

승압 초퍼 기능이 내장된 새로운 태양광 발전용 파워컨디셔너의 개발

Development of Boost Chopper with Built New Renewable Energy in Grid-Connected Distributed Power System

문 상 필* · 이 수 행** · 김 영 문†

(Sang-Pil Mun · Su-Haeng Lee · Young-Mun Kim)

Abstract - This paper is related to a new solar power conditioner for a built-in step-up chopper function. In the first step-up chopper proposed solar PV power conditioner for mutually connected in series with the input voltage of the bypass diodes are respectively connected to the positive terminal should install the mutual boosting chopper diode connected in series with the boost chopper switching element between the two power supply and at the same time the first and the second was connected to a second diode and a resonance inductor and a snubber capacitor in series with each other. And the common connection point between the bypass diode and the step-up chopper and the step-up chopper diode common connection point of the switching elements of the input voltage was set to the boost inductor for storing energy. In addition, between the step-up chopper and the step-up chopper diode and a switching element of a joint connection point of the first auxiliary diode and the second common connection point of the auxiliary diode was provided, the resonance capacitor. Between the step-up chopper and the step-up chopper diode and a switching element of a joint connection point and the common connection point of the resonance inductor snubber capacitor and connecting the third secondary diode, between two power supply lines is characterized by configuring the DC link capacitor bus lines in parallel. Therefore, it is possible to suppress the switching loss through, DC link bus lines, as well as there could seek miniaturization and weight reduction of the power conditioner itself by using a common capacitor of the non-polar non-polar electrolytic capacitor having a capacitor, the service life of the circuit can be extended and it is possible to greatly reduce the loss can be greatly improve the reliability of the product and the operation of the product itself.

Key Words : Step-up chopper, SPWM inverter, Renewable energy in grid-connected, Solar PV power conditioner, High efficiency

1. 서 론

근래, 지구 환경 보호의 관점에서, 환경에의 영향이 적은 태양전지, 연료전지 등에 의한 발전 시스템의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 발전 시스템에서는 태양전지 등의 발전을 행한 직류 전력원으로부터의 직류전력을, 파워 컨디셔너에 의해 계통에 연계한 상용 주파수의 교류 전력으로 변환함과 동시에 변환 후의 교류 전력을 상용 전력 계통에 접속되어 있는 가정 내 부하에 공급하는 한편으로, 그러한 전력원이 발생하는 전력이 가정 내 부하의 소비 전력을 상회하는 경우에는 잉여 전력을 계통 측으로 역(逆)조류(潮流) 하도록 한 것이 있다. 이때, 태양광 발전은 태양 에너지로부터 직접 전기를 발생시키는 데 일조를 얻을 수 있는 곳이라면 발전할 수 있다는 장점 외에, 미래의 에너지 자원으로 다

른 시스템에서는 생각할 수 없는 몇 가지 독특한 특징을 가지고 있는데, 이를 정리해 보면 다음과 같다. 첫째 소음이 나오지 않고, 둘째 발전 중 CO2를 발생하지 않으며, 셋째 유지가 간단하고 자동 무인운전이 용이하며, 넷째 규모의 대소에 관계없이 일정한 효율로 발전하고, 다섯째 모듈구조로 구성되어 있기 때문에 양산성이 풍부해 규모가 크며, 여섯째 전력 수요 피크시인 주간에 발전을 한다[1-5].

종래 대부분의 승압 초퍼를 이용한 태양광 발전용 파워 컨디셔너는 교류 전압을 생성하기 위하여 승압 초퍼를 수시로 PWM 동작시켜 초퍼의 두 출력단자 사이에 설치된 전해 커패시터를 이용하여 전압을 일정하게 유지하면서 풀-브리지(Full-Bridge) 파워 컨디셔너를 PWM 동작시키며 교류 출력 전압을 만들어 낸다. 그러나 이와 같은 구성을 갖는 종래 승압 초퍼를 이용한 태양광 발전용 파워 컨디셔너에서는 순간 출력 전압이 입력 전압보다 낮은 때도 전해 커패시터에 높은 전압이 항상 걸려 있는 문제점이 있을 뿐만 아니라, 전해 커패시터를 사용함으로써 회로가 대형화 되는 단점이 있다[6, 7].

