

Buck converter 방식을 이용한 Universal Motor 구동시의 전원측 고조파 및 EMI 특성

김홍성* 전용석 조영준 최규하
건국대학교 전기공학과

Source Harmonics and EMI Characteristics of Buck Converter Driving Universal Motor

H. S. Kim, Y. S. Jeon, Y. J. Jo and G. H. Choe
Dept. of Electrical Eng., Kon-KuK Univ.

Abstract

In this paper input characteristics of Buck converter to drive small capacity universal motor is analyzed about current harmonics and EMI which is due to a switching effect. And as a strategy for EMI reduction, filter is designed. As a results it is approved that buck converter is adequate method to reduce low order harmonics.

1. 서론

최근 각종 전기기기들이 다양화 및 대용량화 되어지고 전력전자 기기들의 사용을 통하여 성능의 향상을 기하고 있다. 이러한 전력전자 장치들은 스위치와 같은 비선형 기기들로 구성되기 때문에 고조파발생 및 역률저하의 원인을 제공한다. 그래서 전력의 질을 고급화 하기위한 고조파 문제에 대한 일단의 대책으로서 유럽지역에서는 고조파 규제치를 설정하여 전기기기의 고조파 발생량을 제한하고 있으며 이러한 규제들은 가정용 기기에 도 적용되어 지고 있다.[1] 전력전자 기기들중 트라이악을 이용한 교류전압 제어기는 부하와 직렬로 교류전원에 연결되는 하나의 트라이악을 사용하므로 전력회로 및 콘트롤러가 간단하여 저가 구현이 가능하다는 점에서 전력제어를 필요로 하는 가전기기에 많이 적용되고 있다. 그러나 트라이악을 이용한 교류전압제어기는 전압의 도통각을 제어하므로써 전원측 전류가 많은 고조파성분을 포함한다. 그러므로 고조파규제를 법적으로 시행하고 있는 국가들과의 원활한 교류를 위해선 이러한 문제들에 대한 대책을 필요로 한다.

본 연구에서는 트라이악을 이용한 교류전압 제어기를 이용하여 직,교류에서 모두 동작이 가능한 만능모터(Universal Motor)를 구동하는 시스템의

고조파저감대책으로서 Buck 컨버터 방식을 이용하여 시스템의 고조파 특성을 분석하였다. 그리고 스위치를 이용한 Buck 컨버터 방식을 이용할 경우 고조파특성은 개선이 가능하나 스위칭으로 인해 EMI문제가 야기되므로 이에 대한 대책으로서 EMI 필터를 설계하고 필터사용 전,후의 결과를 제시한다.

2. 시스템 구성

2-1. 시스템 구성

Buck 컨버터방식을 이용한 Motor 구동시스템의 전력회로 및 제어부는 그림1,2와 같다. 전력회로는 다이오드정류기, 스위치로 이용된 IGBT 및 프리휠링 다이오드로 구성된다.

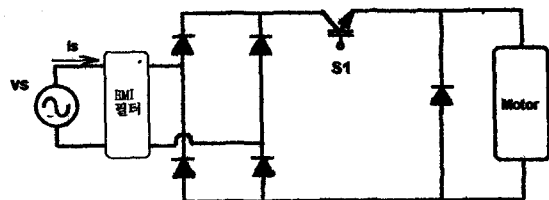


그림 1 Buck 컨버터의 전력회로

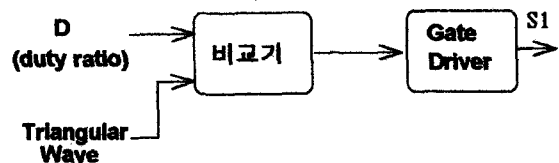


그림 2 컨버터 구동부

그리고 컨버터 구동부는 그림2와 같이 삼각파 발생부, 도통 기준신호 발생부, 비교기 및 게이트 구동회로로서 구성된다.

2-2. EMI 필터[2]

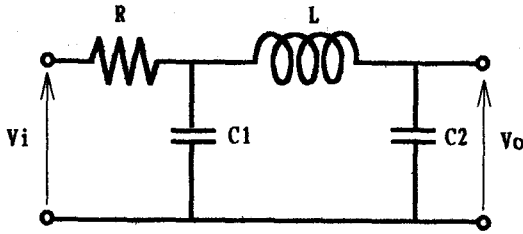


그림 3 EMI 필터

EMI를 감소시키기 위하여 Filter는 그림 3과 같은 LC 필터로서 구성하였으며 전달함수는 다음과 같다.

$$G(s) = \frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{RLC_1C_2s^3 + LC_2s^2 + (C_1 + C_2)Rs + 1}$$

3. 실험 및 결과 고찰

본 실험에서 사용된 회로는 그림 1과 같으며 실험조건은 표1과 같다.

