

지하매설 및 해양 금속구조물 음극방식용 모듈 타입 스위칭 정류기

文相皓, 金保罔, 金仁東*, 魯義哲, 權永源, 鄭成佑, 林憲鎬

Module-Type Switching Rectifier for Cathodic Protection of Underground and Maritime Metallic Constructions

Sang-Ho Moon, Bo-Kyoung Kim, In-Dong Kim, Eui-Cheol Nho,
Young-Won Kwon, Seong-Woo Jeong, and Heon-Ho Lim

요 약

음극방식은 지하매설 및 해양 금속 구조물의 부식을 방지하기 위해 가장 많이 사용되고 있는 방식법이다. 기존의 음극방식용 정류기는 SCR 위상제어 정류기로 구성되어 입력단 역율이 낮으며, 부피와 무게가 큰 단점을 지니고 있다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 음극방식용 모듈타입 스위칭 정류기를 제안한다. 제안한 정류기 회로는 크게 두 부분, 즉 한 대로 구성된 AC/DC 컨버터부와 네 대로 구성된 Module Type DC/DC 컨버터 부로 되어 있다. AC/DC 컨버터는 IGBT PWM Rectifier로서 입력전압의 역률을 거의 1로 제어하고 있으며 또한 DC Link 전압을 일정하게 제어하고 있다. Module Type DC/DC 컨버터는 ZCS/ZVS 스위칭 동작을 통하여 스위칭 손실 감소와 함께 고주파 동작을 가능하게 하여, 입력측과 출력측의 전기적 절연을 위한 변압기로 고주파 변압기를 사용할 수 있게 하였다. 이로 인해 시스템의 부피와 무게를 현저히 감소시켰다. 본 논문에서 개발한 방식용 정류기 기술은 다른 유사 분야에의 적용도 가능할 것으로 기대된다.

ABSTRACT

Cathodic protection is widely used to prevent corrosion of steel materials buried in the underground and sea. As a rectifier for cathodic protection, the conventional phase-controlled rectifiers have been used so far in spite of such shortcomings as large volume, heavy weight and poor power factor. In order to overcome such disadvantages, this paper proposes a new module-type switching rectifier for cathodic protection, which is composed of two parts, namely, AC/DC converter and module-type DC/DC converter. The AC/DC converter is a single-phase IGBT PWM rectifier, thus resulting in almost unity power factor and controlled DC output voltage. The module-type DC/DC converter operates under ZVS/ZCS switching condition to permit high frequency switching operation. It enables to use high-frequency transformer for electrical isolation, thus reducing volume and weight of overall system and improving system efficiency. It should be anticipated that the proposed rectifier techniques apply to the similar technical areas.

Key words : Cathodic protection, Switching rectifier, AC/DC converter, DC/DC converter

*부경대학교 전기제어계측공학부 부교수

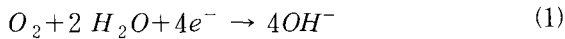
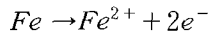
E-mail : idkim@pknu.ac.kr

접수일자 : 2002. 7.16 1차심사요청일 : 2002. 7.30

심사완료일 : 2002.10.14

1. 서 론

음극방식은 지하 매설 강관, 지하 매설 구조물, 유정 및 가스정에 사용되는 구조물, 항해 선박의 선체, 해양 구조물, 물탱크 등의 부식을 방지하여, 사용수명을 연장하기 위해 효과적으로 사용되고 있는 부식 방지법이다^[1]. 음극방식에 의해 금속의 부식을 실제로 거의 영의 값으로 감소시킬 수 있으며, 이를 잘 유지하면 시스템을 부식으로부터 무한히 보호할 수 있다. 그림 1은 지하에 매설되어 있는 금속파이프 및 금속 탱크의 부식을 방지하기 위하여 방식용 전원과 양극을 설치한 음극방식 구성도를 나타낸다. 그림 1에서 정류기와 양극이 없다고 가정하면, 철로 된 금속파이프에서 일어나고 있는 부식현상은 식 (1)과 같은 화학반응식으로 나타낼 수 있다.



이 화학반응식에 의해 금속은 부식되며, 수명이 줄어들게 된다. 이를 방지하기 위한 음극방식의 원리는 그림 1에서 보는 것과 같다. 방식을 하려고 하는 금속 구조물에 전원의 음극을 연결하고 지하의 적당한 위치에 전원의 양극을 설치하여 정류기로부터 직류전원을 인가한다. 이때 정류기의 직류전원에 의해서 금속구조물에는 공급되는 과잉 전자에 의해서 음극분극이 일어나며, 화학반응의 평형이 식 (1)에서 오른쪽으로부터 왼쪽으로 이동하여 부식이 감소하거나 혹은 완전히 방지된다. 실제로 금속의 부식을 영의 값으로 감소시키기 위해서는 인가되는 직류전원의 출력전압 혹은 전류의 정밀한 제어가 필요하게 되며, 이를 위해 방식용 정류기가 널리 사용되고 있다.

