

프라이휠 에너지 저장장치를 이용한 병렬처리형 무정전 전원장치

이 규 종 · 김 병 권 · 이 흥 호 · 성 세 진
충남대학교 전기공학과

Parallel Processing Uninterruptible Power Supply(UPS) Using Flywheel Energy Storage Unit

Kyu-Jong Lee, Byung-Kweon Kim, Heung-Ho Lee, Se-Jin Seong
Dept. of Electrical Engineering Chung-Nam National University

ABSTRACT

The conventional serial UPS using battery energy storage unit is almost universally used. Despite its common usage, the conventional UPS has a number of disadvantages which may be effectively overcome by the application of flywheel energy storage unit.

This paper proposes a new type of parallel processing UPS using flywheel energy storage unit, which has the feature of high power, long life, and high efficiency.

1. 서 론

지금까지 널리 사용되고 있는 직렬형 UPS는 에너지 저장장치로서 대부분 축전지를 사용하고 있다. 축전지는 그 성능을 향상시키기 위한 연구개발이 계속되고 있지만 현재 가용한 상업용으로는 높은 신뢰도 및 안정성이 요구되는 UPS에 사용되기에는 아직도 많은 단점들이 있다. 본 논문에서는 이와 같은 축전지 방식의 문제점을 보완하기 위하여 에너지 저장장치로서 프라이휠을 사용하고 전력변환장치로는 양방향성 사이크로컨버터를 이용한 새로운 방식의 UPS 시스템을 제안하였으며 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 가능성을 입증하였다.

2. 시스템 구성과 운전모드

그림 1 은 본 논문에서 제안하고 있는 프라이휠을 이용한 병렬처리형 UPS의 기본구성도이다. 본 시스템은 프라이휠(FW)과 유도 전동/발전기(IM/G), 여자 콘덴서(CM), 사이크로컨버터, 필터용 리액터(LF)와 콘덴서(CF), 커프링 리액터(LS), 그리고 전자스윗치(SW)등으로 구성되며 사이크로컨버터의 저주파측은 커프링 리액터 LS와 전자스윗치 SW 를 통하여 상용전원과 병렬로 부하모선에 접속되어 있다. 본 시스템은 병렬처리 운전과 단독운전의 두가지 방식으로 운전된다.

병렬처리 운전모드

상용전원이 정상인 경우 즉, 정격주파수 및 정격전압의 범위 내에서 공급될 경우, 입력 교류전력은 전자 스윗치와 커프링 리액터를 통하여 부하와 사이크로컨버터에 공급된다. 이때 사이크로컨버터에는 자체손실분 및 프라이휠을 일정속도로 유지시키는 데 필요한 최소 전력만이 공급되도록 하면서 프라이휠에 기계에너지를 저장한다. 입력전압이 변동할 경우에는 사이크로컨버터 전류 Ic를 제어하여 부하모선전압을 일정전압으로 유지시키고, 입력역율을 개선하기 위해서는 사이크로컨버터 내의 순환전류를 제어하여 부하에서 필요한 무효전력을 공급한다. 정격주파수 및 정격전압을 벗어나거나 단전이 되는 경우에는 전자스윗치가 OFF 되면서 단독 운전 모드로 전환된다.

병렬처리 모드에서 부하에 공급되는 유효전력 PL 과 무효전력 QL은 다음과 같이 표시된다.

$$P_L = P_s - P_c \quad (1)$$

$$Q_L = Q_c \quad (2)$$

여기서, Ps : 상용전원의 유효전력

Pc : 사이크로컨버터의 유효전력

Qc : 사이크로컨버터의 무효전력

Pc는 사이크로컨버터 내의 자체손실 및 프라이휠을 일정속도로 유지시키는데 필요한 최소 전력이며 Qc는 입력역율 보상을 위해서 부하에서 발생하는 무효전력량에 따라 사이크로컨버터가 공급하는 무효전력으로 사이크로컨버터 내의 순환전류에 의해서 제어된다.

