

# 전류형 Push-Pull 고주파 인버터

오 승 훈<sup>o</sup> 이 봉 섭 이 상 호 이 달 해 이 상 권\*  
 영남대학교 전기공학과 \* 대 룝 (주)

## Current-Fed Type Push-Pull High-Frequency Inverter

Seung-Hoon Oh<sup>o</sup> Bong-Seop Lee Sang-Ho Lee Dal-Hae Lee Sang-Kwon Lee\*  
 Dept. of Electrical Eng. YEUNGNAM UNIV. \* DAE RYUK CO.

### Abstract

In this paper, a current fed type Push-Pull high frequency inverter which have used in the past, proposed self tuning circuit. Also, theoretical analysis introduced which use normalization, and a several characteristics of circuit is estimated.

Further, a purposed control circuit based on self tuning system is confirmed to be performance by experiment.

### 1. 서 론

고주파용 전력반도체소자로 MOSFET, SIT 및 IGBT 등이 개발되어져 이것을 사용한 전력변환장치의 고주파화, 고출력화 등을 향해 활발히 연구 개발 되어지고 있다. (1)(2)(3)

각종 전력변환장치 중에서도 그 응용분야가 다양한 고주파 인버터에는 전압형 (직렬, 직병렬 공진형)과 전류형 (병렬 공진형)으로 대별 할수 있다. 그중에서 전류형 병렬 공진 인버터는 스위칭소자의 전류보다 큰 공진전류를 부하에 공급할수 있어서, 유도가열용 전원으로 적합하다. (4)(5)

전류형의 경우 부하변동에 대한 동작안정성과 보호의 용이성 등의 장점을 가지고 있으나 인버터 내부에 VVVF 기능을 부여하기 곤란한 단점을 갖고 있다. 본 연구에서는 전류형 병렬 인버터의 장점을 적극이용하여, 자기소호형소자를 사용해 고주파화의 한방법으로서 自制式시스템을 제안하고 있다. 회로는 Push-Pull 구성의 병렬 공진형이며, 고주파 교류전압의 Zero Cross Point에 응한 스위칭을 행하고 있다. 또 제한회로 해석을 정상시, 과도시에 있어서 행했으며 그 특성에 대해서도 상세히 평가 하고 있다.

### 2. 회로 구성

그림 1은 종래부터 잘 알려진 Thyristor를 사용한 전류형 Push-Pull 고주파 인버터 회로를 보여주고 있다. 이 회로에서 轉流는 콘덴서의 역전압 즉 병렬공진회로에서 발생한

전압으로 행하고 있다. 이 회로에 있어서 자기소호형소자를 사용하면 역방향으로 전압이 인가되므로 스위칭소자와 직렬로 역전압 저지용의 다이오드가 필요하다. 그림 2는 고주파 변성기에 궤환권선을 설치해 병렬공진에 의한 고주파 교류전압, 즉 콘덴서전압의 영점에 응한 아날로그신호를 직접(SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub>)의 구동신호(SW<sub>1</sub><sup>\*</sup>, SW<sub>2</sub><sup>\*</sup>)로사용하므로써 자기소호형소자인(SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub>)에는 역전압이 걸리지 않으며, 또 Turn-On/Off시 스위칭손실의 최소화되는 장점도 있다.

自制式으로 동작시키기 위한 또 다른 방법은 부하공진회로의 전류, 전압을 검출하여 P. L. L을 사용한 병렬공진주파수 추종제어 방식이 있다.

본 연구에서는 PLL방식을 사용하고 있다.