본 논문에서는 이와 같은 종래의 제반 문제점을 해결하기 위해 안출한 것으로서, 직류 입력전압보다 높은 실효값을 갖는 교류 출력전압을 생성할 수 있도록 하여 전력 변환부의 고효율화와, 고주파화에 의한 고기능화, 소형 및 경량화를

† Corresponding Author : Dept. of Electrical Engineering, Masan University, Korea

E-mail : kym728@masan.ac.kr

* Dept. of Electrical Engineering, Masan University, Korea

** NGP Co.,LTD, Korea

접수일자 : 2014년 11월 5일

수정일자 : 2014년 11월 24일

최종완료 : 2014년 11월 25일

목표로 향후 예상되는 신 에너지를 이용한 계통연계 분산전원 시스템의 실용화와 발전에 기여할 수 있고, 특히 승압 초퍼(Boost Chopper)에서 사용한 승압 초퍼 스위칭 소자에서 펄스 폭 변조(PWM) 동작시킬 때에는 폴-브리지 파워 컨디셔너 제어부의 스위칭 소자를 고정시키고, 입력전압 이하의 출력 전압을 생성할 때에는 승압 초퍼 스위칭 소자는 작동시키지 않음으로써 스위칭 손실을 억제할 수 있고, 또 DC 링크 버스 라인 커패시터로 극성이 있는 전해 커패시터가 아닌 무극성의 일반 커패시터를 사용함으로써 파워 컨디셔너 자체를 소형화 및 경량화를 꾀할 수 있을 뿐만 아니라, 회로의 수명을 연장할 수 있고 손실을 대폭 저감할 수 있어 제품 자체의 상품성과 작동에 따른 신뢰도를 대폭 향상시킬 수 있는 새로운 태양광 발전용 파워 컨디셔너를 개발하는데 그 목적이 있다.

2. 제안한 승압 초퍼 기능이 내장된 태양광 발전용 파워컨디셔너

2.1 제안한 태양광 발전용 파워 컨디셔너의 구성

그림 1은 본 논문에서 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 회로도도를 나타낸 것이다. 그림 1에서 주 회로는 크게 소프트 스위칭 회로를 포함한 정현파 변조 PWM 승압 초퍼, 폴-브리지 파워컨디셔너, 저역통과 필터, 부하로 구성되어 있다.

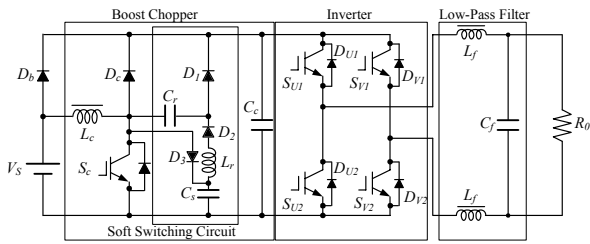


그림 1 제안한 승압 초퍼 기능이 내장된 태양광 발전용 파워컨디셔너
 Fig. 1 The proposed step-up chopper with built-in power conditioner for photovoltaic

제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너는 직류 입력 전압 Vs보다 높은 실효값을 갖는 교류 출력 전압을 생성하기 위하여 설계된 회로이다. 이 새로운 회로 방식의 특징은 다음과 같다.

- ㉠ 승압 초퍼 스위치 Sc는 PWM 동작시에는 파워컨디셔너부의 스위치를 고정시키고, 입력전압 이하의 출력 전압을 생성할 때에는 승압 초퍼 스위치 Sc는 작동시키지 않기 때문에 스위칭 손실을 억제한다.
 - ㉡ DC 링크 버스 라인 커패시터 Cc의 전압을 변화시키면서 사용하는 것으로, 전해 커패시터를 사용할 필요가 없어 소형화, 회로의 수명 및 손실의 저감 측면에서 특징이 있다.
- 종래 방식은 교류 전압을 생성하기 위하여 승압 초퍼를 수시로 PWM 동작시켜 Cc에 전해 커패시터를 이용하여 전압을 일정하게 유지하면서 폴-브리지 파워컨디셔너를 PWM

동작시킴으로써 교류 출력 전압을 만들어 낸다. 특히 순간 출력 전압이 입력 전압 Vs보다 낮은 때도 Cc에 높은 전압이 항상 걸려 있어 전해 커패시터를 사용함으로써 회로의 대형화가 되는 단점이 있다. 이에 반해 본 논문에서 제안한 회로 방식은 승압 초퍼 스위치 Sc를 항상 PWM 동작시켜 이러한 문제점을 개선하였다.

2.2 SPWM 승압 초퍼 회로

그림 2는 제안한 태양광 발전용 파워 컨디셔너에 내장되어 있는 SPWM 승압 초퍼 회로를 나타낸 것이다. 제안한 SPWM 승압 초퍼 회로는 승압 초퍼부의 승압 에너지 저장 인덕터 Lc에 흐르는 전류를 전류원으로 한 IDc, 승압 초퍼 스위치 Sc, 승압 초퍼 다이오드 Dc, DC 링크 버스 라인 커패시터 Cc를 전압원으로 한 VDC와 공진 인덕터 Lr, 공진 커패시터 Cr, 스너버 커패시터 Cs, 보조 다이오드(D1, D2, D3)로 구성된 소프트 스위칭 회로가 함께 구성되어 있다.

