

냉난방용 디지털 온도조절계의 편차 정동작 특성에 관한 연구

A Study on the Characteristic of Declination Forward Action of Digital Temperature Controller using air Cool-Heating

위성동, 구할본*

(Sung-Dong Wee, Hal-Bon Gu)

Abstract

본 논문은 냉, 난방 디지털 온도 조절계(SPC 50)의 Et1의 편차 정 동작에 관한 구현장치 제작과 비례 미. 적분기가 At 및 비At기능에서 설정온도 100°C를 유지하는데 기인된 전압전류 및 전력데이터 획득의 요인과의 비례미적분 정수 및 노 개선점을 연구하였다. 설정온도를 유지하는 온도변화는 At기능에서 96.7°C~102°C이며, 비 At 기능에서는 97.6°C~100.2°C 이었다. 온도유지 전압변동은 At기능에서 2V~217V이며, 비 At기능에서 20V~217V 이었다. At와 비At 기능에서 설정온도 100°C을 유지하는데 온도를 냉각시키는 환풍기가 온. 오프 되는 시간차는 20초 정도 발생하였다. 온도차 및 전압차는 두 기능간에 비례 미. 적분값 설정이 자동 및 수동이냐에 따라서 차이를 보여주었다. 두 기능에서 설정된 온도값 유지에 따른 전압전류의 승압과 하강의 변동된 변환 데이터는 설정된 온도가 성취되어지는 시간차 및 설정값 유지의 특성을 요인으로 한 PID값과 노의 개선점에 길잡이가 된다.

중요 술어 : Proportion, Differential, Integral, At - Non At Function

1. 서 론

제작된 장치는 PID를 이용한 온도제어장치에 관한 것으로, 냉 난방 제어 및 기술증진 연구자재로 사용할 수 있도록 한 디지털 온도 조절계(SPC50 Et1)의 편차 정 동작에 관한 구현장치이다. 이 장치를 이용하면 PID 제어가 효과적으로 이루어져 노가 개선된다. 산업현장의 자동화는 크게 그룹 테크놀러지, 공장 자동화, 다품종생산시스템으로 구분하며, 가

공, 조립, 운전 시 공구의 교환 및 검사 등으로 생산시스템에서 자재의 흐름에 따라 진행되어지는 과정으로 그 역사는 P. S Mitro fanov에 의해서 고안되었다. 그후로 1946년 J. Die Bold와 D. S Harder에 의해서 자동화라는 이름이 붙여지고, 서독의 Aachen 공대의 H Opize 교수에 의해서 연구되어 오늘날 독일의 지멘스를 주축으로 유럽, 미국, 일본을 거쳐서 국내에 들어왔다. 특히 1968년 미국의 GM사에서 자동차 생산라인에서 도입하여 릴레이 시퀀스 제어회로를 프로그래머블 로직회로로 교체하여 실시간, 부품절약, 시간절약과 제품의 신뢰성을 증진시켰다. 그 일환으로 온도제어장치도 발전을 거듭하여 현재는 단일 기판 비례대(P), 적분시

* : 송원대학 전자정보과

광주시 서구 광천동 199-1

전화 062-260-5810, Fax : 365-3200

E-mail : wsd@songwon.ac.kr

** : 전남대학교 공과대학 전기공학과

간(I), 미분시간(D)이 온도제어기로 설계 및 장치되어진 모듈이 단독 또는 PLC에 의해서 제어되고 있다. 온도제어 조절계 제어기능은 사용되는 작업환경에 따라서 고속응답형(PID-F)과 저속응답형(PID-S)으로 구분되어서 장치되어지며, 온도를 제어하기 위한 주된 출력도 사용자 목적에 따라서 릴레이출력, 전압출력, 전류출력 중 적절한 기능의 출력이 얻어지도록 선택하여, 온. 오프 되는 시간과 안정된 제어를 유지하기 위한 기술연구가 진행되고 있다. 본 장안을 하게된 동기는 현재 산업현장에서 사용되고 있는 온도제어장치인 노(爐)에 관한 기술이론에 도움을 주고자 이 장치를 고안하게 된 것이다.⁶

