

다수 전력변환장치 제어 기법

양시경*, 전태원*, 이흥희*, 김홍근**, 노의철***
 울산대학교*, 경북대학교**, 부경대학교***

Control Technique for Multi-Chanel Power Converters

S.G.Yang*, T.W.Chun*, H.H.Lee*, H.G.Kim**, E.C.Nho***
 Ulsan University*, Kyungpook University**, Pukyong University***

ABSTRACT

The heat treatment performed during the welding of the structure should adjust the temperature of the structure in several steps in order to further improve the welding performance. This paper proposes a technique to control multiple SCR power converters to control the temperature of each ceramic heater at various stages according to a specified time.

1. 서론

구조물의 용접 시 행해지는 열처리하는 구조물 용접부분의 급격한 온도상승을 방지하기 위하여 용접 전에 용접부위에 온도를 상승시키는 예열과 용접이 완료 후 급속의 경도를 더 향상시키기 위하여 다시 가열하는 후열로 나누어진다.^[1]

용접 대상에 따라 원하는 온도로 예열 및 후열하기 위하여 전류에 의해 열을 발생시키는 열선으로 구성된 세라믹 케이스 히터와 이 히터의 온도제어하기 위한 입력교류전압의 위상을 제어하여 출력전압을 0V에서 거의 입력전압 크기까지 연속적으로 출력시킬 수 있는 SCR 전력변환기를 사용한다.^[2]

SCR 전력변환기는 그림 1(a)와 같이 1개 SCR 전력변환기가 히터의 온도를 기준온도로 단독제어모드와 그림 1(b)와 같이 총괄제어장치로 입력된 시간에 대한 기준 히터온도 패턴에 맞추어 동작되는 총괄제어모드가 있다. 본 논문에서는 시간에 따라 단계적으로 온도를 제어하는 다수 전력변환장치의 제어기법을 제안한다.

2. 히터온도 총괄제어장치의 기능

2.1 히터온도 총괄제어기 구성

그림 2와 같이 12개의 온도센서를 이용하여 총괄 제어장치에서 12개 세라믹 히터 온도를 검출하고 사용자가 Touch Screen을 이용하여 설정한 기준 히터온도 패턴에 맞추어 각 SCR 전력변환기 12개를 제어한다.

온도센서는 출력전압이 0V에서 50mV인 K형 열전대(Thermocouple)를 사용하고 Touch Screen과 32 bit DSP인 TMS320F28335를 사용하여 기준온도패턴 설정 및 12개의 히터 기준온도와 실제 온도를 모니터링 한다.

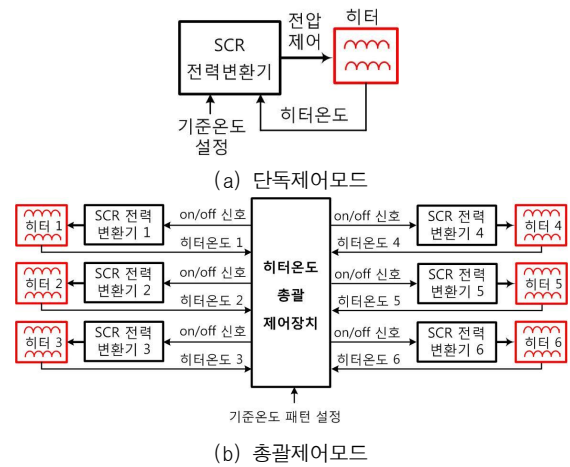


그림 1 SCR 전력변환기의 히터온도 제어모드별 블럭도
 Fig. 1 Block diagram of heater temperature control mode of SCR power converter

