

고주파 링크 AC/DC 콘버터를 이용한 UPS 시스템에 관한 연구

모창호*, 이수원, 김영민, 박현철, 유철로
전북대학교 전기공학과

A Study on the UPS System based HF-Link AC to DC Converter

Changho Mo, Suweon Lee, Yeongmin Kim, Hyunchul Park, Chulro Yu
Dept. of Electrical Eng. Chonbuk Nat. Univ.

Abstract

In this paper, an UPS system using high-frequency link AC to DC converter is proposed. The AC to DC converter has sinusoidal input current and high power factor. In this UPS system, the waveform of the output voltage has smaller harmonic contents than those of a conventional UPS system.

In this paper, an operating principle of the system is presented. This new control technique of the UPS system is capable of providing a wide range regulated output DC voltage compared with the conventional UPS system. Performance of the system carried out through theoretical and experimental means.

1. 서 론

최근, 스위치 모드 고주파수 인버터에서 대전력에 대한 요구가 가능해졌으며 다양한 전력용 스위칭 소자들이 이용되고 있다. 그리하여 기존의 정류회로에서 무시되었던 역률제어, 선전류의 피크치 억제, 고조파 발생 문제 등이 보다 중요하게 되었다. 또한, 기존의 다이오드 정류회로는 비선형 부하로서 전류파형이 비선형으로 된다.

따라서 이들을 조합한 정지형 전력변환장치는 인버터에서 직류전압을 교류 공진파로 변환하고, 고주파 트랜스를 통과한 전압을 정류하여 다시 직류전압으로 변환한다. 특히, 이러한 콘버터의 사용 효과는 역률제어에 의해서 크게 개선될 수 있다. 기존의 정류회로에서 고조파 발생과 큰 피크전류, 낮은 역률 등은 부근에 있는 배전계통이나 전력시스템에 과도전류나 파형왜곡 현상을 발생한다. 이러한 문제들은 특히 전력용 반도체 스위칭소자의 전류(轉流)시에 악영향을 미친다.

본 논문에서는 전류입력 AC/DC 콘버터의 제어기

술을 바탕으로 UPS 시스템에 응용하였다. 제안된 방법은 정현적 전류를 공급하면서 DC전압을 조정할 수 있다.

2. 고주파 링크 AC/DC 콘버터

2.1. 회로 구성

그림 1은 고주파 변압기를 이용한 시스템의 기본 구성을 나타낸다. 이것은 브리지 정류회로와 직류링크 인덕터 L_1 , HF 바이пас스 컨덴서 C_1 , $S_1 \sim S_4$ 의 파워 MOSFETs 브리지로 구성되어 있다. 그리고 고주파 변압기를 거친 출력은, 페스트 리커버리 다이오드 정류기와 컨덴서 C_0 를 거치면 직류출력측 맥동을 최소로 되게 한다.

제안된 고주파 변압기 링크 구성에서 유도된 부스트 콘버터는 그림 1에서와 같이 작은 컨덴서 C_r 이 더해짐으로써 공진 모드에서 동작된다. 고주파 변압기의 누설 인덕턴스와 커패시터 C_r 은 공진회로를 구성한다. 고주파수(50KHz)에서 동작함으로서 전체적인 공진회로의 크기는 감소될 수 있다.

인버터는 전류형이므로 직류 링크에서 인덕터를 갖는다.

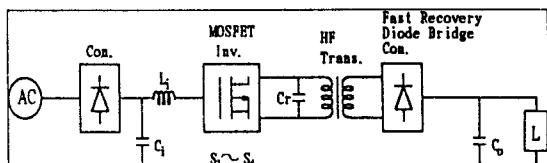


그림 1. 고주파 링크 AC/DC 콘버터

Fig. 1 HF link AC to DC converter

2.2. 동작원리

부스트 콘버터는 부스트 모드에서 동작될 수 있으며, 거의 정현파에 가까운 전류를 공급할 수 있다. 그리고 변압기의 1차측에서 고주파수의 완전한 진폭변조(AM)동안에 부스팅 모드에서의 동작은 다음장에서 설명하기로 한다.

