

새로운 Topology 방식의 스텝 업(Step-Up) 컨버터에 관한 연구

정해영*

A Study on the Step-Up Converter with the New Topology Method

Hai-Young Jung*

요 약

일반적으로 스텝 업(Step-up) 컨버터는 Boost 컨버터, Buck-Boost 컨버터, Flyback 컨버터, Push-Pull 컨버터 등 다양하며 이 중에서 Boost 컨버터는 매우 간단한 형태로 가장 널리 사용되는 스텝 업(Step-up) 컨버터이다. 하지만, Boost 컨버터는 DCM 동작, 큰 리플 문제 및 RHPZ 문제 등을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 Topology를 적용한 컨버터들이 제시되었는데 그 중 KY 컨버터는 Boost 컨버터의 DCM 동작, 큰 리플 문제 및 RHPZ 문제 등을 개선하였다. 그러나 기존의 KY 컨버터는 Boost 컨버터보다 전압 이득이 상대적으로 낮은 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 KY 컨버터의 장점이 있으면서 낮은 전압 이득 문제를 해결한 새로운 Topology의 KY 컨버터를 제안하였다.

ABSTRACT

In general, there are various types of boost converters such as Boost converters, Buck-Boost converters, Flyback converters, Push-Pull converters, etc. Among them, Boost converters are the most widely used and step up converters in a very simple form. However, Boost converter has DCM mode operation, big ripple problem and RHPZ problem. In order to solve these problems, a converter to which the new topology was applied was presented, but among them, the KY converter improved the Boost converter's DCM mode operation, the big ripple problem and the RHPZ problem. However, the conventional KY converter has a drawback that the voltage gain is relatively lower than that of the Boost converter. Therefore, in this paper, we proposed a new KY converter that solves the problem of low voltage gain while having the advantages of the conventional KY converter.

키워드

Continuous Current Mode(CCM), Discontinuous Current Mode(DCM), KY Converter, Voltage gain
연속 전류 모드, 불연속 전류모드, KY 컨버터, 전압 이득

1. 서 론

현대 사회의 인구 증가와 산업의 발달은 인류의
그 어떤 시기보다 에너지 소비를 급격하게 증가시키

고 있다. 그 결과로, 지구 온난화는 가속화되고 화석
연료 고갈과 환경오염 문제 등으로 인해 대체 에너지
원 개발에 대한 필요성이 크게 대두되고 있다. 따라
서 태양 에너지, 풍력, 조력 등의 녹색에너지가 고려

* 교신저자 : 세명대학교 소방재재학과
• 접수 일 : 2020. 09. 16
• 수정완료일 : 2020. 09. 30
• 게재확정일 : 2020. 10. 15

• Received : Sep. 16, 2020, Revised : Sep. 30, 2020, Accepted : Oct. 15, 2020
• Corresponding Author : Hai-Young Jung
Dept. Fire and Disaster Prevention, Semyung University
Email : hyjung@semyung.ac.kr

되고 있으며, 특히 태양 에너지는 거의 무한하고 친환경적이기 때문에 현실적인 대안으로 받아들여지고 있다. 태양 에너지를 이용하는 태양광 발전은 직류 전압을 출력하기 때문에 직류 전력 변환기가 필요하고 그 과정에서 직류의 승압을 위해서 Boost 컨버터 등이 사용되고 있다[1-3]. 그러나 기존 Boost 컨버터 동작은 불연속 전류 모드(DCM: Discontinuous Conduction Mode), 큰 전압 리플 및 RHPZ (Right-Half Plane Zero)로 인해 안정성이 낮은 단점들을 가지고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 여러 가지 해결 방안들이 제시되고 있는데 그중 KY 컨버터는 기존의 Boost 컨버터가 가지고 있는 불연속 전류 모드(DCM), 큰 전압 리플 및 RHPZ 안정성 문제들을 해결하였다. 하지만 기존의 KY 컨버터는 Boost 컨버터보다 전압 이득이 낮다.

본 논문은 불연속 전류 모드(DCM), 높은 전압 리플, RHPZ 문제를 해결하면서 기존의 KY 컨버터보다 전압 이득을 높인 새로운 Topology 방식의 컨버터 회로 구성을 제안하였다.

