

서브머지드 아크 용접 시스템의 제어 알고리즘 연구

반충환, 이영진, 은종목¹, 최규하
건국대학교 전력전자연구소, (주)파워웰¹

A Study on the Control Algorithm of Submerged Arc Welding System

Choong Hwan Ban, Young Jin Lee, Jong Mok Eun¹, Gyu Ha Choe
Power Electronics Lab. Konkuk Univ., POWWEL¹

ABSTRACT

In this paper, the 50kw submerged arc welding system has AC/DC durable output power and when AC output power is on, it shows control function on frequency, duty and offset. This system is constructed based on parrallel system, set on modular structure minimize the influence from high power into system. Also, it applied the sequence for optimized welding ability which lead it to increased weld quality.

1. 서 론

서브머지드 아크 용접 용접은 자동화 용접조건의 용접 전원 및 후판 용접에서 사용되어지며, 대형 플랜트 산업 분야에서 많이 적용되어 사용되고 있다. 이 용접 시스템은 모재의 용접부에 와이어를 송급 모터로 조절하여 접합한 후에 플럭스를 일정 양으로 분포 시키고 아크를 발생시킨다. 용융부는 슬래그에 의해 보호되며, 아크는 플럭스를 사용함으로써 용착 속도가 향상되어질 수 있다. 이 시스템은 아크 용접 시스템 중에서 가장 높은 용접 효율을 가진다. 이러한 서브머지드 아크 용접 시스템은 기존 DC 출력전원만이 가능한 SCR 용접 시스템에서 나아가 최근에는 AC/DC 겸용 출력 전원이 가능한 IGBT 용접 시스템의 개발이 국내에서도 활발히 진행되어지고 있다.

본 논문에서는 제안된 서브머지드 아크 용접 시스템은 50kW로 설계되어졌으며 시스템의 기본 구성은 3상 다이오드 정류부와 풀브릿지 컨버터, 하프브릿지 인버터로 구성되었다. 시스템은 모듈형식의 병렬로 연결되어 졌으며, DC link측을 병렬로 연결하여 계통전원 380V/220V에서 겸용으로 사용할 수 있게 시스템을 설계하였다. 또한 하프브릿지 인버터에서 AC출력 시 주파수 및 듀티, 윗셋 제어가 가능한 시스템의 용접 성능을 향상 시킬수 있는 용접 시스템의 제어 알고리즘을 제안하였다.

2. 서브머지드 아크 용접 시스템

2.1 시스템 구성

서브머지드 아크 용접 시스템의 기본 구성은 3상 다이오드 정류기와 풀브릿지 컨버터, 하프브릿지 인버터로 구성되었으며, 토폴로지는 그림 1과 같이 병렬형으로 구성하였다. 풀브릿

표 1. 시스템 계수

Table 1. System parameters.

Parameter	Value
Input Voltage	380/220Vac, 60Hz
Output Voltage	50V
Output Current	1000A
Switching Frequency	20kHz
DC link Voltage	268V
Transformer	14:3:3

지 컨버터의 고주파 변압기를 적용하였으며, 2차측 중성점을 이용하여 하프브릿지 인버터의 스위치 동작에 따라 AC/DC 겸용 출력전원 제어가 가능하게 설계하였다.

2.2 시스템 제어

2.2.1 제안된 알고리즘

그림 2는 제안된 시스템의 제어 알고리즘을 나타내었으며, 용접 시퀀스를 1차적으로 설정한 후에 이 알고리즘에 따라 시스템이 동작하게 된다. 제안된 알고리즘은 우선 AC 전원과 DC 전원을 선택하게 된다. AC 전원은 그림 1의 하프브릿지의 스위치 S_1 과 S_2 가 서로 교번하여 스위칭하게 된다. AC 전원시에는 정전류로 제어하게 되며, 주파수, 듀티, 윗셋값을 용접 조건에 맞게 선택하게 된다. 이어서 와이어의 송급모터로 조절하여 모재간의 접촉으로 출력전압이 0V가 되면 시스템이 동작하게 된다.

DC 전원은 그림 1의 하프브릿지의 스위치 S_1 만 턴온 되어 동작하게 된다. DC 전원에서는 정전류 모드와 정전압 모드로 선택이 가능하며, AC 전원과 마찬가지로 출력전압이 0V가되면 용접이 가능하게 된다.

2.2.1 동작 시퀀스

서브머지드 아크 용접시스템의 용접 시퀀스는 7가지의 동작 모드로 구분되며 모드 1에서 용접 시작을 위한 용접부의 송급 모터를 조절하여 모재와 와이어의 접합($V_{out} = 0$)이 되도록 설정된다. 모드 2에서는 용접 시 낮은 전류로 시스템이 동작되