시스템의 동작원리를 그림 2에서 보았다. i_L 은 인덕터 전류이고 V_T 는 고주파 변압기의 1차측 전압이다. 그리고 클럭 CLK의 주파수는 f_s 로서 샘플링 주파수이다.

부스트 모드 기간에 스위치 S_1 과 S_2 는 인덕터의 전류를 증가하도록 동시에 스위칭 된다. 인덕터 전류 i_L 이 기준 주파수와 일치할 때 시스템은 인버팅 모드의 동작을 시작한다. 그러므로 대각의 스위치 S_1 , S_4 와 S_2 , S_3 는 일정한 주파수 f_s 에서 교대로 스위칭된다.

고주파 변압기의 1차측 전압은 각 샘플링기간 T_s 동안에 인버트 된다. 샘플링 기간 T_s 는 고주파 변압기 전압이 순시적으로 변하고 진폭변조파가 발생되는 고주파의 주기를 나타낸다.

인버팅 모드시 시스템은 50%듀티비로 동작한다. 그 스위치들은 S_1 , S_4 이고 S_2 , S_3 는 래치신호가 일치할 때 교대로 온, 오프 스위칭 한다.

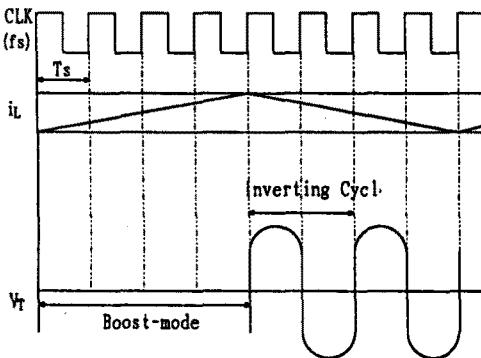


그림 2. 시스템의 동작 사이클

Fig. 2 Operating cycle of the system

2.3. 제어 실행

우수한 정현적 전류파형은 일정 주파수 전류제어 방법에 의하여 얻어진다. 그림 3은 제어회로의 기본구성을 보인 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 인덕터 전류 i_L 의 순시값은 기준 정현파의 순시값과 비교된다. 두 값의 차는 래치상태를 제어한다.

피드백 전압제어 투프에서 비례적분(PI) 제어기 시스템은 우수한 전력제어를 위해서 적용되었다. PI출력은

기준 정현파 진폭을 연속적으로 제어한다. 전류 투프에서는 부스트 인덕터를 통해서 흐르는 전류 i_L 은 전류 센싱 모듈을 이용하여 측정된다. 전류센서는 순간적인 인덕터의 전류에 비례한 전압을 발생한다.

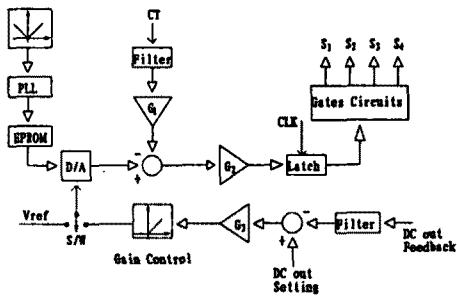


그림 3. 제어회로의 기본구성

Fig. 3 Basic diagram of control circuit

3. 제안된 고주파 링크 UPS 시스템

3.1. 회로구성

고주파 링크 구성은 전체 변환효율을 개선하고 시스템의 크기는 감소된다. 따라서 고효율과 출력측 고조파 저감형 전력공급 시스템으로 된다.

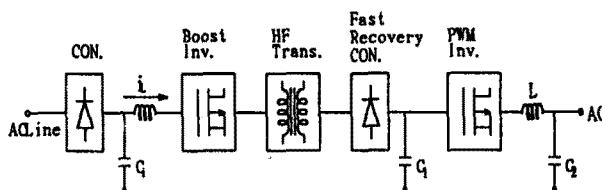


그림 4. 제안된 HF 링크 구성

Fig. 4 Proposed HF link configuration

최근, HF 인버터 기술은 많은 관심을 얻고 있으며 이러한 HF 링크 구성은 주로 소형 UPS 시스템 (1-5KVA)에 사용되었다. 제안된 HF 링크 UPS 시스템은 앞에서 기술한 HF 링크 AC/DC 콘버터를 이용하여 구성하였으며, PWM 전압제어 인버터에 의해 동작된다. 전체회로의 기본 구성을 그림 4에 나타내었다.

