

공진형 전압형 인버터의 전동기구동 시스템 응용

김용주^o 마영호 김한성 최규하 *김병주
 건국대학교 공과대학 전기과, *한국 가스공사

Application of Motor Drive System Using Resonant Voltage-Type Inverter

Yong Joo^o, Kim Young ho, Ma Han Sung, Kim Geou ha, Che Byung Joo, Kim
 Department of Electrical University of Konkuk *Korea gas Corporation

This paper achieved by Pulse-Width Modulation of the inverter switches. But Conventional PWM inverter is employed hard switching by means a switching device. Moreover, this paper presents resonant DC link Voltage type inverter that it was not necessary snubber circuit and dead time and modeling of motor drive control system and simulating analysis are discussed.

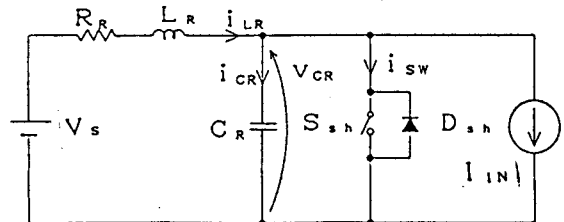


그림1(a) 공진 DC-LINK 모델

여기서 $v_{cr}=0$ 가 되는 기간이 필요하며 v_{cr} 이 "부"로될 필요성은 없기 때문에 다이오드 D_{sh} 를 삽입하고, 다이오드 D_{sh} 를 고려하지 않을경우 v_{cr} 의 최소치가 "0"이하로 된다. 전압제어프로그램의 기간을 얻을수가있다.

1. 서론

인버터는 산업용기기, 통신방송기기 그리고 가정용기기에 이르기까지 널리 이용되어지고 있으며, 현재 보다더 고성능화가 요구되어지고있다. 특히 출력전류파형의 리플, 고주파수를 감소시켜서 출력마형을 개선하고 전자소음의 저감을 실현하려면 인버터의 스위칭 주파수의 고주파파가 불가결하다. 현재 널리 이용되어지고있는 전압형 PWM인버터에서는 인버터의 DC링크부에 인가한 직류전압을 스위칭 소자에의해 직접 ON, OFF시키는 하드 스위칭이 행해짐에 따라 스위칭할때마다 손실이 발생하고 주파수를 높임에 따라 손실이 증가해서 효율이 낮아진다. 또한 이손실은 스위칭소자에서 주로 열로 소비되어지기 때문에 방열면적이 필요하게되어 시스템의 소형화 추진에 방해요인이 된다. 따라서 이러한 문제를 해결하려면 인버터의 스위칭을 무손실, 고주파로 행할 필요가있다. 본 논문에서는 인버터 DC축에 소용량의 LC공진회로를 링크시켜서 무손실 고주파 스위칭을 실현하는 공진DC링크 인버터에 대해서 논하기로한다. 본논문은 교류전동기의 가변속구동계에 응용하여 이론적해석을 통해서 본시스템의 특성및 성능평가를 행한다.

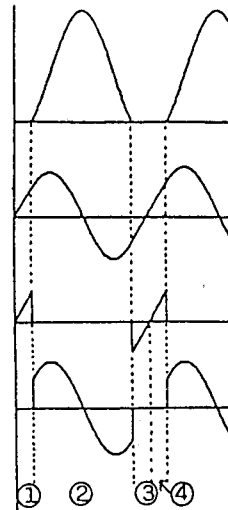


그림1(2) 공진 DC-LINK 동작 설명도

2.1 공진DC LINK방식의 원리

직렬공진회로에서 캐패시터전압은 $v_{cr} = v_s (1 - \cos(t/\sqrt{LrCr}))$. v_{cr} 은 인버터의 새로운 DC링크 전압으로써, $v_{cr}=0$ 에서 스위칭소자를 턴온, 턴오프시키면 제로전압스위칭(ZVS)을 실현할 수 있다. 그러나 실제의 회로에서는 L의 저항분과 접속저항등에서 반듯이 저항R이 존재한다.

