

Switched Trans Inductor를 갖는 Quasi Z-소스 인버터

김세진¹, 정영국², 임영철¹
 전남대학교¹, 대불대학교²

Quasi Z-Source Inverter with Switched Trans Inductor

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

ABSTRACT

본 연구에서는 종전의 Quasi Z source inverter의 장점을 그대로 가지고 있으면서 동일한 동작 조건에서 낮은 스트레스를 보이는 Switched Trans inductor Z source inverter를 제안하였다. 제안된 방식은 동일한 조건에서 낮은 전압 스트레스와 전류 스트레스를 가지고 동작 가능하였으며, 따라서 낮은 용량의 수동소자와 능동소자로도 Z source inverter 구현이 가능하였다.

1. 서 론

본 연구에서는 종전의 Quasi Z 소스 인버터(qZSI)에 비해 높은 승압 성능을 가지는 Switched Trans Inductor Quasi Z 소스 인버터(STLqZSI)를 제안하였다. 제안된 방식은 낮은 단락 비에서 높은 전압의 출력이 가능하여 동일한 조건인 경우, qZSI에 비해 낮은 스트레스를 가지고 동일한 전압을 출력하는 것이 가능하다. 제안된 방식을 전압 이득 곡선과 PSIM시뮬레이션을 통하여 타당성을 입증하였다.

2. 본 론

그림 1은 종전의 Quasi Z 소스 인버터를 나타낸 것으로 입력 전압과 3상 인버터 사이에 수동소자로 구성된 임피던스 망 [1]이 존재한다. 임피던스 망의 승압 가능한 전압형 인버터(VSI)의 승압용 전력변환장치의 역할을 수행하며, 양방향 인덕터와 커패시터로 구성된다. 이상적인 경우 인버터 암이 단락되는 단락모드 동안 양방향 인덕터(L_1 , L_2)에는 동일한 전류가 흐르고 전류 기울기는 상승한다. 이때, 두 커패시터는 방전상태로서 방전 전류는 양방향 인덕터 전류와 동일하다. 임피던스 망 사이에 위치하는 다이오드는 단락 모드 동안 역 전압에 의해 차단(Turn off) 된다. 인버터가 VSI와 동일하게 동작되는 비 단락 모드 동안, 양방향의 단일 인덕터에는 동일한 전류가 흐르고 이때 전류 기울기는 감소한다. 두 커패시터는 충전상태가 되며 충전 전류는 인덕터 전류와 다이오드 전류로 표현된다.

비 단락모드 동안 다이오드는 Turn on 된다. 단락 모드와 비 단락모드 동안 입력 전류는 L_1 을 통해 흐르므로, 연속적인 전류(Continuous input current)로 나타나며, 두 커패시터의 전압은 C_1 의 전압이 C_2 의 전압에 비해 다소 높게 나타나는 특징이 있다. 그림 1의 Quasi Z 소스 인버터의 전압 이득(G)은 식

(1)과 같다. 식 (1)의 B 는 비 단락모드 동안 인버터 암의 전압 스트레스를 의미하는 boost factor이다.

$$G = (1-D)B = \frac{1-D}{1-2D} \quad (1)$$

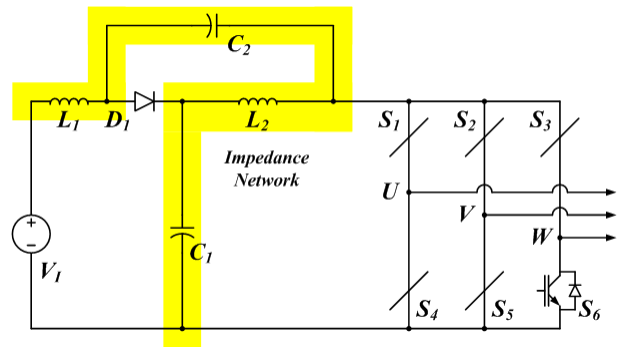


그림 1 종전의 Quasi Z-source inverter
 Fig. 1 Conventional Quasi Z-source inverter

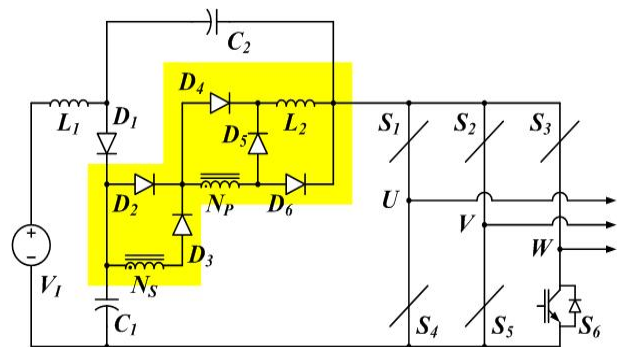


그림 2 제안된 switched trans-inductor Z-소스 인버터
 Fig. 2 The proposed switched trans-inductor Z-source inverter

그림 2에는 본 연구에서 제안하는 Switched Trans Quasi Z 소스 인버터를 나타내었다. 그림 1의 Quasi Z 소스 인버터와 마찬가지로 단락 모드와 비 단락 모드 동안 입력 전류가 연속적으로 나타나며, C_1 의 전압이 C_2 의 전압에 비해 높게 나타난다. 단락 모드 동안 D_1 은 턴 오프 되고 인덕터(L_1 , L_2)와 변압기 권선(N_p : N_s)에 흐르는 전류 기울기는 증가 [2]하고 두 커패시

터는 방전한다.

