

하이브리드 소프트웨어 필터를 이용한 컨버터의 동작 특성 개선

이원진, 박성준
전남대학교 전기공학과

Improved operating characteristics of the converter using a hybrid software filter

Won Jin. Lee, Sung Jun. Park
Chonnam National University

ABSTRACT

스위칭 방식의 DC/DC 컨버터에서 컨버터의 전류 및 전압은 스위칭 리플을 포함한 DC 맥류형태를 취하고 있다. 따라서 이러한 리플 및 노이즈를 저감하기 위해서 LPF(low pass filter)를 사용하여 전압 및 전류를 검출하는 것이 일반적이다. 이러한 LPF의 차단주파수를 낮추면 정상상태에서 리플 및 노이즈 저감에는 그 성능이 우수하나 필터의 시 지연으로 인하여 제어기의 동특성은 현저히 저감된다. 따라서 본 논문에서는 낮은 차단주파수를 갖는 LPF를 기반으로 하여 과도상태 동특성을 개선할 수 있는 하이브리드 소프트웨어 필터를 제안한다. 제안된 하이브리드 필터는 필터의 입력 분을 관측하여 그 변동에 대한 평가함수를 정의하고 그 결과에 따라 스위칭 하는 방식을 취함으로써 과도상태에서는 높은 차단주파수를 갖고 정상상태에서는 낮은 차단주파수를 갖는 필터회로 구성이 가능하였다. 또한 제안된 하이브리드 방식의 타당성을 검증하기 위하여 psim을 통하여 시뮬레이션을 행하였다.

1. 서론

스위칭에 의한 전력을 변환하는 방식에서 각 상태를 관측하기 위한 센싱 값에는 스위칭 노이즈가 포함되어 있어 이를 제거한 원신호를 취하기 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다. 필터회로는 이러한 연구의 대표적인 방법이다. 필터를 통한 계측신호를 취득은 일반적으로 LPF를 사용하게 된다. 이러한 LPF는 정상상태에서는 그 특성이 우수하나 과도상태에서 시지연이 나타나게 되며, 이로 인하여 시스템전체의 제어시정수를 크게 하는 문제점을 갖고 있다. 이러한 시스템의 시지연과 노이즈 저감의 관점에서 절충하여 필터의 차단주파수를 설정하게 된다. 따라서 본 논문에서는 필터로 인한 시스템의 페이즈 마진 저감을 적게 하여 제어기의 동특성을 개선하면서 정상상태의 안정화를 위한 새로운 구조의 하이브리드 필터를 제안한다.

2. DC/DC 전력변환기

2.1 하이브리드 필터를 장착한 DC/DC 컨버터

그림 1은 비절연형 양방향 배터리 충전을 위한 DC/DC 컨버터의 구성도를 나타내고 있다. 양방향 충전을 위하여 Half Bridge 스위치 암(arm)을 이용하였으며, 전류의 연속 불연속에 관계없이 입출력 함수를 하나로 사용하고, 양방향 전력 수수의 특성을 개선하기 위해 S_U , S_D 스위치를 인터록(interlock) 회로로 구성하였다. 또한 스위치 출력은 상위 암 스위치(S_U)를 기준으로 목적함수를 암 출력전압인 v_{sw} 전압으로 설정하여 인덕터에 흐르는 전류를 제어한다.