2.2 공진DC 링크 인버터

3상공진DC링크 인버터동작에서 DC링크부에서는 전압이 그림2(b)와 같이 나타나고 이전같이 "0"일때 인버터의 스위칭패턴이 바뀐다. PWM에서는 동일패턴의 출력시간은 임의로 설정할수 있지만 본방식에서는 이산적으로 출력하는 것으로한다.

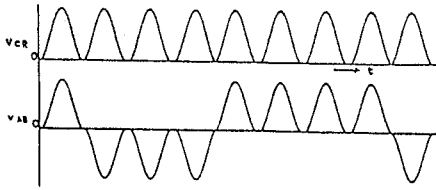
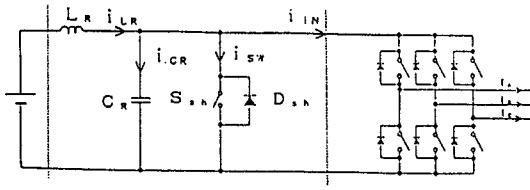


그림2(a)3상공진 DC-LINK인버터 동작원리
그림2(b)공진DC링크 파형(위), 전간전압(아래)

DC링크전압파형 v_{CR} 은 공진회로와 공진캐패시터의 공진초기전류 i_{CO} 로 결정된다. 캐패시터전류의 공진초기치 i_{CO} 가 I_{CO} 와 같을때 Zero전압스위칭을 실현할 수 있다. 인버터의 스위칭변경은 캐패시터 단락기간중에 행할 수 있지만 캐패시터단락기간중에는 DC링크부가 단락되어져 있기 때문에 인버터 부하측으로 에너지의 전달은없고 부하전류에 변화가 생기는것은 패턴에따라 전류가 흐르기시작하는 공진초기상태가 되기때문에 i_{CR} 의 계속에 의해 $i_{CO}=I_{CO}$ 를 유지한다는것은 불가능하다. 공진사이클 초기상태의 i_{IN} 이 예측가능하다면 I_{CO} 는 공진회로와 전원전압에의해 정해진 값의 있기때문에 인덕터전류 i_{LR} 를 측정해서

$$i_{LR} = I_{CO} + i_{IN}^*$$

이 된 시점에서 캐패시터단 단락을 중지함에 따라 $i_{CO}=I_{CO}$ 가 실현된다. 만일 공진전압의 피크값이 조금높거나 i_{IN} 의 최대값을 미리알고 있는 경우에는 상당히 간단하게 Zero전압스위칭을 실현할수있다. 이러한 공진법을 행한 회로구성 및 각부파형을 그림3에나타낸다.

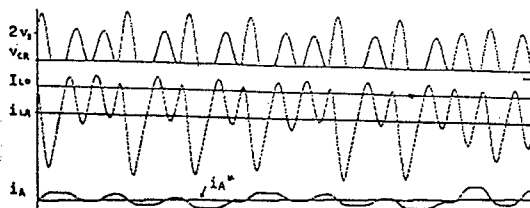
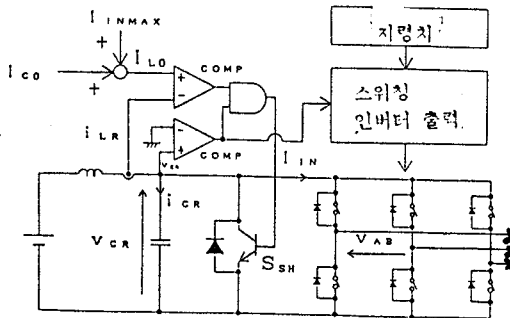