그림 4는 입력이 300, 600, 900, 1200[w]이고 입력 전압이 60[Hz]일 경우의 입력전압, 전류의 파형 및 전류의 주파수해석 결과이다. 주파수해석 결과를 통하여 스위칭주파수 이하의 저차고조파성분이 다소 존재함을 볼 수 있는데 이는 모터의 비선형성에 기인하는 것으로서 입력이 커질수록 많아짐을 볼 수 있다. 그러나 이러한 저차고조파의 양은 그림 5의 같은 입력에 대한 트라이악을 이용한 전력제어시의 입력전류에 대한 주파수해석결과와 비교할때 저차 성분이 저입력의 경우 많이 감소함을 알 수 있다.

표 1 실험조건

전원 전압	230 [v]
전원 주파수	50 and 60 [Hz]
스너버 커패시터	0.068 uF
IGBT	GT25Q101(Toshiba)
프리휠링 다이오드	DSEI 2x30-06C
브리지 다이오드	KBPC3510
모터	만능모터 (230V 1300[W])
Filter 인덕턴스	173[μH]

Filter 커패시턴스 (c1)	1[μF]
Filter 커패시턴스 (c2)	0.47[μF]
스위칭 주파수	3[kHz]

그림 6,7은 전원전압의 주파수가 50[Hz]인 경우 트라이악 방식과 컨버터방식의 전원측전류고조파 특성의 정밀분석 결과 이다. 그림에서 실선은 유럽지역에서 시행되고 있는 40차 까지의 각 차수에 대한 고조파규제치를 나타낸것이다. Buck컨버터를 이용한 모토구동시의 모든차수에 대한 입력전류의 고조파는 규제치를 만족하는 반면 트라이악 방식의 3, 5차에서 규제치를 초과 하는 경우가 발생함을 볼 수 있다.

그림 8은 Buck 컨버터의 전원전압의 주파수가 50[Hz],60[Hz]일때 입력이 각각300,600,900,1200[W]일 때의 전원측 역율을 나타낸 것으로써 입력이 높아질 수록 역율이 상승함을 볼 수 있다.

그림 9(a),(b)는 EMI필터의 사용유무에따른 도통노이즈의주파수 해석결과를 나낸것이다. 필터를 사용시 적게는 15[dBμV]에서 많게는 40[dBμV]정도의 노이즈 저감효과를 볼 수 있다. 그림에서 실선은 유럽지역의 도통노이즈의 규제량으로서 0.2 ~ 3[MHz]영역에서는 필터를 사용하는 경우에도 규제량을 초과함을 볼 수 있는데 이는 필터의 보완을 통하여 해결될 수 있을것으로 예상된다.

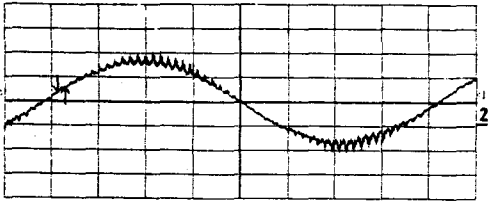
4. 결론

본 연구에서는 Buck 컨버터를 이용하여 만능 모토구동시의 고조파 및 도통노이즈에 대한 전원측 특성을 분석하였다. 고조파의 경우 본 연구에서 기준으로한 유럽지역의 규제치를 만족함을 알 수 있었으며 EMI의 경우 필터의 보완을 통하여 규제치를 만족시킬 수 있을 것으로 예상된다.

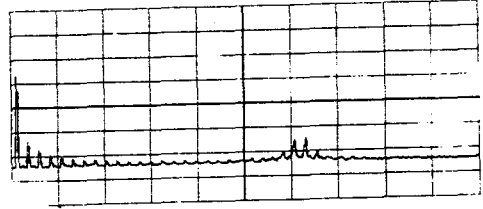
참고문헌

[1] " DISTURBANCES IN SUPPLY SYSTEMS CAUSED BY HOUSEHOLD APPLIANCES AND SIMILAR ELECTRICAL EQUIPMENT", EN 60 555 Part 2.

