

UC3879 PWM 제어를 사용한 풀브릿지 위상천이 컨버터의 피드백 개방 및 과전압 보호 회로

정 인화*, 김 중수, M.V. Pavlovets, 임 근희
한국전기연구원

Protection Circuit for Open Feedback and Over Voltage of Phase-shift Full-Bridge Converters with UC3879 PWM Controllers

In-Wha Jeong*, Jong-Soo Kim, M.V. Pavlovets, Geun-Hie Rim
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - 본 논문에서는 UC3879 PWM 제어를 사용한 풀브릿지 위상천이 컨버터의 출력전압 피드백 신호선의 개방과 과전압이 발생하였을 경우에 컨버터를 안정적으로 유지시키기 위한 보호 회로를 제안하고 있다.

1. 서 론

UNITRODE사에서 개발된 UC3879는 풀브릿지 위상천이 컨버터를 위한 PWM 제어기로서 저렴한 가격과 고성능 특성 때문에 영전압 스위칭 특성을 갖는 일반적인 위상천이 컨버터 구현에 많이 적용되고 있다. 그러나 실제 산업용 컨버터 제작에 적용할 경우에는 UC3879 제어가 갖고 있는 저전압 및 과전류 보호기능 만으로는 다양한 조건에서 사용되는 컨버터와 이와 연계된 시스템을 보호하기에는 한계가 있게 된다.

본 논문에서는 UC3879 PWM 제어를 사용한 풀브릿지 위상천이 컨버터의 출력전압 피드백 회로가 개방된 경우와 과전압이 발생하였을 때, 컨버터를 효과적으로 보호하기 위한 보호 회로를 제안하고 시뮬레이션을 통해 동작특성을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 UC3879 PWM 제어기 회로구성 및 문제점

UC3879는 풀브릿지 위상천이 컨버터를 구현하도록 설계된 전용 PWM 제어기이며 이를 위해 필요한 제어 및 보호, 드라이브 기능을 포함하고 있다. 이러한 특징 때문에 UC3879는 중대형 용량의 DC-DC 컨버터 제작에 활용되고 있으며 다양한 조건의 SMPS 설계과정을 단순화시켜주어 PCB 보드 제작을 포함한 전체 개발기간을 크게 단축시켜주고 있다. 또한, 영전압 스위칭을 통해 컨버터의 효율을 향상시킬 수 있고 결선되는 외부소자의 수를 최소화 하면서도 동시에 제작설계에 있어서 큰 유연성을 제공한다.

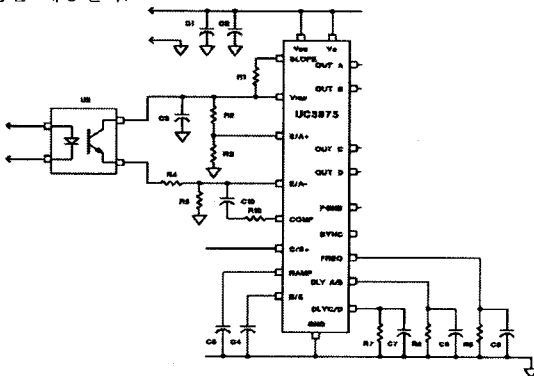
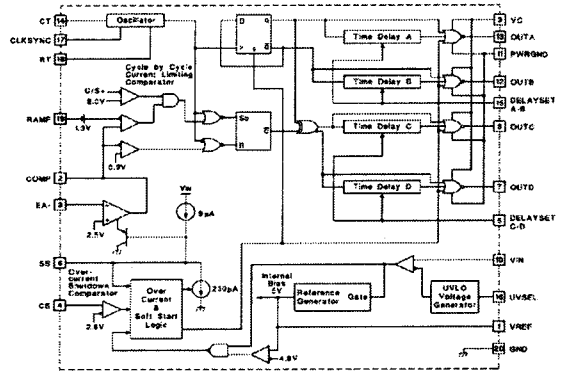
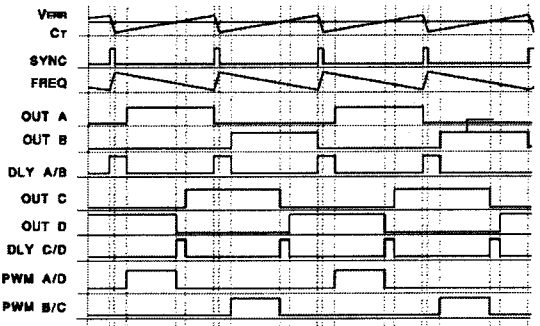


그림 1. 광학 피드백 방식을 적용한 UC3879 PWM 제어회로 구성도



UC3879 Block Diagram

그림 2. UC3879 PWM 제어기의 내부 블록 다이어그램



Phase Shifted PWM Control Waveforms

그림 3. UC3879 제어기의 위상천이 PWM 제어 파형

그림 1은 공진형 영전압 스위칭 방식의 풀브릿지 위상천이 컨버터를 구현하기 위해 사용된 UC3879 PWM 제어기와 관련 제어회로 구성도를 보여주고 있다. 컨버터의 출력전압은 광학 피드백 방식(U2)을 통해 제어기에 입력되고 있으며 제어 가능한 컨버터의 최대 스위칭 주파수는 300kHz이다.