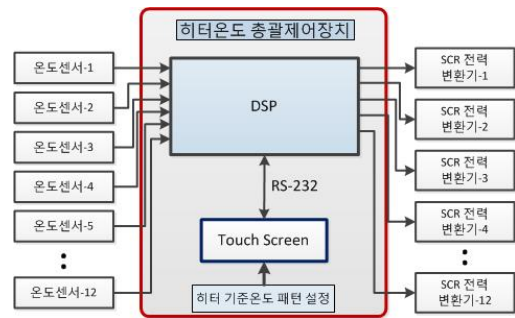


그림 2 총괄제어장치 구성도
 Fig. 2 Configuration of supervisor control system

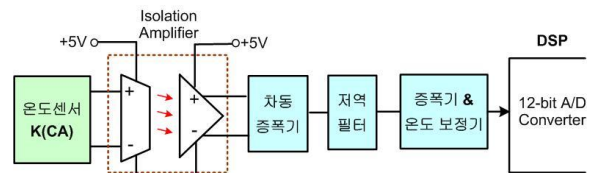


그림 3 Isolation amplifier를 사용한 히터온도 검출회로 블럭도
 Fig. 3 Block diagram of Heater temperature detection circuit using isolation amplifier

2.2 Isolation amplifier를 사용한 히터온도 검출회로

그림 3은 Isolation amplifier를 사용한 히터온도 검출회로의 블록도와 실제 회로도를 보인 것이다. 그림 3(a)와 같이 K 형 센서 출력단에 Isolation amplifier를 사용하여 K 형 열전센서와 히터온도 검출회로의 접지를 완전히 분리시킴으로써 같은 구조물에 연결된 다른 온도센서 검출회로 및 히터온도 검출회로와 병렬 연결된 장비들에 대한 영향을 최소화 한다.

Isolation amplifier의 차동출력신호를 Single ended 신호로 변환시키기 위하여 차동증폭기를 사용하며, 온도센서 신호에 포함된 리플 및 노이즈성분을 억제하기 위하여 저역필터를 사용한다. 낮은 센서 출력전압 값을 DSP의 12 bit A/D 컨버터의 아날로그 입력전압의 최대값인 +3V로 맞추어 증폭하면서 전위 차계로 측정온도의 오차를 보정한다. 여기에 전원 투입 전 A/D컨버터의 DC Offset 보상 알고리즘과 입력전압오차가 낮은 op amp 모델을 사용하여 온도측정 정밀도를 향상시킨다.

2.3 Touch Screen과 DSP사이의 통신 및 방법

그림 4는 Touch screen과 DSP사이 전체 통신 데이터 구성을 보인 것이다. Touch Screen에 8단계 히터 기준온도 패턴의 Step 수와 시간간격 및 기준온도를 입력시킨다. 입력된 데이터는 DSP로 전송되고 A/D 컨버터를 통하여 입력된 12개 히터 온도값과 Touch Screen으로부터 전송받은 기준온도 값으로 각 SCR전력변환기의 온도제어를 수행하면서 Touch screen으로 12개 전력변환기별 기준온도, 히터온도 및 온도검출회로의 동작상태(정상/고장)를 전송한다.

2.4 기준온도 패턴설정기법

히터온도를 서서히 증가 또는 감소시키기 위하여 히터 기준온도에 Ramp기능을 사용한다. 그림 5는 ramp기능을 포함한 히터 기준온도패턴을 그린 것이다. 먼저 step 1에 보면 설정한 히터 기준온도는 $T1^*$ 로 되어 있는데 실제적으로 기준 히터온도를 TP1 시간동안 설정 온도값인 $T1^*$ 까지 서서히 증가시키는 ramp구간이며, step 3과 step 5 역시 설정 기준온도에 맞추어 서서히 증가 또는 감소시키는 ramp구간임을 알 수 있다.