본 장안의 목적은 온도 설정값으로 폐 공간의 온도를 유지하기 위해 감지되어진 온도센서 Pt 100Ω의 출력 피드백 신호값을 PID 모듈의 A/D부분에서 받아서 연산된 D/A값이 SCR를 통해서 히터를 온. 오프 시키는 과정에서 PID의 At와 비At 기능으로 설정값 온도유지에 관한 연산기능의 결과치가 출력으로 보내지도록 회로결선과 아울러 설정온도를 유지하기 위한 MC의 온. 오프 되는 시간과 더불어 설정값이(목포값) 정밀하고 안정된 제어로 유지되는 데이터를 얻는 프로세서의 기술 이론을 연구하는 디지털 온도 조절계(SPC50 Et1)의 편차 정 동작 구현장치를 제작하여 그 특성을 연구하고자 한다.⁷

II. 온도조절장치의 구성

상기 목적을 달성하기 위하여 제작된 디지털 온도 조절계(SPC50 Et1)의 편차 정 동작 구현장치는 그 동작을 구현하기 위해서 외부 입력전원의 외부 노이즈를 제거하기 위한 노이즈 필터와, 온도 제어의 측정 물체인 측온 저항체와, 비례(P)·적분(I)·미분(D) 제어에 의해 온도를 일정하게 유지 조절하게 하는 디지털 온도 조절계와, 상기 디지털 온도 조절계로부터의 제어신호에 의해 전력 제어 및 온도제어를 구현하기 위한 실리콘 제어 정류기와, 상

기 실리콘 제어 정류기의 제어에 의해 전류 및 전압을 검출하여 사용 전력량을 검출하도록 하는 전력 변환기와, 상기 실리콘 제어 정류기의 온도제어를 통하여 상기 측온 저항체를 가열하게 하는 히터와, 상기 히터에 의해 측온 저항체가 설정온도 이상이 되는 것을 방지하게 하는 팬과, 상기 팬을 구동제어 하도록 하는 모터 컨트롤러를 구비한다. 본 장안에 따른 디지털 온도 조절계의 편차 정동작에 관한 구현방법은 디지털 온도 조절계 내의 설정 온도 및 정 동작 제어를 결정하는 단계와, 상기 설정된 유지온도가 도달되도록 히터를 이용하여 측온 저항체를 가열하는 단계와, 상기 측온 저항체 온도가 설정온도 이상일 경우 팬을 이용하여 냉각시키는 단계와, 상기 설정온도보다 소정 온도 이하로 측온 저항체의 온도가 내려갈 경우 히터를 이용하여 측온 저항체를 가열하는 단계를 포함한다. 상기 목적 외에 본 장안의 다른 목적 및 특징들은 첨부한 도면들을 참조한 실시 예에 대한 설명을 통하여 명백하게 드러나게 된다. 그림 2-1에서 그림 2-5를 참조하여 본 장안된 장치의 바람직한 실시 예에 대하여 설명한다. 먼저 제어동작에 있어서 모든 콘트롤러는 정. 역동작이 있다. 정 동작은 흔히 냉방 제어 때 사용하며 PV(센서 입력값)값이 상승하면 출력도 상승하는 경우를 말하며, 에어컨을 예로 들면 주변온도가 올라가면 에어컨이 강하게 작동하는 경우를 의미한다. 역동작은 이와 반대로 난방제어에 사용하며 PV값이 상승하면 출력이 하강하는 동작을 의미한다. 그림 2-1은 본 장안에 따른 디지털 온도 조절계를 이용한 편차 정 동작 구동장치의 구성을 나타내는 블록 형태를 나타내는 도면이다. 그림 2-1을 참조하면, 디지털 온도 조절계를 이용한 편차 정 동작 구동장치는 노이즈 필터(10), PID 온도제어 조절계(12), 디지털 전압, 전류 및 전력계(18a,18b,18c), 전력 변환기(16), 실리콘 제어 정류기(SCR), 히터(22), 히터 온도센서(24), 모터 컨트롤러(M.C,14),팬(26) 등으로 구성된다. PID 온도제어 조절계(12)는 하니웰(Honeywell)사의 SPC50이 사용되어지며, 이의