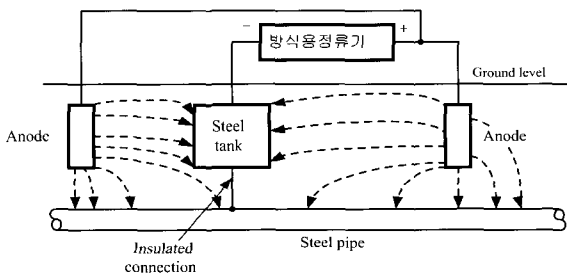


그림 1 음극방식의 원리
Fig. 1 Principle of cathodic protection

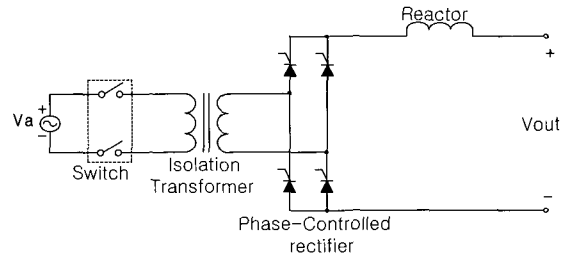


그림 2 위상제어정류기를 사용한 방식용 정류기
Fig. 2 Conventional phase-controlled rectifier for cathodic protection

방식용 정류기로 널리 사용되고 있는 정류기는 그림 2와 같은 SCR 사이리스터를 사용한 위상제어 정류기이다^[2]. 이 위상제어 정류기는 SCR 사이리스터를 턴-온 시키는 위상각을 제어하므로, 이로 인해 직류출력 전압을 제어할 수는 있으나, 출력 전압이 큰 맥동 성분을 포함하므로 이를 줄이기 위해서는 인덕턴스값이 큰 리액터를 사용하여야 하며 이는 리액터의 부피와 무게를 크게 하는 문제를 초래한다. 또한 출력측과 입력측을 전기적으로 차단하기 위해 사용되는 절연 변압기(Isolation transformer)는 전원주파수에서 작동하는 60 [Hz] 변압기를 사용하므로, 이로 인해 고주파 변압기에 비해 부피와 무게가 큰 저주파 변압기를 사용하여야 한다. 이로 인해 설치공간이 많이 소요되며 중량이 무거워 취급 시 많은 인력과 장비가 소요된다. 또한 SCR 사이리스터 위상제어 정류기는 입력단에서의 역율이 가변될 뿐만 아니라, 출력 전압을 낮게 제어할 시 매우 낮은 역율값을 갖는 단점을 지니고 있으며, 시스템의 효율 또한 좋지 않다.

위와 같은 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 PWM AC/DC 컨버터와 ZVS/ZCS(Zero Voltage Switching/ Zero Current Switching) 스위칭 DC/DC 컨버터로 구성된 새로운 방식용 정류기를 제안한다. 제안된 방식용 정류기는 입력측에 PWM AC/DC 컨버터에 의해 역율이 거의 1의 값을 지니며, 출력단에는 고효율 고주파 DC/DC 컨버터 동작에 의해서 절연변압기와 출력단 리액터의 크기와 부피가 작을 뿐만 아니라 출력전압과 전류의 정밀제어가 가능하여 구조물의 방식을 최적으로 제어할 수 있다.

2. 제안한 음극 방식용 정류기

제안한 시스템의 전체구성은 그림 3과 같이 12kW 급의 AC/DC PWM 컨버터 1 set와 3kW 급의 DC/DC

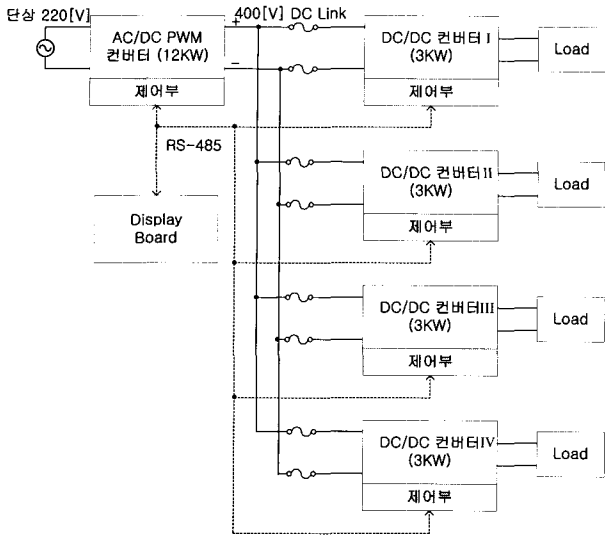


그림 3 음극방식용 Module type 스위칭 정류기
 Fig. 3 Proposed module-type switching rectifier for cathodic protection

컨버터 4 set로 구성되어 있다. 상세한 전력회로도에는 그림 4와 같이 기본적으로 AC 입력단부와 PWM 컨버터부와 고주파 DC/DC 컨버터부로 구성되어 있다. AC 입력단부는 노후즈 브레이크(NFB), 퓨즈(FUSE), 주접촉기(MC1), DC Link 커패시터 충전용 접촉기(MC2)와 저항(R_p)으로 구성되어 있다. 단위 역률을 얻기 위한 AC/DC PWM 컨버터부는 AC단 리액터(L), IGBT로 구성된 단상 PWM컨버터, 400[V]로 제어되고 있는 DC Link 커패시터로 구성되어 있다.