본 논문의 구성은 제 1장에서 기존의 KY 컨버터의 문제점을 확인하고 제안된 KY 컨버터의 특성 비교 분석하였고, 제 2장에서는 기존의 KY 컨버터와 제안된 KY 컨버터에 대해 각각 모드 분석을 수행하여 각 KY 컨버터의 동작 특성을 확인하였다. 제 3장은 각 KY 컨버터에 대해 PSIM 시뮬레이션 수행 및 실제 PCB 회로를 제작하여 회로 실험을 진행하였다. 제 4장에서는 실험 결과를 토대로 제안된 KY 컨버터가 기존의 KY 컨버터의 여러 가지 문제점들을 해결이 가능하고 전압 이득을 증가시킬 수 있는 새로운 topology 방식임을 분석하였다. 향후 연구에 있어서는 기존의 KY 컨버터 대비 소자의 수가 감소된 새로운 topology 방식의 고효율 DC/DC 컨버터를 개발하고자 한다.

II. 본 론

2.1 Boost 컨버터

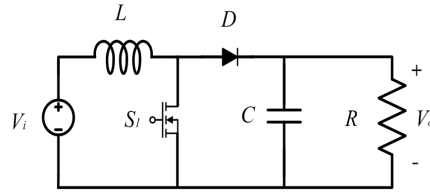


그림 1. 기본적인 Boost 컨버터
Fig. 1 Conventional Boost converter schematic

그림 1은 기본적인 Boost 컨버터 회로를 보여주고 있다. Boost 컨버터는 하나의 다이오드, 인덕터, 스위치 및 커패시터로 구성된 가장 간단한 형태의 스텝업(Step up) 회로이다. 하지만, Boost 컨버터는 불연속 전류 모드(DCM: Discontinuous Conduction Mode), 큰 전압 리플 및 RHPZ로 인한 안정성 문제들을 가지고 있다. 모든 컨버터에서 불연속 전류 모드(DCM) 동작이 항상 치명적이라고 볼 수 없지만, DCM으로 동작은 신뢰할 수 없는 출력을 발생하는 경우가 있어 Boost 컨버터의 동작에 있어서 예기치 않은 문제를 일으킬 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해서 Boost 컨버터의 다이오드를 스위치로 대체하면 항상 연속 전류 모드(CCM: Continuous Conduction Mode)로 동작할 수 있다고 알려져 있다[3-5]. 한편, Boost 컨버터의 전압 이득 식은 $1/(1-D)$ 로 듀티비 D 가 1에 가까울수록 불안정해진다. 즉, Boost 컨버터는 우반면 영점이 존재하고 이로 인해 안정도가 불안해지는 문제가 있다. Boost 컨버터의 높은 전압 리플(ripple voltage) 역시 전기기기에 치명적으로 작용할 수 있는데 전압 리플 문제를 해결하기 위해서 여러 가지 방법들이 제시되고 있다. 정전 용량이 큰 커패시터 사용, 높은 스위칭 주파수 사용 또는 커플링 인덕터를 사용하여 리플을 줄이는 방법 등이 알려져 있다[4-6].

이러한 방법들을 사용한다면 Boost 컨버터의 전압 리플의 감소는 기대할 수 있지만 $1/(1-D)$ 의 형태인 전압 이득식에 의한 안정도 불안 문제는 존재한다[2-4]. 안정도 문제의 해결을 위해 동적 슬라이딩 모드 제어(dynamic, sliding-mode control) 기법 등이 대안으로 제시되고 있다[7-8].

2.2 기존의 KY 컨버터

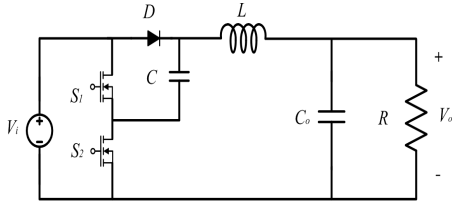


그림 2. 기존의 KY 컨버터
Fig. 2 Conventional KY converter schematic

그림 2는 기존의 KY 컨버터의 기본 회로를 나타내고 있다. 기존의 KY 컨버터는 Boost 컨버터보다 스위치와 커패시터가 각각 하나씩 추가되었다.

기존의 KY 컨버터는 크게 두 가지 동작 모드로 나눌 수 있다.

