시그널 (S_1, S_2 및 S_3, S_4)을 채널-1부터 채널-4까지로 각각 나타낸 것이다. 마찬가지로 그림 11은 고효율 스위칭의 IGBT 인버터의 동작파형을 나타낸 것으로, 채널 1,2는 UPS 단상 인버터 한 암(Arm)의 IGBT게이트 시그널, 채널 3은 인버터의 선간전압 PWM, 채널 4는 UPS 인버터의 부하전류를 각각 나타낸 것이다. 이의 동작파형으로 인버터 스위치 하나가 연

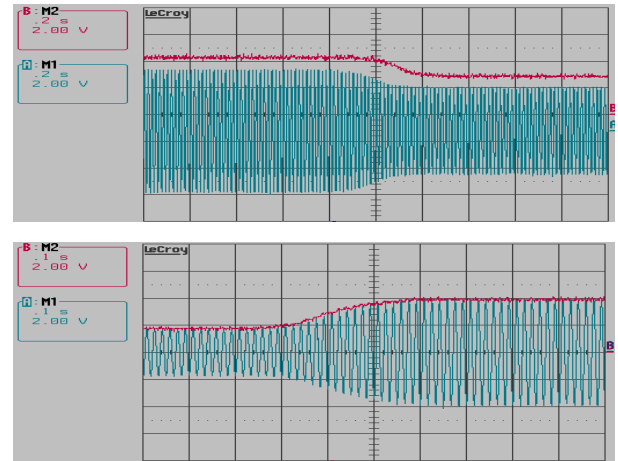


그림 9 입력전압의 가변에 따른 순시적 RMS값의 검출
Fig. 9 RMS detection with the input voltage variance.

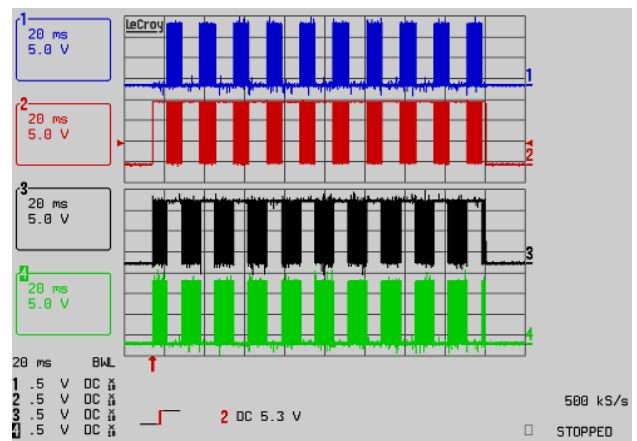


그림 10 병렬 인버터의 고효율 스위칭 신호

Fig. 10 High-efficiency switching signal of parallel inverter.

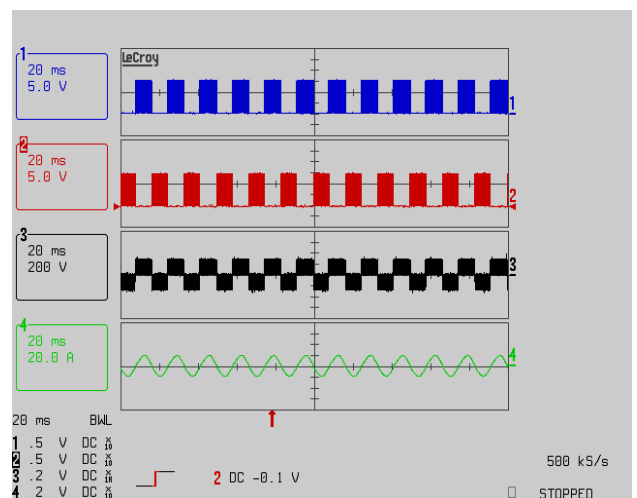


그림 11 UPS 인버터의 고효율 스위칭과 인버터 출력

Fig. 11 Switching signal and inverter output of UPS inverter.

속하여 스위칭하지 않고 한 암의 상하 스위치가 번갈아 스위칭하여 고효율 PWM을 유지하고 있다는 것을 알 수 있다.

