

펄스 변환 방식을 이용한 다중 전류원

인버터에 관한 연구

유철로 한우용 구덕수 박현철  
전북대학교

Multiple current source inverter  
using tap conversion

Chui-Ro Yu Woo-Yong Han Deog-Soo Gu Hyun-Chul Park

ABSTRACT

In multiple current source inverter, generally, transformer connection method and direct connection method in output side have been used.

But these methods have faults such as the increment of the number of inverter and the need of the transformer for changing phase in order to get above 12 phase.

In this system, we obtained the output currents of 24 phase by adding 2taps in 12 phase inverter. Therefore, this system has such characteristics as the miniaturization of devices and the simplicity of control signal by controlling two inverters and two SCRs for changing taps.

1. 서론

다중 전류원 인버터는 제어성, 보수성, 신뢰성 등 운전효율이 좋다는 특징을 가지고 있으며, 6상의 인버터를 2-3단 또는 그 이상의 다단 중복 운전을 시킴으로써 출력속 파형 개선 및 전동기 토크 백동을 최대한 억제시킬 수 있다.

또한, ASCI (Auto - Sequentially Commutated Inverter) 방식은 4상한 동작이 가능하고, 또 견고하며, 퓨즈 없이도 보호가 가능한 것 등 많은 장점을 가지고 있다. 이 인버터를 전동기 구동장치로 운전하는 경우 출력측에는 다수의 고조파가 포함되어 있어 전동기 발생 토크는 맥동하게 되어 기계에 악영향을 미치게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 인버터를 다수 결합하는 다중화가 이용된다.

인버터를 다중화 시키는 방법에는 입력 전원을 각각의 전원 변압기로 결선하여 이용한 방식과 입력 전원을 공용으로 하고 인버터 출력측을 변압기로 결선하는 방식 등이 있으며 인버터 출력측에 의

한 전동기의 구동용량 증가 및 출력파형 개선에 의한 고조파 저감과 전동기 토크 맥동을 감소하는 방식으로 사용되어 왔다.

본 연구는 ASCI 방식을 이용한 인버터를 입력전원을 공용으로 하고, 출력측을 변압기로 결함하여 2대의 인버터 사이에 리액터를 삽입, 다이리스터의 펄스 변환에 의하여 출력측 전류의 다중화를 증가시켜 출력 전류의 고조파 저감 및 전동기의 토크 맥동을 줄이고자 한다.

2. 펄스 변환 제어 24상 다중 인버터

인버터의 다중화 방법에는 출력측 직결방식, 변압기를 이용하여 위상을 다르게 하는 다상화시키는 방법 등이 일반적이다. 그러나 12상 이상의 다중시에는 인버터의 수가 증가하며, 상수 변환용 변압기 등이 필요하게 되어 장치가 대형화되고 설치비용이 증가하는 단점이 있다. 본 장치는 이러한 단점을 보완하고, 24상의 출력전류를 얻기 위해 12상의 변압기 결함방식 2중접속 인버터에 리액터와 다이리스터 펄스 변환장치를 부가하여 펄스 변환을 함으로써 24상의 출력 전류를 얻을 수 있다. 따라서 2대의 인버터와 펄스 변환용 다이리스터 2개만을 제어하여 24상의 출력전류를 얻을 수 있으므로 장치의 소형화와 간단한 제어 신호로서 구동시킬 수 있는 것 등의 특징을 가지고 있다. 그림 1의 출력 변압기  $T_1$  과  $T_2$  는 2대의 전류원 인버터로 구동되며, 각 인버터는 30°

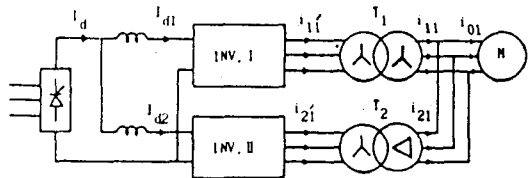


그림 1. 2중 접속 12상 변압기 결함방식 인버터

의 위상차로 병렬로 접속된 12상 다중 인버터이다. 출력 변압기  $T_1$  은 Y-Y 결선,  $T_2$  는 Y- $\Delta$  결선이고, 각 변압기의 변압비는 1:1이다.

이때의 각부 전류 파형과 유도 전동기의 1차 상전압  $E_r$ 와의 관계를 그림2에 표시 하였다.

INV. II 의 출력 전류는 그림2의 (b), (d) 로 변압기 결선 Y- $\Delta$  에 의해서  $30^\circ$  앞선 전류로 그림 (d)와 같은 파형이 된다. 또 INV. I 의 출력 전류는 그림2의 (a), (c)로 변압기 결선이 Y-Y 이므로 전류의 상차와 전류파형은 변하지 않는다. 따라서 전동기에 입력되는 전류는 그림2의 (c)와 (d)의 합이되어 (e)와 같은 12상의 계단파 전류로 된다.