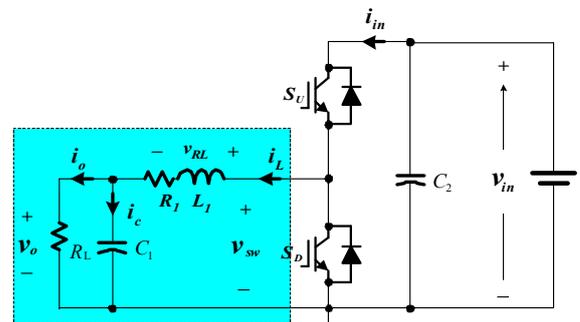


그림 1 양방향 DC/DC 컨버터
Fig. 1 Bi directional DC/DC converter

그림 2는 양방향 DC/DC 컨버터의 제어 블록도를 나타내고 있다. 본 시스템은 내부 전류제어루프에 인덕터 전류를 제어하는 전류제어, 외부 전압제어 루프에 의해 출력전압을 제어하게 하는 전압제어 기능이 장착되어 있다. 특히 본 시스템에서 전압 검출부에 본 논문에서 제안하는 하이브리드 필터회로를 적용하여 그 타당성을 검증하고자 한다. 특히 전류제어기에서 출력전압 피드포워드 항을 제안된 필터의 출력을 이용함으로써 전류 리플이 크게 개선될 것으로 사료된다.

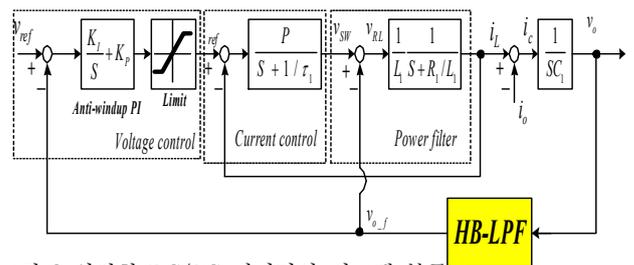


그림 2 양방향 DC/DC 컨버터의 시스템 블록도
Fig. 2 System diagram of Bi directional DC/DC converter

그림 3은 본 논문에서 제안한 하이브리드 필터의 구조를 나타내고 있다. 본 블록도는 기존 1차 LPF를 기반으로 하여 본 논문에서 제안된 평가함수에 의해 입력을 선택할 지 LPF를 선택할지를 결정하게 된다. 평가함수의 입력은 현재샘플링 값에서 한 샘플링 전 값을 나눈 값을 사용하며, 이 평가함수 입력 연속 3샘플링 값의 곱이 K_p 이하이면 과도상태로 인지하여 스위치에 의해 입력값으로 선택하고, K_p 이상이면 정상상태로 인지하여 LPF로 구성된 값을 선택하게 하였다.

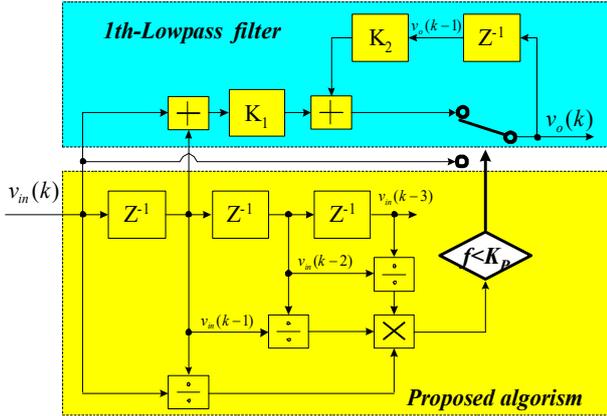


그림 3 제안된 하이브리드 필터의 블록도
Fig. 3 Block diagram of the proposed hybrid filter

그림 4는 제안된 하이브리드 필터의 개념도를 나타내고 있다. 필터의 특성을 분석하기 위한 입력으로는 구형파를 선택하였다. 그림에서 v_o 는 기존의 시지연이 많은 LPF 출력을 나타내고 있으며, v_{o1} 는 제안된 하이브리드 필터 출력을 나타내고 있다. 제안된 필터는 3 샘플링 이후 입력전압과 동일한 값을 출력함으로써 기존방식보다 시정수가 크게 단축됨을 알 수 있다.

