

넓은 입력전압 범위를 갖는 비상전원 공급장치

채형준*, 김경동*, 오형록**, 이준영*
 명지대학교 전기공학과*, (주)신호시스템**

Emergency Power Backup System with Wide Input Voltage Ranges

Hyungjun Chae*, Kyungdong Kim*, Hyungrock Oh**, Junyoung Lee*
 Department of Electrical Engineering, Myongji University*, Shinho Systems Co., Ltd.**

ABSTRACT

본 논문에서는 자기 베어링을 이용한 자기부상형 터보분자펌프 운용시 그 시스템에 공급되는 입력전원이 중단될 경우 모터의 발전 전압을 이용하여 일정시간동안 자기 베어링을 구동하여 분자펌프의 안정된 shut-down을 유도하도록 제어기에 전원을 공급하는 전원장치를 제안한다. 본 논문에서 제안한 전원장치는 300W급이며 입력전압 30~400V로 출력은 48V이다.

1. 서론

최근 고진공을 요구하는 산업계의 요구는 계속 증대되고 있으며 특히 반도체 산업, LCD, PDP 공정과 SEM, Ion Beam 응용 분야 등 첨단 산업분야에서의 핵심 기본기술도 자리 잡고 있다. 이러한 진공환경을 만들기 위한방법으로 여러 가지 종류의 펌프를 사용하게 되는데, 특히 고진공 환경을 제공하는 펌프에는 Diffusion Pump, Cryopump, Turbomolecular Pump가 있다.

터보분자펌프 중 볼베어링 타입은 베어링의 과열을 막기 위한 냉각 시스템의 추가와 베어링의 수명에 따른 베어링 교체 등의 단점이 있다. 최근 이러한 단점을 보완하기 위한 자기베어링을 이용한 자기부상형 터보분자펌프가 개발되어 사용되고 있다.

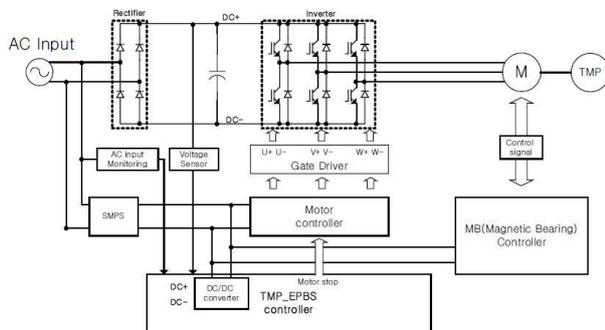


그림 1 비상전원 공급장치 전체 구성도
 Fig. 1 Emergency Power Backup System

본 논문에서는 자기부상형 터보분자펌프의 운용시 시스템에 공급되는 입력전원이 중단될 경우 터보분자펌프 모터의 발전 전압을 이용하여 일정 시간 동안 자기 베어링을 구동하여

터보분자펌프의 안정된 shut-down을 유도하도록 제어기에 전원을 공급하기 위한 전원공급장치를 제안한다. 그림 2에서와 같이 역기전력에 의한 모터의 발전전압은 400V~30V 이다. 이러한 넓은 범위의 전압을 입력으로 일정전압 48V를 출력하기 위한 2단 구성의 컨버터를 본 논문에서 제안한다.

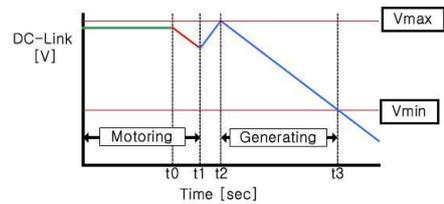


그림 2 모터의 발전전압
 Fig. 2 Motor generating voltage

2. 본론

2.1 넓은 입력 전압범위를 갖는 2단 구성 컨버터

본 논문에서 제안한 넓은 입력 전압범위를 갖는 컨버터는 2단 구성으로 벡부스트 컨버터 단과 LLC 공진형 컨버터 단으로 구성된다.