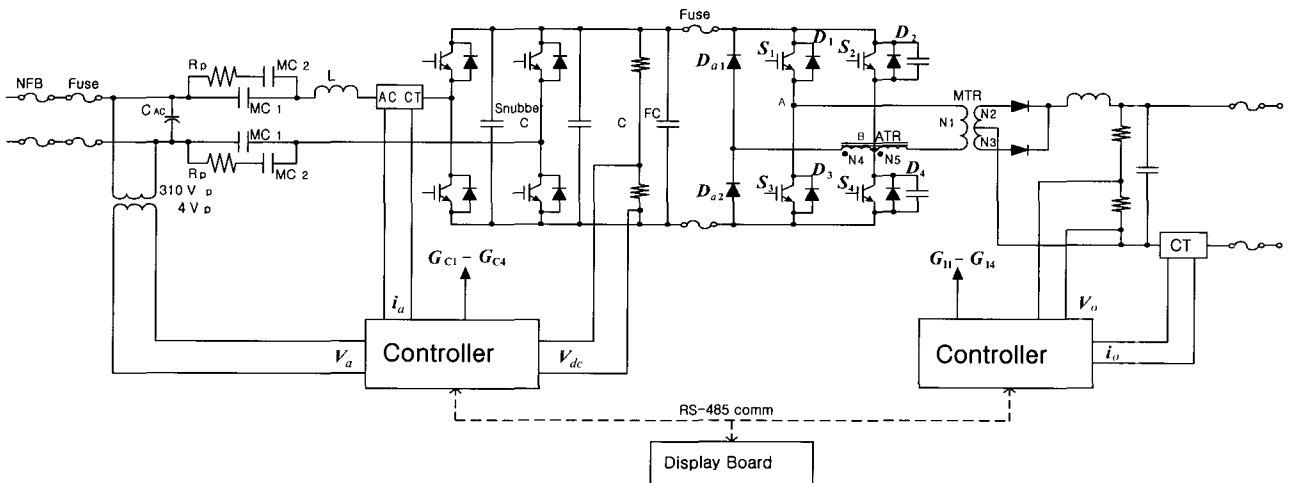


그림 4 상세 전력회로구성
 Fig. 4 Detailed power circuit of proposed rectifier

DC/DC 컨버터부는 25kHz 고주파 전압을 출력하는 IGBT 단상브리지, 주변압기, 출력단 다이오드 브리지, 출력필터와, ZCS동작을 위한 보조 변압기와 보조 다이오드로 구성되어 있다. 1 Φ 220V 입력단 교류전압은 PWM 컨버터에 의해 DC 400V의 직류 전력으로 변환된다. PWM 컨버터는 또한 교류측 전류를 제어하여 교류입력전압과 전류가 동상이 되도록 동작한다. 따라서 역률을 거의 1에 가까운 값으로 확보한다. 음극 방식용 전원으로 DC 30V를 사용하는 경우이므로 PWM 컨버터의 출력전압 DC 400V는 DC/DC 컨버터에 의해 DC 30V로 변환된다. 고주파 DC/DC 컨버터는 효율과 작동주파수의 상승을 위하여 ZV-ZCS 동작을 하도록 구성하였다.

2.1 기동 및 정지 시퀀스 제어

본 논문에서 제안한 음극방식용 정류기를 위한 기동 및 정지 시퀀스제어의 타이밍다이아그램은 그림 5와 같다. 그림에서 보는 것처럼 DISPLAY BOARD는 RS-485 통신을 통해 AC/DC 제어보드로 기동신호(Start)를 보낸다. AC/DC 제어보드는 이 기동신호로부터 AC/DC 컨버터를 기동시키기 위해 DC Link 커패시터 충전용 접촉기 MC2를 ON시킨다. MC2가 ON됨에 따라 MC2와 직렬로 연결된 충전저항 R_p 와 AC/DC 컨버터의 역 병렬 다이오드를 통해 DC Link Capacitor가 충전된다. 충전전압이 충분히 전원의 전파 정류전압의 피크 값에 도달하도록 6초간 지연시간을 가진 후, 주접촉기 MC1이 ON된다.

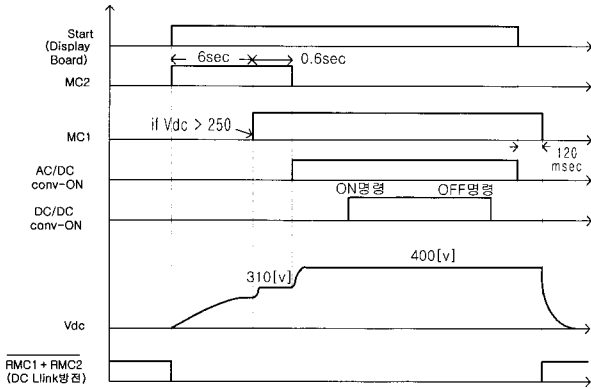


그림 5 음극방식용 정류기의 기동/정지 시퀀스
Fig. 5 Timing chart of start/stop sequence control

이로부터 0.6초의 지연시간 후 MC2는 OFF되고, 동시에 AC/DC 컨버터의 IGBT가 PWM동작을 개시하며, DC Link 전압을 원하는 값(400V)으로 제어하기 시작한다. DC Link 전압이 거의 400[V]가 확보되면 DISPLAY BOARD에서의 DC/DC 컨버터 ON지령에 의해 DC/DC 컨버터가 작동하며, 전체 시스템이 음극방식용 정류기로 작동한다. 음극방식용 정류기의 정지 동작은 앞에서 설명한 기동동작과 거의 반대 순서이다. 먼저 DISPLAY BOARD에서 DC/DC 컨버터 OFF 지령에 의해 DC/DC 컨버터가 OFF되며, 이어서 AC/DC 컨버터 Stop 지령에 의해 AC/DC 컨버터의 IGBT가 OFF됨에 따라 입력단 인덕터의 전류가 영으로 감쇄되며, IGBT가 OFF된 후 120m초 후에 주접촉기 MC1이 OFF됨에 따라 음극방식용 정류기는 전원으로부터 분리되며 정지하게 된다.