3.2. 실험결과 및 검토

그림 5(a)의 오실로그래프는 각각 입력전류와 전압파형이고, 그림 5(b)는 저항부하에서의 출력전압을 나타낸

것이다. 제로 크로싱 부근에서 출력전압의 왜곡현상은 스위칭 회로의 비증침 구간이 존재하기 때문인 것으로 판단된다.

PWM 인버터에서 필터는 공진 성분(L, C)을 포함하는데, 부하조건에 의해서 진동할 수 있다. 필터는 일반적으로 선형부하 조건으로 가정하고 고조파를 최소로 되도록 하였다. 그러나 문제점으로는 필터 인덕터의 전압강하가 전체전력공급 조건을 감소시킬 수 있다.

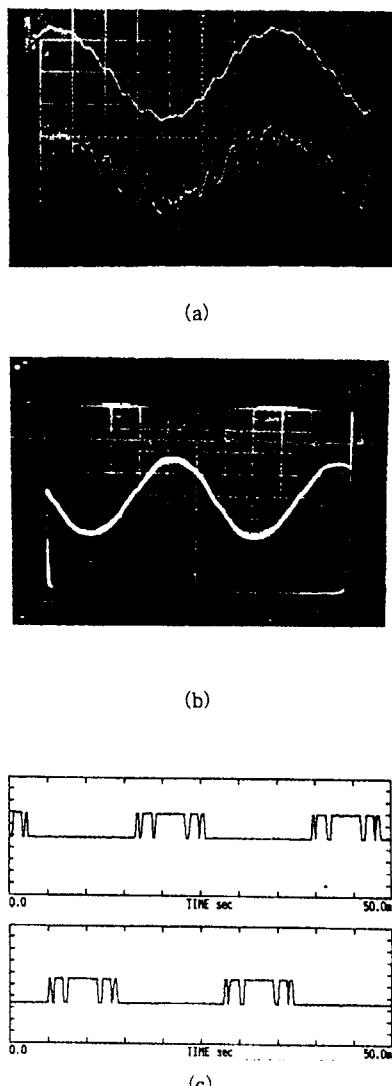


그림 5. (a) 입력전류와 전압파형 (b) 출력전압파형
 (c) 인버터 PWM 제어 신호

Fig. 5 (a) Waveforms of input current and voltage
 (b) Waveform of output voltage
 (c) PWM signal for inverter

4. 결론

AC/AC 전력조정 시스템인 UPS 시스템은 고역율과 낮은 고조파 발생이 요구된다. 따라서 이러한 시스템에 필요한 HF AC/DC콘버터로 동작시키기 위해서 전류 히스테리시스 제어방법을 이용하였고 거의 정현적 전류를 공급할 수 있도록 하였다.

이론적 검토와 실험을 통한 제안된 시스템의 특성은 다음과 같다.

- . 고주파 링크 콘버터를 사용함으로써 전체 시스템의 크기와 중량감소 시킬 수 있다.
- . 역률제어로 고역율 운전이 가능하다.
- . 출력전압파형이 거의 정현파에 가깝다.

5. 참고문헌

- [1] S. Fukuda, H. Hasegawa, and Y. Iwaji, "PWM technique for inverter with sinusoidal output current," in PESC Conf. Rec., pp. 35-41, 1988.
- [2] N. Mohan T. M. Undeland and W. P. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications and Design. New York: Wiley pp.130-134, 1989.
- [3] K. Taniguchi, Y. Ogino, and H. Irie, "PWM technique for power MOSFET inverter," IEEE Trans. Power Electronics, vol. PE-3, no. 3, pp. 328-334, 1988.
- [4] Toshikatsu Sonoda, Ryuzo Ueda and Kunio Koga, "An ac and dc Current Sensor of High Accuracy," IEEE Trans. Ind. Appl. vol. IA-28, no. 5, pp. 1087-1094, September/October, 1992.