

창립
40주년학술대회
논문 87-J-20-5

전류형 PWM 인버터에 의한 고조파 저감에 관한 연구

이 계 호 장 영 학 양 승 학 정 영 국⁰
전남대학교 전기공학과

A Study on the Reduction of harmonics by
Current type PWM - Inverter

Kye-Ho Lee Young-Hak Jaŋg Seung-Hak Yang Young-Gook Jung⁰
Dept. of Elect. Eng. Chunnam University..

Abstract

It is known that the reactive component of AC power in the Power system gives no energy to outside and causes enlargement of power apparatus, voltage fluctuation and instability of power system.

The power conversion system and control system which are composed of power semiconductor devices such as Thyrisor, transistor, GTO and so on have been appeared as new sources of Harmonics.

So the reduction of harmonics in power semiconductor system is one of impending problems on the point of energy conservation and improvement of power factor.

This paper treats the fundamental review of the harmonics reduction by Current type PWM-Inverter.

This Inverter detects not only the fundamental wave but also that of all harmonics created in the power semiconductor system and is scheduled to control by sampled value.

1 서 론

근래 반도체 기술이 발달로 인해 전력용 Transistor, MOSFET, SIT 등과 같은 고속스위칭소자들이 출현하게 되어 전동기의 가변속 구동을 위한 시스템, 각종 전원장치 등의 전력용 기기에 많이 사용되고 있다.

그런데 이런 전력변환장치들은 스위칭작용으로 말미암아 전력의 변환 및 제어시에 필연적으로 고조파가 발생된다.

그런데 이런 장치가 대응량으로 될수록 그 전압, 전류는 커지고 이에 수반되는 고조파도 커져서 그 변화에 기인하는 전압변동 등 전력계통에 주는 영향이 문제로 되고 있다. 최근 전력 질의 향상, 유효이용 및 기기의 용량저감의 관점에서 더욱 주목을 끌고 있다. 1) 2)

이러한 고조파를 제거하기 위해서는 과거에는 Passive Filter, 상수중대법에 의한 방법 등이 있었는데 Filter 에 의한 방법은 제거코자하는 고조파 수를 중대시키면 Filter 수를 같이 늘려야 하는 설비의 문제와 전원 주파수나 시간에 따른 L-C 값의 변동으로 공진점이 이동되며 고조파의 중대도 과부하가 되는 단점이 있으며, 상수중대법은 제어회로의 정확성과 정류회로의 평형상태에 크게 좌우될 뿐 아니라 정류기를 제외한 다른 영역의 부하일 경우에는 전혀 적용할 수 없고, Zig-Zag 결선이나 Fork 결선 등의 상수변환용 변압기를 필요로 하여 장치의 대형화와 비용의 중대가 요구되었다.

또한 병렬저항이나 Thyristor 을 이용한 방법이 연구되었는데 이는 부하가 일정한 경우에만 국한되었고 더구나 고조파 제거 정도가 충분치 못하였다. 3) 4)

부하의 변동에 따라 고조파도 변화하므로 파형 관측에 의한 고조파 제거 기법이 필요하게 되었다. 5)

따라서 본 논문에서는 이상의 여러 문제점을 해결하기 위해 펄스폭 제어시스템과 보상전류

전류형 PWM 인버터에 의한 고조파 저감에 관한 연구

설정치를 전원의 반주기마다 Sampling 하고 전력용 Transistor 에 의한 전류형 PWM-Inverter 을 설계함으로써 기본파에서 고차 고조파까지의 고조파 제거에 대한 속용성을 향상시키고, 또한 부하가 변동하는 과도상태에서 제거의 정확도를 향상시키고자 한다.

II. 본 론

2.1 시스템 구성.

그림1은 본 논문에서 제시한 고조파저감 시스템이다. 본 시스템은 다음과 같이 구성되어있다.

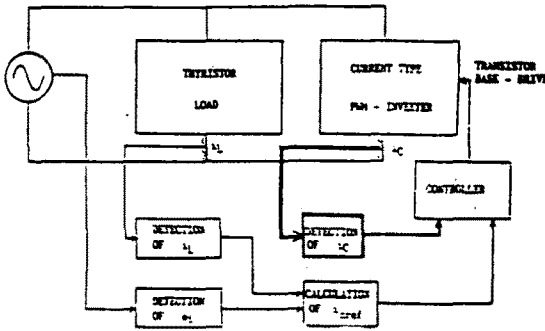


Fig.1 Block diagram of control system

- 1) 주 회로부
- 2) 고조파 검출부
- 3) Controller 부
- 4) Base구동부
- 5) Zero-Crossing timing 부

2.2 기본원리

전원전압을 e_1 , 부하전류를 i_L 라 하면 이것들은 다음과 같이 주어진다.

$$e_1 = A \sin \omega t$$

$$i_L = \sum_{n=1}^{\infty} B_n \sin(n\omega t) + \sum_{n=1}^{\infty} C_n \cos(n\omega t) \quad (1)$$

부하전류 i_L 는 기본파의 유효 및 무효전류와 그리고 고조파전류로 되어있다. 이때 보상전류의 설정치는 다음식과 같이 정의 된다.

$$i_{L-ref} = B_1 \sin \omega t - i_L$$

$$= \frac{2\omega}{A\pi} \int_0^{\pi} e_1 i_L dt \cdot \sin \omega t - i_L \quad (2)$$

만일 고조파 보상장치가 (2)식에서의 i_{L-ref} 부호를 반전한 전류를 발생하여 이 전류를 부하전류에 가산하면 전원전류 i_L 는 유효전류만으로 된다.

$$\text{여기서 진폭 } B_1 \text{ 은 } B_1 = \frac{2\omega}{A\pi} \int_0^{\pi} e_1 i_L dt$$

과 같이된다.