2.2 AC/DC 컨버터의 전압 및 전류제어

본 논문에서 제안한 음극방식용 모듈타입 정류기를 위한 AC/DC 컨버터로, 지금까지 제안된 여러 가지 토폴로지가 고려될 수 있으나^{[3], [8]}, 시스템의 단순화를 위해 그림 4와 같은 단상 풀브릿지 AC/DC 컨버터를 채택하였다. 이 단상 풀브릿지 AC/DC 컨버터를 제어하기 위한 제어 블록다이어그램은 그림 6과 같다. 그림에서 보는 것처럼 AC/DC 컨버터 제어는 두 개의 Feedback 제어 루우프, 즉 전원전류 제어 루우프와 DC Link 전압 제어 루우프와 한 개의 Feed forward 제어루우프를 중심으로 구성되어 있다. 전원전류 제어 루우프는 Inner loop로서, 전류제어기, Modulation Index 연산기 ($V_{PB}/(V_{dc}/2)$), PWM Generator, AC/DC 컨버터, 전원 인덕턴스로 구성되어 있으며, 입

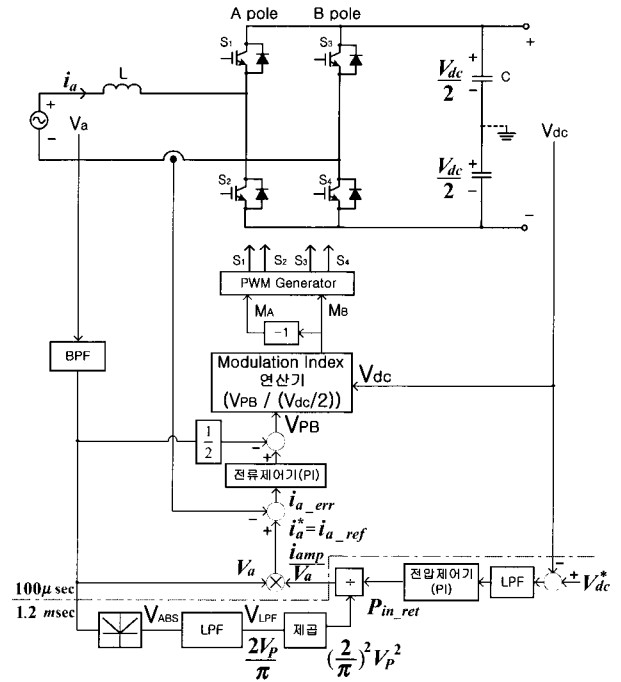


그림 6 AC/DC PWM컨버터 제어 블록다이어그램
Fig. 6 Control block diagram of AC/DC PWM converter

력전원 전류가 입력전원 전압과 동상이 되도록 제어되고 있다. 이를 위해 전류 루우프의 전류 명령치 i_a^* 는, 검지된 입력전원 전압과 Outer loop인 DC Link 전압 루우프에서 계산된 전류크기 명령치와의 곱으로부터 계산된다. Outer loop인 DC Link 전압 제어 루우프는 전압제어기, Inner loop인 전류 제어 루우프, DC Link 커패시터로 구성되며, 이는 DC Link 전압을 일정한 값으로 제어한다.

본 AC/DC 컨버터 제어 블록다이어그램에서 보이고 있는 또 다른 제어루프는 입력전압을 이용한 Feed forward 제어이다. 입력전원 전압에 의한 Feed forward 제어는 제어 블록다이어그램에서 보는 것처럼 두 부분에서 이용되고 있다. 그 중 하나는 전원전압의 크기를 검지하여 제곱을 취한 후 전압제어기의 출력값의 나누기 연산을 통해서, 입력전압의 변동에 의한 DC Link 전압 및 전원전류의 변동을 억제하기 위한 목적으로 이용되고 있다. 또한 전압제어기의 출력을 출력전력값으로 되게 하여, 출력전력의 제한 및 제어를 용이하게 하였다. 또 다른 Feed forward 제어 부분은 Modulation Index의 연산에 입력 전원 전압값을 사용하는 부분으로서 기동시에 과도전류의 흐름을 방지하여 기동을 용이하게 하였다.

