

## 절전형 컨덴서 용접 자동화 기술개발

김진우, 이영남, 김동욱, 김규식, 원충연\*, 최세완\*\*  
서울시립대학교, 성균관대학교\*, 서울산업대학교\*\*

### Development of Welding Automation Technique for Energy-saving Condenser type Welders

Jin-Woo Kim, Young-Nam Lee, Dong-Uk Kim, Gyu-Sik Kim,  
Chung-Yuen Won\*, and Se-Wan Choi\*\*

University of Seoul, SungKyunKwan University\*, Seoul National Univ of Technology\*\*

#### ABSTRACT

컨덴서식 저항 용접기는 용접에 필요한 에너지를 전해컨덴서에 축적 시킨 후 이것을 순시에 용접변압기로 방전하여 큰 용접전류를 흘리게 된다. 아날로그 제어방식에 의한 기존 컨덴서 용접 시스템은 용접 세팅이 어려웠으며, 시스템의 소손 가능성이 높았고, 크기면에서도 비대해질 우려가 있었다. 이에 비해 디지털제어방식의 중앙집중식 자동화시스템은 사용자가 세팅을 쉽게 할 수 있으며, 전원을 제어함에 따라서 전력소비를 최소화 할 수 있다. 본 연구에서는 마이크로프로세서를 이용한 디지털제어방식의 중앙 집중식 컨덴서식 저항용접 시스템을 제안한다.

#### 1. 서 론

용접기술은 우리 나라의 산업발전과 더불어 발달되어 왔으며, 조선, 항공, 자동차, 전기전자제품분야 등 그 쓰이는 용도가 다양하다. 특히 국내 자동차 산업 및 가전업계의 성장과 더불어 최근에 저항용접기의 대표적인 스폿용접기(Spot Welder)의 수요가 늘고 있다. 한편 저항용접 중에서 컨덴서 저항용접이 있는데 국내산업은 가전, 반도체 등 산업의 발달과 더불어 급성장 하여 왔다. 그러나 국내시장은 생산성 향상 및 높은 품질, 고 신뢰성을 요구하지만 외국제품에 비해 성능이 떨어지며, 시장의 요구에 부응하지 못하여 우리의 제품을 멀리하게 되어 왔다.

컨덴서식 저항용접의 기존 상용화된 기술은 Analog 제어 방식의 입력 SCR 제어, Analog 방식의 전압 셋팅, Analog 방식의 Channel 셋팅 (Timer 부착) 등이 있으나 이 방식들은 입력전압을 일정한 직류 전원을 얻기 위하여 입력 SCR을 제

어하여 충전전압을 얻으므로 컨덴서의 충전 전류를 제어하기 위하여 별도의 수 백 와트(Watt)의 전류제한용 익저항이 필요하며, 고정도의 전압을 제어하기가 쉽지 않고, 급격한 충전전류로 인한 컨덴서의 소손의 우려가 있다. 또한 Analog 방식은 다채널 셋팅을 하기가 어렵고, 다른 시퀀스를 제어하기 위하여 별도의 PLC가 필요하다. 따라서, 본 연구는 이를 개선하기 위한 절전형 컨덴서식 저항용접기 자동화 시스템의 기술개발에 초점을 맞추고 있다.

#### 2. 절전형 컨덴서 용접자동화 시스템

##### 2.1 컨덴서 저항용접

컨덴서식 저항 용접기는 용접에 필요한 에너지를 전해컨덴서에 축적 시킨 후 이것을 순시에 용접변압기로 방전하여 큰 용접전류를 흘리게 된다. 이것을 축적식 저항용접기라 하는데, 예를 들면 적은 입구가 많은 물탱크에 물을 받은 후 대구경의 출구를 한번에 열어 물을 순간적으로 방류하는 원리와 같다. 그래서 다른 방식의 저항용접기와 비교하면 약 1/10의 적은 전원용량으로도 큰 에너지를 얻을 수 있다. 컨덴서식 저항 용접기의 전원은 단상 또는 삼상 교류를 사용하며, 입력된 전원은 정류회로에 의해 정류되고, 정류된 직류전류를 컨덴서에 필요한 전압까지 충전한다. 충전 시간은 충전전압에 따라 조금씩 상이하지만 1초 내외가 필요하다.

컨덴서형 용접기의 동작원리는 그림 1과 같다. 단상 220V에서 삼상 380V에 이르는 입력전원은 충전용 Transformer를 거치고 난 후 충전용 직류전원 공급회로 및 SCR 제어에 의한 충전 및 방전회로에 의해 일정한 용접전류를 단시간 내에 흘려 저항용접을 얻는 구조로 되어 있다. 이와 같은 컨

덴서식 저항용접기는 가전, 반도체 등 산업의 발달과 더불어 급신장하여 왔다.