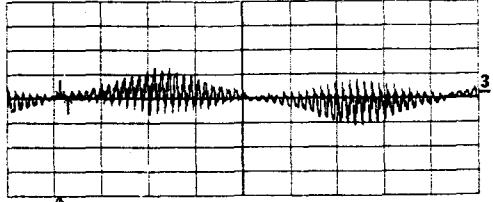
[2] Y.F. Zhang, L. Yang, and C.Q. Lee, "OPTIMAL DESIGN OF INTEGRATED EMI FILTER", APEC, 1995 IEEE, pp274-280, 1995.



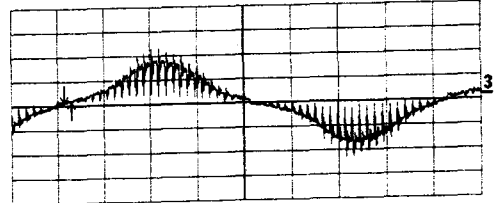
vs 200V/div



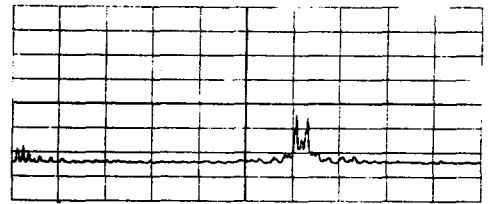
(c) 900[W]



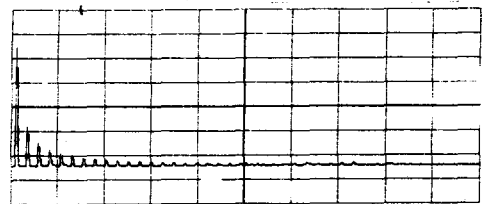
is 5A/div



is 5A/div

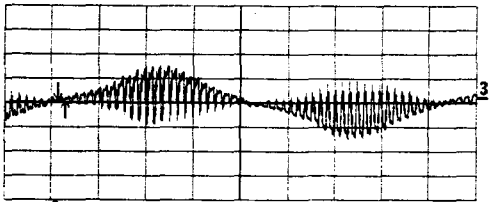


(a) 300[W]

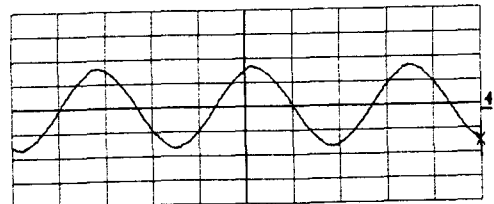


(d) 1200[W]

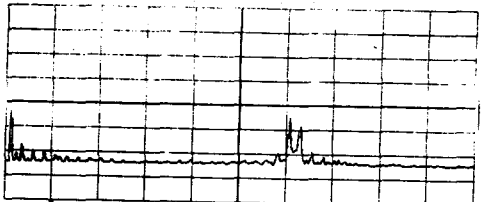
그림 4 Buck 컨버터의 전압 전류 및 주파수해석



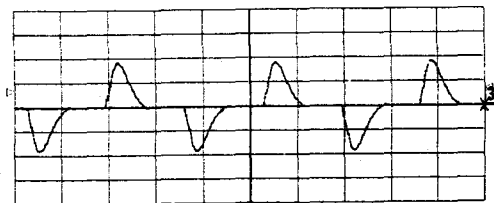
is 5A/div



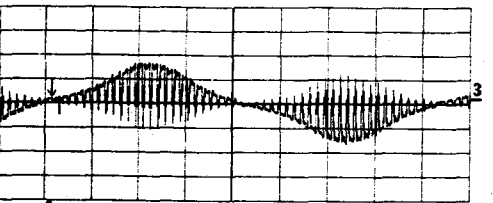
vs 200V/div



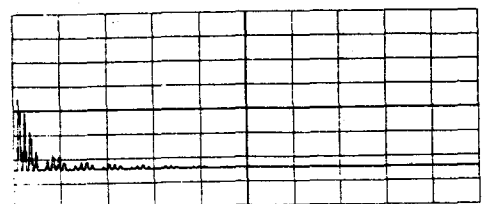
(b) 600[W]