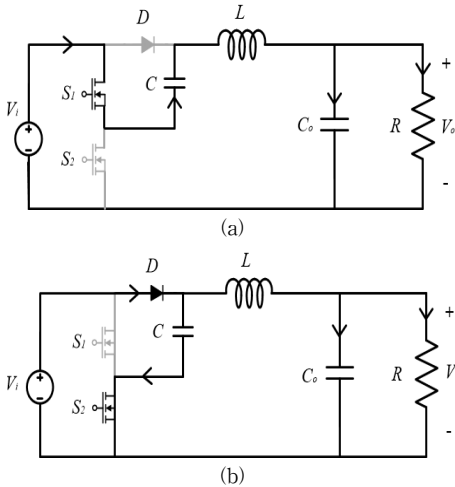


그림 3. 기존 KY 컨버터 동작 : (a) 모드 1, (b) 모드 2
Fig. 3 The mode operation of conventional KY converter : (a) mode 1, (b) mode 2

전체 주기를 \$T\$라고 하면 모드 1은 \$0 < t < t_1\$의 구간이고 모드 2는 \$t_1 < t < T\$ 구간에 해당한다.

모드 1 동작 시 \$S_1\$은 ON 상태, 스위치 \$S_2\$는 OFF 상태이다. 전류는 ON 상태인 스위치 \$S_1\$을 지나 커패시터 \$C\$와 인덕터 \$L\$로 흐른다. 이때 인덕터 \$L\$에 걸리는 전압은 입력 전압 \$V_i\$와 모드 2 동작으로 커패시터 \$C\$에 충전된 \$V_i\$의 합인 \$2V_i\$에서 부하 전압에 해당하는 \$V_o\$를 뺀 값이 된다. 커패시터 \$C\$에 흐르는 전류는 인덕터 \$L\$에 흐르는 전류에서 저항 \$R\$을 지나는 전류를

뺀 값에 해당한다.

모드 1에 관계된 전압 및 전류의 관계식은 식(1)과 같다.

$$\begin{cases} L \frac{\partial i}{\partial t_1} = 2v_i - v_o = L \frac{\Delta I}{DT} \\ C \frac{\partial v_o}{\partial t_1} = i_L - \frac{v_o}{R} \\ i_i = i_L \end{cases} \quad (1)$$

여기서, \$v_i\$ 입력 전압, \$v_o\$ 출력 전압, \$L\$ 인덕턴스, \$C\$ 커패시턴스, \$R\$ 레지스턴스, \$D\$ 듀티비, \$T\$ 시간, \$i_i\$ 입력 전류, \$i_L\$은 인덕터 전류이다[9].

모드 2는 스위치 \$S_1\$은 OFF 상태, 스위치 \$S_2\$는 ON 상태로 입력 전류는 다이오드 \$D\$를 통과해 두 개의 전류 패스로 나뉘어 흐른다. 하나의 전류 패스는 커패시터 \$C\$와 스위치 \$S_2\$로 흐르고 다른 하나의 전류 패스는 인덕터 \$L\$로 흐른다. 커패시터 \$C\$에는 입력 전압 \$V_i\$에 해당하는 값이 충전되며 인덕터 \$L\$에는 입력 전압 \$V_i\$에서 부하 전압 \$V_o\$가 빠진 크기의 전압이 인가된다.

모드 2에 관계된 전압 및 전류의 관계식은 식(2)와 같다.

$$\begin{cases} L \frac{\partial i}{\partial t_2} = v_i - v_o = L \frac{-\Delta I}{(1-D)T} \\ C \frac{\partial v_o}{\partial t_2} = i - \frac{v_o}{R} \\ i_i = i_L + i_C \end{cases} \quad (2)$$

여기서, \$i_i\$ 입력 전류, \$i_L\$은 인덕터 전류, \$i_C\$는 커패시터 \$C\$에 흐르는 전류이다.

식 (1)과 식(2)의 관계식을 정리하면 식(3)과 같다.

$$L \Delta I = (2v_i - v_o)DT = -(v_i - v_o)(1-D)T \quad (3)$$

따라서 기존의 KY 컨버터의 전압 이득식은 식 (4)와 같다.

$$G = \frac{v_o}{v_i} = 1 + D \quad (4)$$

여기서, \$G\$는 전압 이득(voltage gain)이다[9].

모드 분석을 통해 기존의 KY 컨버터는 모드 1과 모드 2로 동작할 때 인덕터 전류가 끊어지는 구간이 없어 항상 전류 연속 모드(CCM)로 동작하는 것을 알 수 있다. 또한, 커패시터 C가 추가로 인해 출력 전압의 리플 저감을 기대할 수 있다. 안정도의 경우 기존의 KY 컨버터의 전압 이득이 1+D로 듀티비 변화에 의한 RHPZ 문제가 생기지 않는다. 하지만, 기존의 KY 컨버터는 듀티비 D=1일 때 전압 이득은 최대 2가 되는데 보편적인 부스트 컨버터는 3배 이상의 전압 이득을 목표로 하므로 기존의 KY 컨버터의 작은 전압 이득은 개선이 요구된다.