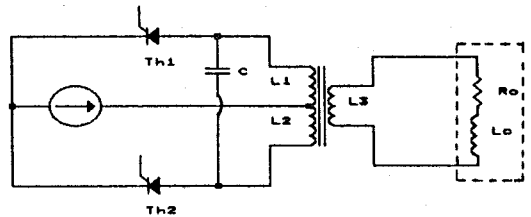


그림 1. 전류형 Push-Pull 고주파 인버터

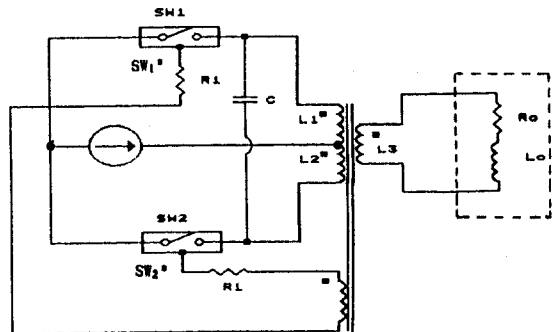
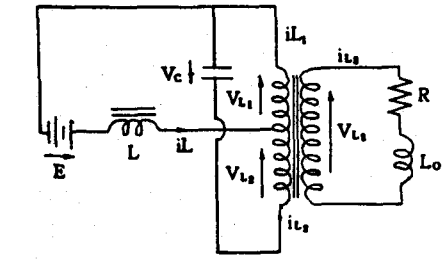
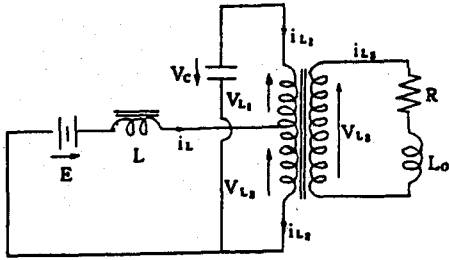


그림 2. 궤환권선에 의한 自制式 Push-Pull 고주파 인버터



(a) MODE 1



(b) MODE 2

그림 3. 각 MODE 동작회로

3. 이론적 회로해석

그림 3은 그림 2에서 설명한 바와같이 자제식으로 동작할 경우의 각모드별 동작회로를 나타내고 있다. 회로해석에 사용한 각 단자, 각 지도의 전압, 전류의 기호 및 방향은 그림 3에 표시된 것을 기준으로 한다. 또 해석 결과의 범용성을 부여하기 위해 계 상태변수를 무차원화하여 나타내고 있다. 각 모드별 회로상태방정식은 다음과 같다.

(모드 A)

$$\frac{d}{dz} \begin{bmatrix} i_{L1}^* \\ i_{L2}^* \\ i_{L3}^* \\ V_c^* \end{bmatrix} = \frac{4\pi}{\mu} \cdot \frac{1}{\Delta} \cdot A_1 \begin{bmatrix} i_{L1}^* \\ i_{L2}^* \\ i_{L3}^* \\ V_0^* \end{bmatrix} + \frac{4\pi}{\mu} \cdot \frac{1}{\Delta} \cdot B$$

(모드 B)

$$\frac{d}{dz} \begin{bmatrix} i_{L1}^* \\ i_{L2}^* \\ i_{L3}^* \\ V_c^* \end{bmatrix} = \frac{4\pi}{\mu} \cdot \frac{1}{\Delta} \cdot A_2 \begin{bmatrix} i_{L1}^* \\ i_{L2}^* \\ i_{L3}^* \\ V_0^* \end{bmatrix} + \frac{4\pi}{\mu} \cdot \frac{1}{\Delta} \cdot B$$

또 정상주기해를 구하기위해 필요한 조건은 다음과 같다.

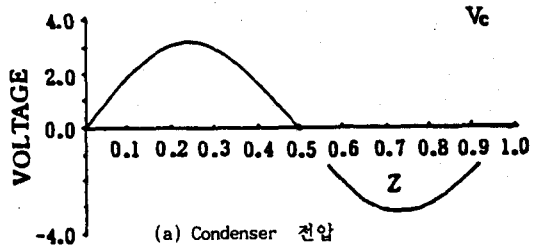
i) 자제식 스위칭조건

$$V_c^* \text{MODE}(Z_1) = 0$$

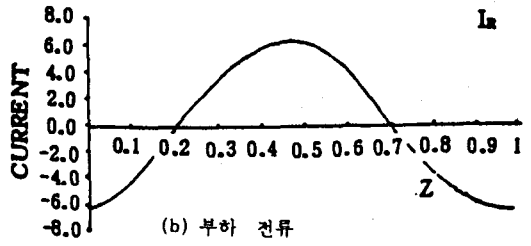
ii) 모드 접속조건

$$\begin{bmatrix} i_{L1}^* \text{MODE1}(Z_1) = i_{L1}^* \text{MODE2}^* \\ i_{L2}^* \text{MODE1}(Z_1) = i_{L2}^* \text{MODE2}^* \\ i_{L3}^* \text{MODE1}(Z_1) = i_{L3}^* \text{MODE2}^* \\ V_c^* \text{MODE1}(Z_1) = V_c^* \text{MODE2}^* \end{bmatrix}$$

