

다중 CSI 의 Voltage Clamping 에 관한 연구

정 언 백, 한 경 희, 황 탁 훈, 김 현 우  
 영 지 대 학 고

A Study on the Voltage Clamping of the multi-CSI

Y.T.CHUNG, K.H.HAN, L.H.HWANG, H.W.KIM<sup>o</sup>  
 MYONG-JI UNIVERSITY

1. 서 론

대용량 유도전동기를 가변속 구동하기 위하여 최근  
 에 많이 이용되고 있는 CSI (Current Source  
 Inverter)는 동작시 발생하는 다수의 고조파와 전류  
 (電流)시 발생하는 전압 Spike가 커다란 문제점으로  
 대두되어 왔다.

따라서 본 논문은 전류(電流)시 발생하는 전압 스파이크를 최대한 억제시킬 수 있는 Voltage Clamping 회로를 도입하여 CSI 시스템에 적용하였으며, 또한 기존 CSI에 역병렬 다이오드와 턴오프를 삼인 하여 CSI의 검출중 하나인 출력전류에 포함되는 다수의 고조파를 다중화하여 제거함으로써 양호한 출력전압 및 전류파형을 얻고자 하였다.

종래의 다중 HFCSI는 다수의 고조파는 충분히 제거 할 수 있는 방법이나 다중화 할 때 발생하는 전류(電流)시 전압 스파이크는 다중화한것의 배수만큼 더 발생되기 때문에 대용량 유도전동기 구동시 전압 스파이크로 인한 전력손실이 크고 반도체 소자와 전동기축에 나쁜 영향을 준다.

이에 본 논문은 다중 HFCSI의 장점인 고조파의 충분한 억제를 최대한 보장하고 운전시 다중화한 배수만큼 더 발생하는 전압스파이크를 최대한 억제시킬 수 있도록 하였고, 억제되는 전력만큼을 다시 전원으로 회생시킴으로서 스파이크에 의한 전력손실을 최대한 줄일 수 있도록 하였다.

2. 주 회로 및 동작원리

그림 1은 본 논문의 주회로장치로서 12상 다중 HFCSI에 VCC (Voltage clamping Circuit)를 도입하여 구성한 본 시스템의 주회로 블록다이어그램이다.

시스템 구성은 사이리스터와 트랜지스터, 정류회로와 콘덴서, 다이오드등으로 구성되어있는 VCC와 12상 다중 HFCSI로 구성되어 있다.

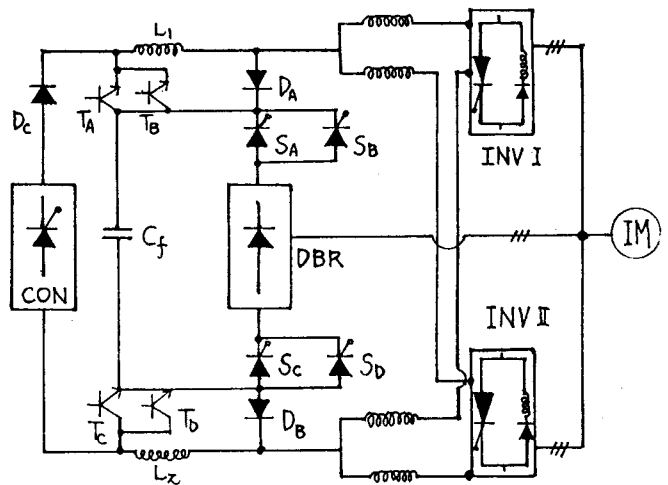


그림 1. 주회로 블록다이어그램

VCC 회로내의 사이리스터와 트랜지스터는 게이트 신호가 다중 HFCSI에 인가되는 게이트신호와 동기 가 되도록 설계가 되었고 각 인버터에서 전류(電流)가 발생하게 될 때 각각의 전압스파이크를 VCC를 동작시켜 전압스파이크를 클램핑할 수 있도록 게이트 신호를 조합 하였다.

