

아날로그/디지털 PWM 제어방식의 컨버터 특성 비교에 관한 연구

장인혁*, 이용미**, 이강연*, 최문한*, 김용재*, 백형래*
조선대*, 한국폴리텍 V대학**

A study on the characteristics comparison of Analog or Digitally PWM controlled converter

I.H. Jang*, Y.M. Lee**, G.Y. Lee*, M.H. Choi*, Y.J. Kim*, H.L. Baek*
Chosun University*, Korea Polytechnics**

Abstract - 본 논문은 KA555 Timer을 이용한 PWM회로로 구성된 아날로그 방식의 DC-DC Buck Converter와 AVR ATmega128를 이용한 PWM회로로 구성된 디지털 방식의 Buck Converter을 설계하여 각각의 특성을 비교 분석하였다.

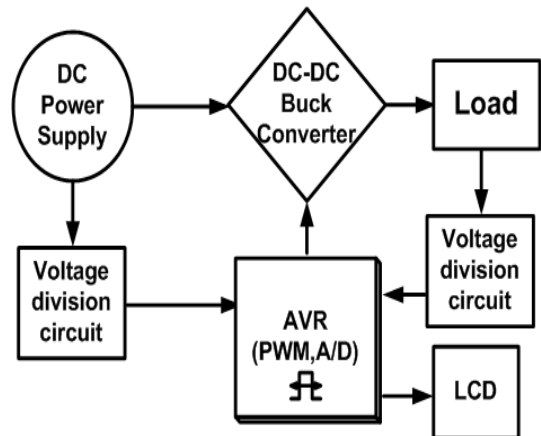
제안된 컨버터들은 공통적으로 전원을 공급받아 전압분압회로를 통해 DC-DC Buck Converter의 PWM 제어회로부에 공급되며, 아날로그방식 컨버터의 제어부는 KA555 timer을 이용하여 구형파회로와 미분회로를 구성하고, 출력된 삼각파와 정현파를 KA555 timer을 이용하여 PWM파형으로 제어한다. 디지털방식의 컨버터는 AVR RISC 8-bit 마이크로프로세서 ATmega128을 이용하여 PWM 제어부를 구성하고 이를 LCD창을 통해 그 값을 확인할 수 있도록 설계하였다. 본 논문에서는 두 가지 방식의 제어부를 구성하여 제작 및 실험함으로써, 각각의 장단점을 비교하여 시스템 구성시 요구조건인 소형경량, 단가저감, 효율 등을 비교하여 그 상황에 맞는 설계가 가능할 것이다.

그림 2는 디지털방식의 제어부로 구성된 Buck-Converter의 블록다이어그램을 나타낸다. 마이크로프로세서 타이머/카운터기능을 이용하여 PWM파형을 Buck-Converter에 인가 시켜주며 A/D 변환기능을 이용하여 DC-DC Converter의 출력 전압의 변동을 피드백 회로를 통하여 값을 받아 듀티비를 조절하여 일정한 전압을 유지하는 방식으로 구동된다. 또한 LCD 표시부에 입력전압과 출력전압을 표시하여 동작 상태를 확인하였다.

1. 서 론

최근 화석연료의 고갈에 따른 고유가 문제로 인해 전력 시스템의 효율 개선을 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 그 방법 중 하나가 바로 전력변환장치의 효율 개선이다. 전력변환장치는 모든 신호체인 디바이스에 안정된 전원을 공급하기 위해 필요하며 안정된 동작과 높은 효율을 유지하기 위해서는 스위칭 컨트롤을 필요로 한다. 이러한 스위칭 컨트롤러를 구성하는 방법으로는 아날로그 방식의 제어회로와 마이크로프로세서를 이용한 디지털 제어방식으로 구성하는 방법이 있다.[1]

본 논문에서는 KA555 Single Timer을 이용한 아날로그 제어방식과 AVR ATmega128을 이용한 디지털 제어 방식의 컨버터를 설계하고 실험하여 얻어진 데이터를 토대로 각각의 특성 및 장·단점을 비교하고자 한다.