이 보상전류 i_c 를 발생하기위해서 때 무우르제어계를 구성한 것을 그림2에 나타냈다.

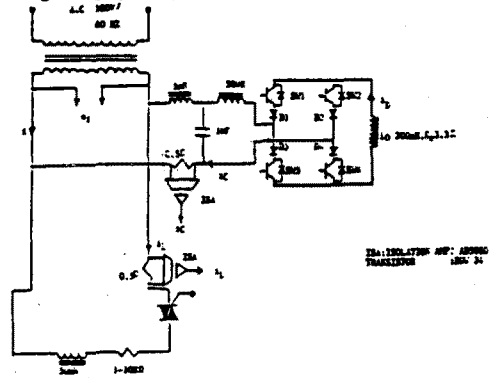


Fig.2 Main circuit diagram of the current type PWM-Inverter.

2.3 PWM Pattern

속용성의 관점에서 고조파 보상장치는 높은 스위칭 주파수로 동작해야된다.

따라서 본 논문에서는 가장범용으로 사용되면서도 우수한 고조파 특성을 갖는 sinusoidal PWM (Natural sampling PWM방식) 을 채택하였다.

그림3은 실험 모델에 사용한 베이스 패턴이다.

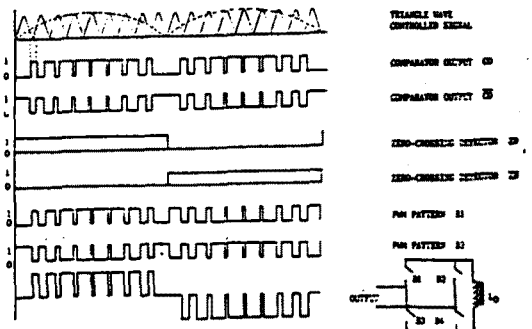


Fig.3 Typical waveform for each terminal in the PWM control.

2.4 Feed-back제어계의 구성.

고속응답제어 및 정확성의 관점에서 보상전류

설정치 i_{cref} 에 손실적으로 정확히 추종해야한다.

구성: 1)가산기

2)1차 미분요소, 1차 지연요소로 구성되는
외상보상회로

3)비교기.

4)L-C Filter

2.5 실험및 결과고찰

본 실험에서는 고조파를 제거하기위해서 고조파 보상장치로 5-10KHZ 전류형 인버터를 채용하였다.

앞의 그림3에서 트랜지스터 1,3의 베이스 B1,B3 에 신호를 가하며 트랜지스터 2,4의 베이스 B2,B4 에는 제어신호를 구성판별한 구명파 신호를 인가함으로써 단락모-드가발생하여 고상전류의 목표치인 인버터출력전류를 제어하고있다.

인버터의 베이스 패터주파수가 매우 높기때문에 스위칭시간이 짧은스위칭소자가 요구되므로 전력용 트랜지스터를 사용하였다.

그림4는 본 장치에 의해서 고조파를 보상한 결과를 기록한 것이다.

주파수분석 결과를 보면 1KHZ 미만의 고조파 성분을 감시시켰으며 보상정도는 양호하였다.

III.결 론

본 논문에서 채택한 방법여의한 고조파 제거에 대해 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1)1KHZ이하의 고조파전류가 제거되어 전원전류의 고조파가 저감된다.

2)부하변동으로 고조파가 증가하더라도 본 고조파 보상장치는 과 부하가되지않으며, 하나의 Active Filter 만으로 여러대의Passive Filter 을 부착한 효과를 발휘한다.

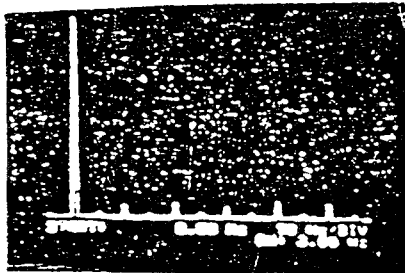
3)본 보상장치로인한 계통의 전압변동이 발생되지 않는다.

4)전력용 Transistor 을 사용하므로써 고조파보상의 속용성이 더욱 더 개선되고 전류(漣波) 손실이 거의 영이된다.

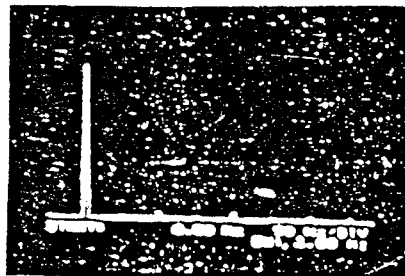
5) 매우 높은 고조파를 제거하기 위해서는 본 장치의 인버터를 다중화하면 된다.

IV. 참고문헌

1. Williamson, "Reduction of voltage and current harmonics introduced by a single phase Triac A.c controller, by means of shunt resistance", IEEE Trans., Vol. IECI-28, NO.4, pp 266-272, 1981
2. Harasima, "Power factor improvement of Thyristor load by means of shunt Resistance", IEEE Trans., University of Tokyo, Vol.27, No.4, pp.162-168, 1975
3. Emanuel Eagles and Ericki, "New aspects of power factor improvement, part II-practical circuits", IEEE Trans., Vol. IGA-4, pp447-455, 1968.
4. B.M. Bird et al., " Harmonic reduction in multiplex converters by triple-frequency current injection", proc. IEE, Vol.116(10), Oct. 1969.
5. L.Gyugyi et al., " Active AC power Filter", IEEE- IAS Annual Meeting, 1976 19-C.
6. H.Kaw ahira et al., " Active Power Filter", IPEC- Tokyo 1983.



a) Without compensation



b) With compensation

Fig.4 Result of spectrum Analysis (HP-3582A)