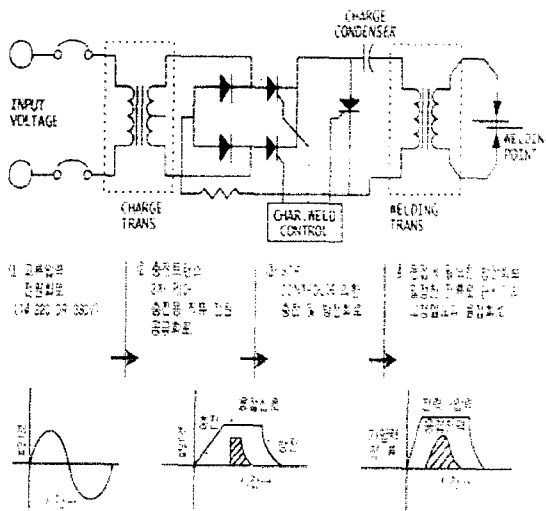


그림 1 컨덴서형 저항용접기의 원리

컨덴서식 저항용접기는 1면 또는 2면 용접용만 상품화되어 있고 제어기는 analog controller type 만 있어 다양한 기능과 고품질의 제품을 기대하기 어렵다. 외국의 경우에도, 컨덴서식 저항용접기는 1면 또는 2면 용접용만 상품화되어 있고 제어기는 analog controller type 이 주로 생산되고 있으며 일부 메이커에서는 소형(1kVA 미만)에 대해서 개발중이며 대형 컨덴서식 저항용접기에는 아직 마이크로프로세서를 이용한 시스템을 적용 못하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 이를 개선하기 위해 절전형 컨덴서식 저항 용접기의 안전한 직류전원을 얻기 위하여 16bit 마이크로 프로세서를 사용하여 직류전압과 전류를 feedback 받아 직류전원과 전류를 제어한다.

## 2.2 중앙집중식 용접 자동화 시스템

중앙 집중식 시스템을 구현하기 위해서는 중앙 처리부와 주변 시스템의 데이터교환이 원활하게 이루어져야 한다. 이를 구현하기 위해 본 연구에서는 직렬 통신과 SNMP통신, web으로 구현하는 방법을 사용하였다. 먼저 직렬 통신에 대해 살펴보면 RS-232, RS-485 통신을 함으로써 한 대의 컴퓨터에서 여러 대의 용접시스템을 제어할 수 있으며 항상 용접기의 상태를 진단하고 체크하도록 구성되어 있다. 직렬통신은 9600bps 정도이고, 데이터는 8bit, no parity bit인 데이터 형식을 갖는다. 또한 SNMP 어댑터 기능을 추가하여 외부장치와는

SNMP통신을 하게 되는데, 각각의 주변 컨덴서 용접 제어기에서 넘어온 데이터를 수집해 이를 SNMP 데이터 프레임 형식에 맞게 변환하여 외부에서 Monitoring 할 수 있게 한다. 그리고, 외부에서는 받아온 데이터를 수집해서 Database를 만들고, 이것을 이용해서 web상에서 서비스를 가능하게 한다.

그림 2는 중앙집중식 컨덴서 용접시스템의 전체 형태에 대한 설명이다. 사용자가 중앙에서 터치스크린을 이용하여 데이터를 넘겨주면 Serial 통신을 이용하여 Main Controller로 전송되고 각 Slave Controller로 전달된다.