- Step 1 : 시간 TP1동안 0°C에서 $T1^*$ 까지 온도 증가(Ramp)
- Step 2 : 시간 TP2동안 $T1^*$ 온도로 유지
- Step 3 : 시간 TP3동안 $T1^*$ 에서 $T2^*$ 까지 온도 증가(Ramp)
- Step 4 : 시간 TP4동안 $T2^*$ 온도로 유지
- Step 5 : 시간 TP5동안 $T2^*$ 에서 $T3^*$ 까지 온도 감소(Ramp)

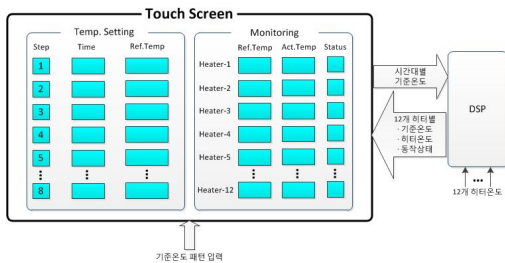


그림 4 Touch Screen과 DSP사이 통신 데이터 구성
Fig. 4 Communication data structure between Touch Screen and DSP

2.5 DSP와 Touch Screen의 데이터 통신 시험결과

그림 6은 히터온도 총괄제어를 위한 DSP와 Touch Screen 사이에 데이터 통신을 검증하기 위한 실험장치 사진이다.

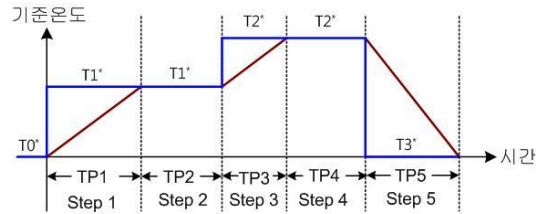


그림 6 히터 기준온도 패턴설정 방법
Fig. 6 Method of the heater reference temperature pattern setting

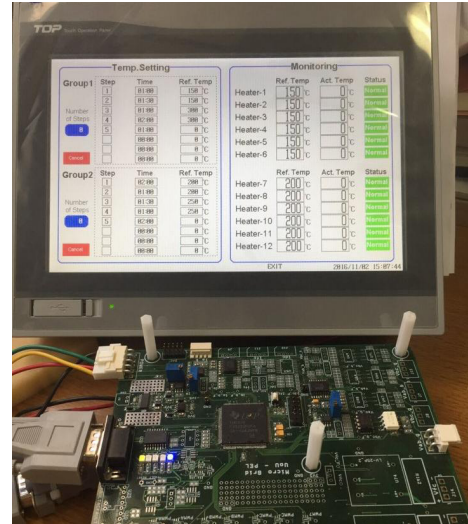


그림 6 DSP와 Touch screen의 데이터 통신에 대한 실험장치 사진
Fig. 6 Photograph of experimental device for DSP and touch screen data communication

이 통신실험에 사용한 DSP보드에는 히터온도 검출회로가 포함되어있지 않으므로 ACT.Temp는 0°C이고 Ref.Temp가 정상적으로 모니터링 되고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 DSP TMS320F288335를 이용한 다수 전력변환장치 기법을 제안하였다. 히터온도 측정 정밀도 향상을 위하여 DC Offset보상 알고리즘을 사용하여 정밀도를 향상시켰고 Touch Screen을 사용하여 8단계 온도 패턴을 설정하고 12 채널 히터온도를 기준온도 패턴에 맞추어 제어한다. 여기에 Touch Screen을 통하여 12개 SCR 전력변환기 세라믹 히터의 기준 히터온도, 실제 히터온도 및 온도검출회로 이상여부를 실시간으로 모니터링할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 김성중, 김진경, 김중호, 김영식, 문경만. 해양구조물용 고장력강 용접열영향부의 용접후열처리에 따른 기계적 특성에 관한 연구(SMAW의 경우). 대한용접학회 특별강연 및 학술발표대회 개요집, 제2권, 137-140, (2000).
- [2] 문용조, 박성수, 김상희, 신승환, 황정연, 남상훈, 이치환. SCR 제어를 사용한 고전압 제어연구. 전력전자학술대회 논문집, 115-117, (2011).