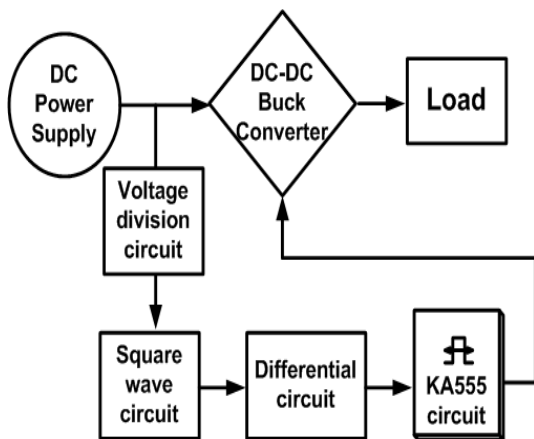


〈그림 2〉 디지털방식 Buck-Converter 블록다이어그램

2. 본 론

2.1 시스템 구성

그림 1은 아날로그방식의 제어부로 구성된 Buck-Converter의 블록다이어그램을 나타낸다. DC전원을 KA555 Single Timer의 기능을 이용하여 PWM(Pulse Width Modulation)파형을 Buck Converter의 스위칭인 MOSFET에 인가 시켜주며, 듀티비를 조절하여 일정한 전압을 유지하는 방식으로 구동된다.



〈그림 1〉 아날로그방식 Buck-Converter 블록다이어그램

2.2 DC-DC Buck Converter 구성

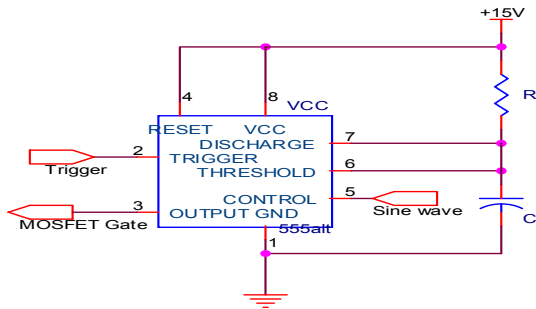
인덕터 L과 커패시터 C의 용량은 출력전압, 전류의 Ripple에 영향을 주지만 회로의 소형화를 위하여 적정용량을 설정하여야 한다. L과C의 용량을 소형화시키는 방법으로는 주파수 f를 크게 하여 L과C의 용량을 줄이는 방법을 택할 수 있다. 하지만 Converter에서 스위칭 주파수가 너무 높으면 스위칭시 발생하는 손실이 그에 비례하여 커지게 되고 손실은 열로 발생하여 방열판의 크기가 커져서 인덕터와 커패시터의 크기 감소가 무의미해지므로, 20kHz에서 50kHz로 설정 하는 것이 일반적이며 본 논문에서는 20kHz로 하였다. 표1은 18[W] DC-DC Buck Converter 설계 파라미터를 나타낸다.[2]

〈표 1〉 DC-DC Buck Converter 설계 파라미터

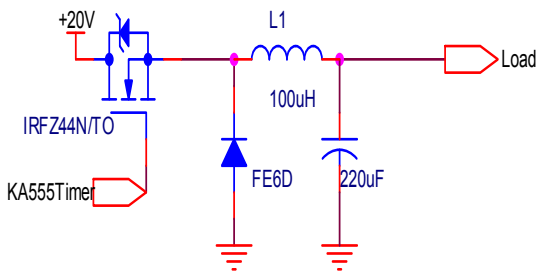
Parameters	Symbol	Value
Input Voltage	Vs	20[V]
Output Voltage	Vo	12[V]
Output Current	Io	1.5[A]
Switching Frequency	fs	20[kHz]
Duty cycle	D	0.6
Inductance	L	100[uH]
Capacitance	C	220[uF]
Load resistance	R	8[Ω]

2.3 아날로그 제어 System 구성

스위치 선정은 스위치가 OFF상태일 때 양단에 걸리는 최대전압 V_{Dsmax} 와 ON상태일 때 흐르는 최대전류 I_{Dsmax} , 그리고 전도손실을 최소로 하기위해 스위칭 소자는 IRFZ44N을 사용하였다. 그림 3은 KA555 Single Timer의 타이머/카운터를 이용하여 구성된 DC-DC Buck Converter의 회로도이다.