그림 2는 UC3879 PWM 제어기의 내부 블록 다이어그램을 나타내고 있다. 먼저, 반전입력(EA-)과 여러 증폭기의 출력(COMP)은 각각 컨버터 출력전압의 피드백 입력과 보상을 위해서 사용되고 있으며 입력전원 투입시 컨버터의 안정적인 동작을 위해 소프트 스타트(SS) 기능을 포함하고 있다. 또한, 컨버터의 과전류 보호를 위해서 최대전류 센싱부(CS)를 활용할 수 있다.

그림 3은 UC3879 제어기의 위상천이 PWM 제어 파

형을 보여주고 있으며 컨버터 스위칭 소자에 인가되는 게이트 신호의 듀티 사이클(PWM A/D, B/C)은 에러 증폭기의 출력전압(V_{ERR})에 비례하는 위상천이에 의해 제어되고 있다. 그러나 그림 1의 피드백 입력회로에서 보듯 컨버터 출력전압의 피드백 신호선이 개방된 경우에 반전입력이 영전위가 되고 동시에 에러 증폭기의 출력이 최대값이 되므로 180° 위상천이에 의해 최대 듀티 사이클에서 동작하게 된다. 이는 피드백 신호선의 단선과 같은 예기치 못한 상황에서 컨버터의 출력전압이 최대값이 될 수 있음을 의미하며 이런 조건에서는 컨버터와 주변 시스템의 안전을 위해서도 출력전압을 영전압과 같은 최소값으로 낮추어 주는 보호 회로가 필요함을 확인할 수 있다.

2.2 개선된 UC3879 PWM 제어기 회로구성

컨버터의 피드백 개방이 발생하였을 때, 출력전압을 영전압으로 낮추기 위한 추가적인 보호 회로가 그림 4에 제시되어 있다. 첫 번째 방법으로는 에러 증폭기의 출력을 GND에 연결된 피드백 감지 스위치(SW2)를 통해 영전위로 낮추어서 0° 위상천이를 갖도록 만드는 것이다. 제안된 두 번째 방법은 구동전원에 연결된 피드백 감지 스위치(SW1)를 통해 에러 증폭기의 출력을 0.9[V] 이내로 유지시켜줄 수 있는 일정전압을 반전입력에 인가하는 방법이다. 왜냐하면, 에러 증폭기의 출력전압이 0.9[V] 이내에서는 0° 위상천이 상태로 제어되기 때문이다.

그림 5는 제안한 보호 회로를 구현하기 위해 사용된 광학 피드백 발생기 UC3901의 내부 블록 다이어그램을 보여주고 있다. 내부의 에러 전압은 PWM 제어기의 피

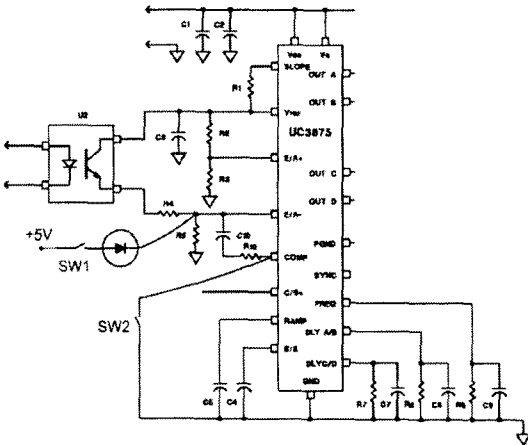
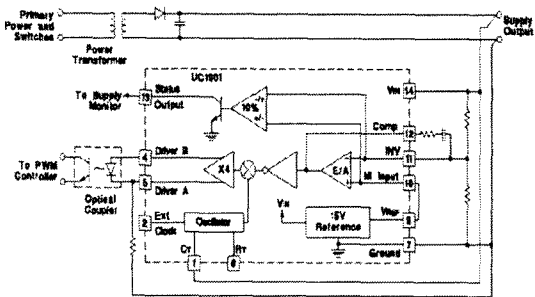


그림 4. 피드백 개방에 대한 보호회로를 갖는 제어회로 구성도



Optically coupled Feedback

그림 5. 광학 피드백 발생기 UC3901의 내부 블록 다이어그램

드백 입력으로 전달되는 포토 커플러의 구동전류를 조절해 주며 그밖에 컨버터의 출력상태를 나타내주는 모니터링 기능을 포함하고 있다. 제안된 보호 회로 구현에 사용될 상태 출력(Status Output)은 측정된 에러 전압값이 기준값의 ±10[%] 이내인 경우에 영전압을 출력해 주는 데 이를 이용하면 피드백 신호선의 개방뿐만 아니라 컨버터 출력전압의 과전압 상태 또한 정확히 감지할 수 있다.