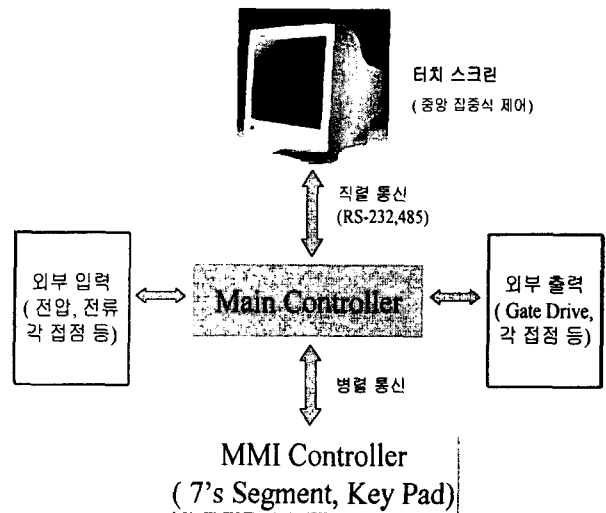


그림 2 터치스크린 방식의 중앙집중식 컨덴서 용접기

## 3. 실험 및 검토

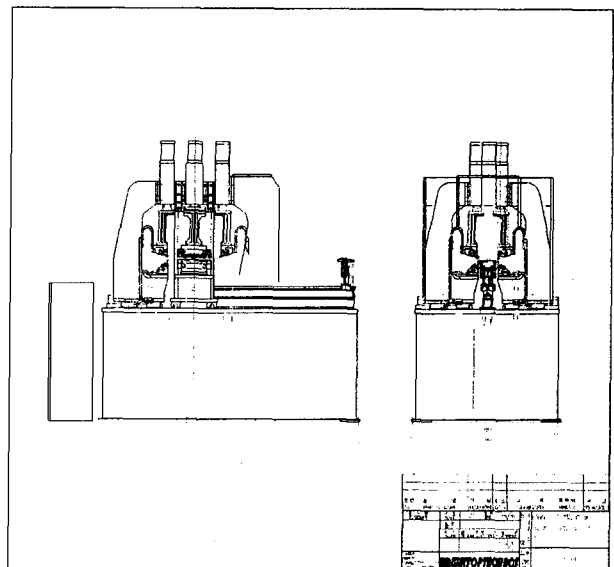


그림 3 4 헤드 절전형 컨덴서식 저항용접 시스템

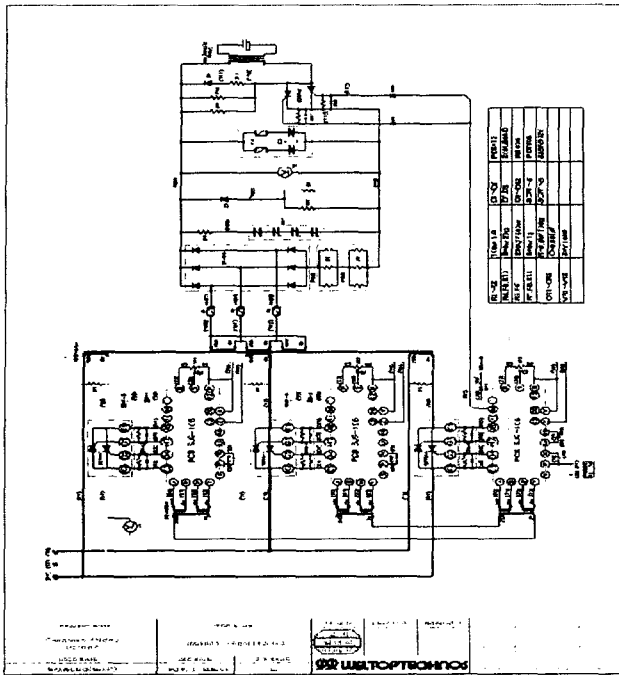


그림 4 4 헤드 절전형 컨덴서식 저항용접 시스템의 파워 부

다음은 그림 4의 4헤드 절전형 컨덴서식 저항용접시스템의 Power Stack에 대한 설명이다. 그림 4의 Schematic Block Diagram에서 컨덴서에 전압을 인가하기 위하여 1차측 SCR을 Turn On 시켜주면 컨덴서에 충전되기 위하여 일정전류를 제한해 주어야 하는데 전류제한용 저항은 R5, R6을 통하여 컨덴서의 충전 전류가 제한된다. 원하는 전압이 충전되면 1차측 SCR을 Turn Off 시켜서 전압을 차단함으로써 컨덴서에 충전되는 전압을 일정하게 유지할 수 있다. 충전된 전압을 이용하여 용접하기 위하여 2차측 SCR을 Turn On 시켜주면 2차 Transformer를 통하여 사용자가 정한 시간 동안 전류를 흘려줌으로서 두 모재가 용접이 된다.

