

스위치드 변압기 Z-소스 인버터의 전압 스트레스와 전압이득 비교

김세진¹, 정영국², 임영철¹
 전남대학교¹, 대불대학교²

Comparison of the Voltage Stress and Voltage Gain of the Switched Trans Z-source Inverters

Se-Jin Kim¹, Young-Gook Jung², Young-Cheol Lim¹
 Chonnam National University¹, Daebul University²

ABSTRACT

본 연구에서는 양방향 인덕터 대신 단방향 변압기 셀을 이용한 Switched Trans Z source inverter, Switched Trans Quasi Z source inverter, Switched Trans inductor Quasi Z source inverter의 전압 이득 및 스트레스를 비교하였다.

1. 서 론

본 연구에서는 종전의 Quasi Z 소스 인버터(qZSI)와 X shaped Z 소스 인버터(X shaped ZSI)^[1]를 기본 구성으로 단방향 인덕터 셀^[2]과 유사한 변압기 셀을 이용한 3가지 종류의 Z 소스 인버터의 전압 이득과 전압 스트레스를 비교 분석하였다. 변압기 셀을 이용한 방식은 종전의 qZSI, X shaped ZSI에 비해 높은 승압 성능을 가지고 있어, 낮은 단락 비에서도 동일한 성능을 구현하는 것이 가능하다. 본 연구의 타당성을 PSIM 시뮬레이션에 의하여 입증하였다.

2. 본 론

그림 1은 X shaped ZSI를 기본 구성으로 하는 Switched Trans Z 소스 인버터(STZSI)를 표현한 것이다. 양방향 인덕터 대신 단방향 변압기 셀을 이용한 것 이외에는 동일하게 구성되어 있다.

X shaped ZSI와 마찬가지로 입력전류는 불연속적(Discontinuous input current)으로 나타나며, 2개의 단방향 변압기 셀로 구성되어 있다. STZSI의 전압이득은 식 (1)과 같다.

$$v_{PN-avg} = (1-D)BV_I = \frac{(N_p + N_s D)(1-D)V_I}{N_p(1-2D) - N_s D} \quad (1)$$

그림 2는 qZSI를 기본 구성으로 하는 Switched Trans Quasi Z 소스 인버터(STqZSI)를 표현한 것이다. 두 개의 양방향 인덕터 중 하나의 양방향 인덕터를 단방향 변압기 셀을 이용한 것이다. 이때 입력전류는 연속적(Continuous input current)으로 나타나며, 그림 1의 STZSI와는 달리 하나의 단방향 변압기 셀로 구성되어 있다. STqZSI의 전압이득은 식 (2)와 같다.

$$v_{PN-avg} = (1-D)BV_I = \frac{(N_p + N_s D)(1-D)V_I}{N_p(1-2D)^2 - N_s D^2} \quad (2)$$

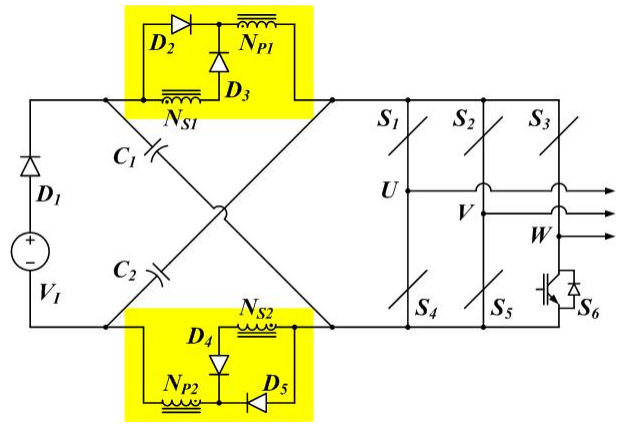


그림 1 Switched Trans Z-소스 인버터
 Fig. 1 Switched Trans Z-source inverter

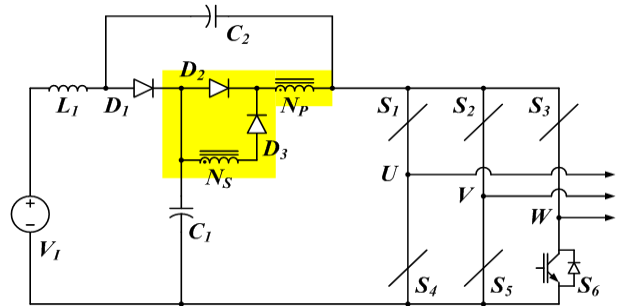


그림 2 Switched Trans Quasi Z-소스 인버터
 Fig. 2 Switched Trans Quasi Z-source inverter

그림 3은 qZSI를 기본 구성으로 하는 Switched Trans Inductor Quasi Z 소스 인버터(STLqZSI)를 표현한 것이다. 그림 2와는 달리 qZSI의 구성을 그대로 유지 하면서 하나의 단방향 변압기 셀을 추가한 형태이다.

qZSI와 마찬가지로 입력전류는 연속적(Continuous input current)으로 나타나며, STLqZSI의 전압이득은 식 (3)과 같다.

$$v_{PN-avg} = (1-D)BV_I = \frac{(1-D)[(1+D)N_p + N_s D]V_I}{(1-2D)N_p - (N_p + N_s)D^2} \quad (3)$$