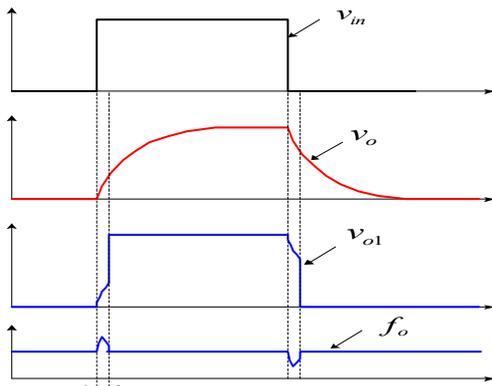


그림 4 제안된 하이브리드 필터의 개념도
Fig. 4 Concept of the proposed hybrid filter

2.2 시뮬레이션 결과

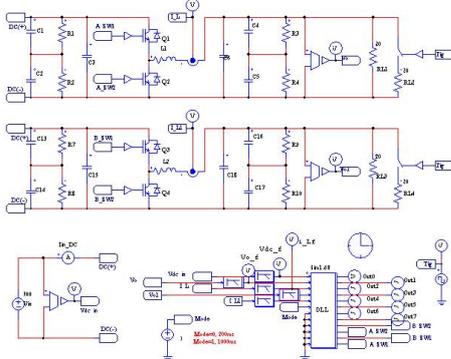


그림 5 시뮬레이션 회로도
Fig. 5 Simulation circuit

그림 5는 기존 LPF를 사용한 것과 제안된 하이브리드 필터를 사용한 것에 대한 비교를 위한 시뮬레이션 회로도를 나타내고 있다.

그림 6은 부하변동에 따른 전류제어기의 특성을 분석한 시뮬레이션 결과로 제안된 방식이 부하변동에 의한 출력전압변동의 영향을 적게 받음을 알 수 있다.

그림 7은 부하변동에 따른 전압제어기의 특성을 분석한 시뮬레이션 결과로 전압제어기 및 전류제어기의 이득을 동일하게 설정하였다. 제안된 방식이 기존 방식에 비하여 전류제어기 및 전압제어기 특성이 우수하여 부하변동에 의한 출력전압변동의 영향을 적게 받음을 알 수 있다.

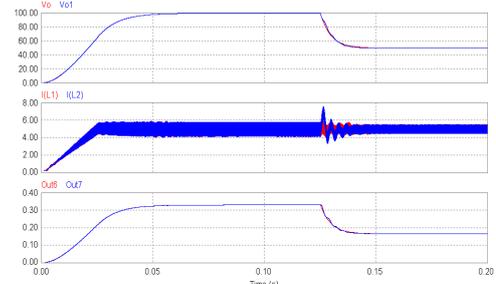


그림 6 부하변동에 따른 전류제어기의 특성
Fig. 6 Current control characteristics of load change

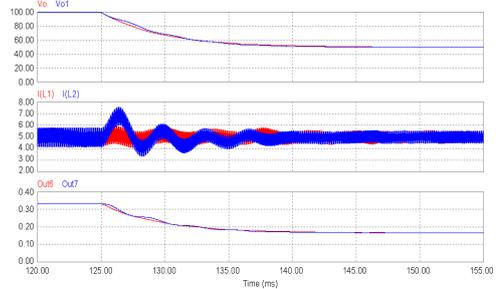
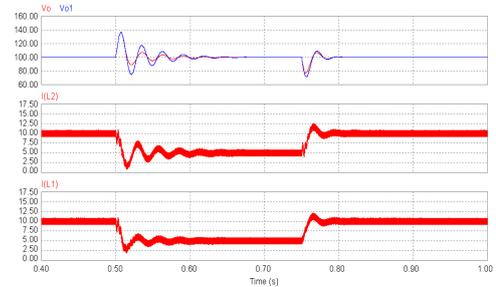


그림 7 부하변동에 따른 전류제어기의 특성
Fig. 7 Simulation results according to load change



3. 결론

본 논문에서는 시스템의 동특성을 개선하기 위한 새로운 구조의 하이브리드 필터회로를 제안하였으며, 제안된 하이브리드 필터 구조를 DC/DC 컨버터에 적용하여 그 타당성을 검증한 결과 기존 방식에 비하여 우수한 제어특성을 얻을 수 있었다. 따라서 본 필터의 구조는 동특성을 개선하기 위한 필터로 그 활용이 많을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 조영식, 차한주, "고조파 저감을 위한 수동필터와 하이브리드필터의 성능비교", 2010년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환 시스템부문회 추계학술대회논문집(2010.10. 21-23), 405~407p