

공통접속점에서의 노치 발생을 위한 간단한 구조의 전력변환기

변우열, 안중수, 노의철, 김인동, 전태원*, 김홍근**
 부경대학교, *울산대학교, **경북대학교

A simple power converter for the notches generation at the point of common coupling

W.Y. Byeon, J.S. Ahn, E.C. Nho, I.D. Kim, T.W. Chun*, and H.G. Kim**
 Pukyong National University, *University of Ulsan, **Kyungpook National University

ABSTRACT

This paper describes a new notches generator for the test of custom power devices such as UPS, DVR, Active Power Filter, etc. The magnitude, width, polarity, and position of the notches generated by the proposed scheme can be varied with simple control. The scheme has good features of simple structure, high reliability, and the capability of arbitrary several notches generation. The circuit operation is described and the usefulness of the scheme is verified through simulations.

1. 서 론

전력품질 장애요소는 크게 과도 외란, 실효값 외란 (순간정전, Sag/Swells 등), 정상상태변동 (저전압, 과전압, 고조파 왜곡, 전압 플리커)으로 나누어 진다. 전력품질을 개선하기 위하여 UPS, DVR, Active Power Filter 등의 Custom Power Devices가 사용되고 있으며 이들의 성능 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.^[1-6] 이러한 전력품질 개선장치들의 성능을 시험하기 위한 장치는 일반적으로 매우 고가이고 복잡하여 활용하기가 용이하지 않아서 최근 저가이면서 실용적인 방식들이 제시되고 있다.^[7,8]

본 논문에서는 특히 고조파 왜곡에 의한 전력품질 장애를 해결하기 위한 능동필터의 노치제거 성능시험을 위하여 임의의 노치를 발생시킬 수 있는 장치를 제안한다. 제안한 방식은 대전력 SCR 위상제어 정류기에 의한 PCC (Point of Common Coupling)에서의 노치 발생을 등가적으로 간단히 구현할 수 있다. 따라서 능동필터의 설계 및 성능시험에 효과적으로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

다. 제안한 방식에 대한 회로구성과 동작원리를 설명하였으며 시뮬레이션을 통하여 그 타당성을 입증하였다.

2. 제안한 회로 및 동작원리

2.1 제안한 방식의 회로구성

그림 1과 2는 각각 제안한 방식의 노치발생기 회로를 단상과 3상에 적용한 경우를 나타낸다. 정상적인 전원전압 v_s 로부터 노치가 포함된 부하전압 v_o 를 만들어 내기 위해서 v_s 와 v_o 사이에 직렬로 전압 v_d 가 추가되도록 하였으며 v_d 는 직렬변압기 T_d 의 2차측 전압이다.

변압기 T_d 의 1차측 전압은 미끄럼 방식의 단권 변압기 $T(T_a - T_c)$ 의 2차측 전압을 스위치 (S_1, S_2, S_{B1}, S_{B2})로 초핑(Chopping)하여 얻는다.

이들 스위치는 온/오프 제어가 가능한 IGCT, IGBT, MOSFET 등으로 구성할 수 있다. 미끄럼 방식의 단권변압기 2차측 접점이 I-영역에 있으면 출력전압에 포함되는 전압의 노치는 전원전압에 더해지는 형태가 되며, II-영역에서는 감소하는 형태가 된다. 스위치들의 온/오프시 발생하는 스파이크 전압을 흡수하기 위하여 역병렬 접속되어 있는 각 스위치 쌍에 병렬로 $R_S - C_S$ 스너버 회로를 추가하였다.

2.2 동작원리

그림 1과 2의 단상 및 3상 노치 발생기는 동작원리가 동일하므로 단상 발생기를 기준으로 설명한다. 그림 3은 제안한 방식의 동작원리를 설명하기 위하여 부하역률이 1인 경우를 예로 들어 각 부분의 파형을 나타낸 것이다. 스위치 S_{B1} 과 S_{B2} 는 각각 반주기씩 교대로 스위칭을 하며 스위칭이 발생