단자 결선도 및 표시의관은 그림 2-2와 그림 2-3에 도시된 바와 같다. 본 장안의 경우에는 그림 2-2에서 PV 입력은 측은 저항체의 감지 신호이다. 그림 2-3을 통하여 SPC 50(12)의 주요 표시부를 설명하면, SPC 50(12)은 측정값(PV), 모드 설정 항목 및 알람 코드를 표시하는 PV 표시부(30), 설정값(SP) 및 모드 설정 내용을 표시하는 SP 표시부(32), 상태를 램프로 표시하게 하는 상태 표시부(34), 모드 진입/모드 상태에서 설정 항목을 이동하거나 정상 상태로 전환하는 모드키(42), 설정값 변경시 자리를 이동시키도록 하는 자리 이동키(36), 설정값을 증가되게 하는 증가키(38), 설정값을 감소되게 하는 감소키(40)로 구성된다. 또한 상태 표시부(40)는 PID 오토 튜닝시 깜박이도록 하는 AT 램프, 제1 이벤트 릴레이 동작시 켜지도록 하는 EV1 램프, 제2 이벤트 릴레이 동작시 또는 루프 단선 경보(Loop Break Alarm) 발생시 켜지도록 하는 EV2 램프, 릴레이 출력, 전압 출력이 ON 되거나 전류 출력이 켜지도록 하는 OUT 램프 등으로 구성되었다.

III. 실험 및 방법

SCR(20)은 연속제어 방식으로, SPC50의 온도 조절계(12)로부터 4-20mA의 제어신호를 받아 전력제어 및 정밀한 온도제어를 구현하는 역할을 한다. 히터 온도센서(24)로는 측은 저항체 Pt 100Ω이 사용되며, 이는 1℃ 당 저항 변화가 0.3916~0.3850Ω로 여기에 2mA의 전류를 사용하면 0.8mV/℃의 전압 출력을 얻을 수 있다. 또한 Pt 100Ω은 -199.9℃ 내지 400.0℃의 온도 범위를 갖는다. 이들의 동작을 설명하면, 먼저 SPC50(12)의 모드 1에서 모드 키(42)를 2초간 누른다. 2초간 누른 후 설정값(SP)이 100℃가 되도록 맞춘다. 이후 비례대(P), 적분시간(I), 미분시간(D)을 초기 상태로 설정한다. 동시에 자동온도조절(Auto Tuning : At)은 모드(42) + 상승키(▲,38)로 설정하고 다시 2초간 모드키(42)를 누르게 되면 정상모드로 돌아오게 된다. 다음으로 입력 종류 설정(InPt) 기능에서 현

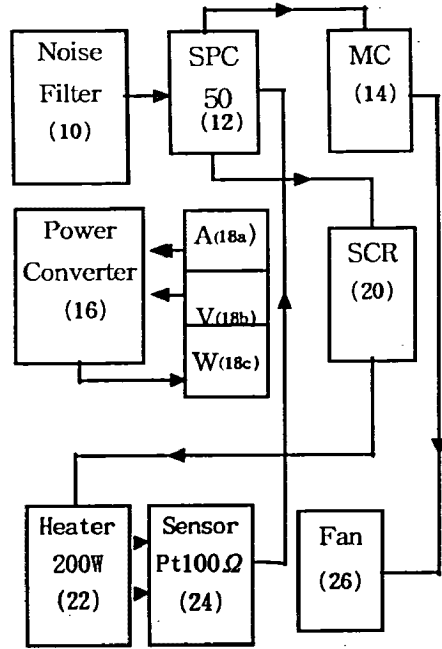


그림 3-1. 온도 제어기 장치도.
Fig. 3-1. Apparatus diagram of temperature controller.