2.3 DC/DC 컨버터

본 논문에서 제안한 음극방식용 모듈타입 정류기를 위한 DC/DC 컨버터로, 지금까지 제안된 여러 가지 토폴로지가 고려될 수 있으나^{[9]-[12]}, 시스템의 효율향상을 주 목적으로 하여 그림 4와 같은 DC/DC 컨버터를 채택하였다^[9]. 제안한 정류기는 DC/DC 컨버터에 의해 부하전압이 제어되는데 사용한 DC/DC 컨버터는 그림 4와 같이 ZVS/ZCS동작을 하는 풀브릿지 인버터를 중심으로 구성되어 있다. 이 인버터에서 우측 POLE은 ZVS동작을 하고, 중간 POLE은 ZCS동작을 한다. 좌측 POLE은 보조다이오드로 사용되며 변압기 1차측 전류에 따라 수동적으로 동작되므로, 1차측 전류가 정방향이면 Da2가 ON되며, 역방향이면 Da1이 ON 된다. ZVS동작에서는 스위치 소자의 ON/OFF시 스위치 소자의 양단전압이 "0"이므로 전력손실이 감소하고, ZCS 동작에서는 스위치 소자에 흐르는 전류가 "0"인 상태로 ON/OFF가 이루어져 스위칭시의 전력손실이 감소한다. ZVS/ZCS로 스위칭 소자의 스위칭 손실이 크게 줄어들어 동작주파수를 높일 수 있게 하였다. 또한 보조변압기 및 보조 다이오드 폴에 의해 Freewheeling mode시 인버터 및 변압기 1차측 회로에서의 도통전류가 0으로 되므로 도통 손실을 크게 줄였다. 이러한 특성들을 통해 시스템의 효율뿐만 아니라 출력단 절연 변압기 및 필터 리액터의 무게와 크기를 크게 감소시켰다. 변압기 2차측의 DIODE 정류회로, 필터 인덕터와 커패시터는 정류 및 평활 동작을 통해 정밀한 직류전압의 출력을 가능하게 하였다.

제안한 정류기에서의 DC/DC 컨버터의 출력전압 제어는 위상변이(PHASE-SHIFT) 전압제어방식을 사용한다. DC/DC 컨버터가 이상적인 hard-switching 동작을 한다고 가정하면 그림 4에서 진상레그의 출력인 A점의 전압은 그림 7의 (a)와 같고 B점의 전압은 (b)와 같이 되고 A-B 간의 전압은 (c)과 같이 된다. A, B상의 위상차 ψ 에 의해 A-B 간의 전압의 평균치가 변하게 되고 전압의 평균치는 식 (2)로 주어진다. 변압기 권선에서의 전압강하와 다이오드 도통전압을 무시하면 2차 회로의 직류전압은 이 평균치에 주변압기의 권수비를 곱한 것과 같다. 실제회로에서는 ZVS/ZCS 동작을 하므로 이상적인 hard-switching의 경우와는 약간의 차이가 있으나 실용적으로는 식 (2)로 볼 수 있다.

$$avg(V_{AB}) = \frac{\psi}{\pi} V_{dc} \quad (2)$$

제안한 모듈타입 스위칭 정류기에서 각 모듈에서의

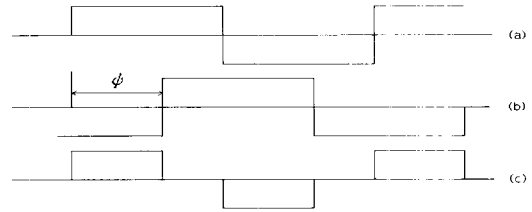


그림 7 DC/DC 컨버터의 PWM 파형
Fig. 7 PWM waveform of DC/DC converter

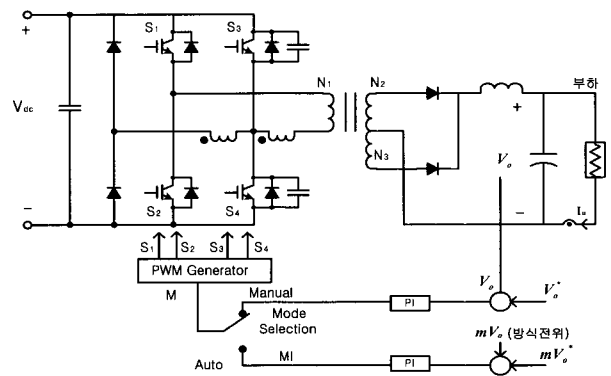


그림 8 DC/DC 컨버터 제어블록다이어그램
Fig. 8 Control block diagram of DC/DC converter

DC/DC 컨버터는 그림 8에서 보는 것처럼 두 개의 운전모드, 즉 수동모드(Manual Mode)와 자동모드(Auto Mode)를 갖고 있다. 수동모드는 정류기의 출력전압을 방식을 위한 특정값으로 설정한 후 이 전압을 일정하게 제어하는 운전모드이다. 수동모드에서 제어되는 정류기 출력전압은 음극방식을 위해 흘러야 할 방식전류와 방식을 필요로 하는 급속 구조물을 둘러싸고 있는 지하 혹은 해양 물질의 저항을 고려하여 결정한다. 자동모드는 지하의 특정지점에 기준전극을 설치하여 이 기준전극과 정류기의 음극전위 즉 음극방식을 하려고 하는 물체와의 전위차를, 최적 방식을 위해 설정한 값으로 일정하게 제어하는 운전모드이다. 이 자동운전모드는 주위 환경 변화에 거의 무관하게 일정한 방식전류를 흘릴 수 있는 장점이 있다.

3. 실험 결과

3.1 AC/DC 컨버터

AC/DC 컨버터의 상세회로는 그림 4와 같다. 그림에서의 AC/DC 컨버터의 주전력 반도체 소자는 1 pole로

된 Module로서 세미크론사의 SKM300GB1247 이며, IGBT의 정격전류와 정격전압은 각각 300A, 1200V 이다. 입력단 인덕터의 정격은 500μH, 90A 이며, 출력단 커패시터의 정격은 6800μF, 450WV이다.