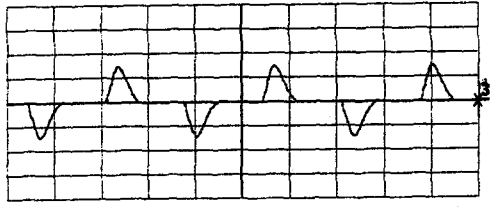
is 5A/div



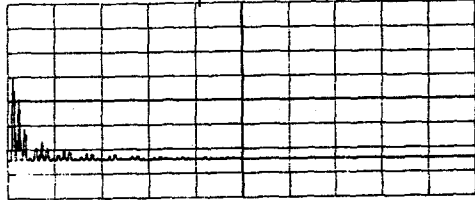
is 5A/div



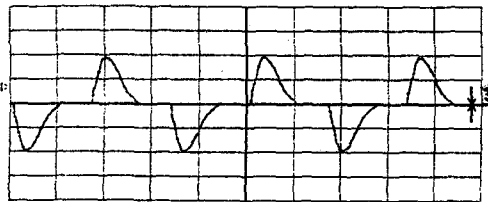
(a) 300[W]



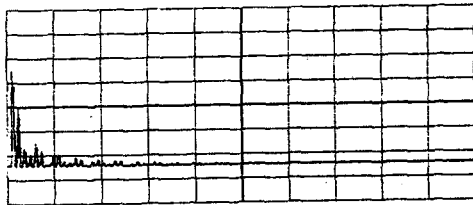
is 5A/div



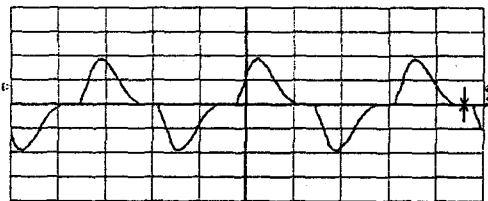
(b) 600[W]



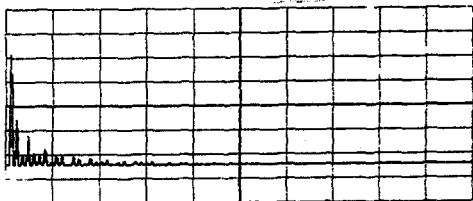
is 5A/div



(c) 900[W]



is 5A/div



(d) 1200[W]

그림 5 트라이악방식의 전압 전류 및 주파수해석

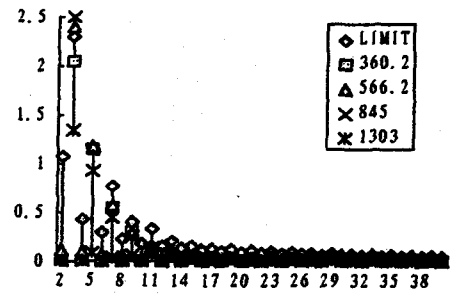


그림 6 트라이악 방식의 고조파 특성

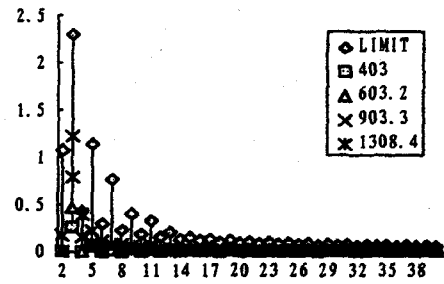


그림 7 Buck 컨버터방식의 고조파특성

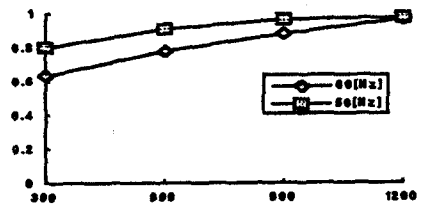
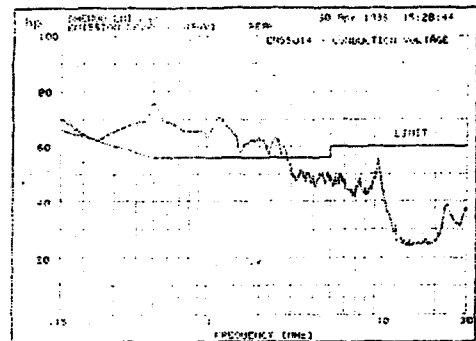
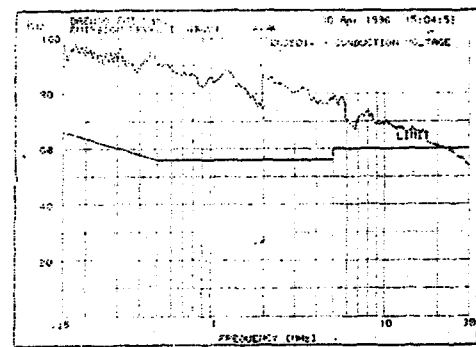


그림 8 Buck 컨버터의 전원측역율



(a) 필터 사용후



(b) 필터 사용전

그림 9 EMI 분석결과