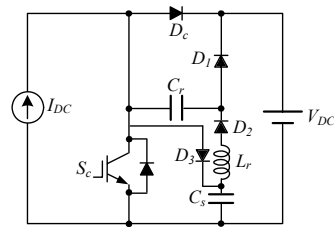


그림 2 제안한 태양광 발전용 파워 컨디셔너에 내장된 SPWM 승압 초퍼 회로

Fig. 2 The proposed solar power for the built-in power conditioner SPWM boost chopper circuit

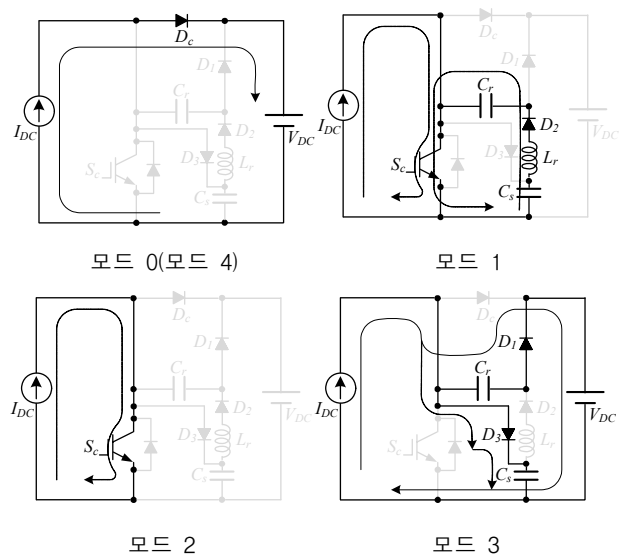


그림 3 SPWM 승압 초퍼의 모드별 등가회로
 Fig. 3 The each Mode equivalent circuit of the SPWM boost chopper

그림 3은 SPWM 승압 초퍼의 모드별 등가회로를 나타낸 것이며, 그림 4은 SPWM 승압 초퍼의 동작 파형과 스위칭

시퀀스도를 나타낸 것이다.

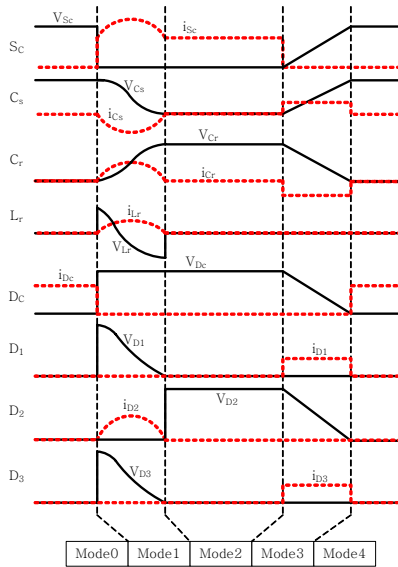


그림 4 SPWM 승압 초퍼회로의 동작 파형과 스위칭 시퀀스도
 Fig. 4 Operation waveforms and switching sequence of the SPWM boost chopper circuit

2.3 SPWM 승압 초퍼 회로의 매개변수 설계

SPWM 승압 초퍼 시스템의 매개 변수를 결정할 때 초기 조건을 다음과 같이 미리 설정한다. 이는 스너버 커패시터 Cs, 공진 커패시터 Cr, 공진 인덕터 Lr를 최적화하기 위해서이다.

- ㉠ 승압용 인덕터(Lc)는 400[mH]로 한다.
- ㉡ DC 링크 버스 라인 커패시터(Cc)는 2.0[μF]로 한다.

다음은 제안한 정현파 변조 PWM 승압 초퍼 시스템의 매개변수간의 관계를 나타낸 것이다.

(1) 스너버 커패시터(Cs)와 공진 커패시터(Cr)의 관계

스너버 커패시터Cs와 공진 커패시터Cr의 값의 변화에 따라, 먼저 Cs=Cr의 경우에는 모드 1과 모드3에서의 전하의 이동이 가장 원활하게 이루어지며, 승압 초퍼 스위치 Sc는 ZVS 턴-오프를 실현한다. 하지만 Cs>Cr의 경우에는 모드 1에서 Cs에 전하가 유지되므로 모드 3에서 루프 전체의 전압이 같은 전압이 되지 않고, Cr에 걸리는 전압이 모드 1에서 Cs에 남아 있던 전압이 방전하기 까지 먼저 전류가 흐른다. 따라서 Sc의 dv/dt는 증가해 ZVS 턴-오프 할 수 없게 된다. 그리고 Cs<Cr의 경우에는 모드 1에서 Cr의 전압이 DC 링크 버스 라인 커패시터Cc의 전압V_{DC}까지 상승되어 스너버 커패시터Cs의 전압이 공진 커패시터Cr의 전압과 전압원V_{DC}의 전압 차까지 상승하여 스너버 커패시터Cs에 전류가 흘러 승압 초퍼 스위치Sc의 dv/dt는 증가한다. 이로 인해 승압 초퍼 스위치Sc는 ZVS 턴-오프 할 수 없게 된다. 이러한 이유로 매개 변수는 Cs = Cr인 상태가 가장 바람직하다 할 수 있다

(2) 스너버 커패시터(Cs),공진 커패시터(Cr)와 dv/dt의 관계
 모드 3에서 승압 초퍼 스위치Sc의 dv/dt는 Sc를 턴-오프 할 때 입력 전류는 최대가 된다. 이 관계를 식으로 나타내면 식 1과 같다.

$$\frac{dv}{dt} = \frac{i}{C} \quad (1)$$

식 1에서 알 수 있듯이 커패시터 Cs와 Cr 값이 커지면 dv/dt는 작아진다.