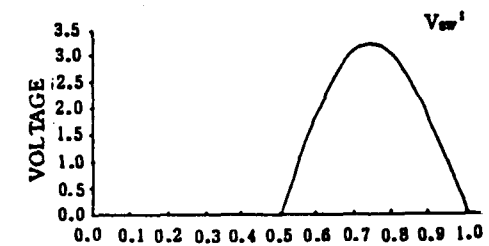
본 회로는 상태방정식이 고차로 되고, 또 모드변이 상태가 해석적으로 풀이 하는 것이 불가능하므로 계산기를 이용해 수치해석을 행하였다. 그림 4는 본 회로해석에서 얻어진 정상상태에 있어서 각 부 동작파형의 일례를 보여주고 있다.



(a) Condenser 전압



(b) 부하 전류



(c) SW 전압

$k = 1.0$   $\kappa_2 = 1.0$   $\lambda = 0.05$   $\mu = 0.05$

그림 4. 정상상태의 동작파형

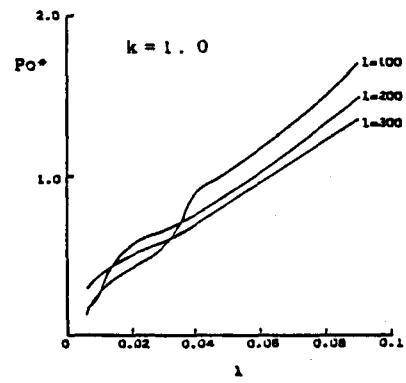
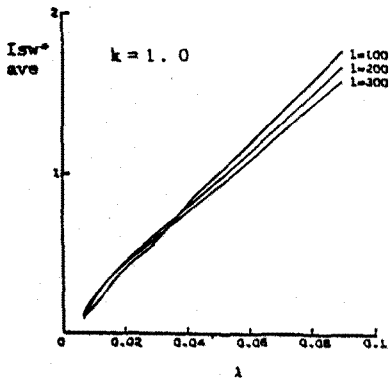


그림 5. 출력 특성

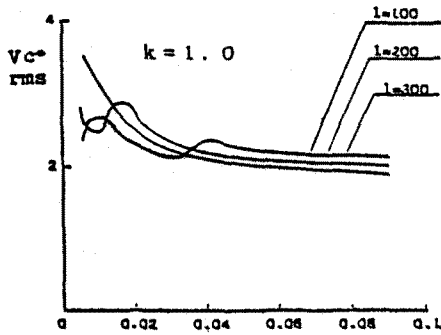
4. 특성 평가

그림 5는 부하변동에 따른 출력특성을 나타내고 있다. 출력  $P_0 = \lambda \int_0^1 i_R^2 dz$  로 되므로,  $\lambda$ 가 증가함에 따라 부하전압은 증가하고, 따라서 출력전력도 증가함을 나타내고 있다. 그림 6 (a)(b)는 부하변동에 따른 스위칭소자의 전류특성과 콘덴서 전압특성을 나타내고 있다. 그림 7은 부하전류 고조파성분 함유율을 나타내고 있다. 즉 고조파성분 함유율을  $H_n$ 은

$$H_n = \frac{i_{Rn}^* \text{rms}}{i_{R1}^* \text{rms}} \times 100 \% \text{ 로 하였다.}$$