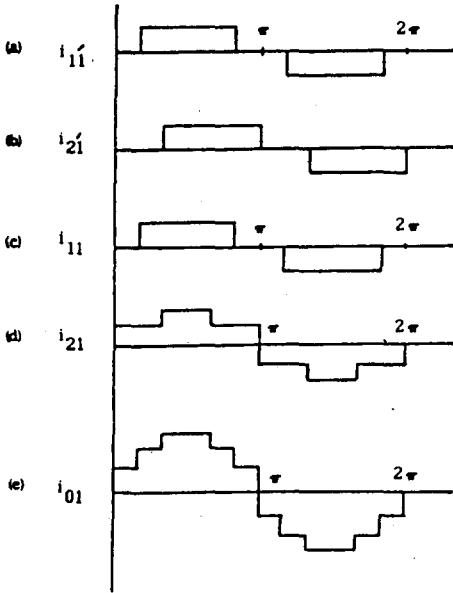


그림2. 2중결속 12상 인버터의 각부파형

그림3은 리액터와 다이리스터 델변환 장치를 부가하여 델변환을 하여 24상의 출력 전류를 얻기위한 주 회로이다. INV. I, INV. II 는  $30^\circ$  의 위상차로 전류되며, 리액터 양단에 걸리는 전압  $V_m$ 은 INV. I와 INV. II 에 의하여 리액터에 발생하는 전압의 합이 되므로 그림5의 (a)와 같이  $30^\circ$  를 주기로 +, -로 변화하는 톱날파가 된다. 이 전압 파형은 부하 전류에 따라 저부하시는 거의 구형파에 가까운 파형이 되고, 중부하시는 삼각파에 가까운 파형으로 되어 약간씩 변화하게 된다. 여기에 사용된 리액터 L 은 지류 전류 평활용 리액터로, 정류 장치의 출력 전류를 평활화 시켜 전류를 일정하게 유지한다. Lm 은 델변환 제어용 리액터로 2개의 델을 설치하고, 다이리스터에 의해 델 변환 된다. 리액터 Lm 양단에 걸리는 전압  $V_m$  에 따라 그림5 (b)와 같은 모드로 제어하면 INV. I, INV. II 에 흐르는 전류  $I_{d1}$ ,  $I_{d2}$  는 단전 변압기의 동 Ampere-Turn 법칙에 의해서 다음과 같이 표시 된다.

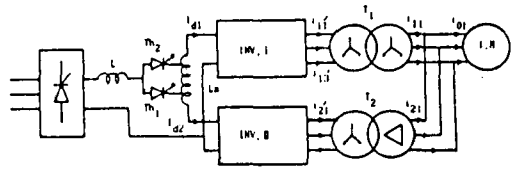


그림3. 델 변환 제어 24상 다중 인버터

$$Th_1 : I_{d1} (N_1 - N_2) = I_{d2} (N_1 + N_2)$$

$$Th_2 : I_{d1} (N_1 + N_2) = I_{d2} (N_1 - N_2)$$

이다. 여기서,  $I_{d1} + I_{d2} = I_d$  이므로

$$Th_1 : I_{d1} = I_d / 2 + i_m, \quad I_{d2} = I_d / 2 - i_m$$

$$Th_2 : I_{d1} = I_d / 2 - i_m, \quad I_{d2} = I_d / 2 + i_m$$

$$\text{단, } i_m = a_m \cdot I_d, \quad a_m = N_2 / (2 \cdot N_1)$$

이다.

따라서,  $I_{d1}$ 을 기준으로 보면  $I_d/2$ 의 전류에 리액터 순환 전류  $i_m$ 이 작용함을 알 수 있다.

$$Th_1 : i_m = a_m \cdot I_d$$

$$Th_2 : i_m = -a_m \cdot I_d$$

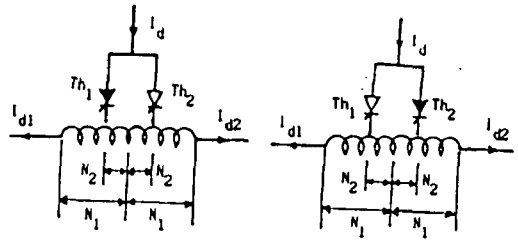


그림4. 델 변환 제어 모드

이 리액터의 순환 전류  $i_m$  은 델변환 다이리스터의 on off에 따라 INV. I, INV. II의 출력 전류중에 배분되어져, INV. I, INV. II의 출력 전류는 그림5 (c) - (e)와 같이 된다.

따라서 델변환에 의한 출력 전류  $i_{01}$  은 그림5 (f)와 같이 24상의 전류 파형이 되어 12상 다중 방식에 비하여 정현파에 더욱 근접 함을 알 수 있다.