그림 9는 무부하에서의 입력전원전류 (i_a)와 전원전압 파형 (V_a)을 보이고 있다. 그림에서 보는 것처럼 무부하시에는 전원전류의 기본파성분은 영이며, 스위칭에 의한 스위칭 주파수의 리플성분만 존재하는 것을 볼 수 있다. 그림 10은 13.5kW의 부하에서의 입력전류 (i_a)와 전원전압 (V_a)를 보이고 있다. 전류파형이 그림에서 보는 것처럼 전원전압과 동상이며, 같은 형태의 파형으로 AC/DC 컨버터가 정확히 제어되고 있음을 볼 수 있다.

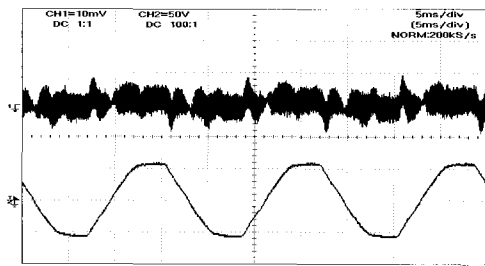


그림 9 무부하에서의 입력전원전류(윗파형)[20A/div]와 입력전원전압(아래 파형)[250V/div], $V_{dc}=400[V]$
 Fig. 9 Input source current(upper)[20A/div] and voltage(lower) waveforms at no load condition [250V/div], $V_{dc}=400[V]$

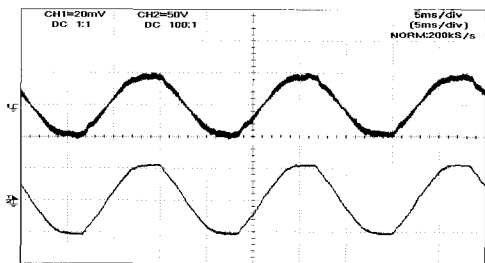


그림 10 13.5kW의 부하에서 입력전원전류(윗파형) [100A/div] 와 입력전원전압(아래 파형) [250V/div], $V_{dc}=400[V]$
 Fig. 10 Input source current(upper)[100A/div] and voltage(lower) waveforms at 13.5kW of full load [250V/div], $V_{dc}=400[V]$

그림 11은 기동시의 DC Link 전압 V_{dc} 를 보이고 있다. 그림에서 보는 것처럼, Freewheeling diode에 의한 DC Link 커패시터 충전기간, MC1 투입단계, AC/DC 컨버터 ON에 의한 DC Link 커패시터 충전기간을 거쳐 최종전압 400[V]로 안정하게 작동되고 있음을 볼 수 있다. 그림 12는 3kW의 DC/DC Converter 부하의 인가와 차단 시 DC Link 전압의 변동을 보이고 있다. 그림에서 보는 것처럼 부하의 변동에 대해 전체 제어 루우프가 잘 동작되고 있음을 볼 수 있다.

그림 13은 AC/DC 컨버터의 효율을 보이고 있다. 측정된 결과에서처럼 97~98%의 효율을 나타내고 있으며, 이는 기존의 Thyristor 위상제어정류기 방식에서의 효율 70~80%보다 많이 개선되었음을 볼 수 있다.

그림 14는 AC/DC 컨버터에서의 역률을 보이고 있다. 측정된 결과에서처럼 거의 1에 가까운 역률을 나타내고 있으며 이는 기존의 Thyristor 위상제어정류기 방식에서의 출력전압에 따라 가변될 뿐만 아니라 이로 인해 얻어지는 낮은 역률에 비해 현저히 개선되었음을 볼 수 있다.

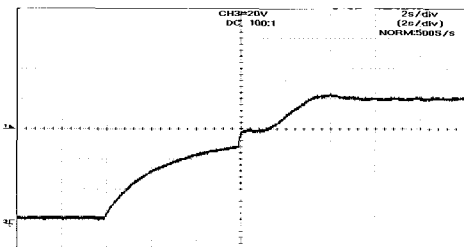


그림 11 기동시 DC Link 전압파형[100V/div]
 Fig. 11 DC link voltage waveform during starting time interval [100V/div]

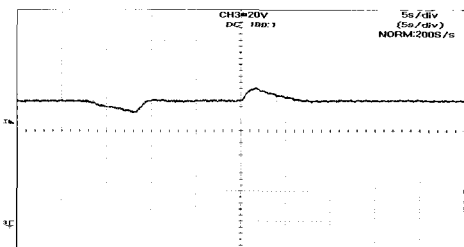


그림 12 3kW의 DC/DC 컨버터의 연결과 차단시 DC Link 전압파형[100V/div]
 Fig. 12 DC link voltage waveform when applying and disconnecting 3kW DC/DC converter load [100V/div]

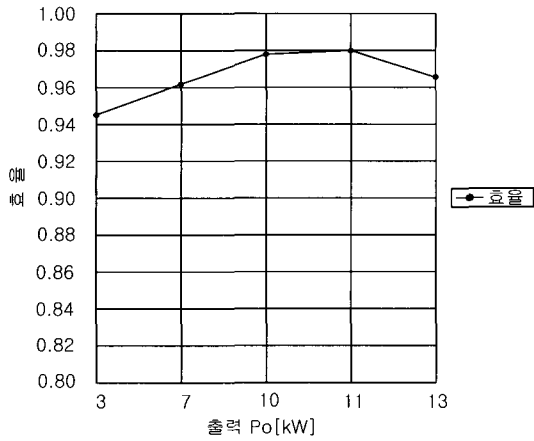


그림 13 부하변동에 대한 AC/DC 컨버터의 측정 효율
Fig. 13 Measured efficiency of AC/DC converter at the variation of output power