2.3 기존의 1+2D/2+D KY 컨버터

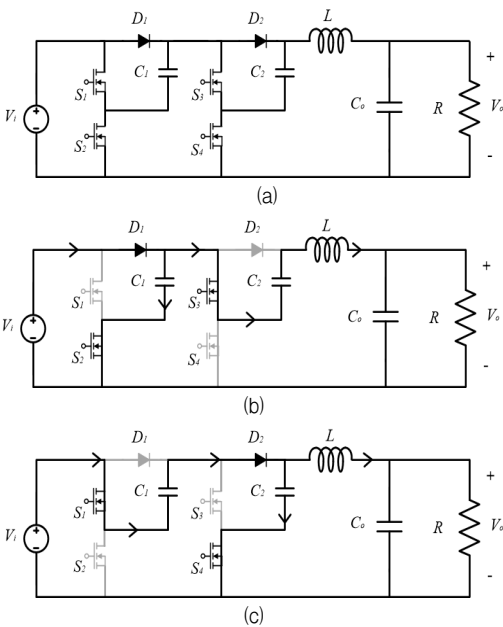


그림 4. 1+2D/2+D KY 컨버터와 2+D 형태의 모드 별 동작 방식 : (a) 1+2D/2+D KY 컨버터 회로, (b) 2+D 형태 모드 1, (c) 2+D 형태 모드 2

Fig. 4 1+2D/2+D KY converter circuit and 2+D gain mode operation : (a) 1+2D/2+D KY Converter, (b) 2+D type mode 1, (c) 2+D type mode 2

그림 4의 (a)는 1+2D/2+D KY 컨버터 회로를 보여주고 있다. 1+2D/2+D KY 컨버터 회로는 기존의 KY 컨버터의 단점을 보완한 스텝 업(Step-up) 컨버터로 스위치 동작 방식에 따라 전압 이득 식이 1+2D인 경우와 전압 이득 식이 2+D 경우가 결정된다. 그림 3의

(b)와(c)는 1+2D/2+D KY 컨버터가 전압 이득 식 2+D 형태로 동작할 때의 두 가지 모드를 보여주고 있다 [7-8]. 그러나, 1+2D/2+D KY 컨버터는 기존의 KY 컨버터보다 높은 전압 이득 1+2D 또는 2+D를 얻기 위해 스위칭 수가 2배로 증가하는 문제가 있고 이로 인해 스위칭 손실 역시 증가할 것으로 판단된다[9-10].

2.4 제안된 KY 컨버터

그림 5는 제안된 KY 컨버터의 구조와 모드 별 동작 방식을 보여주고 있다. 제안된 KY 컨버터의 두 가지 동작 모드는 다음과 같다.

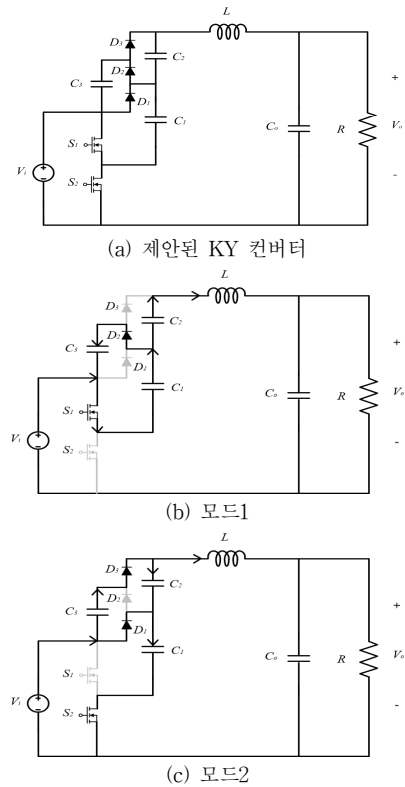


그림 5. 제안된 KY 컨버터와 모드 별 동작 방식: (a) 제안된 KY 컨버터, (b) 모드 1, (c) 모드 2

Fig. 5 The proposed KY converter and mode operation : (a) Proposed KY converter, (b) mode 1, (c) mode 2

전체 주기를 T 라 할 때, 모드 1 구간은 $0 < t < t_1$, 모드 2 구간은 $t_1 < t < T$ 이다.