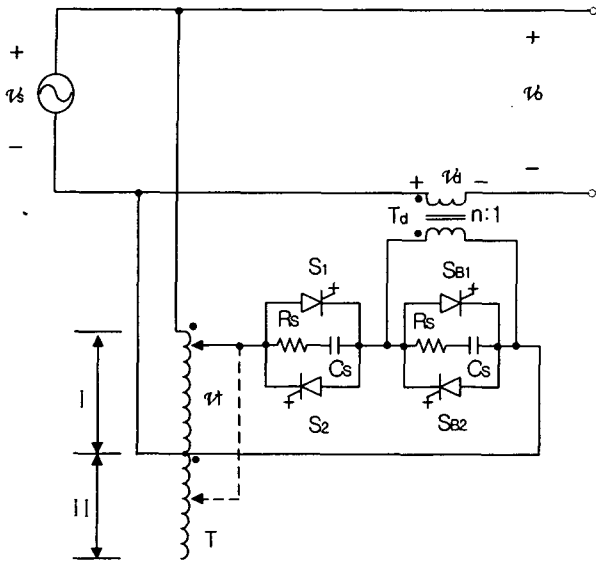


그림 1 단상 노치발생기
Fig. 1 1-phase notch generator

같이 스위칭 한다. t_1 에서 S_{B2} 를 턴오프하면 직렬 변압기 T_d 의 전류는 T_d 와 병렬 접속된 $R_s - C_s$ 회로를 통해 흐르게 된다. 사용소자에 따라서 1-2 μs 후 t_2 에서 S_1 을 턴온하면 T의 2차측 전압이 T_d 의 1차측에 인가된다. $t_2 \sim t_3$ 구간에서 T_d 의 2차측 전압 v_d 는 다음과 같다.

$$v_d = v_T / n \quad (1)$$

$$v_T = v_s / n_T \quad (2)$$

여기서 n 과 n_T 는 각각 직렬변압기 T_d 와 단권변압기 T의 권선비를 나타낸다.

따라서 출력전압 v_o 는

$$v_o = v_s + v_d \quad (3)$$

$$= v_s \left(1 + \frac{1}{n \cdot n_T} \right)$$

이며 단권변압기의 접점이 II-영역에 있는 경우는

$$v_o = v_s \left(1 - \frac{1}{n \cdot n_T} \right) \quad (4)$$

이 된다. 따라서 노치의 폭과 크기 및 방향을 임의로 제어할 수 있다. t_3 에서 S_1 을 턴오프한 후 t_4 에서 S_{B2} 를 다시 턴온하면 T_d 의 1차측이 단락되므로

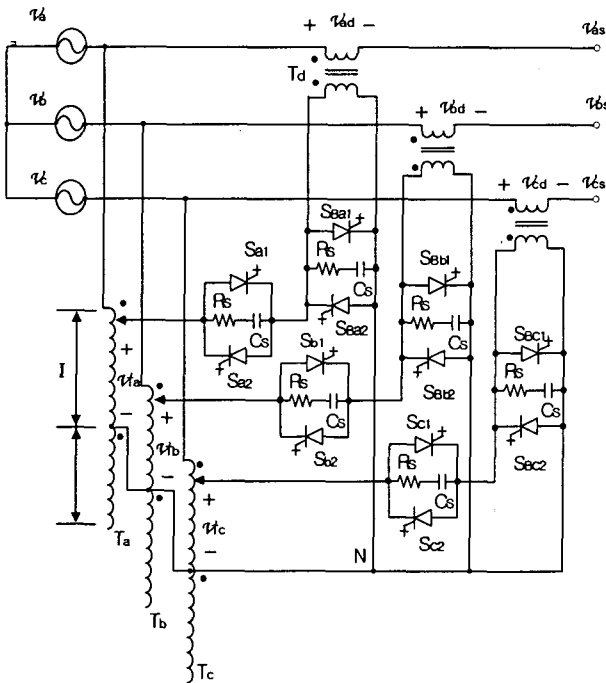


그림 2 3상 노치발생기
Fig. 2 3-phase notch generator

하는 반주기 구간은 부하전류의 극성에 의해 결정된다. 즉, 부하전류가 양(+)인 반주기 동안은 직렬 변압기 T_d 의 1차측 전류가 S_{B2} 를 통해 흐르므로 S_{B2} 가 스위칭 된다. 그림 3에서 역률이 1인 경우이므로 부하전류의 위상은 전원전압 v_s 와 동상이다. 따라서 $0 \leq \omega t < \pi$ 인 구간에서는 S_{B2} 와 S_1 이 번