단독 운전 모드

상용전원의 주파수 혹은 전압이 정격을 벗어나거나 단전이 될 경우 전자스윗치 SW가 차단되고 프라이휠에 저장된 기계에너지는 유도 전동/발전기에 의해서 고주파전압으로 변환된

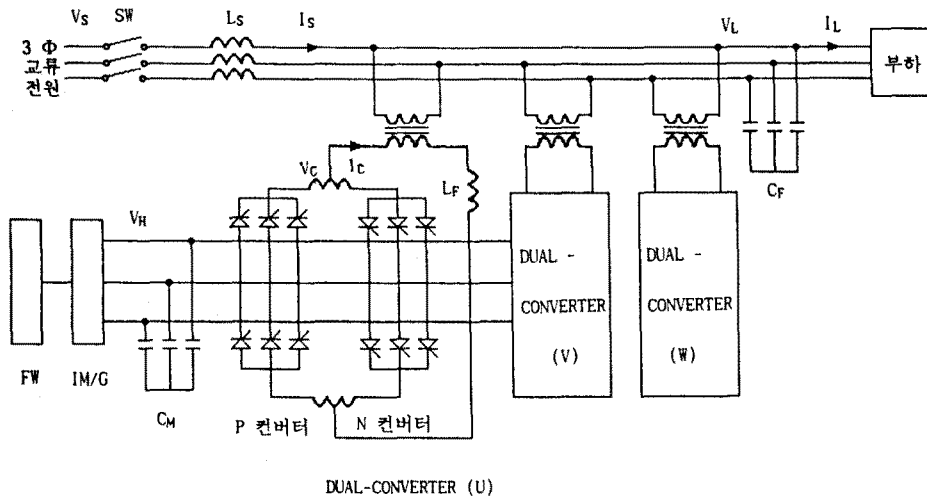


그림 1 양방향성 사이크로컨버터의 주회로

다. 이때 사이크로컨버터는 단독모드로 운전하면서 자체에 설정된 부하에 공급한다. 부하단의 입력역율을 보상하기 위해서 사이크로컨버터는 순환전류를 제어, 부하에서 필요로 하는 무효전력을 공급한다.

이때 부하에 공급되는 유효전력 P_L 과 무효전력 Q_L 은 다음과 같다.

$$P_L = P_C \quad (3)$$

$$Q_L = Q_C \quad (4)$$

3. 모의 시험 결과

본 논문에서 제안한 UPS 방식의 가능성을 확인하기 위하여 운전 모드별로 컴퓨터 시뮬레이션을 실시 하였다. 이때 시뮬레이션 조건은 다음과 같다.

- 교류 입력전압 : $V_s = 100 \text{ V}$
- 커플링 리액터 : $L_s = 10 \mu\text{H}$
- 필터 리액터 : $L_f = 3.3 \text{ mH}$
- 필터 콘덴서 : $C_f = 50 \mu\text{F}$
- 부하 저항 : $R_L = 20 \Omega$

병렬처리 운전 모드

상용전원이 정상인 경우 즉, 정격 주파수 및 저격전압의 범위 내에서 공급될 경우, 입력 교류전력은 전자 스위치와 커플링 리액터를 통하여 부하와 사이크로컨버터에 공급된다. 그림 2는 병렬처리 운전 모드에서의 부하모션전압 V_L , 사이크로 컨버터의 대향전압 V_C , 사이크로컨버터 전류 I_C 의 관계를 표시한 것이다. 이때 사이크로컨버터 전류 I_C 는 순환전류 및 유도기 부하로 인하여 부하모션전압 보다 위상이 낮은 지연율이 된다. 그림 3은 교류입력전압 V_s , 교류입력전류 I_s

및 I_s 의 기본파전류의 관계를 표시한 것으로 순환전류를 제어 함으로서 입력역율이 보상됨을 나타내었다.

단독 운전 모드

상용전원의 주파수 혹은 전압이 정격을 벗어나거나 단전이 될 경우 전자스위치 SW가 차단되고 프라이휠에 저장된 기계 에너지는 유도전동/발전기에 의해서 고주파 전압으로 변환된다. 그림 4는 단독 운전 모드에서의 부하모션전압 V_L , 사이크로컨버터의 대향전압 V_C , 사이크로컨버터 전류 I_C 의 관계를 표시한 것이다. 이때 사이크로컨버터 전류 I_C 는 필터 콘덴서 C_f 의 영향으로 부하모션전압에 대하여 진폭율이 되었다.