(3) 공진 인덕터(Lr)와 di/dt의 관계

승압 초퍼 스위치Sc의 dv/dt는 Sc를 턴-온 할 때, 즉 스너버 커패시터 Cs가 방전하고 Cr가 충전 할 때 최대가 된다. 이를 수식으로 표현하면 식 2와 같다.

$$\frac{di}{dt} = \frac{v}{L} \quad (2)$$

식 2에서 알 수 있듯이 공진 인덕터Lr의 값이 커지면 di/dt는 작아진다.

(4) 공진 인덕터(Lr)의 전류 실효치과 회로의 손실의 관계

공진 인덕터Lr는 저항분을 포함하고 있어 SPWM 승압 초퍼의 동작 중 가장 에너지를 많이 소비하므로 공진 인덕터Lr에 흐르는 전류의 실효값은 회로 손실의 기준이 될 수 있다.

(5) 공진 주파수와 스위칭주기의 관계

모드 1에서 알 수 있듯이 공진 주파수의 상승은 동작 속도를 올리고 스위칭주기 이내에 정확하게 모드 0에서 모드 4까지를 반복시키는 효과가 있다.

3. 시뮬레이션 및 실험결과 해석

3.1 시뮬레이션 결과 분석 및 해석

시뮬레이션을 통하여 먼저 승압 초퍼 스위치 Sc의 dv/dt의 특성은 I_{DC}가 최대가 될 때의 전류 I_{DC-MAX}와 그 때의 V_{DC}를 선정하여 전류원I_{DC}는 16.8[A]로, 전압원V_{DC}는 235[V]로 정하여 시뮬레이션 하였다. 마찬가지로 승압 초퍼 스위치Sc의 di/dt의 특성은 V_{DC}가 최대가 될 때의 전압V_{DC-MAX}와 그 때의 전류I_{DC}를 선정하여 전류원I_{DC}는 8.0[A]로, 전압원V_{DC}는 320[V]로 정하여 시뮬레이션 하였다. 또한, 공진 인덕터에 흐르는 전류의 특성은 공진 인덕터Lr에 흐르는 전류의 실효값이 최대가 되는 조건에서 V_{DC}가 최대가 될 때의 전압 V_{DC-MAX}와 그 때의 전류 I_{DC}를 선정하여 전류원I_{DC}는 8.0[A]로, 전압원V_{DC}는 320[V]로 정하여 시뮬레이션 하였다. 그림 5는 스너버 커패시터Cs와 공진 커패시터Cr 그리고 공진 인덕터Lr에 대한 공진 주파수 특성과 dv/dt의 특성, di/dt의 특성, 공진 인덕터 전류의 특성을 나타낸 것이다.

그림 5에서 각 매개 변수 Lr, Cs, Cr 대해 매개변수간의 관계((1)~(5))를 고려하여 Lr는 5[μH]로, Cs와 Cr는 15[nF]로 선정했다.

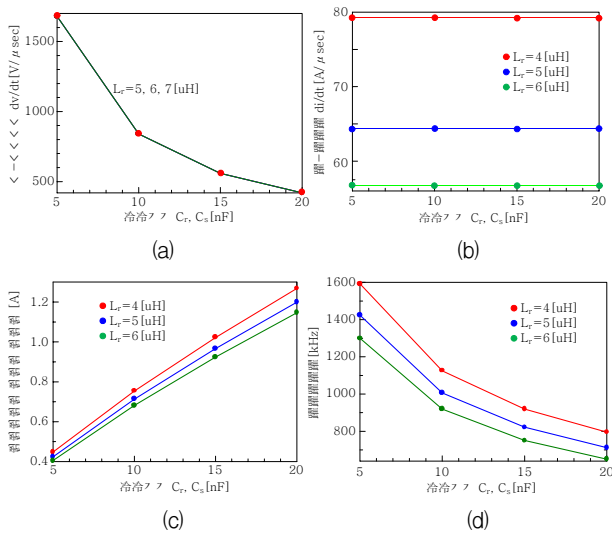


그림 5 커패시터Cs, Cr 와 각 부의 특성 관계
 (a) Cr, Cs와 dv/dt의 관계
 (b) Cr, Cs와 di/dt의 관계
 (c) Cr, Cs와 공진 인덕터 전류 실효값의 관계
 (d) Cr, Cs와 공진 주파수의 관계

Fig. 5 The capacitor Cs, Cr and negative characteristics of each relationship
 (a) Cr, Cs and the relationship between dv/dt
 (b) Cr, Cs and the relationship between di/dt
 (c) Cr, Cs and the relationship between the resonant inductor current effective value
 (d) Cr, Cs and the relationship between the resonant frequency

그림 6은 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 제어 영역을 설명한 것이다. 그림 6에서 제어영역은 크게 파워컨디셔너 제어부와 승압 초퍼 제어부로 나눌 수 있다.