이 전류파형을 푸리에 급수로 전개하면  $i_{01}$ 은 다음과 같다.

$$\text{기본파 진폭: } A_1 = 8\sqrt{3} I_d / \pi$$

$$(6k \pm 1)\text{차 조파: } (k = 1, 2, 3, \dots)$$

$$A_{6k \pm 1} = \frac{1}{(6k \pm 1)} \cdot \frac{4I_d}{\pi} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} \cos(k\pi \pm \frac{\pi}{6}) \left| \frac{\sqrt{3}}{2} + \cos(k\pi \pm \frac{\pi}{6}) + \sqrt{3} \cos(k\frac{\pi}{2}) \right|$$

$$(k \text{가 } 4 \text{의 배수가 아닐때 } A_{6k \pm 1} = 0)$$

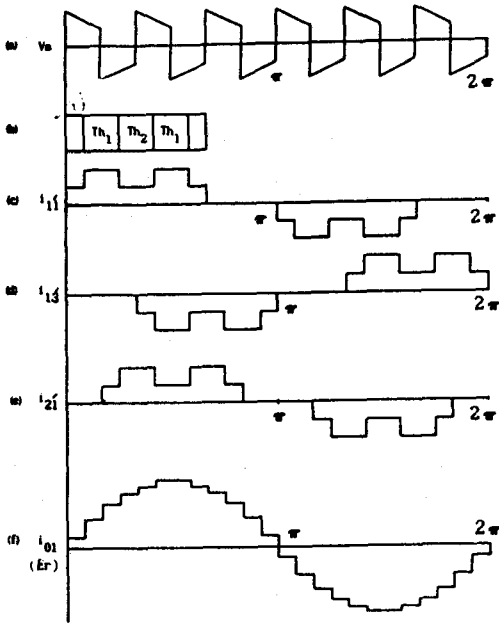
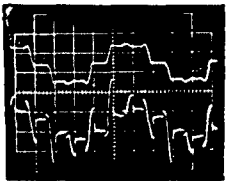


그림5. 24상 다중 방식의 각부 파형

3. 실험 및 고찰

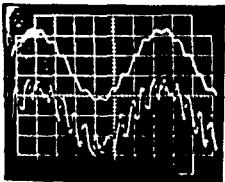
그림1의 회로를 결선하여 유도 전동기를 구동 하였을 때의 각부의 전압, 전류 파형을 그림6에 나타내었다.



(가) Y - Y 측



(나) Y - Δ 측



(다) 출력

상 : 전류 2A div  
하 : 전압 100V div

그림6. 12상 인버터의 각부 전압, 전류  
그림7은 그림3의 주회로에 의해 24상으로 전동기를 구동하였을때의 전압, 전류 파형이다.

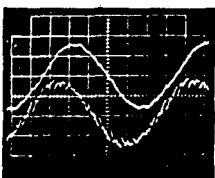


그림7. 24상 운전시의  
전압, 전류

이상의 파형들을 비교해보면 상수가 증가함에 따라 출력 전류가 정현파에 가까워 지는 것을 알 수 있다. 따라서, 본 연구의 리액터 뿔변환 방식은 기존의 어떠한 인버터의 다중화 방식보다 회로 구성이 간단하고 2중 접속 12상 인버터가 기 설치되어 있을 경우 리액터와 뿔변환 장치만을 추가하면 되는 잇점이 있다. 또 뿔변환에 의해 다상화 함으로써 출력 전류의 고조파 저감 뿐 아니라 출력 전압의 파형 개선 효과까지 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서 12상 다중 전류형 인버터를 기본으로 하여, 2대의 인버터 사이에 리액터를 삽입, 뿔변환을 함으로써 출력전류의 상수를 증가하고자 했던 전류형 인버터의 다상화 방법의 실험으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 12상 다중 전류형 인버터 만으로도 24상 까지 다중화를 높일 수 있다.
2. 뿔변환에 의한 다중화법에 의해 출력 전류 파형의 개선이 양호하다.
3. 리액터의 뿔변환에 의해서 상수가 증가되므로 시스템이 훨씬 간단하다.
4. 출력 전류의 다상화로 전동기의 백동 토오크 및 고조파 성분을 감소시킬 수 있다.

본 장치는 변압기에 의한 다상화 방법 이므로 인버터 출력 직결할 방식보다 부피는 약간 커지지만 다중화를 훨씬 높일 수 있으며, 변압기의 권수에 의해 출력 전압, 전류를 부하의 조건에 따라 쉽게 조정할 수 있는 큰 장점을 가지고 있다. 또한 24상으로 다중화가 높으므로 실제로 장애를 일으키는 저차 고조파(5, 7, 11, 13차 등)가 제거되어 고조파에 대한 영향을 거의 무시할 수 있다.

참 고 문 헌

1. K.P.Phillips, "Current source inverter for AC motor drives", IEEE Trans. Ind. Appl. Vol. IA-6 pp: 679 - 683, Nov./Dec. 1972.
2. W.farrer, et al, "Quasi - sinewave fully regenerative inverter", Proc. Inst. Elec. Eng. Vol. 120, pp. 969 - 976, Sep. 1973.
3. A.NABE, et al, " A New Multiple current source inverter ", IEEE. IAS. INT. SEMI. POWER. CONF. pp. 200 - 204.
4. YOKUKADA, HINODESUO, " The Application of induction motor drives by the multiple current source inverter", OHM. OMP. pp. 40-43, 1978, 3
5. S. HIRADA, et al, "The multiple force commutated thyristor motor ", JIEE, 1980.