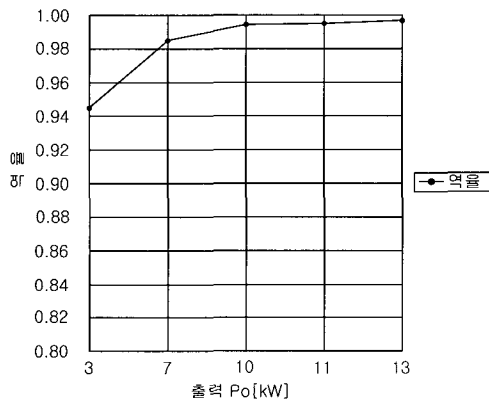


그림 14 부하변동에 대한 AC/DC 컨버터의 측정역율
Fig. 14 Measured power factor of AC/DC converter at the variation of output power

3.2 DC/DC 컨버터

그림 4의 전체 시스템 구성도에서 PWM 컨버터 출력전압은 $400[V_{DC}]$ 로 제어된다. ZVS/ZCS로 동작하는 DC/DC 컨버터는 주 스위치(S1-S4)가 25kHz로 스위칭하여 출력직류전류는 50kHz의 리플성분을 갖는다. DC/DC 컨버터를 정격 출력 3kW(30V, 100A) 조건에서 동작시키면서 각 부분의 동작 파형을 살펴보면 다음과 같다. 그림 15는 변압기 1차측 전압과 전류 파형을 나타낸다. 전압 파형에서 전압이 400V에서 0V로 하강하는 시점에서 보면 1.5 μ s동안 -70V 정도를 유지한 후 0V로 되는데, 이는 보조 변압기에 의해 전류를 리셋하는 과정에서 나타나는 현상이며 그림 16에 보이는 보조 변압기 1차측 전압을 보면 명확히 알 수 있다.

또한 그림 17은 다이오드 정류기 출력전압과 출력전류 파형을 나타낸다. 1kW, 2kW, 3kW로 부하를 변동하면서 DC/DC 컨버터의 효율을 측정한 결과 그림 18에서 보는 것처럼 각각, 90.9%, 91.3%, 92.4%가 되어 저전압 대전류임에도 불구하고 높은 효율을 얻을 수 있었다.

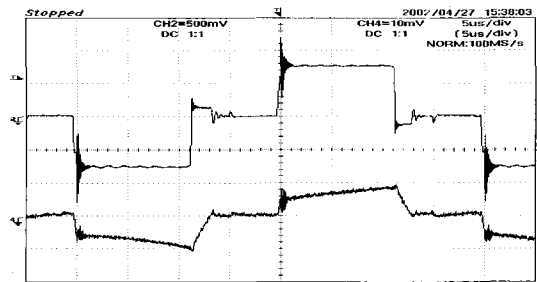


그림 15 주변압기 1차측 전압(윗파형)과 전류파형(아래파형)(250V/div, 20A/div)
Fig. 15 Primary voltage(upper) and current(lower) waveforms of main transformer (250V/div, 20A/div)

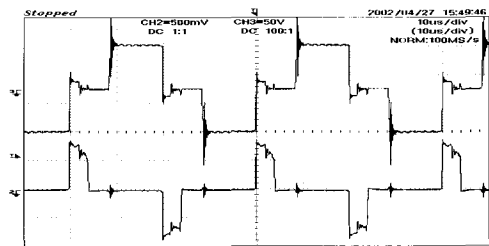


그림 16 주변압기 1차측 전압(윗파형)과 보조 변압기 1차측 전압(아래 파형)(250V/div, 50V/div.)
Fig. 16 Primary voltages of main(upper) and auxiliary (lower) transformers (250V/div, 50V/div)

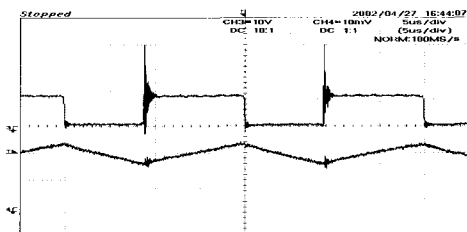


그림 17 주변압기 2차측 다이오드정류기 출력전압과 출력전류 파형(50V/div, 50A/div)
Fig. 17 Output voltage(upper) of output diode circuit, and filter inductor current(lower)

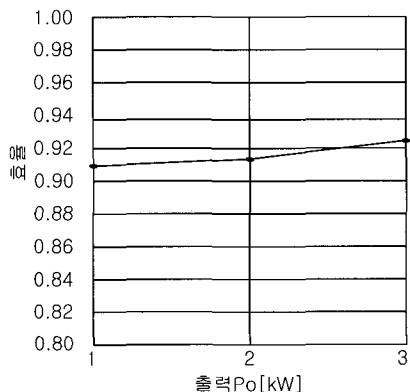


그림 18 부하변동에 대한 DC/DC 컨버터의 측정효율
Fig. 18 Measured efficiency of DC/DC converter

4. 결 론

본 논문에서는 금속 구조물의 음극 방식용 고성능 스위칭 정류기를 제안한다. 제안한 정류기 회로는 크게 두 부분, 즉 한 대로 구성된 AC/DC 컨버터부와 네 대로 구성된 Module Type DC/DC 컨버터부로 되어 있다. AC/DC 컨버터는 IGBT PWM Rectifier로서 입력전압의 역률을 거의 1로 제어하고 있으며 또한 DC Link 전압을 일정하게 제어하고 있다.