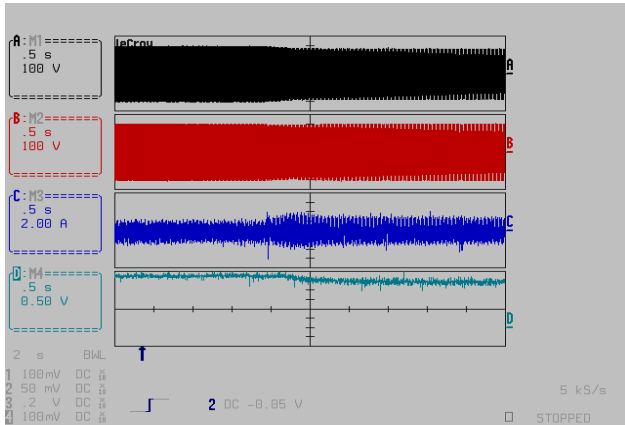


그림 12 UPS 직렬인버터의 동작 출력파형
Fig. 12 Operation output waveform of UPS series inverter.

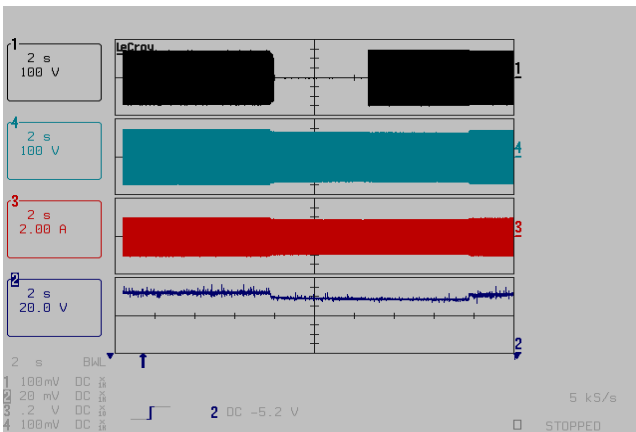


그림 13 정전시 UPS인버터의 동작 파형
Fig. 13 Operation waveform of UPS inverter at power failure.

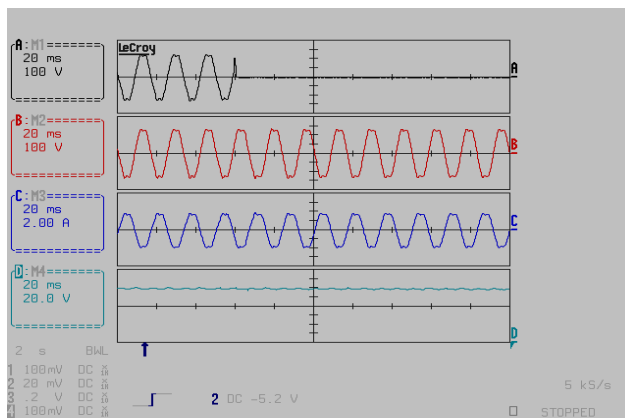


그림 14 정전시 UPS인버터의 동작파형의 확대
Fig. 14 Operation waveform of UPS inverter at power failure. (Time expansion)

그림 12는 순시전압강하에 대한 직렬보상장치인 하프-브리지 형태의 직렬인버터의 동작 파형을 나타낸 것이다. 이에 대한 각각의 채널 파형은 채널-A:순시전압 저하의 AC 입력전압, 채널-B:보상된 부하전압, 채널-C:직렬인버터의 부하전류, 채널-D:순시치 RMS 검출전압을 각각 나타낸 것으로 만족할 만한 제어 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

그림 13은 정전에 대응하는 UPS에 대한 병렬인버터의 동작 파형을 나타낸 것이다. 이에 대한 각각의 채널 파형은 채널-1:정전이 발생되고 있는 AC 입력전압, 채널-2:정전이 보상된 부하전압, 채널-3:병렬인버터에 의한 부하전류, 채널-4:배터리전압의 충방전 전압을 각각 나타낸 것이다. 이의 동작파형은 UPS기능에 대한 만족할 만한 제어 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 또한 그림 14는 그림 13과 같이 비슷한 동작으로 정전에 대응하는 UPS 인버터에 대한 동작 파형의 확대를 나타낸 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 전원품질의 저하 문제인 순시적인 전압강하의 보상장치 기능을 내장시킨 성능이 개선된 새로운 UPS를 개발하였다. 이는 순시치 이동평균방식의 계측기법을 사용하여 빠르게 전압을 계측하는 것을 기반으로 전원전압과 연동하는 Line-interactive 방식의 하프브리지 형태의 직렬인버터를 부착하였다. 또한 고효율 PWM 스위칭 방식을 채용한 병렬형 단상 UPS 인버터를 개발하여 효율향상 등 전체적으로 성능이 개선된 UPS 시스템을 구축하였다.