그림 1에서 각 인버터의 전압스파이크를 억제하기 위하여 동작되는 콘덴서의 충전은 트랜지스터 TA, TB와 TC, TD 그리고 사이리스터 SA, SB, SC, SD는 인버터에서 전류(電流)가 발생하면 사이리스터가 동작하고 전류(電流)가 끝나면서 트랜지스터가 동작하게 된다.

이때 그 동작 주파수가 다중화한 배수만큼 더 높아 지기때문에 반도체 소자의 스위칭 시간을 고려하여 2개의 신호로 분타하여 스위칭주파수를 1/2로 줄일 수 있도록 게이트신호를 설계하였다.

주회로에서, INV I에서 전류(電流)가 발생함과 동시에

다음 순간에는 INV I에서 전류(電流)가 발생하면서 VCC의 사이리스터  $S_A$ 와  $S_B$ ,  $S_C$ 와  $S_D$ 가 고대로 동작하게 되어 콘덴서  $C_f$ 에 충전될 시기게 된다.

이때 사이리스터  $S_A$ 와  $S_C$ ,  $S_B$ 와  $S_D$ 는 같은 게이트신호로 인가되게 되어 동시에 턴-온, 턴-오프되며 콘덴서에 충전된 전압은 이 다이오드  $D_A, D_B$ 를 통하여 전원전압으로 충전되어 있으므로 각 인버터의 전압스파이크는 그 초과된 값이 3상 정류회로인 DBR을 통하여 콘덴서  $C_f$ 에서 충,방전 된다.

$C_f$ 에 방전은 트랜지스터  $T_A, T_B, T_C, T_D$ 가 고대로 턴-온함으로써 방전을 하게 된다.

방전전류는 턴오프를 통하여 각 인버터로 다시 회생됨으로서 이때 콘덴서 는 전원전압보다 높은 하나의 전원으로 생각할 수 있다.

콘덴서  $C_f$ 가 방전한 직후 트랜지스터  $T_A, T_B, T_C, T_D$ 에 인가되는 모든 신호는 턴-오프상태가 되고 동시에 각 인버터에서는 또 하나의 전류(電流)가 시작된다.

그때 콘덴서 는 방전직후 다이오드  $D_A, D_B$ 를 통하여 다시 전원 전압으로 재충전 된다.

VCC내의 사이리스터  $S_A, S_B, S_C, S_D$ 와 트랜지스터  $T_A, T_B, T_C, T_D$ 는 인버터 I, II에 인가되는 게이트신호 위상차에 대응하여 계속 고대로 두 인버터의 전류(電流)시 전압스파이크를 DBR을 통하여 VCC에 연결시켜 준다.

따라서 콘덴서 는 항상 같은 극성을 유지하게 되고 충전된 값으로 인하여 각 인버터의 전압스파이크는 전원전압값으로 줄어든다.

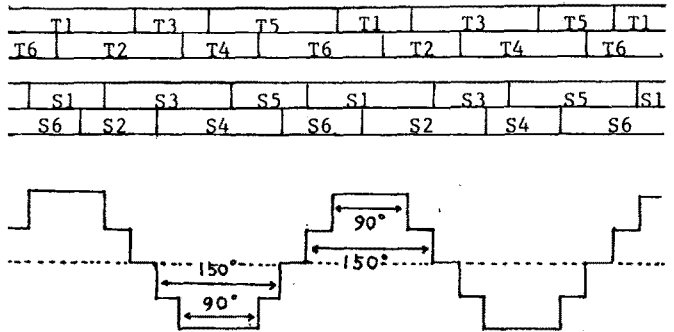
6상 HFCSI일 경우와 마찬가지로 12상 다중 HFCSI 운전시에도 전압스파이크를 제거한 물론 보다 양호한 출력전압, 전류파형을 얻을 수 있고 소자에 대한 전압스트레스를 감소시킬 수 있으며 또한 전동기 과열의 원인인 고조파도 제거함으로써 전체시스템의 효율도 증가시킬 수 있다.

그림 2는 주 회로를동작시키기 위한 게이밍모드를 나타낸 것이다.