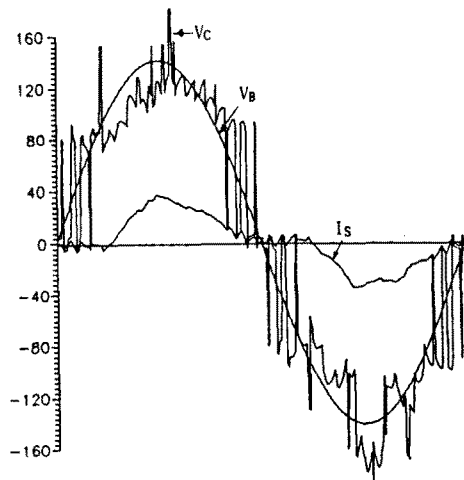


그림 2. 병렬처리 운전 모드에서의 V_B , V_C , I_C

참고문헌

- [1] Isao Takahashi, et al., "Development of a New Uninterruptible Power Supply Using Flywheel Energy Storage Techniques", Conf.rec.1989 IEEE IAS Annual Meeting, San Diego, pp. 711-716
- [2] Isao Takahashi, et al., "High Performance and Long Life Uninterruptible Power Source Using Flywheel Energy Storage Unit", Conf.Rec1990 IEEE IAS Annual Meeting, Seattle, pp.1049-1055
- [3] 成世鎮, "誘導機高速驅動電力變換方式に関する研究", 東京工業大學 博士學位 論文, 昭63-2, pp.102-128
- [4] Takao Kawabata, et al., "Parallel Processing Inverter System", IEEE Trans, on Power Electronics, Vol.6, No.3, July 1991, pp.442-450
- [5] Y.Y.Tzou and H.J.Wu, "Design and Implementation of a Multiprocessor-based Uninterruptible Power Supply", IEEE PESC '88 Record, April 1988, pp.650-657

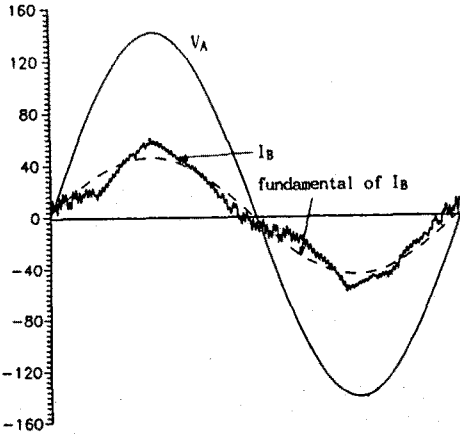


그림 3. 병렬처리 운전 모드에서의 입력교류 POWER FACTOR

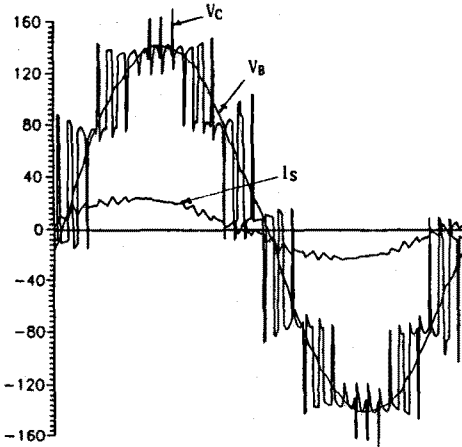


그림 4. 단독 운전 모드에서의 V_b , V_c , I_s

4. 결 론

본 논문에서는 지금까지 널리 사용되고 있는 축전지를 이용한 직렬형 UPS 방식의 문제점을 보완하기 위하여 에너지 저장장치로서 프라이휠을 사용하고 전력변환장치로는 양방향성 사이크로컨버터를 이용한 새로운 방식의 대전력용 UPS 시스템을 제안하였으며 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 그 가능성을 입증하였다. 따라서 향후에는 상세한 시스템 설계에 관한 연구가 계속 될 것이다. 본 논문에서 제안한 새로운 새로운 방식의 UPS 시스템에 대한 주요 특성은 다음과 같다.

- 수백 KVA 이상의 대전력용으로 사용 가능하고
- 효율이 높고 수명이 길다.
- 부하모선전압의 정전압 제어 및 입력 역률을 제어할 수 있다.