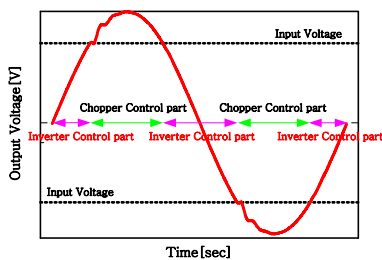


그림 6 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 제어영역
Fig. 6 The control area of proposed for renewable energy in Grid-Connected Distributed power conditioners

스위치의 게이트 신호는 PWM 제어를 하지만, PWM 동작은 정현파와 삼각파를 비교해서 ON/OFF하는 시간이 결정된다. 그림 7는 파워컨디셔너 U상 위쪽 스위치, 파워컨디셔너 V상 위쪽 스위치의 게이트 신호 결정 방법의 설명도를 나타낸 것이다. 그림 7(a)에서 알 수 있듯이 파워컨디셔너 U상 위쪽 스위치의 게이트 신호는 0.5를 기준으로 과고값 0.5의 20[kHz] 삼각파와 영점을 기준으로 $200\sqrt{2}/V_{in}$ 의

과고값을 가진 60[Hz] 정현파의 두 신호를 비교하여 제어한다. 이때 정현파 쪽이 높으면 게이트 ON 신호를 보내며, V상 위쪽 스위치의 게이트 신호는 -0.5를 기준으로 과고값 0.5의 20[kHz] 삼각파와 영점을 기준으로 $200\sqrt{2}/V_{in}$ 의 과고값을 가진 60[Hz] 정현파의 두 신호를 비교하여 제어하며, U상과는 반대로 정현파가 삼각파보다 낮으면 게이트 ON 신호를 보낸다.

승압 초퍼 스위치의 제어는 전파 정류한 영점 기준을 가진 $200\sqrt{2}/V_{in}$ 의 과고값을 가진 60Hz 정현파가 1이상이 되면 듀티율(Duty Factor)을 계산하고, 듀티율을 바탕으로 PWM 동작을 한다.

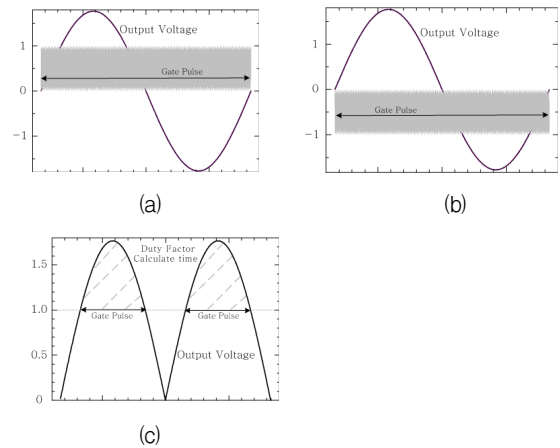


그림 7 각 스위치의 게이트 신호 발생
 (a) 파워컨디셔너 U상 위쪽 스위치 S_{U1}
 (b) 파워컨디셔너 V상 위쪽 스위치 S_{V1}
 (c) 승압 초퍼 스위치 S_c

Fig. 7 Gate signal generation of each switch
 (a) Power conditioner U-phase upwards switch S_{U1}
 (b) Power conditioner V-phase upwards switch S_{V1}
 (c) Step-up chopper switch S_c

그림 8은 출력 전압이 양의 반파시 파워컨디셔너 제어부에서의 회로 동작을 나타낸 것이다.

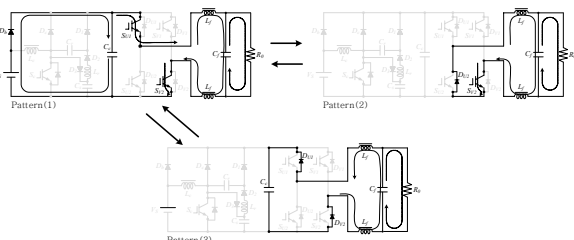


그림 8 파워컨디셔너 제어부에서의 회로 동작
Fig. 8 The circuit operation in a power conditioner control

그림 8에서 파워컨디셔너 제어부는 입력 전원에서 바이패스 다이오드 D_b 를 통해 DC 링크 버스 라인 커패시터 C_c 에 전압을 일정하게 유지하면서, 풀-브리지 파워컨디셔너를 PWM 동작시킴으로써 입력 전압보다 낮은 출력 전압을 생

성한다. 이때 승압 초퍼 스위치 S_c 는 OFF 상태에 있다. 여기에 일반적으로 파워컨디셔너 제어부에서는 Pattern(1)과 Pattern(2)를 반복하지만, 정현파 전압 출력의 극성 전환시에만 Pattern(3)이 발생한다. 여기서, Pattern(3)은 필터 커패시터 C_f 의 전압이 양(+)에서 음(-)으로 변화하려고 할 때 필터 인덕터 L_f 의 전류는 이미 음으로 흐르고 있다는 현상에서 발생한다.