모드 1에서는 스위치 S_1 은 ON 상태, 스위치 S_2 는 OFF 상태이다. 입력 전류는 ON 상태인 스위치 S_1 를 거쳐 커패시터 C_1 를 통과한 후 두 개의 전류 패스로 나뉘어 진다. 하나의 전류 패스는 다이오드 D_2 를 지나 커패시터 C_3 를 충전한다. 다른 전류 패스는 커패시터 C_2 를 지나 인덕터 L 로 흐른다. 따라서 인덕터 L 에 인가되는 전압은 C_3 에 충전된 입력 전압 V_i 와 커패시터 C_1 , C_2 의 각각에 충전된 입력 전압 V_i 가 더해진 $3V_i$ 에서 부하 전압 V_o 을 뺀 값이며 이에 대한 관계식은 식 (5)와 같다.

$$L \frac{di}{dt_1} = 3v_i - v_o = L \frac{\Delta I}{DT} \quad (5)$$

모드 2에서는 스위치 S_2 이 ON 상태, 스위치 S_1 가 OFF 상태이다. 모드 2 역시 입력 전류는 두 개의 전류 패스로 나뉘어 흐른다. 하나의 전류 패스는 입력 전원에서 출발해서 커패시터 C_3 , 다이오드 D_2 , 다이오드 D_3 로 흐르는 패스이고, 다른 하나의 전류 패스는 다이오드 D_1 , 커패시터 C_1 을 거쳐 스위치 S_2 를 통과한다. 두 개의 전류 패스 중에서 다이오드 D_3 로 흐르는 전류는 다시 두 개로 나뉘어 흐르는데 커패시터 C_2 를 흐르는 패스와 인덕터 L 흐르는 패스로 나누어진다. 따라서 커패시터 C_1 , C_2 , C_3 는 각각 입력 전압 V_i 만큼 충전된다. 인덕터 L 에 걸리는 전압은 입력 전압과 커패시터 C_3 의 전압의 합에서 부하 전압 V_o 의 차에 해당하는 전압이 걸린다. 이에 대한 관계식은 식(6)과 같다. 모드 1에서 구한 식(5)와 모드 2에서 구한 식(6)을 정리하면 식(7)과 같다.

$$L \frac{di}{dt_2} = 2v_i - v_o = L \frac{-\Delta I}{(1-D)T} \quad (6)$$

$$L\Delta I = (3v_i - v_o)DT = -(2v_i - v_o)(1-D)T \quad (7)$$

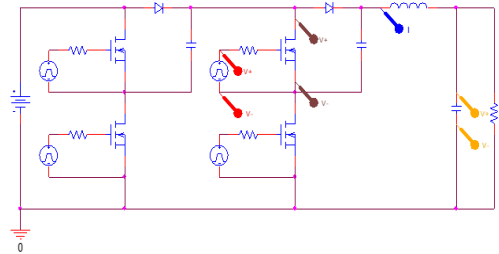
$$G = \frac{v_o}{v_i} = 2 + D \quad (8)$$

이제, 식(7)을 정리해 제안된 KY 컨버터의 최종적인 전압 이득 식을 구하면 식(8)과 같다.

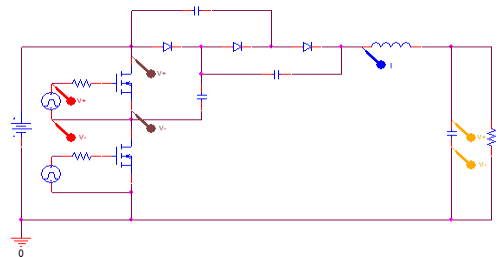
III. 실험 결과

3.1 Pspice 시뮬레이션 결과

본 연구에서 기존 1+2D/2+D KY 컨버터(2+D 형태), 제안된 KY 컨버터에 대해 Pspice 시뮬레이션 프로그램을 활용하여 회로 특성을 확인하고자 하였다. 기존의 KY 컨버터는 전압 이득이 1+D로 같은 크기의 입력 전압을 인가해도 출력 전압의 크기가 다른 비교 대상 컨버터들과 같게 할 수 없다. 따라서 기존 KY 컨버터와 유사한 형태인 1+2D/2+D KY 컨버터의 전압 이득 2+D 형태와 제안된 KY 컨버터에 대해 Pspice 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 6은 Pspice 시뮬레이션 수행을 위해 구성된 기존 1+2D/2+D KY 컨버터와 제안된 KY 컨버터의 회로도들을 각각 보여주고 있다.