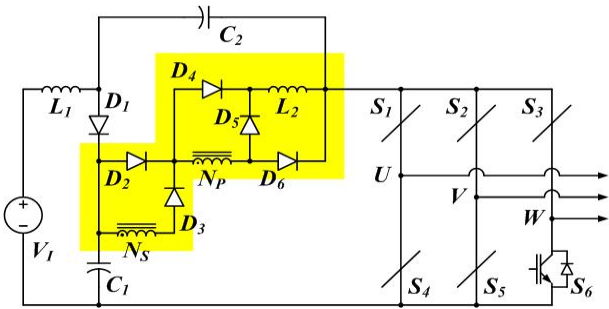


그림 3 Switched Trans-Inductor Quasi Z-소스 인버터
Fig. 3 Switched Trans-Inductor Quasi Z-source inverter

이상적인 경우 인버터 압의 전압 스트레스 B_G (Voltage stress factor)는 식 (4)와 동일하게 표현된다.

$$B_G = \frac{BV_I}{GV_I} = \frac{1}{1-D} \quad (4)$$

그림 4에는 STZSI, STqZSI, STLqZSI의 각각의 전압 이득을 그래프로 표현하였으며, 변압기의 변압 비($N_p:N_s$)는 1:2인 조건이다. 두 개의 단방향 변압기 셀을 이용한 방식이 하나의 단방향 변압기 셀을 이용하는 방식에 비해 가장 높은 승압 성능을 보이는 것을 알 수 있다.

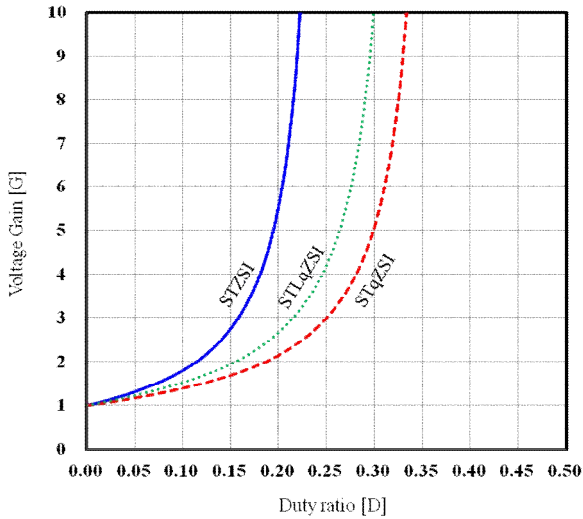


그림 4 STZSI, STqZSI, STLqZSI의 전압 이득 비교
Fig. 4 Voltage gain (G) of STZSI, STqZSI and STLqZSI

그림 5에는 STZSI, STqZSI, STLqZSI의 전압 이득에 대한 전압 스트레스를 그래프로 나타낸 것이다. 변압기의 변압 비 ($N_p:N_s$)는 1:2인 조건이며, 두 개의 단방향 변압기 셀을 이용한 방식이 하나의 단방향 변압기 셀을 이용하는 방식에 비해 가장 낮은 스트레스 계수(B_G)를 가지는 것을 알 수 있다.

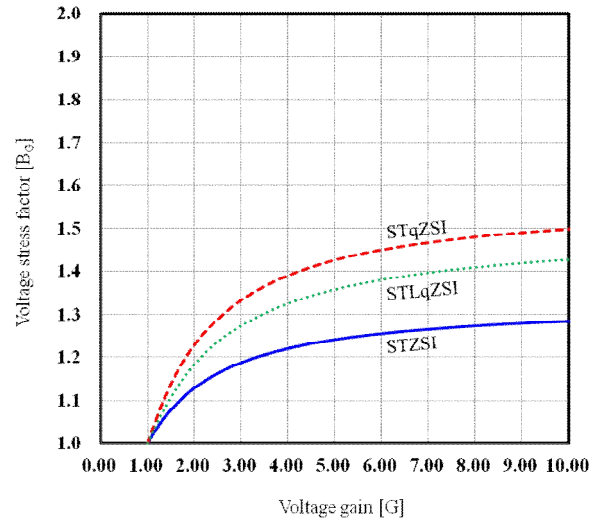


그림 4 STZSI, STqZSI, STLqZSI의 전압 스트레스 비교
Fig. 4 Voltage stress (B_G) of STZSI, STqZSI and STLqZSI

따라서, 동일한 단락 비에서 높은 승압 성능을 보이는 STZSI가 가장 낮은 전압 스트레스를 가지고 있는 것을 알 수 있다. 또한 하나의 변압기 셀을 이용하는 STqZSI와 STLqZSI는 비교적 높은 스트레스를 보인다. 그러나 종전의 qZSI, X shaped ZSI에 비해서는 상당히 낮은 스트레스를 가지고 동작지만, 하나의 단방향 변압기 셀을 이용하는 방식은 입력전류가 연속으로 흐르는 장점을 가지고 있다.

3. 결론

본 연구에서는 양방향 인덕터 대신 단방향 변압기 셀을 이용한 STZSI, STqZSI, STLqZSI의 전압 이득과 전압 스트레스를 비교 분석하였다. 단방향 변압기 셀을 이용하는 경우, 종전의 qZSI, X shaped ZSI에 비해 낮은 전압 스트레스를 가지고 동일한 승압 성능을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 두 개의 변압기 셀을 이용하는 경우에는 보다 높은 승압 성능과 낮은 스트레스를 가지는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 "산업통상자원부" "한국산업기술진흥원" "호남지역사업평가원"의 "광역경제권 선도산업 육성사업"으로 수행된 연구결과입니다

참고 문헌

- [1] F. Z. Peng, "Z Source Inverter," IEEE Trans. Ind. Applicat., Vol. 39, No. 2, pp. 504-510, March/April 2003.
- [2] M. Zhu, K. Yu, and F. L. Luo, "Switched Inductor Z Source Inverter," IEEE Trans. Power Electron., Vol. 25, No. 8, pp. 2150-2158, Aug. 2010.