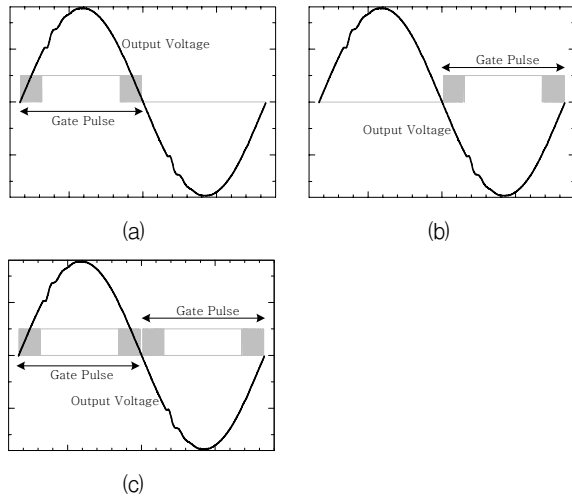


그림 9 파워컨디셔너부의 게이트 신호

- (a) 파워컨디셔너 U상 위쪽 스위치 S_{U1} 의 게이트 신호
- (b) 파워컨디셔너 V상 위쪽 스위치 S_{V1} 의 게이트 신호
- (c) 파워컨디셔너부 전체 동작

Fig. 9 Power Conditioner negative gate signal

- (a) U-phase power conditioner top gate signal of the switch S_{U1}
- (b) V-phase power conditioner top gate signal of the switch S_{V1}
- (c) Power conditioner full operating

그림 9는 파워컨디셔너부의 게이트 신호를 나타낸 것이다. 그림 9에서 정현파가 정(+)의 반파시에는 파워컨디셔너 U상 위쪽 스위치 S_{U1} 를 ON/OFF한다. 또한 U상 위쪽 스위치 S_{U1} 와 쌍대(雙對)되는 V상 아래쪽 스위치 S_{V2} 는 항상 ON 상태가 된다. 그리고 정현파가 부(-)의 반파시에는 V상 위쪽 스위치 S_{V1} 를 ON/OFF하며, V상 위쪽 스위치 S_{V1} 와 쌍대(雙對)되는 U상 아래쪽 스위치 S_{U2} 는 항상 ON 상태가 된다. 그리고 승압 초퍼부가 작동 중에는 각각 쌍대(雙對)되는 스위치 끼리를 모두 ON하여 파워컨디셔너를 고정한다.

3.2 실험 결과 분석 및 해석

그림 10은 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 제작 구성도를 나타낸 것이며, 그림 11는 실제 실험을 위해 제작한 시스템의 외관도를 나타낸 것이다. 본 실험에서는 DC-DC 컨버터 및 풀 브리지 파워컨디셔너의 IGBT를 구동시키는데 필요한 게이트 펄스 신호의 생성하기 위해 히타치 SuperHTM 시리즈와 알파 프로젝트 회사의 보드(AP-SH2F

-0A)를 사용하였다. 그리고 실험에 이용한 SH-2 마이컴은 장비 임베디드 용도에 최적인 SH7045F를 탑재하고 있어 간단한 RISC 보드 컴퓨터이며, 이를 삼각파 비교 PWM 신호를 발생시키는 데 사용했다.

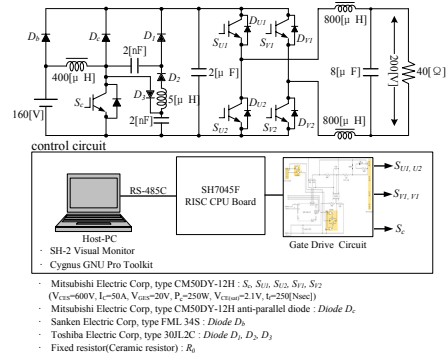


그림 10 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 구성도

Fig. 10 Configuration of the proposed solar power production for power conditioners

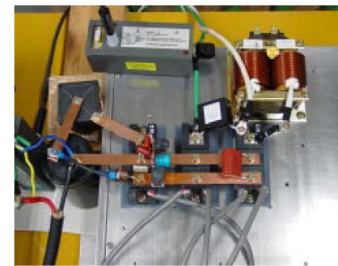


그림 11 제작한 시스템의 외관도

Fig. 11 Appearance of making the system even

그림 12는 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 출력 1kW일 경우에 메인 스위치 S_c 의 턴-온과 턴-오프시의 전압과 전류의 실험 파형을 나타낸 것이다. 또한 그림 13는 기존의 태양광 발전용 파워컨디셔너의 출력 1kW일 경우에 메인 스위치 S_c 의 턴-온과 턴-오프시의 전압과 전류의 실험 파형을 나타낸 것이다. 두 실험 파형을 비교하면 알 수 있듯이 기존의 태양광 발전용 파워컨디셔너인 경우에 스위칭시 전압과 전류 모두 dv/dt , di/dt 가 높고, 서지가 높은 것

