

# Dead Time을 고려한 VVVF형 고주파 인버터의 특성해석

오 승훈\* 배 상준 민 병재 이 달해 최 상용\*  
 영남대학교 전기공학과 \* (주) 대 룩

## The Characteristic Analysis of VVVF Type High Frequency Inverter considering Dead Time

Seung-hoon Oh<sup>o</sup> Sang-Jun Bae Byoung-Jae Min Dal-hae Lee Sang-Yong Choi\*  
 Dept. of Electrical Eng. YEUNGNAM UNIV. \* DAE RYUK CO.

### < Abstract >

This paper describes characteristic analysis of VVVF type high-frequency considering dead time.

Static power conversion are now used in a great variety of application including induction heating, high-frequency generation, DC/DC power converter, etc.

In the circuit analysis, an offer circuit was compared with safety operating region and steady state characteristics considering dead time.

## 1. 서 론

자기소호 능력을 가지는 전력용 반도체 스위칭 소자들이 개발됨으로써 이들을 응용한 전력변환 장치가 활발히 연구개발되어 실용화되고 있다.

정지 전력변환 장치의 스위칭 소자로서 MOSFET, IGBT, SIT, SI-Thy와 같은 자기소호형 소자를 사용함으로써 수백 KHz대에서 고출력 switching 동작이 안정하게 실현될 뿐만 아니라 전력변환 장치의 소형·경량화, 고효율화, 고기능화를 가져온다.

정지 전력변환 장치중에서도 고주파 인버터는 산업용, 가전민생용 등의 유도기열 전원을 비롯하여 고주파 방전등 점등장치, 강력 초음파 발전기와 고주파 스위칭 제어 DC/DC Converter 등의 새로운 응용에 있어 부하대상 시스템에 적합한 구성의 변환회로 개발이 요구된다.

이와 같은 배경에서 본 논문은 자기소호형 switching 소자를 도입하여 전압형 Full-bridge 고주파 공진 인버터에 스위칭 상호간에 위상차각을 부여하여, VVVF 제어기능을 가지는 회로로 구성하였다.

그리고 직류 전원단락방지를 목적으로 한주기의 수  $\times$ 에 해당하는 dead time을 설정하여, 이것을 파라미터로 하여 회로특성에 미치는 영향을 검토하고 있다.

## 2. 제안 고주파 공진 인버터의 회로구성

그림 1은 제안한 전압형 직렬 공진형 Full-bridge 고주파 인버터이며, 이 회로는 종래의 인버터 회로구성과 같으나, Gate 신호의 위상차를 부여한 단일 PWM 제어를 실현하는 점이 다르다.

그림에서 L, C는 공진용 리액터와 커패시터이며, 부하로는 유도기열 부하를 모델로 하고 있다.

이 회로구성에 있어서 VVVF 기능을 부여하기 위해서는

i) 1 Arm 스위치군에 대하여 2 Arm 스위치군의 구동 신호를  $0^\circ \sim 180^\circ$ 까지 위상차를 부여해 VVVF 제어기능을 얻는 방법이며,

ii) 1 Arm의 스위치군에 대하여 2 Arm 스위치군의 드라이브 신호의 펄스폭을 가변시켜 VVVF 제어를 실현할 수 있다.

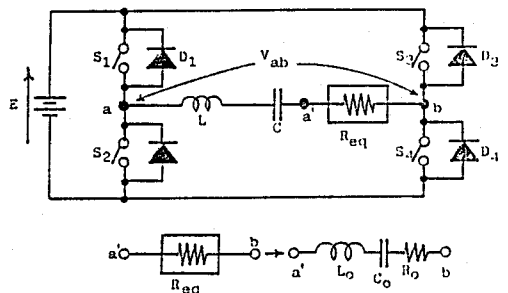


그림 1. 단일 PWM제어형 VVVF고주파 공진 인버터

그림 1의 회로에서 스위칭 소자 ( $S_1$  과  $S_4$ )가 동시에 ON 될때 전원 단락사고를 방지하기 위하여 수  $\times$ 의 비율로 스위치가 OFF되는 dead time을 설정하여 운전하는것이 일반적이다.

그림 2는 dead time( $\theta_d$ )와 위상차각( $\phi$ )과의 대수 관계에 의해 제안 회로의 정상운전 동작영역을 나타낸다.