(a)



(b)

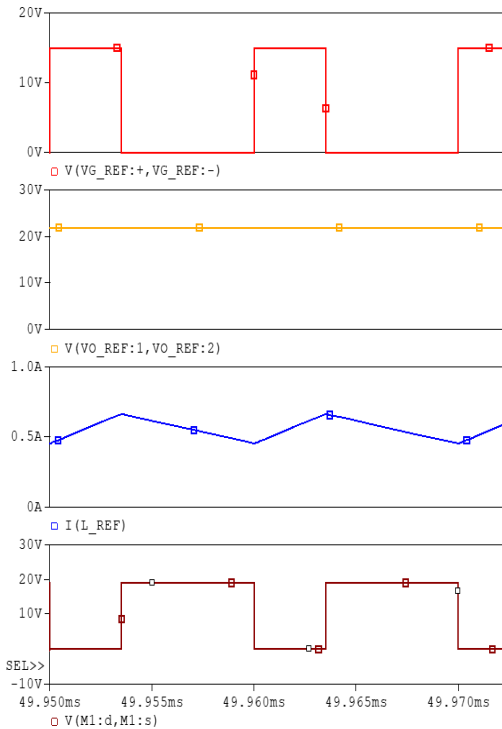
그림 6. 각 컨버터 별 Pspice 회로도 : (a) 기존의 1+2D/2+D KY 컨버터, (b) 제안된 KY 컨버터 회로도
Fig. 6 Pspice circuit diagram by converter type : (a) conventional 1+2D/2+D KY type, (b) proposed KY type

표 1. 컨버터 종류별 소자 구성
Table 1. Components according to converter types

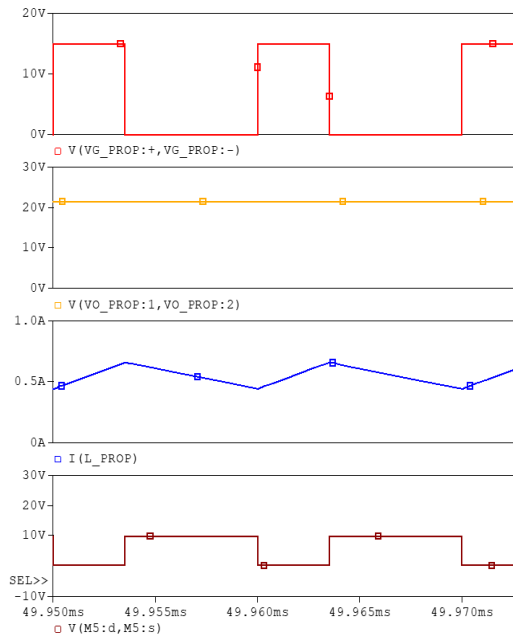
Convert type	Switch	Diode	Capacitor
Boost	1(EA)	1(EA)	1(EA)
conventional KY	2(EA)	1(EA)	2(EA)
1+2D/2+D KY	4(EA)	2(EA)	3(EA)
Proposal KY	2(EA)	3(EA)	4(EA)

표 2. Pspice 시뮬레이션의 소자 사양
Table 2. Detailed specifications for Pspice simulation

Classification	Specifications
Duty ratio(D)	0.35
Input voltage	10[V]
Switching frequency	100[kHz]
Maximum Power	30[W]
Inductance	100[μH]
Capacitance	C ₁ , C ₂ , C ₄ , C ₅ , C ₆ : 680[μF] C ₃ : 1000[μF]
Resistance	39.17[Ω]



(a)



(b)

그림 7. 각 컨버터 별 입출력 파형: (a) 기존의 2+D KY 컨버터, (b) 제안된 KY 컨버터
Fig. 7 I/O waveforms for converter type : (a) conventional 2+D KY type, (b) proposed KY type

표 3. 컨버터 별 각 소자의 전압스트레스
Table 3. Voltage stress for the converter type

KY type	Capacitor(C)			Switch(M)			
	C ₁	C ₂		M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
1+2D/2+D KY (2+D type)	2V _i -2V _i	V _i -V _i		2V _i -V _i	V _i	V _i	V _i -V _i
Proposed KY	C ₄	C ₅	C ₆	M ₅	M ₆		
	V _i -2V _i	V _i -2V _i	V _i -V _i	V _i	V _i		