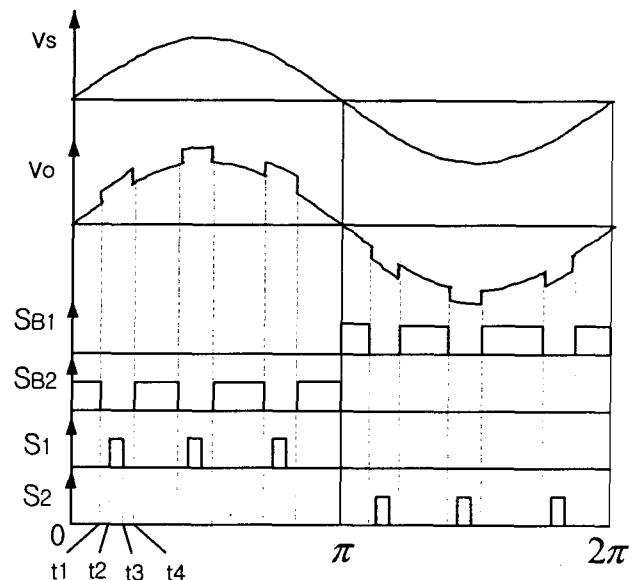


그림 3 스위칭 상태 및 입출력전압
Fig. 3 Switching status, input and output voltage

$$v_d = 0 \quad (5)$$

$$v_o = v_s \quad (6)$$

가 된다.

3. 시뮬레이션 결과

그림 1의 단상 노치발생기에 대하여 시뮬레이션 하였으며 시뮬레이션에서 사용한 시스템 파라미터는 표 1과 같다.

표 1 시스템 파라미터
Table 1 system parameters

전원전압 v_s	220 V
출력 P_o	2.2 kW
스너버 저항 R_s	10 Ω
스너버 커패시터 C_s	10 μF
직렬변압기 권선비 n	1
단권변압기 권선비 n_T	0.2

그림 4는 위의 조건으로 시뮬레이션 하였을 때 v_o 와 i_s 파형을 나타낸다. 부하가 저항부하인 경우이므로 i_o 의 파형에도 노치가 나타난다. 노치가 전원전압에 더해지는 형태이므로 단권변압기의 접점은 I-영역에 있음을 알 수 있다.

그림 5는 S_{B2} 양단 전압을 나타낸다. 직렬변압기 T의 2차측 전압은 S_{B2} 양단 전압에 권선비 n 이 곱해져서 결정된다. 그림 6은 R-L부하에서 역률이 0.8(지상)인 경우의 v_o 와 i_s 파형을 나타낸다.

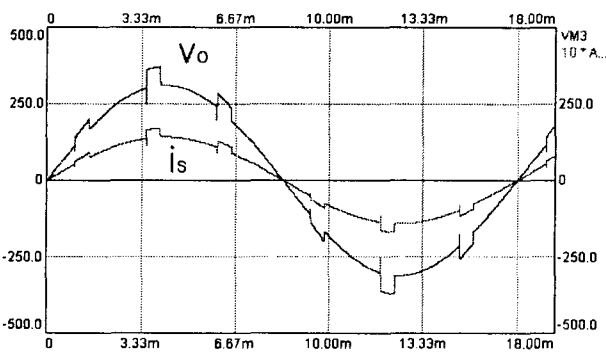


그림 4 v_o , i_s 파형 (PF=1.0)
Fig. 4 v_o , i_s wave forms (PF=1.0)

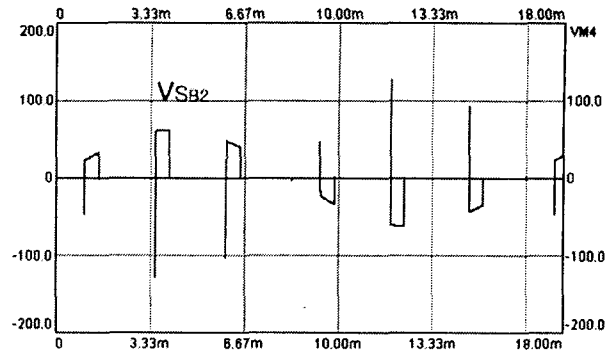


그림 5 S_{B2} 양단 전압 파형
Fig. 5 Applied voltage to S_{B2}

v_o 의 첫 번째 노치는 i_o 가 음(-)인 구간에서 발생하고 있는데, 이때는 S_{B1} 과 S_2 의 스위칭으로 노치가 생성된다. 그리고 두 번째, 세 번째, 네 번째 노치는 각각 S_{B2} 와 S_1 의 스위칭으로 이루어진다.