재값의 측정을 위한 본 장안에 있어서 온도 센서인 SPC 50의 PV 입력코드 10번인 측은 저항체 Pt 100Ω을 선택한다.

이후 SPC50의 모드 2(현재 운전중인 파라미터의 값을 확인/변경할 수 있는 모드)에서 모드키(42) + 자리 이동키(◀, 36)를 이용하여 Et1을 선택하고 설정범위 3번인 편차 정 동작을 선택하여 온도 100℃를 유지하도록 한다. Et1에서 설정범위 3의 편차 정 동작의 동작 형태를 살펴보면, 그림 2-4에 도시된 바와 같이 미리 설정된 히스테리시스 값이 온도 100℃로 설정된 Et1을 기준으로 그 이하로 내려가면 히터를 턴-오프 시켰다가 다시 히터를 턴-온 시키게 된다. 상기에서와 같이 설정된 설정값을 이용하여 SPC 50의 전압 전류 차 및 시간차를 측정하면, 먼저 설정값(SP)이 100℃까지 온도가 상승하여 히터 온도센서 Pt 100Ω(24)의 온도가 100℃ 내지 100.1℃가 되면 팬이 동작하게 된다. 이 때 팬의 동작이

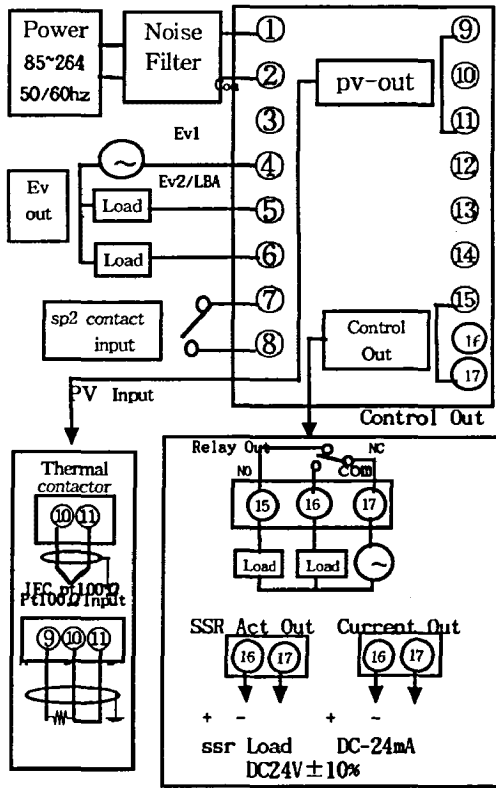


그림 2-2. 단자 결선도.
Fig. 2-2. Diagram of terminal connection line.

멈추는 시간은 약 50초로서, 이에 따라 히터 온도센서 Pt 100Ω(24)의 102.4℃까지 온도가 상승했다가 다시 99.6℃로 하강하게 된다. 또한 사용되는 전압도 20V로 하강하게 된다. 다시 설정된 온도 100℃까지 상승하는 시간은 1분 정도이고, 팬이 오프 되어있는 시간은 50초이다. 팬이 오프(OFF)에서 온(ON)되는 시간 간격은 약 1분으로 설정값 100℃를 기준으로 약 4 내지 5℃ 온도 차이를 유지하게 된다. 오차범위는 -4.5 내지 +2.4℃로 나타난다. 온도가 99.5℃ 내지 102.4℃ 오차범위에서 전압차는 최고 204V로 온도가 97.6℃일 때 전압은 217V이며, 온도가 102.4℃일 때는 20V로 낮아진다. 즉 97.6℃ 내지 100.2℃, 20V 내지 217V의 변

환과정을 나타낸다. At(오토튜닝)기능에서 최저 온도점이 99.7℃에서 팬이 오프 되고, 100.2℃에서 팬 온 되며, 이때의 전압은 2V로 떨어진다. 최저 온도는 96.8 내지 97.2℃이며, 전압은 217V정도이다. 팬이 오프에서 온 되는 시간은 약 42초 정도이다. 설정온도 100℃를 유지시 팬을 동작시키지 않을 때는 최고 101℃까지 온도가 상승하고, 최저 98.3℃까지 하강하였다가 다시 설정온도로 상승하게 된다. 자동온도조절(At)기능과 비자동온도조절(비At)기능에서 설정온도를 유지하는데 다음과 같이 온도 차이점은 표 1과 같다.