비 단락 모드 동안 다이오드는 턴 온 상태가 되며 두 커패시터는 충전한다. 또한 두 인덕터와 변압기의 두 권선에 흐르는 전류 기울기는 감소한다. 단락 모드와 비 단락모드 동안 인덕터, 변압기 권선의 평균 전압은 0V와 같으므로 식 (2)와 식 (3)의 평균 전압 방정식으로 나타낼 수 있다.

$$v_{L1,L2} = \frac{(V_I + V_{C2})DT + (V_I - V_{C1})(1-D)T}{T} = 0 \quad (2)$$

$$v_{NP,NS} = \frac{\frac{N_P + 2N_S}{N_P} V_{C1}DT - V_{C2}(1-D)T}{T} = 0 \quad (3)$$

식 (2)와 식 (3)을 연립하여 정리하면 식 (4)와 식 (5)의 커패시터 전압을 표현할 수 있다. 비 단락모드 동안 인버터 암의 전압은 $V_{C1} + V_{C2}$ 와 동일하므로 식 (6)과 같고 인버터 암의 평균전압은 식 (7)과 같이 표현된다.

$$V_{C1} = \frac{N_P(1-D)V_I}{(1-2D)N_P - (N_P + N_S)D^2} \quad (4)$$

$$V_{C2} = \frac{(N_P + 2N_S)DV_I}{(1-2D)N_P - (N_P + N_S)D^2} \quad (5)$$

$$v_{PN-active} = BV_I = \frac{N_P(1+D) + N_S D}{N_P(1-2D) - (N_P + N_S)D^2} V_I \quad (6)$$

$$v_{PN-avg} = GV_I = \frac{(1-D)[N_P(1+D) + N_S D]V_I}{N_P(1-2D) - (N_P + N_S)D^2} \quad (7)$$

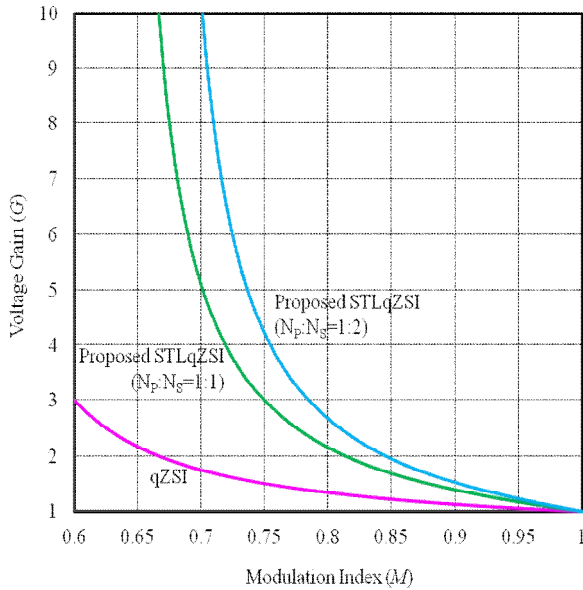


그림 3 qZSI와 제안된 STLqZSI의 전압 이득 비교
Fig. 3 Voltage gain (G) of qZSI and the proposed STLqZSI (In case of the simple boost control method)

그림 3에는 중전의 Quasi Z 소스 인버터(qZSI)와 제안된 Switched Trans Inductor Z 소스 인버터(STLqZSI)의 전압 이득을 표현하였다. 변압기의 변압비에 따라 낮은 단락 비에서 높은 전압 이득을 얻는 것이 가능하므로 동일한 조건에서 낮은 스트레스를 가지는 것을 알 수 있다.

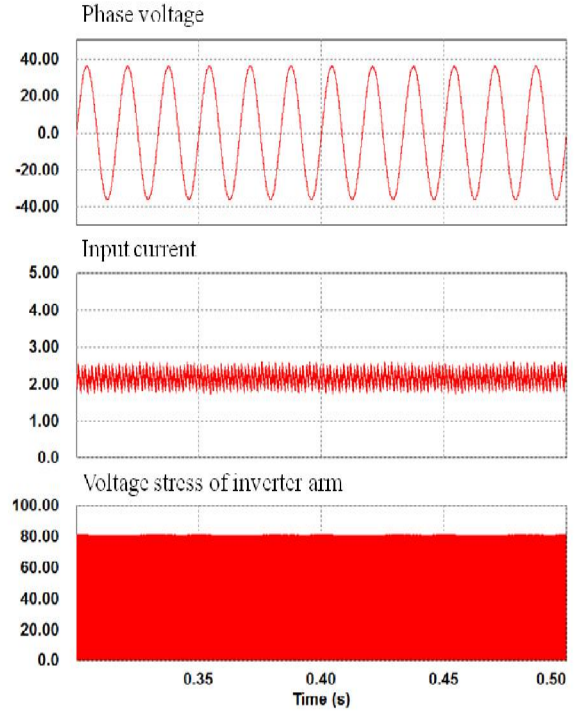


그림 4 STLqZSI의 시뮬레이션 결과
Fig. 4 simulation result of STLqZSI

3. 결론

본 연구에서는 양방향 인덕터 대신 단방향 변압기 셀을 추가한 Switched Trans Inductor Z 소스 인버터를 제안하였으며, 낮은 단락 비에서 높은 승압 성능을 가지는 것을 이득 곡선과 시뮬레이션을 통해 확인 할 수 있었다.

본 연구는 "산업통상자원부" "한국산업기술진흥지원" "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] W. Qian, F. Z. Peng, and H. Cha, "Trans Z source inverters," IEEE Trans. Power Electron., Vol. 26, No.12, pp. 3453-3463, Dec. 2011.