표 1에 각 컨버터의 주요 회로 구성 소자 수를 나타내었다. 표 2는 Pspice 시뮬레이션에 사용된 소자들의 세부 사양을 나타내었다

그림 7은 입력 전압 10V, 스위칭 주파수 100kHz, 듀티비 D=0.35일 때 위에서부터 스위치의 게이트 전압 V_G, 출력 전압 V_o, 인덕터 전류 I_L, 스위치의 드레인 소스 양단의 V_{DS}의 파형들을 나타낸다. 입력 전압 10V에 대해 두 컨버터 모두 2+D의 전압 이득에 따라 23.5V의 출력 전압을 나타냈다. 하지만 스위치에 인가되는 전압 스트레스 측면에서는 기존 1+2D/2+D KY 컨버터의 경우 V_{DS} 전압 파형은 2V_i에 해당하는 20V를

나타내고 제안된 KY 컨버터는 V_i 에 해당하는 10V를 나타내었다.

표 3은 회로 구동 시 각 컨버터에 대해 구성 소자에 걸리는 전압 스트레스를 나타내고 있다. 여기서 V_i 는 입력 전압, V_D 는 다이오드의 항복 전압을 의미하며 제안된 KY 컨버터는 기존 $1+2D/2+D$ KY 컨버터($2+D$ 형태)보다 전압 스트레스가 적다는 것을 알 수 있다. 따라서 Pspice 시뮬레이션 결과로부터 제안된 KY 컨버터는 입력 전압에 대해 전압 이득식이 $2+D$ 의 형태로 출력 전압이 얻어진다는 것을 확인할 수 있다. 또한, 제안된 KY 컨버터는 전압 스트레스가 기존의 KY 컨버터들보다 낮아 스위치 선정과 스위치 효율 측면에서 기존의 KY 컨버터들보다 유리하다고 판단할 수 있다.

3.2 회로실험 결과

본 연구에서는 Pspice 시뮬레이션 결과를 검증하기 위해 제안된 KY 컨버터 회로를 실제 제작하여 전압 파형과 전압 이득 등을 확인하였다. 회로 구성에 사용된 소자 값은 Pspice 시뮬레이션과 같게 하였으며 실험에 사용된 소자들의 세부 사양을 표 4에 나타내었다.

표 4. 회로실험에 사용된 소자 사양
Table 4. Element specifications in circuit experimentation

Classification	Specification
Duty ratio(D)	0.35
Input voltage	10[V]
Switching frequency	100[kHz]
Diode	VT4045BP
Inductor	CH234125
MOSFET	FQPF65N06
Capacitor	$C_1, C_2, C_3 : 680[\mu F] / 25[V]$
	$C_0 : 1000[\mu F] / 50[V]$

회로실험은 입력 전압 10V, 스위칭 주파수 100kHz, 듀티비 $D=0.35$ 로 하여 Pspice 시뮬레이션 조건과 같게 수행하였다. 그림 8은 입력 전압 10V, 듀티비 $D=0.35$ 일 때 스위치의 V_G 의 전압 파형이고, 그림 9는 인덕터 L의 전압 파형이며 그림 10은 제안된 KY 컨버터의 전압 이득 식 $2+D$ 를 반영한 23.5V의 출력 파형에 해당하는데 실제 측정 결과는 23.5V보다 약간 적은 22.5V 정도가 측정되었는데 이는 회로 구성 시 자체의 기생 저항 성분 등에 의한 전압강하 등의 영향이라고 생각한다.