Module Type DC/DC 컨버터는 ZCS/ZVS 스위칭 동작을 통하여 스위칭 손실 감소와 함께 고주파 동작을 가능하게 하여, 입력측과 출력측의 전기적 절연을 위한 변압기로 고주파 변압기를 사용할 수 있게 하였다. 이로 인해 시스템의 부피와 무게를 기존 방식보다 현저히 감소시켰다. 본 논문에서 개발한 방식용 정류기 기술은 다른 유사 분야에의 적용도 가능한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 이의호, 이학렬, 황운석, 김광근, 부식과 방식의 원리, 도서출판 동화기술, 1999년 4월.
[2] N. Mohan, T.M. Undeland, and W.P. Robbins, Power Electronics - Converters, Applications, and Design, 2nd Edition, Wiley, 1995.
[3] I.D. Kim and B.K. Bose, "New ZCS Turn-On and ZVS Turn-Off Unity Power Factor PWM Rectifier with Reduced Conduction Loss and No Auxiliary Switches", IEE Proc.-Electric Power Applications, vol. 147, no. 2, pp. 146~152, Mar. 2000.
[4] A.F. de Souza and Ivo Barbi, "A New ZVS-PWM

Unity Power Factor Rectifier with Reduced Conduction Losses", IEEE Trans. Pow. Elec., vol. 10, no. 6, pp. 746 ~752, Nov. 1995.
[5] Prasad N. Enjeti and R. Martinez, "A High Performance Single Phase AC to DC rectifier with Input Power Factor Correction", IEEE APEC, pp. 190~195, 1993.
[6] F.A. Huliehel, F.C. Lee, and B.H. Cho, "Small-Signal Modelling of the Single-Phase Boost High Power Factor Converter with Constant Frequency Control", IEEE PESC, pp. 475~482, July 1992.
[7] L. Dixon, "Average Current Mode Control of Switching Power Supplies", Unitorde Integrated Circuits Product and Applications Handbook, pp. 10.398~10.411, 1995-1996.
[8] 권영원, 노의철, 김인동, 김만고, 전성준, 조철제, 문성득, "Modified Trapezoidal PWM을 기초로 한 CRPWM Boost Type AC/DC Converter", 전력전자학회 논문지, 제5권 1호, pp. 26~33, 2000년 2월.
[9] S.J. Jeon and G.H. Cho, "A Zero-Voltage and Zero-Current Switching Full Bridge DC-DC Converter with Transformer Isolation", IEEE Trans. Pow. Elec., vol. 16, no. 5, pp. 573~580, Sep. 2001.
[10] J.G. Cho, J.A. Sabate, G. Hua, and F.C. Lee, "Zero-Voltage and Zero Current-Switching Full Bridge PWM Converter for High-Power Applications", IEEE Trans. Pow. Elec., vol. 11, no. 4, pp. 622~627, July 1996.
[11] I.D. Kim, E.C. Nho, and G.H. Cho, "Novel Constant Frequency PWM DC/DC Converter with Zero Voltage Switching for Both Primary Switches and Secondary Rectifying Diodes", IEEE Trans. on Ind. Elec., Vol. 39, No. 5, pp. 444~452, Oct. 1992.
[12] 김은수, 조기연, 김윤호, 조용현, 박경수, 안호균, 박순구, "무손실 스너버 적용 소프트 스위칭 Single Stage AC-DC Full Bridge Boost 컨버터", 전력전자학회 논문지, 제4권 4호, pp. 377~383, 1999년 8월.

저 자 소 개



문상호(文相皓)

1975년 5월 5일생. 2001년 부경대 전기공학 학과 졸업. 현재 동 대학원 석사과정.



김보경(金保罔)

1978년 9월 30일생. 2001년 부경대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 석사과정.



권영원(權永源)

1974년 8월 10일생. 1998년 부경대 전기공학과 졸업. 2000년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년~현재 KT전기(주) 기술연구소 주임연구원.



김인동(金仁東)

1960년 8월 27일생. 1984년 서울대 전기공학과 졸업. 1987년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1991년 동 대학원 졸업(공학). 1991년~1996년 대우중공업 철도차량연구소 책임연구원. 1997년~1998년 미국 Univ. of Tennessee 방문교수. 1996년~현재 부경대 전기제어계측공학부 부교수. 당 학회 학술위원.



정성우(鄭成佑)

1966년 2월 15일생. 1991년 동아대 전자공학과 졸업. 1991년~현재 KT전기(주) 기술연구소 책임연구원.



노의철(魯義哲)

1960년 8월 2일생. 1984년 서울대 전기공학과 졸업. 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사). 1991년 동 대학원 졸업(공학). 1997년~1998년 미국 Univ. of Wisconsin-Madison 방문교수. 1995년~현재 부경대 전기제어계측공학부 부교수. 당 학회 편집위원.



임헌호(林憲鎬)

1946년 9월 1일생. 1972년 영남대 전자공학과 졸업. 1978년~1985년 대한조선공사(현, 한진중공업) 차장. 1986년~현재 KT전기(주) 기술연구소 소장.