(a) 게이트 드라이브 회로도

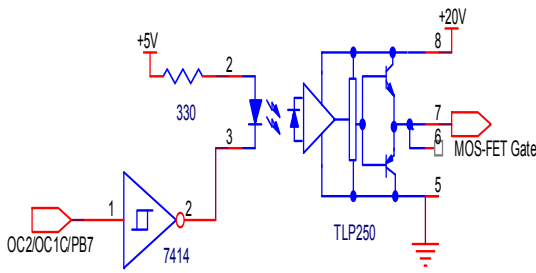


(b) DC-DC Buck Converter 회로도

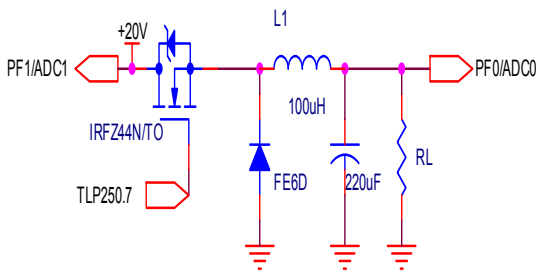
<그림 3> 설계된 아날로그방식의 Buck Converter 회로도

2.4 디지털 제어 System 구성

그림 4는 Buck-Converter를 나타내며, PWM 신호는 16비트 타이머 카운터를 이용하여 신호를 출력하였다. PWM 주파수는 OCRnA를 TOP 값으로 하는 모드로 레지스터를 설정하였고, 펄스폭은 OCRIC 레지스터 값을 설정하여 제어 하였다. 또한 A/D 변환기를 하나더 사용하여 입력 전압 값도 받아서 16*2 LCD에 입력전압과 출력전압을 출력하여 확인할 수 있게 하였다.[3]



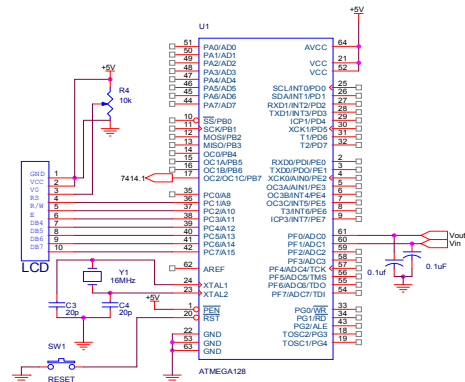
(a) 게이트 드라이브 회로도



(b) DC-DC Buck Converter 회로도

<그림 4> 설계된 디지털방식의 Buck Converter 회로도

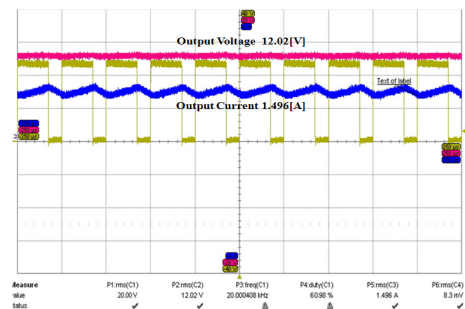
그림 5는 설계된 ATmega128의 회로도를 나타내며, 16Mhz의 크리스탈 오실레이터를 사용하였고, PORT.C 에 LCD, PORTB.7에 PWM신호를 출력, PORTF.0, PORTF.1에 Buck Converter의 입·출력 전압을 입력받았다.



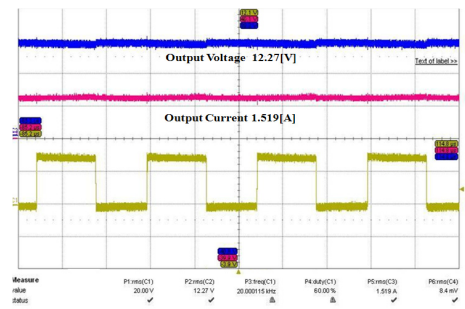
<그림 5> 설계된 ATmega128 회로도

2.5 실험 및 결과

그림 6은 제작된 아날로그/디지털 Buck Converter의 출력 파형을 나타낸다.



(a) 아날로그방식의 Buck Converter 출력 파형



(b) 디지털방식의 Buck Converter 출력 파형

<그림 6> 설계된 Buck Converter 출력 파형

3. 결 론

본 논문에서는 KA555 Single Timer를 이용한 아날로그 제어방식과 AVR ATmega128을 이용한 디지털 제어 방식의 컨버터를 설계하고 실험하였다. 그 결과 디지털방식이 아날로그방식에 비해 효율증대와 소프트웨어를 통한 제어방식으로 설계가 더 간단함을 알 수 있었다. 하지만 마이크로칩의 가격대가 다소 높다는 단점이 있으므로, 이를 고려하여 시스템을 설계할 한다면 보다 적절한 설계가 될 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 노의철, 정규범, 최남섭, "전력전자공학", pp188, 1997
- [2] 홍순찬, 전희중, 백형래, 원충연, "PSpice를 활용한 전력전자공학", pp231-240, 2005
- [3] Maksimovic, D. and Cuk, S, "Switching Converter Wide DC-DC Conversion Range", IEEE Transaction Power Electronic, vol. b. no. 1, pp. 151-157. 1991