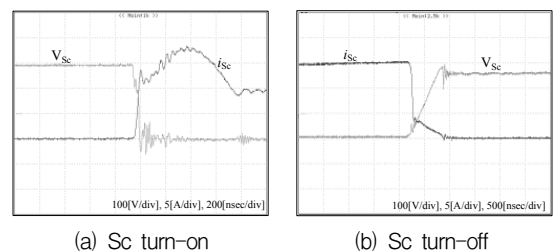


그림 12 제안한 시스템 메인 스위치 S_c 의 온/오프시 전압과 전류의 실험파형

Fig. 12 The proposed system on the main switch S_c of on/ off when the experimental waveform of current and voltage

을 알 수 있다. 이에 반해, 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너인 경우에는 스위칭시 dv/dt 가 완만하게 되어, 전압과 전류의 중복이 적고, 스위칭 손실도 적다.

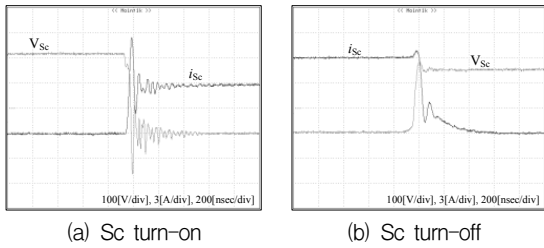


그림 13 기존 시스템 메인 스위치 Sc의 온/오프시 전압과 전류의 실험파형

Fig. 13 The conventional system on the main switch of Sc on / off when the experimental waveform of current and voltage

그림 14는 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너(그림 14(a))와 기존의 태양광 발전용 파워컨디셔너(그림 14(b))의 스위칭시의 턴-오프 스위칭 V-I 궤적을 나타낸 것이다.

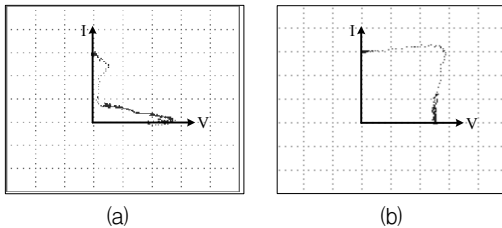


그림 14 스위칭시의 턴-오프 스위칭 V-I 궤적

두 실험파형에서 알 수 있듯이 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 스위칭 V-I 궤적의 면적이 기존의 태양광 발전용 파워컨디셔너의 스위칭 V-I 궤적의 면적이 보다 작다. 이것은 스위칭 V-I 궤적의 면적은 스위칭소자 내부에서의 전력손실과 비례하므로 스위칭 V-I 궤적의 면적이 적은 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너가 전력손실이 적다고 할 수 있다.

그림 15은 스너버 커패시터 Cs의 전압과 전류의 실험 파형을 나타낸 것이다. 그림 15에서 알 수 있듯이 스위치Sc가 턴-온시 스너버 커패시터 Cs의 전압이 미소에 남아있는데

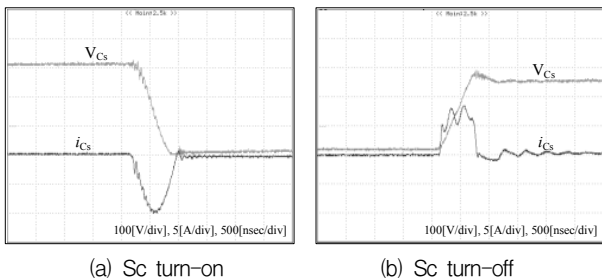


그림 15 스너버 커패시터Cs의 전압과 전류의 실험 파형

Fig. 15 The experimental waveforms of voltage and current of the snubber capacitor Cs

이것은 다이오드D2에서 언급했듯이 복구 전류가 흐르기 때문이다.

그림 16은 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 손실 비율 그래프로 나타낸 것이다. 그림 16에서 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너 시스템의 효율은 97[%]로 매우 높은 것을 알 수 있으며, 효율을 더욱더 높이기 위해서는 손실의 80[%]이상을 차지하는 도통 손실을 낮출 필요가 있다는 것을 확인할 수 있다.

그림 17은 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너와 종래의 태양광 발전용 파워컨디셔너를 파워 미터를 사용하여 효율 측정된 결과를 나타낸 것이다. 그림 17에서 알 수 있듯이 측정전체 범위내에서 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너가 종래의 태양광 발전용 파워컨디셔너보다 효율 상승효과를 가진다. 다만, 변환 효율특성에서 출력이 높을수록 변환 효율이 낮아지는 것을 알 수 있는데, 이것은 출력을 높이면 회로에 흐르는 전류가 증가하여 전체 손실이 증가하기 때문이다.