그림 2의 (a)는  $\theta_d$ 와  $\phi$ 는  $0^\circ \sim 180^\circ$ 까지 변화가능하므로 운전동작 영역은 정방형의 영역내에 있고, (b)는  $\phi$ 와 스위칭 소자의 ON시간 ( $180^\circ - \theta_d$ )와의 관계를 나타낸다. 그리고 (c)는 제한회로의 정상운전 영역이 실선내의 범위에 한정되므로 PWM 제어에 의한 출력전압(전력)제어가 실현가능한 제어범위는  $0^\circ \leq \phi \leq 180^\circ - \theta_d$ 이다.

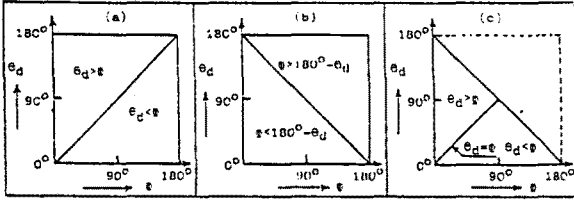


그림 2.  $\theta_d$ 와  $\phi$ 에 의한 정상운전 동작영역

### 3. $\theta_d$ 를 고려한 정상특성

그림 3은  $\theta_d$ 를 변화하였을 때의 출력전류 파형을 나타낸다. 그림 3 (a)는  $\theta_d$ 를 고려하지 않았을 경우이며, (b), (c)는  $\theta_d$ 를 고려한 경우의 출력전류 파형이다.

그림 4는 위상차각  $\phi$ 를 변화시킬 경우 출력파형을 나타내고 있다. 즉,  $\phi$ 의 변화에 따라 출력전류와 전력이 제어됨을 알 수 있다.

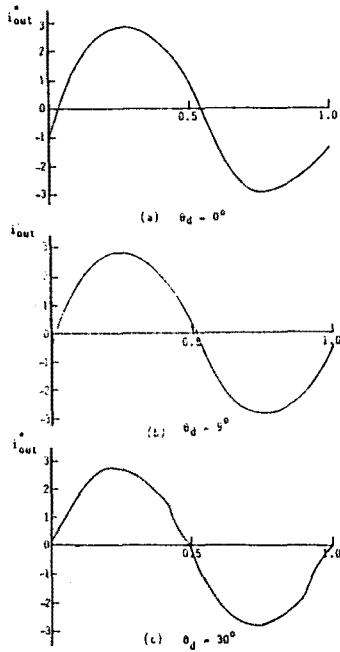


그림 3.  $\theta_d$ 를 변화시킬 경우의 출력전류 파형

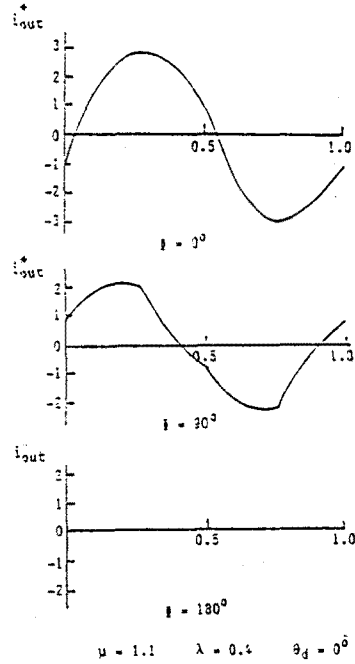


그림 4. 위상차각  $\phi$ 를 변화시킬 경우 출력전류파형

그림 5는  $\theta_d$ 를 변화시켰을 경우 정상출력전력 제어특성을 나타내고 있다.  $\theta_d$ 가  $20^\circ \sim 40^\circ$  부근에서는 출력변화가 거의 없고, 그 이후 급격히 감소하여  $\theta_d = 120^\circ$  부근에서 회로의 정상동작이 되지않는다.

그림 6은  $\phi$ 를 파라메타로 하였을 경우 각각 스위칭 소자에 흐르는 전류를 나타내고 있다.

그림 7은 제한 고주파 인버터의 기동시 부하전류 파형을 나타내고 있다.