그림3 공진DC링크부의 제어와 각부파형

3. 공진회로와 제어방법

3.1 공진초기전류의 제어방법

앞에서 기술한 방법에의해 $i_{CR}=i_{LR}-i_{IN}$ 이 성립되므로 공진초기전류 i_{CO} 를 일정한값으로하려면 공진초기시의 인버터유입전류 i_{IN} 를 예측해서 -

$$i_{LR} = I_{CO} + i_{IN}^*$$

이 될때 공진회로로 행한다면 결국 i_{LR} 를

$\Delta i_{LR} = I_{CO} + i_{IN}^* - i_{LI}$ 증가시키면 효과적이다. 인버터유입전류의 예측치 i_{IN}^* 은 DC링크 단락기간중 부하전류로 변화한다고 가정하면 현재의 부하전류의 값과 그반전치를 스위칭패턴에따라 선택함으로써 구할수가있다. 이것은 아니로그스위치에 의해 쉽게 실현할수가있다

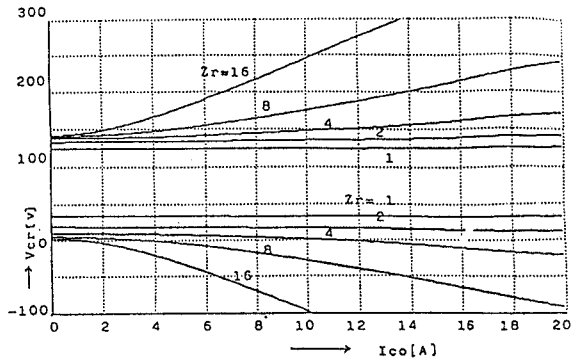
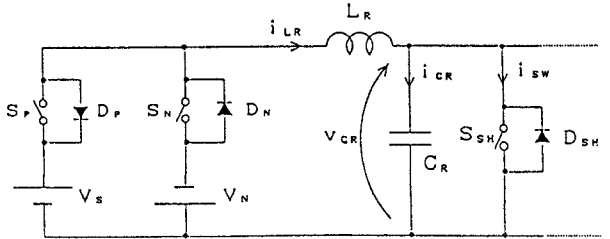


그림4 공진초기전류 제어원리도

3.2 크렘프회로와 공진제어회로의 동작

공진초기 전류제어법에의한 DC링크 전압 피크치는 전원전압 v_s 의 2.5배로 하였다. 그러나 스위칭소자에 허용된 전압스트레스가 v_s 레벨일 경우 공진 DC링크 전압을 v_s 레벨로 크렘프할 필요가 있다.

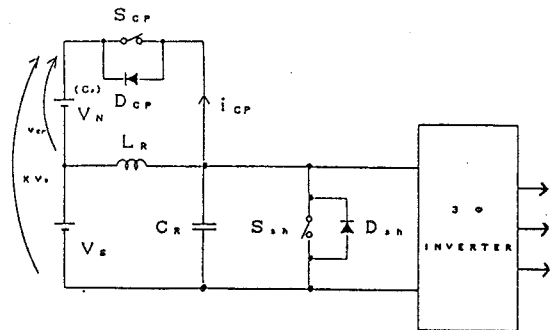


그림5(a) 크렘프회로 원리도

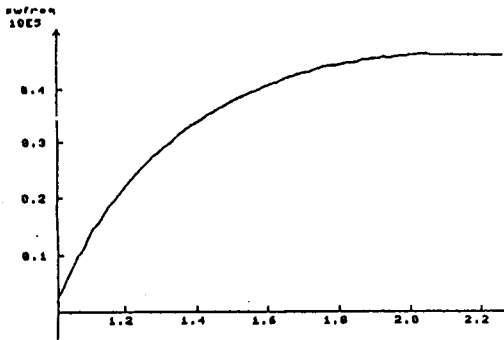
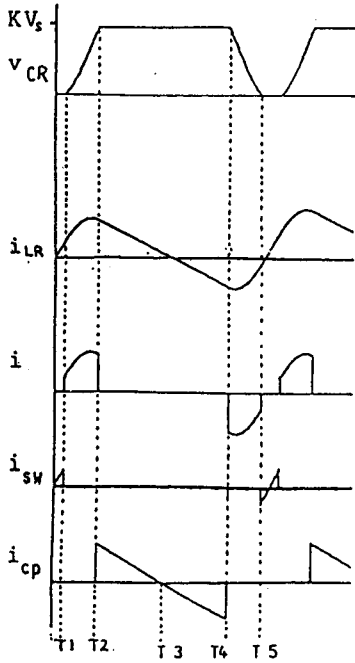


그림5(b) 크렘프회로의 동작

4. 공진 DC-LINK전압형 인버터에 의한 전동기 구동시스템.