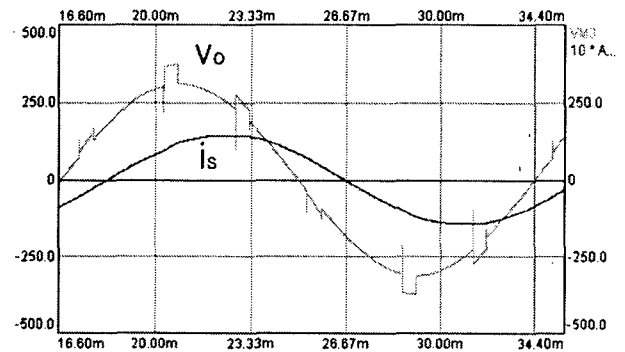


그림 6 v_o , i_s 파형 (PF=0.8 지상)
Fig. 6 v_o , i_s wave forms (PF=0.8 lagging)

4. 결론

본 논문에서는 전력품질 개선을 위한 UPS, 능동 전력필터 (Active Power Filter) 등의 성능 확인을 위한 새로운 방식의 노치 발생기를 제안하였다.

제안한 방식은 부하에 무관하게 노치를 발생시킬 수 있으며 노치의 크기와 폭 및 극성을 임의로 제어할 수 있으므로 능동전력필터 등을 임의의 약조건에서 다양하게 테스트할 수 있다. 시뮬레이션 결과 역률에 무관하게 원하는 노치를 발생시킬 수 있다는 것을 확인하였다. 제안한 방식은 시스템 구성이 간단하여 효율이 높고 경제적이며 신뢰도가 높아서 전력품질 개선장치들의 노치에 대한 감쇠 성능 확보를 위한 시험에 효과적으로 적용 가능할 것으로 기대한다.

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력공학공
동연구소 주관으로 수행된 과제(02-중-02)임.

참 고 문 헌

- [1] 최재호, "전력품질 장애와 대책," 전력전자학회지 5권 1호, pp. 13-18, 2000.
- [2] S.A.O. Silva, P.F.Donoso-Garcia, P.C. Cortizo, and P.F. Seixas, "A three-phase line interactive UPS system implementation with series-parallel active power-line conditioning capabilities," *IEEE Trans. on Ind. Appl.*, Vol. 38, No. 6, pp. 1581-1590, 2002, Nov./Dec.
- [3] M.C. Jiang, "Analysis and design of a three-phase active power filter," *IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems*, Vol. 37, No. 3, pp. 824-831, 2001.
- [4] A. Ghosh and G. Ledwich, "Compensation of distribution system voltage using DVR," *IEEE Trans. on Power Delivery*, Vol. 17, No. 4, pp. 1030-1036, 2002, Oct.
- [5] A. Dastfan, V.J. Gosbell, and D. Platt, "Control of a new active power filter using 3-D vector control," *IEEE Trans. on PE*, Vol. 15, No. 1, pp. 5-12, 2000.
- [6] Z. Luowei and L. Zicheng, "A novel active power filter based on the least compensation current control method," *IEEE Trans. on PE*, Vol. 15, No. 4, pp.655-659, 2000.
- [7] Y.H.Chung, G.H.Kwon, T.B.Park, and G.Y.Lim, "Voltage Sag and Swell generator with thyristor controlled rectifier," *IEEE Power Con 2002*, Vol. 3, pp. 1933-1937. 2002.
- [8] 안중수, 노의철, 김인동, 최경진, 전태원, 김홍근, "전력품질을 고려한 다이내믹 UPS 시스템의 Sag-Swell 발생기," *전력전자학술대회 논문집*, pp. 193-196, 2003.