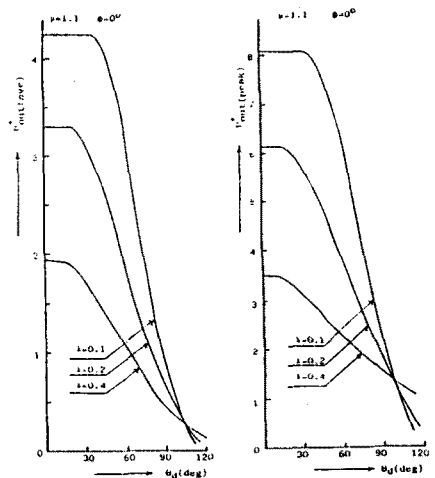


그림 5.  $\theta_d$ 를 변화시킬 경우 정상 출력전력 파형

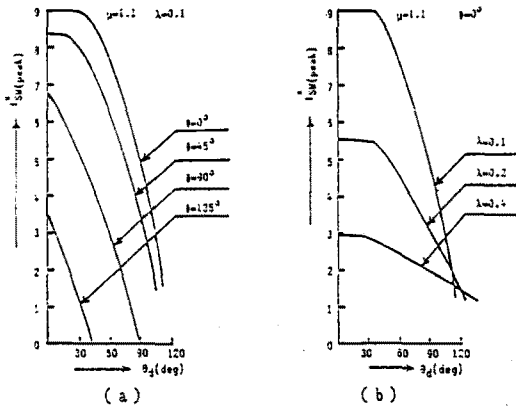


그림 6. 스위칭 소자의 Peak전류

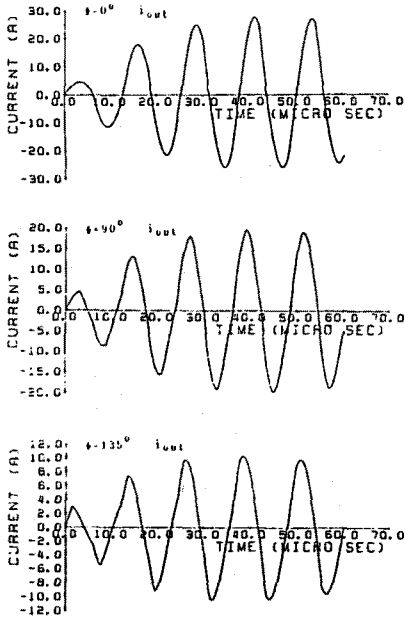


그림 7. 기동시 부하전류

상기로부터 기동시에 과도 기동특성이 안정하게 운전 되는 것을 알 수 있다.

$\theta_d$ 를 고려한 특성평가에서는  $\theta_d$ 에 의해 제한 고주파 인버터의 출력제어가 가능하나 운전영역 및 H/W적으로는 문제점이 많다고 사료된다.

#### 4. 실험결과

그림 8 (a)는 기동시 출력전류 특성을 나타내고, 그림 8 (b)는 본 시스템을 운전정지하였을 때 출력전류 특성을 나타내고 있다.

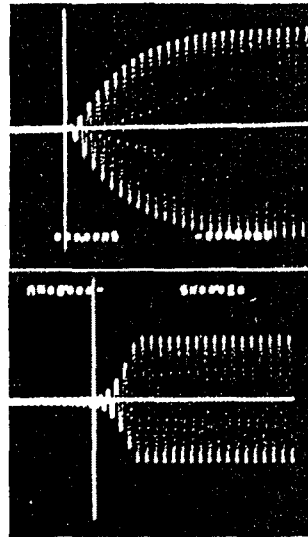


그림 8. 기동 및 정지시의 응답특성

#### 5. 결론

본 논문에서는 VWF 기능이 내장된 Full-bridge 고주파 인버터에 Gate 위상제어 원리에 의한 전압형 고주파 공진 인버터를 제안하였고, 그 동작 및 제어 원리에 대해 기술하였다.

또한 제안회로의 정상운전 특성을 무차원화 파라미터를 도입하여 범용성있게 논하였으며, 단일 PWM 제어를 행할 경우 dead time  $\theta_d$ 에 의한 위상차각  $\phi$ 의 영역이  $0^\circ \leq \phi \leq 180^\circ - \theta_d$ 의 범위에 제한되도록 나타내었다.

더우기 실험회로를 제작하여 H/W적인 입장에서 원리적으로 유용함을 검토하였다.

#### < 참고 문헌 >

- (1) D.W.TEBB and L.Hobson: " Design of matching Circuitry for 100KHz MOSFET Induction Heating Power Supply", IEEE, Industrial Electronics, Vol. IE34 , No.2, May 1987.
- (2) B.R.Pelly : " Applying International Rectifier Power MOSFETS", IR Application Note AN-930.
- (3) S.H.OH and D.H Kim: "A Novel High-Frequency using self-Quenching power Semiconductor Switching Device", 89년 하계학술대회 논문집 , pp 522-526, (1989.7)
- (4) S.H.OH and D.H.Lee : "A study on the Resonance High-Frequency Inverter using MOSFET", 90년 하계학술대회 논문집, pp 405-408 (1990.7)
- (5) S.H.OH : " Current-Fed Type Push-Pull High-Frequency Inverter", 92년 하계학술대회 논문집(B), pp1123-1125, (1992.7)