(a) Switch전류의 평균치



(b) Condenser전압의 실효치

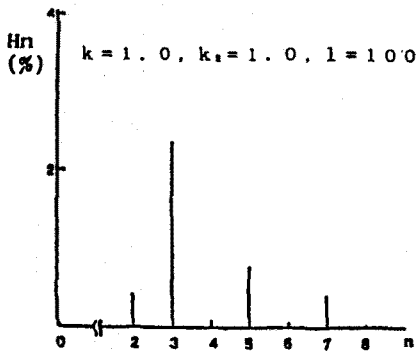


그림 7. 부하전류의 고조파성분 함유율

단  $i_{r1}^{*rms}$ :  $i_r^{*}$ 의 기본파 성분 실효치  
 $i_{rn}^{*rms}$ :  $i_r^{*}$ 의 제 n고조파 성분 실효치

그림에서 알수 있듯이 본 회로는 duty비가 50%이므로 부하전류는 반주기 대칭파로 되기때문에 우수차 고조파성분은 적고 기수차 고조파 성분이라도 크게 나타남을 보여주고 있다.

그림 8은 기동시의 입력전류 과도상태를 보여주고 있다. 부하에 따라 입력전류의 크기는 다르지만 전반적으로 정상상태에 도달하는 시간이 10-25사이클정도이며, 기동과도상태가 안정하다는 것을 알수 있다.

그림 9는 그림 2의 회로를 PLL제어에 의해 동작을 했을 경우 탱크회로의 전압과 전류를 실측한 파형이다. 실측파형에서 알수 있듯이 전압, 전류의 위상이 완전히 일치하여 있

어 본 연구에서 제안한 제어회로가 自製式인 버어터로 동작하고 있음을 확인 할 수 있다.

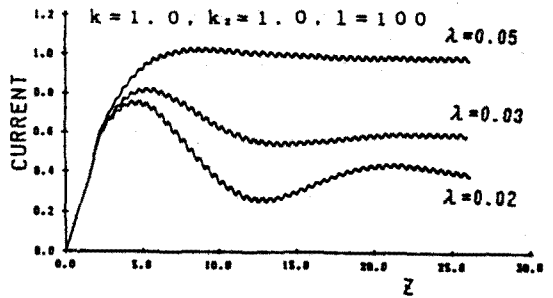


그림 8. 입력전류의 과도상태

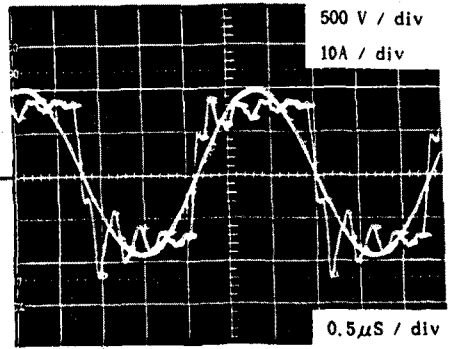


그림 9. Tank 회로의 전류 전압 파형

## 5. 결 론

본 연구는 종래에 사용되어온 전류형 Push-Pull고주파인 버어터를 自製式으로 동작시키는 시스템을 제안하였다. 또 이론해석을 무차원화를 도입하여 범용성있게 기술하였으며, 회로의 제특성을 행하였다. 더우기 실험을 통해 自製式 시스템으로써 동작이 제안한 제어회로에 의해 실현된 것을 확인 할 수 있다.

## [ 참고 문헌 ]

- (1) G.N. REAVAKER: "Voltage-Fed High-Frequency Bridge Inverter", IEEE, Vol. 1E(1-2), NO. 4, NOVEMBER, 1974.
- (2) Jun-Ichi N: "High-Frequency high Power SIT", IEEE Trans, Vol ED-25 NO.3 (1978).
- (3) J.Chen, Bonert: "Load Independent AC/DC Power Supply for Higher Frequencies with Sine-Wave Output", ISA82:32D pp 831-835 (1982).
- (4) 오 승훈: "MOSFET를 사용한 공진형 고주파인버터에 관한 연구" 90년 하계종합학술 논문집, pp 405-408 (1990.7).
- (5) D.H Kim: "New resonance Voltage/Current Phasor control-based High-Frequency Inverter using SIT", SATEC '86, No.2-2, Power Electronics Conference, 10 (1986).