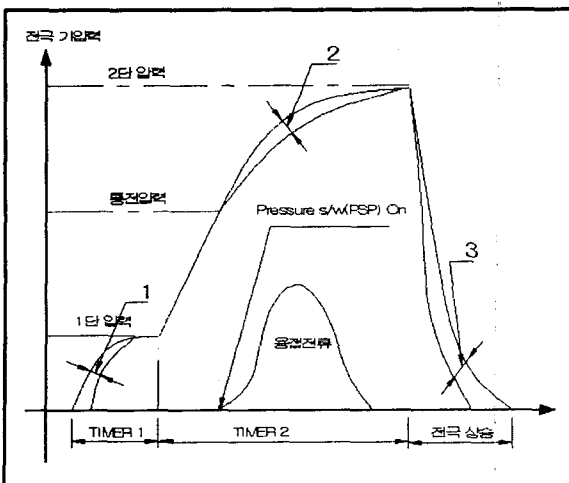


그림 5 컨덴서식 저항용접 타이밍 차트

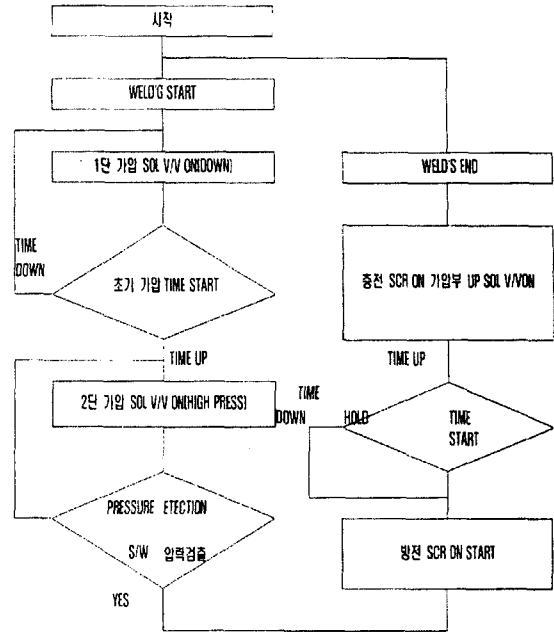


그림 6 용접동작 플로우 차트

그림 5와 그림 6은 각각 절전형 컨덴서 용접기의 타이밍 차트와 용접동작 특성을 나타낸 플로우 차트를 나타내었다.

컨덴서형 저항 용접 자동화 시스템과 외부장치와의 통신 방법은 다음과 같다. 용접 메인 시스템과 LAN을 이용한 1:1통신 방법, Modem을 추가하여 통신하는 방법, SNMP Adapter 기능을 추가하여 통신하는 방법 그리고 PC와 연결하여 이를 Web상에서 통신하는 방법이 있다. 그림 7는 그중 SNMP Adapter를 이용한 방법에 대해 나타내었다. Master와 Slave는 서로 RS-485 직렬통신으로 데이터를 주고 받으며 Master는 외부와 SNMP Adapter에 연결되어서 외부 PC에서 Monitoring 할 수 있다.

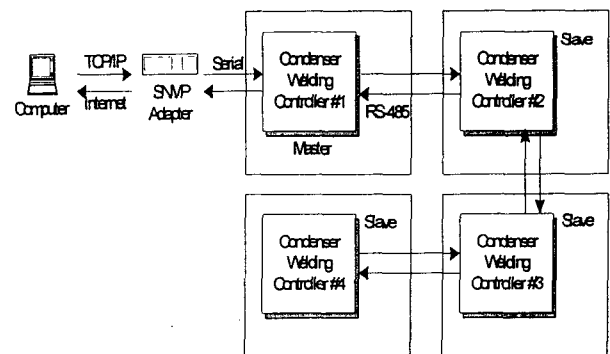


그림 7 SNMP Adapter 기능을 추가하여 외부 장치와의 SNMP 통신

## 4. 결 론

본 논문에서는 절전형 컨덴서식 저항용접시스템 구축해 대해 고찰해 보았다. 컨덴서 용접은 용접전류의 변화등에 관계없이 컨덴서 에너지만으로 용접하므로 안정된 용접품질을 취할 수 있고, 전력이나 열효율이 우수함을 알 수 있었다. 또한 개개의 용접시스템 상호간에 데이터 통신이 이루어짐으로써 사용자가 손쉽게 중앙에서 통제를 할 수 있게 되었다. 따라서, 저항용접 시스템의 고장이나 A/S 등에서 쉽게 원거리 모니터링이 가능한 장점을 갖고 있다. 향후에는 용접조건을 데이터베이스화하고 에너지 절감정도 등에 대한 추가적인 실험을 할 계획이다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2001-00306) 지원으로 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- [1] D. W. Dickinson, *Metals Handbook*, Vol. 6, Welding, Brazing and Soldering, pp. 469-493, 1983.
- [2] H. S. Cho, "A Microprocessor-Based Electrode Movement Controller for Spot Weld Quality Assurance," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. IE-32, No. 3, pp. 234-238, 1985, Aug.
- [3] J. Seo Moon, G. S. Kim, J. M. Kim, C. Y. Won, "Power Control of Resistance Spot Welding System with High Dynamic Performance," *IECON' 97*, pp. 845-849, 1997.
- [4] 김재문, 원충연, "진화전락을 이용한 인버터 스폿용접기의 정전력 제어에 관한 연구", 한국퍼지 및 지능 시스템학회 논문지 Vol. 9, No. 1, pp. 97-105, 1999.
- [5] Y. Wang *et al.*, "Transient Stability Enhancement and Voltage Regulation of Power Systems," *IEEE Trans. on Power Systems*, Vol. 8, No. 2, pp. 620-627, May 1993.