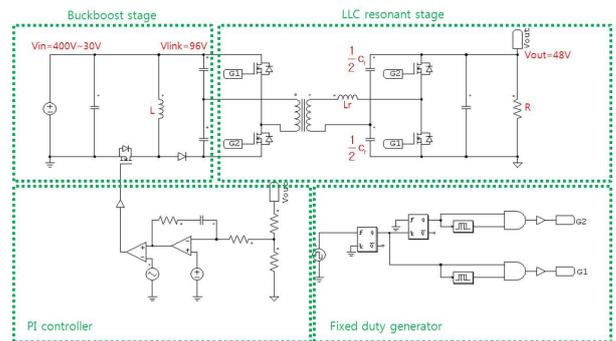


그림 3 제안한 컨버터 회로도
 Fig. 3 Proposed converter

LLC 컨버터 단은 제어동작을 수행하지 않으며 고정주파수로만 동작한다. 식 1과 같이 LLC 컨버터의 스위칭 주파수와 공진 주파수를 같게 설정하여 컨버터 이득은 1이 되도록 설정하여 트랜스포머의 권선비에 의해서만 전압이 강압되도록 하였다. 즉 LLC 공진 컨버터 단은 전기적 절연과 트랜스포머 권선비에 의한 전압 강압의 역할을 담당한다.[1][2]

$$f_s = f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}}, Gdc = 1 \quad (1)$$

f_s : switching_frequency
 f_r : resonant_frequency

Buckboost 컨버터 단은 최종 출력 전압 ($V_o=48V$)을 피드백하여 제어동작을 수행한다. buckboost 컨버터 단은 입력전압에 따라 2가지 모드로 나누어진다. 입력전압 100V~400V까지는 buck mode로 동작하며 30V~100V까지는 boost mode로 동작한다. 본 논문에서는 인덕터 사이즈를 고려하여 boost mode로 동작할 경우 인덕터 전류는 연속전류모드로 동작하며, buck mode로 동작할 경우는 인덕터 전류는 불연속전류모드로 동작하도록 설계하였다.

$$CCM : V_o = \frac{D}{1-D} V_i$$

$$DCM : V_o = \frac{D}{D_2} V_i, D_2 = \sqrt{\frac{2L}{RT_s}} \quad (2)$$

2. 2 모의 실험

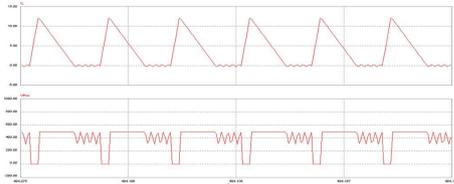


그림 4 DCM동작시 인덕터 전류 (입력 전압 $V_{in}=400V$, $P=300W$)
 Fig. 4 Inductor current in DCM (input voltage $V_{in}=400V$, $P=300W$)

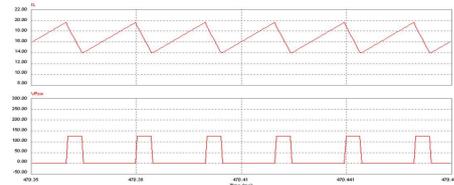


그림 5 CCM동작시 인덕터 전류 (입력 전압 $V_{in}=30V$, $P=300W$)
 Fig. 5 Inductor current in CCM(input voltage $V_{in}=30V$, $P=300W$)

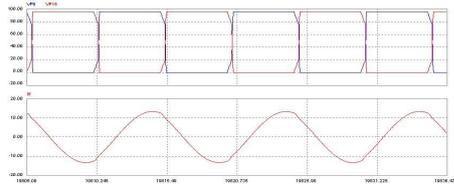


그림 6 LLC 공진 컨버터 공진 전류 및 FET D-S 전압($P=300W$)
 Fig. 6 Resonant current and FET D-S Voltage of LLC converter($P=300W$)