At 기능	비At 기능
96.7℃ ~ 102℃	97.6℃내지 100.2℃

표 1. At와 비At 기능에서 온도차.

Table 1. Temperature Gap of At & non At.

또한 At기능과 비At기능에서 전압차는 표 2와 같다.

At 기능 전압차	비 At기능 전압차
2V ~ 217V	20V ~ 217V

표 2. At와 비At 기능에서 전압차.

Table 2. Voltage Gap of At & non At.

실험 결과로 At기능과 비기능에서 설정온도 100℃을 유지하는 데는 온/오프 되는 시간차는 20초 정도로 발생하게 된다. At기능과 비At 기능에서 온도차 및 전압차는 두 기능간에서 비례대(P), 적분시간(I), 미분시간(D)의 설정값은 자동과 수동의 차이를 알려준다.

이들 두 기능으로 온도 설정값에 따른 전압전류의 승압과 하강의 과정을 관측하므로 설정된 온도가 성취되어지는 특성을 알 수 있게 되고, 이는 산업체에서 노(爐)를 A/S하는데 핵심적인 설정온도 값에 대한 전압전류 데이터를 사용할 때와 사용하지 않을 때의 온도의

차이점은 온도가 설정값에서 더 이상 상승을

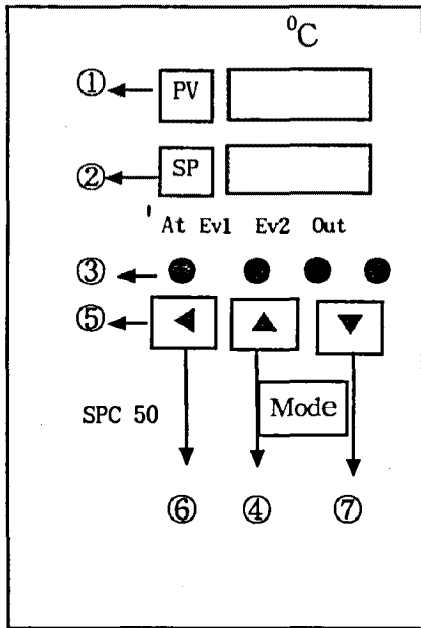


그림 2-3. 온도 조절계 외관표시.
Fig. 2-3. External expressing of temperature adjuster.

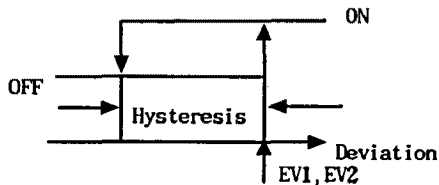


그림 2-4. 편차 정 동작형태.
Fig. 2-4. Deviation plus action type.

막아주는 방법으로 빠른 시간에 냉각을 시키므로 낮은 온도와 높은 온도 사이에 팬을 사용할 때보다는 사용하지 않았을 때가 온도차이가 적게 나타난다.³⁴

그림 2-5는 설정온도 100°C를 유지하는 온도 제어장치의 흐름도이다. 이 부분은 구성과 실험에서 세밀히 언급하였기 때문에 다시 설명하지 않는다.