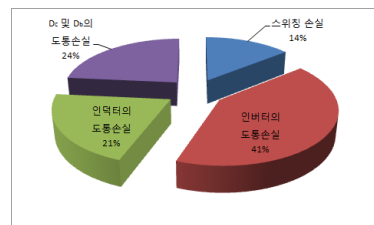


그림 16 제안한 파워컨디셔너의 손실 비율 그래프

Fig. 16 Loss ratio graph of proposed power conditioner

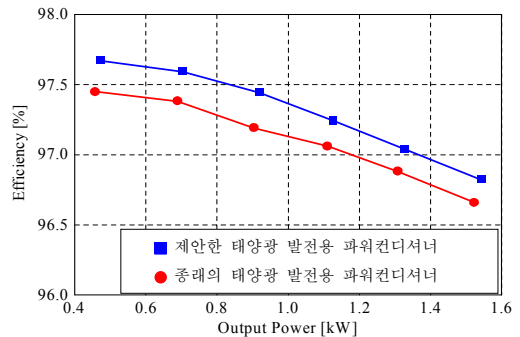


그림 17 효율 측정 결과

Fig. 17 Efficiency measurement results

4. 결 론

본 논문에서는 계통연계형 소규모 분산형 태양광 발전시스템의 보급을 위해서 비절연 변압기 리스 방식의 파워컨디셔너의 새로운 회로 방식과 제어 방식을 제안하였다. 그 중에서도 태양 전지의 낮은 출력 전압을 승압하는 승압 초퍼 방식의 고효율화, 소형화를 목적으로 한 ZVS-PWM 승압 초퍼를 제안했다. 제안한 태양광 발전용 파워컨디셔너의 동작 원리를 밝히고, 제작 및 실측을 위한 회로정수의 설계, 동작 분석, 손실 분석을 하였다. 또한 제작한 시제품을 통하여 그 타당성을 확인하고 결과를 얻었다.

References

- [1] Solar Energy Association [eds.], "Design and Construction revised second edition of the power generation system of solar power system", Ohmsha, May 2001
- [2] Qun zhao, fengeng Tao, Fred C. Lee Peng Xu and Jia We, "A Simple and Effective Method to Alleviate the Rectifier Reverse-Recovery Problem in Continuous-Current-Mode Boost Converters", IEEE Transactions on Power Electronics, Vol.16, No5, Sep.2001, pp649-658
- [3] K. Mark Smith and Keyue Ma Smedley, "A Comparison of Voltage-Mode Soft Switching Methods for PWM Converter", IEEE Transactions on Pauer Electronics, Vol.12, No.12, March. 1997,pp376-386
- [4] Marn-Go kim and Seung-Ho Baek, "High-Power -Factor Boost Rectifier with a Passive Energy Recovery Snubber", Proceeding og ICPE, Seoul, 1998, pp668-676
- [5] Akifusa Hirokazu, original Kenji, Funato Hiroto, Kenzo Kamiyama: "Study on power loss of zero-voltage switching high efficiency rectifier circuit", the Institute of Electrical Engineers Study Group document, June SPC99-69,2000, pp109-113
- [6] Chihchiang Hua, Jongrong Lin and Chihming Shen, "Implementation of a DSP-Controlled Photovoltaics System with Peak Pwer Tracking", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.45, No1, feb.1998, pp99-107
- [7] Yeong-Chau Kao tsornng-Juu Liang and Jiann-fun Chen, "Novel Maximum-Power-Point-Tracking Controller for Photovoltaic Energy Conversion System", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol.48, No3,Jn.2001, pp.594-601

저 자 소 개

**문 상 필 (文 相 弼)**

1975년 2월 9일생. 1997년 부경대 전기공학과 졸업. 1999년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2003년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 2010년 8월~현재 마산대학교 전기과 조교수. 2009년 7월 IEEE ISIE Bsst Paper Award 수상. 2010년 12월 한국조명전기설비학회 학술상 수상. 현 본 학회 산업전기위원회 편집위원 겸 정회원

**이 수 행 (李 壽 行)**

1963년 12월 20일생. 2014년 마산대 전기신재생에너지과 졸업. 1987년 3월~2011년 ㈜태양유전 근무. 2012년 3월~현재 ㈜엔지피 부설연수소 소장. 현 본 학회 산업전기위원회 정회원

**김 영 문 (金 永 文)**

1956년 7월 23일생. 1982년 경남대 전기공학과 졸업. 1985년 영남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002년 경남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1993년 3월~현재 마산대학교 전기과 교수. 2009년 7월 IEEE ISIE Bsst Paper Award 수상. 현 본 학회 산업전기위원회 회장 겸 종신회원