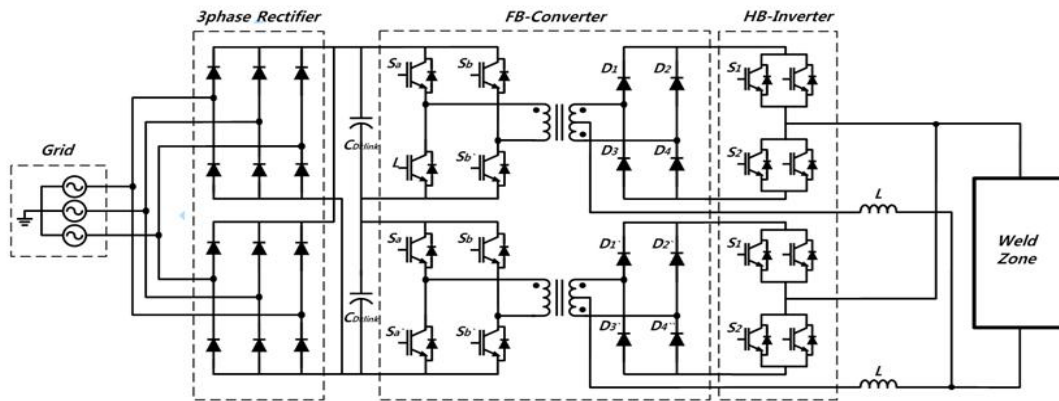


그림 1. 서브머지드 아크 용접 시스템 토폴로지
Fig. 1. Topology of Submerged Arc Welding System.

는 구간이며, 모드 3은 전류 상승구간이다. 모드 4는 AC 출력 전원과 DC 출력전원 구간으로 용접 상황에 맞추어 AC/DC 검용으로, 출력전원을 선택하여 동작한다. 모드 5는 전류 하강구간이며, 모드 6은 용접이 마무리되는 구간으로 낮은 전류로 짧은 시간동안 동작하게 된다. 모드 7은 용접이 완료되는 시점에 와이어와 모재간의 접합 부분이 끊어질 수 있도록 용접이 종료된 후에도 송급 모터가 진행되는 구간이다.

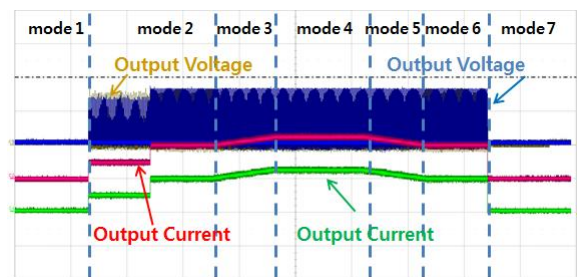


그림 3. 시퀀스를 적용한 실험 파형
Fig. 3. Experiment waveform apply to Sequence.

3. 시뮬레이션 및 실험

그림 3은 제안된 알고리즘을 적용한 서브머지드 아크용접시스템의 실험 파형으로 2개 모듈의 출력전압, 전류를 나타내었다. 또한, 앞 절에서 제안한 시퀀스를 적용하였으며, 모드 1~7로 동작하는 것을 실험을 통하여 확인하였다.

3. 결론

본 논문에서는 병렬 형태로 구성된 서브머지드 아크 용접 시스템에 AC/DC 검용 출력 제어 알고리즘과 용접 성능을 향상시킬 수 있는 용접 시퀀스를 제안하였으며, AC 출력 제어 시 주파수, 듀티 및 오프셋 제어가 가능하다. 차후 연구에서는 시스템의 역할 및 효율 향상을 위한 시스템 하드웨어 및 알고리즘에 관한 연구를 진행할 예정이다.

○ 본 논문은 중소기업청의 중소기업 기술혁신 개발사업 "미래선도과제"의 일환으로 수행되었습니다.(S204471)

참고 문헌

- [1] 채영민 외 5명 "인버터 아크 용접기의 파형제어기법 및 성능향상에 관한 연구", 전력전자학회 논문지, 제 4권 제 2호 1999.4 page(s):128 137
- [2] 반충환 외 3명 "단일전류센서를 적용한 대용량 서브머지드 아크 용접 시스템", 전력전자학회 2013 하계학술대회 논문집 2013.7, page(s):461 462

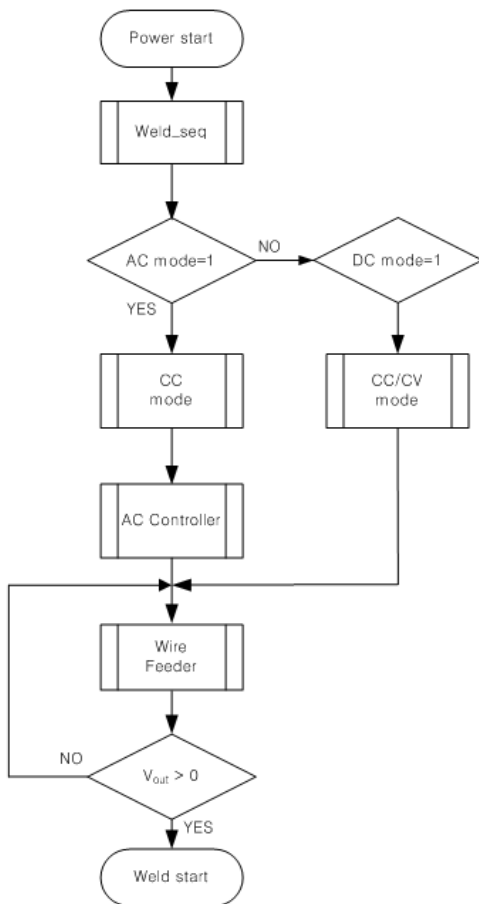


그림 2. 제안된 제어 알고리즘
Fig. 2. Proposed of controller Algorithm.