2.3 피드백 개방 보호회로의 시뮬레이션

그림 6은 컨버터의 피드백 개방과 과전압 보호를 위해 사용된 피드백 입력용 보호 회로이며 제안된 두 번째 방법을 적용하였다. 피드백 신호선의 연결 상태와 컨버터의 출력전압이 모두 정상 상태일 경우는 오픈 컬렉터 출력인 UC3901의 상태 출력이 영전압이므로 포토 커플러 U2가 동작되고 다이오드 D1은 역방향 바이어스 상태가 된다. 이 때문에 추가된 보호 회로는 기존 PWM 제어회로에 아무런 영향을 미치지 못하고 반전입력을 통해 피드백 신호가 정상적으로 전달된다. 만일, 컨버터의 피드백 개방이나 과전압 상태가 발생한다면 UC3901의 상태 출력과 U2는 오프 상태가 되고 PWM 제어기 내부의 에러 증폭기 출력을 0.9[V] 이내로 유지시켜주는 일정전압이 트랜지스터 Q1과 D1을 통해서 반전입력에 인가된다. 이를 통해서 PWM 제어기는 0° 위상천이 상태를 유지할 수 있고 동시에 컨버터의 출력전압을 영전압과 같은 최소값으로 낮출 수 있다.

그림 7은 제안된 보호 회로에 대한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 먼저, Enable 신호가 인가되면 보호 회로는 UC3879 PWM 제어기의 소프트 스타트 기능이 수행되는 동안에 대기 상태에 있게 되고 컨버터의 정상동작을 의미하는 V1 신호가 발생하는 동안은 PWM 제어기에 아무런 영향을 미치지 못하게 된다. 이때 컨버터의 피드백 개방 또는 과전압이 발생한 시점에서 V1 신호는 영전위가 되고 PWM 제어기의 반전입력으로 일정전압 V(R4)가 인가되는 모습이 시뮬레이션 파형에 나타나 있다.

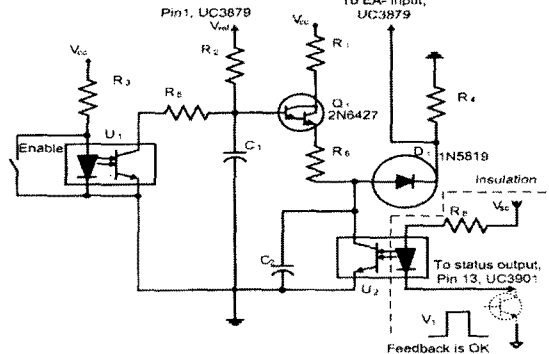


그림 6. 피드백 개방 및 과전압 보호를 위한 보호 회로도

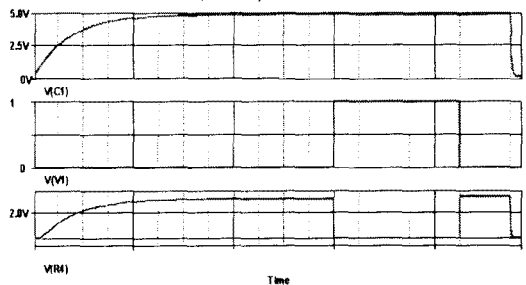


그림 7. 시뮬레이션 결과

3. 결 론

본 논문에서는 기존 UC3879 PWM 제어기를 사용한 플브릿지 위상천이 컨버터의 일반적인 제어회로와 문제점을 검토하고 피드백 개방과 과전압 상태에서 컨버터와 주변 시스템을 안정적으로 유지할 수 있는 보호 회로를 제안하였다. 광학 피드백 발생기 UC3901을 적용한 보호 회로는 이상상태 발생시, 컨버터의 출력전압을 최소값으로 전환하도록 하며 구체적인 동작특성은 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] Laszlo Balogh, "The New UC3879 Phase-Shifted PWM Controller Simplifies the Design of Zero Voltage Transition Full-Bridge Converters", Application Note U-154, Unitrode Corporation, 1999
- [2] Bill Andreyckak, "Phase Shifted, Zero Voltage Transition Design Considerations and the UC3875 PWM Controller", Application Note U-136A, Unitrode Corporation, 1997