전압/주파수 변환기인 9400 소자를 이용하여 펄스수를 72등분(각 5°씩분할)하고 초한 각 인버터의 게이트 펄스각을 90, 150도로 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1과 같이 본 시스템을 구성하여 유도전동기를 구동하였을 때 6상 HFCSI와 12상 HFCSI를 비교하여 출력전압 및 전류파형, 콘덴서충전전압 파형을 그림 3, 그림 4, 그림 5에 나타낼 수 있고 다중 12상 플럼핑회로첨가시와 첨가하지 않았을 경우의 출력파형을 그림 6, 그림 7에 나타낼 수 있다.



VCC 충전·방전



그림 2. 게이트 모드

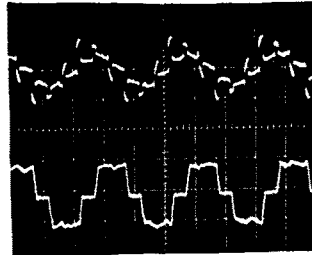


그림 3. 6상 HFCSI의 전압전류파형 (VCC 첨가시) 200V/div, 2A/div, 2ms/div

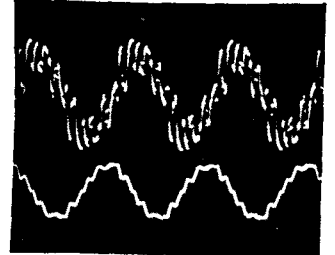


그림 4. 12상 HFCSI의 전압전류파형 (VCC 첨가시) 100V/div, 2.5A/div, 2ms/div

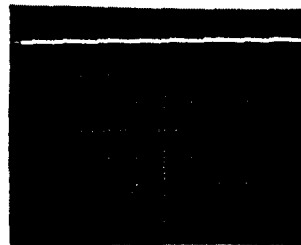


그림 5. 12상운전시 콘덴서 전압파형( $C_f$ ) 100V/div, 2ms/div

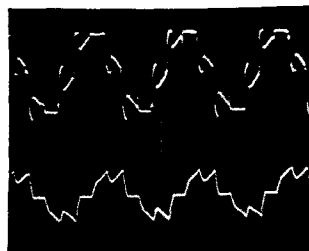


그림 6. 6상전압전류파형 (VCC 첨가 없을시) 100V/div, 2A/div, 2ms/div

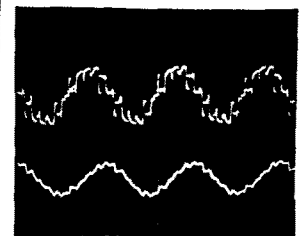


그림 7. 12상전압전류파형 (VCC 첨가 없을시) 200V/div, 1A/div, 2ms/div

4. 결론

12상 다중 HFCSI를 이용하여 유도전동기를 구동하였을 때 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- (1) 양호한 출력전압 및 전류파형을 얻을 수 있다.
- (2) 대용량 유도기의 전류설정이 용이하다.
- (3)  $C_f$ 의 충전 전압은 인버터에서 전류(電流)시에 전압스파이크를 전원측으로 회생할 수 있다.
- (4) 12상 이상의 다중 HFCSI 운전시에도 게이트신호의 조합만으로도 VCC 응용이 가능하다.
- (5) VCC의 첨가로 반도체소자의 스트레스를 감소시킬 수 있다.

\* 참고 문헌 \*

- (1) RASAPPA.G PALANIAPPAN "Voltage Clamping Circuit for CSI/IM Drives" IEEE, TRANS.IND.APPL.Vol IA-21. No.2,MAR/APR, pp429-447, 1985.
- (2) RASAPPA.G PALANIAPPAN " High Frequency Current Source Inverter" IEEE.TRAN. Vol.IA-16,pp431-437, 1980.
- (3) Y.T.CHUNG,K.H.HAN,L.H.HWANG,J.H.PACK "A Study on the multi HFCSI Drives" KIEE.ELEC.Mach.21-1-5,1985.6.
- (4) YOKUKADA. HINODESUO "The Application of Induction Motor drives by the multiple Current Inverter" OHM Ltd,pp.40-43, 1978.