공진DC링크 전압형 인버터에 의한 영구자석형 동기전동기의 구동시스템을 전류추종방식으로 구성하면 그림6과 같이 된다. 속도지령 ω_m^* 과 실속도 ω_m 에 의한 토오크지령 및 토오크분 전류지령 i_q^* 로 계산되어 지령 Rotor의 위치정보에 따라 2상, 3상 번화를 행하고 3상지령 상전류 i_a, i_b, i_c 를 얻는다. 지령전류와 실제전류의 비교에 의해 스위칭패턴을 정하고 그패턴에서 인버터스위칭 소자를 제어한다. 또한 상전류, i_a, i_b, i_c 와 다음의 스위칭 패턴정보를 이용해서 공진사이클스 인버터 유입전류 i_{in}^* 를 예측할 수 있다.

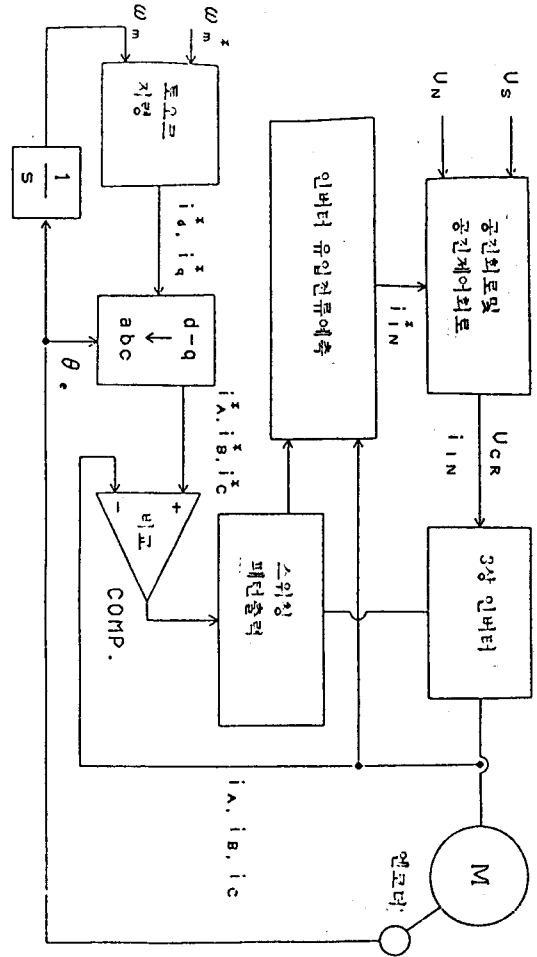


그림6 공진DC링크 인버터 동기전동기구동 시스템

5. 결론

본논문에서 공진DC링크 전압형 인버터와 전동기구동계로의 응용에 대해 논한결과 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있다. 스위칭소자에 걸리는 손실을 최소한으로 억제함으로써 고효율의 인버터 시스템을 구성할수있으며 스위칭손실을 생각할 필요가 없으므로 보다 고주파의 스위칭동작이 가능하고 따라서 전지소음원경문제에 대응하기 쉬우며, 제어성능의 향상, 지령치오의 추종성 향상 지소음화 등의 많은 잇점을 실현할수있었으며 이에따라 시뮬레이션을 행하여 특성평가를 하였다.

참고문헌

- 1) D.M. Divan, et, "Zero-Switching -Loss Inverters for High-Power Application" IEEE Trans, Industry Apl, Vol 25, No4, 1989
- 2) B.K. Bose, et "An Improved Resonant DC Link Inverter for Induction Motor Drives", IEEE, 1988, p742-748
- 3) Mohan, Undeland, Robbins, Power Electronics Converters Applications Desine, John Wiley & sans.
- 4) 見成尙志他, AC サーボとマイコン制御, 結合電子出版社