새롭게 개발된 UPS에 대한 topology 및 제어 알고리즘의 성능을 확인하고자 단상 5[kVA]의 UPS시스템을 설계하여 실험시스템을 구성하였다. 저 가격형 CPU로 구성된 코어모듈을 기반으로 하는 STM32F103R8T6이 장착된 임베디드시스템을 구현하여, 모드전체 시간을 4[ms] 이내, 선형 부하시 THD가 약 3[%]이하, 전압의 출력안정도를 약 ±2[%]의 범위 내에서 안정되게 동작하도록 목표사양을 정하여 시스템을 설계 및 구현하였다.

제안된 전압강하 보상 알고리즘의 성능과 효율성 높은 하프브리지 인버터와 고효율 병렬인버터의 성능에 대하여 만족할 만한 동작을 확인하였으며, 최종 목표사양을 만족시키는 성능검증의 반복 과정을 거친 후 이를 상용화시킬 예정에 있다.

감사의 글

본 연구는 산학연 기업부설연구소 지원사업에 의하여 이루어졌으며 관계 기관에 감사드립니다.

References

- [1] Math H. J. Pollen, Understanding Power Quality Problems, IEEE Press, 1999.
- [2] Jin-Geun Shon, Hee-Jong Jeon, "Series Voltage Compensation Systems for Voltage Sag by Using an Environmentally Friendly Ultra-capacitor", Trans.

KIEE. Vol. 58, No. 4, pp.763-769, APR. 2009.

- [3] D. Mahinda Vilathgamuwa et al, "Voltage Sag Compensation With Energy Optimized Dynamic Voltage Restorer", IEEE Trans., POWER DELIVERY, Vol.18, NO.3, pp.928-936, July 2003.
- [4] F. Botterón, H. Pinheiro "A Three-Phase UPS That Complies With the Standard IEC 62040-3", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 54, no. 4, pp.2120 - 2136, Aug. 2007.
- [5] Dong-Jun Kim , Jin-Geun Shon, Hee-Jong Jeon, "A development of Diagnosis Monitoring System for UPS DC Link Capacitors using Zigbee Wireless Communication", Trans. KIEE. Vol. 61P, No. 1, pp.41-46, Mar. 2012.
- [6] R. Martinez and P. N. Enjeti, "A high-performance single-phase rectifier with input power factor correction", IEEE Trans. on PE, vol. II, no. 2, pp. 311-317, 1996,
- [7] Jong-Chan Park, Jin-Geun Shon, "Power Factor Correction of Single-phase Boost Converter for Low-cost Type UPS Configuration", Trans. KIEE. Vol. 62P, No. 3, pp. 145-150, SEP, 2013.
- [8] R.M. Santos Filho, P.F. Seixas, P.C. Cortizo, LAB. Torres, and A. F.Souza, "Comparison of Three Single-Phase PLL Algorithms for UPS Applications," IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 55, no. 8, pp.2923-2932, 2008.

저 자 소 개



박종찬 (朴鍾讚)

1955년 12월 19日生. 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1988년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년 ~ 현재 오산대학교 전기시스템제어과 교수.

Tel : 031) 370 - 2672

E-mail : jcpark@osan.ac.kr



손진근 (孫珍勛)

1990년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1992/1997년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사/박사). 2002. 2~2003. 2 일본 가고시마대학 전기공학부 Post-doc. 2009. 1~2010. 2 Michigan State University 방문교수. 2014년 당학회 이사. 1997년-현재, 가천대학교 전기공학과 교수.

Tel : 031) 750 - 5711

E-mail : shon@gachon.ac.kr