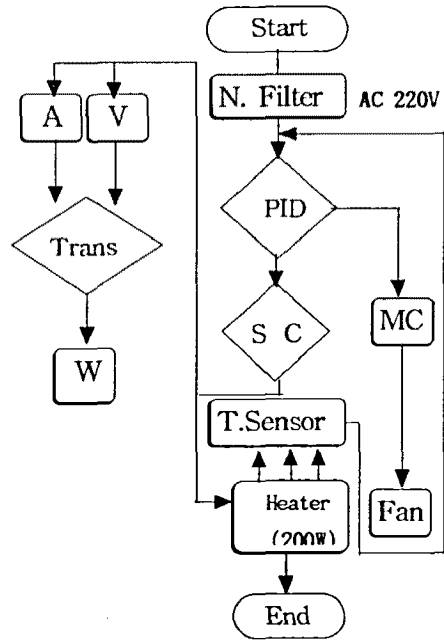


그림 2-5. 장치의 흐름도.
Fig. 2-5. Flow chart of apparatus.

IV. 실험결과 및 고찰

1. At기능과 비At기능에서 설정온도를 유지하는데 At 기능에서 96.7C~102C이며, 비At 기능에서는 97.6C~100.2C이었다.
2. At기능과 비At기능에서 전압차는 AT 기능에서 2V~217V이며, 비At기능에서 20V ~ 217V이었다. 실험결과로 At기능과 비At기능에서 설정온도 100°C을 유지하는 데는 온 오프 되는 시간차는 20초 정도로 발생하게 된다. At기능과 비At기능에서 온도차 및 전압차는 두 기능간에서 비례대(P), 적분시간(I), 미분시간(D)의 설정값을 자동/수동에서 차이를 알려준다. 그리고 설정값에 대한 V. I. W의 데이터 및 그래프는 다음 기회에 밝히겠다.

IV. 결 론

1. 본 논문은 냉, 난방 제어 및 기술증진 연구자재 기능이 탑재된 디지털 온도 조절계 (SPC50 Et1)의 편차 정 동작에 관한 구현장치 방안과 PID At/비 At 기능에

서 설정온도 100°C를 유지하는데 기인된 전압 전류에 의한 전력데이터 획득의 요인인 PID 기능과 노 개선에 관한 기술이론이다.¹²

2. 온도는 At기능에서 96.7°C~102°C이며, 비 At 기능에서는 97.6°C~100.2°C 이었다.
3. 설정온도유지 전압변동은 At에서 2V~217V이며, 비 At에서 20V~217V 이었다.
4. At와 비At 기능에서 설정온도100°C을 유지하는 데 공기를 냉각시키는 환풍기가 온. 오프 되는 시간차는 20초 정도 발생하였다.
5. 온도차 및 전압차는 두 기능간에 P, I, D 값 설정이 자동 및 수동이냐에 따라서 차이를 보여준다.
6. 두 기능에서 설정된 온도값 유지에 따른 전압전류의 승압과 하강의 변동된 변환대 이 터는 설정된 온도가 성취되어지는 시간차 및 설정값 유지의 특성을 요인으로 한 PID 및 노의 개선점을 밝혀준다.
7. 이 논문은 산업체에서 노(爐)를 점검 및 A/S하는 데 핵심적인 설정온도 값에 대한 전압 전류 및 전력 데이터의 점검은 물론 정밀과 미세한 오차의 설정온도를 유지하는데 중점이다.

참고문헌

1. Temperture Controller(PID Control with AUTO-TUNING)
<http://korins.com/m/hye/tc/a6-1.htm>
2. 양태현, 백동현, "PID 제어를 이용한 멀티형 열 펌프의 용량조절 이원용 공기조화", 냉동공학회, 2000.5.1
3. 이영일, "온도제어용 자동동조 PID 제어기의 설계와 RTP에의 적용", 한국 자동제어 학술논문, 2000.
4. 이원용, 장기창, 라호상, "냉동기의 고장진단 평가기술", 공조학회. 2000.
5. 이원용, "PID 제어를 이용한 멀티형 열펌프의 용량조절", 공조화, 냉동 공학회, 2000
6. 이용호, "분산제어 시스템에서 PID 튜닝을 위한 모델 인식논문", KORDIC.
7. 임재식, 이영일,(2000), "온도제어용 자동동조 PID제어기의 설계와 RTP에의 적용", 한국자동제어학술회논문(초록)집PP.62.