2. 3 제안된 컨버터 제작 및 실험 결과

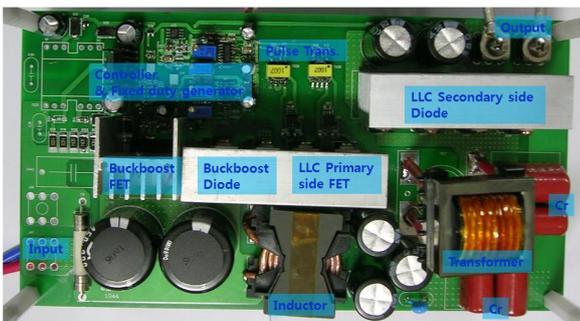


그림 7 제안된 컨버터의 프로토타입 제작
 Fig. 7 Prototype of proposed converter

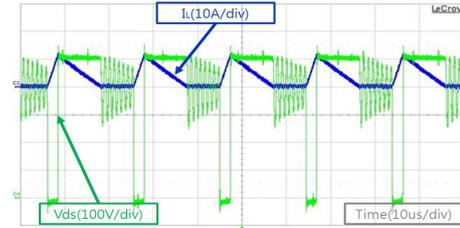


그림 8 DCM동작시 인덕터 전류 (입력 전압 $V_{in}=400V$, $P=300W$)
 Fig. 8 Inductor current in DCM(input voltage $V_{in}=400V$, $P=300W$)

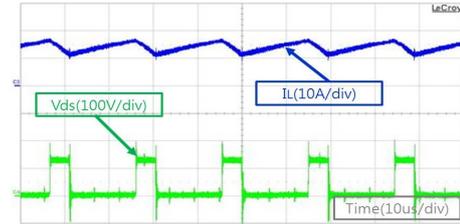


그림 9 CCM동작시 인덕터 전류 (입력 전압 $V_{in}=30V$, $P=300W$)
 Fig. 9 Inductor current in CCM(input voltage $V_{in}=30V$, $P=300W$)

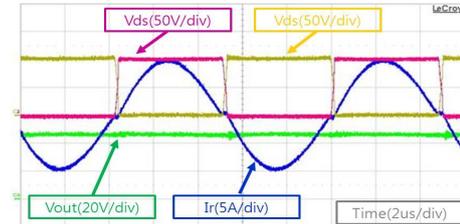


그림 10 LLC 공진 컨버터 공진 전류 및 FET D-S 전압($P=300W$)
 Fig. 10 Resonant current and FET D-S Voltage of LLC converter($P=300W$)

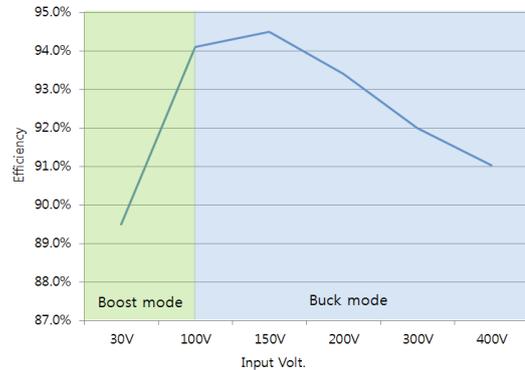


그림 11 300W일 때 입력전압에 따른 효율
 Fig. 11 Input voltage VS Efficiency at 300W

3. 결론

본 논문에서는 비상전원 공급장치용 컨버터를 제안한다. 모의실험 검증 후 세트를 제작하여 300W에서 입력을 30V~400V까지 변경하며 실험을 진행하였다. 실험결과 모터의 발전 전압을 이용한 비상전원 공급장치로 타당함을 검증하였다.

참고 문헌

- [1] H. Chae, W. Kim, S. Yun, H. Moon, Y. Jeong, J. Lee, "PHEV Battery Charger with Power Factor Corrector", 전력전자학술대회 논문집 2010, pp.341-342, 2010.
- [2] Bo Yang, "LLC resonant converter for front end DC/DC conversion", APEC2002, Vol. 2, pp. 1108-1112, 2002.