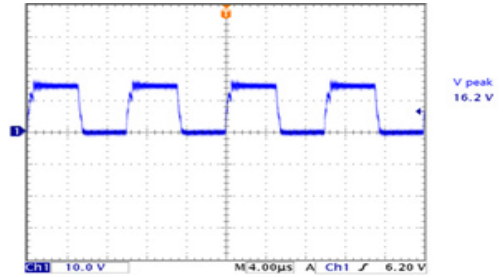


그림 8. 스위치의 전압 파형
Fig. 8 The voltage waveform of switch

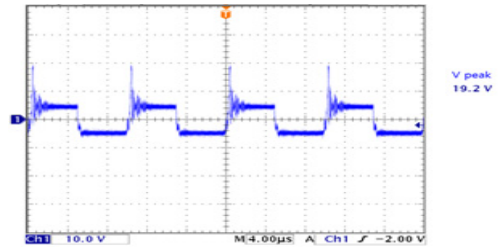


그림 9. 인덕터 L의 전압 파형
Fig. 9 The voltage waveform of inductor L

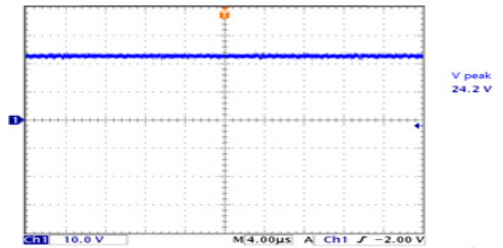


그림 10. 출력 전압 파형
Fig. 10 The output voltage waveform

IV. 결 론

본 연구는 기존의 KY 컨버터를 분석하여 새로운 topology 방식의 스텝 업(Step up) 컨버터를 제안하였다. 제안된 KY 컨버터는 기존의 Boost 컨버터의 불연속 전류 제어 모드(DCM), 큰 리플전압, RHPZ 안정도 문제가 없이 항상 연속 전류 모드(CCM)에서 동작하고 전압 리플이 작으며 RHPZ가 없는 특징을 가지고 있다. 또한, 기존 KY 컨버터의 $1+D$ 의 낮은 전압 이득을 개선하기 위해 기존의 KY 컨버터에서 스위치의 수는 변함없고 다이오드와 커패시터를 각각

2N 개 추가하여 $G = (1+N)+D$ 형태로 전압 이득을 증가시킬 수 있는 새로운 topology 방식의 회로를 제안하였다. 또한, 제안된 KY 컨버터 회로는 같은 전압 이득식을 보이는 $1+2D/2+D$ KY 컨버터보다 상대적으로 스위치에 걸리는 전압 크기가 낮고 스위치 수가 적어 스위치의 용량 선정과 스위치 효율 측면 등에서 유리할 것으로 판단된다.

향후 연구에 있어서는 기존의 $1+2D/2+D$ KY 컨버터 대비 소자의 수를 감소시키면서 전압 이득의 확장 범위가 넓고 스위칭 소자에 걸리는 전압 스트레스와 컨덕팅 손실 및 스위칭 손실을 줄이는 새로운 방식의 topology를 개발하고자한다. 또한 실제 개발된 DC-DC 컨버터 회로가 적용된 전기기기에서 효율 개선 효과 분석에 대한 연구를 수행하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2020학년도 세명대학교 교내학술연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

References

- [1] Y. Chai, "Design of Modular DC/DC Converter Design with Programmable Output Voltage," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 6, Dec. 2011, pp. 865-871.
- [2] Y. Jung, "Input Ripple Current Formula Analysis of Multi-Stage Interleaved Boost Converter," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 14, no. 2, Apr. 2019, pp. 345-350.
- [3] R. W. Erickson and D. Maksimovic, *Fundamentals of Power Electronics*, 2nd ed. Norwell, MA: Kluwer, 2001.
- [4] H. B. Shin, J. G. Park, S. K. Chung, H.W. Lee, and T. A. Lipo, "Generalized steady-state analysis of multiphase interleaved boost converter with coupled inductors," *IEE Proceedings-Electric Power Applications*, vol. 152, no. 3, May 2005, pp. 584-594.
- [5] Joe C. P. Liu, N. K. Poon, Bryan M. H. Pong, and C. K. Tse, "Low Output Ripple DC - DC Converter Based on an Overlapping Dual Asymmetric Half-Bridge Topology," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 22, no. 5, Sept. 2007, pp. 1956-1963.
- [6] F. L. Luo, "Positive output Luo converters voltage lift technique," *IEE Proceedings-Electric Power Applications*, vol. 146, no. 4, July 1999, pp. 415-432.
- [7] E. Vidal-Idiarte, L. Martinez-Salamero, J. Calvente, and A. Romero, "An H^∞ control strategy for switching converters in sliding-mode current control," *IEEE Trans. Power Electron*, vol. 21, no. 2, Mar. 2006, pp. 553 - 56.
- [8] D. Cortes, J. Alvarez, and J. Alvarez, "Robust control of the boost converter," in *Proc. IEEE International Congress Power Electronics (CIEP)*, Guadalajara, Mexico, 2005, pp. 121-126.
- [9] K. I. Hwu and Y. T. Yau, "KY Converter and Its Derivatives," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 24, no. 1, Jan. 2009, pp. 128-137.
- [10] K. I. Hwu and T. J. Peng, "A Novel Buck-Boost Converter Combining KY and Buck Converters," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 27, no. 5, May 2012, pp. 2236-2241.

저자 소개



정해영(Hai-Young Jung)

1999년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학사)

2001년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사)

2019년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사)

2019년 ~ 현재 세명대학교 소방방재학과 교수

※ 관심분야 : 플라즈마 공학, 전력전자, 소방전기설비