

# 농산물 건조기의 제어기 설계

입석구\*

\*천안대학교 정보통신학부

e-mail:sklim@cheonan.ac.kr

## Controller Design of Farm Produce Dryer

Seog-Ku Lim\*

\*Div. of Information and Communications, Cheonan University

### 요 약

근래에 이르러 농가에서 건조기의 사용이 증가하였지만 대부분의 건조기는 강한 열을 이용하는 방식으로서 고추와 같은 농산물인 경우 맛과 향에서 태양초에 비해 품질이 떨어지는 현상이 자주 있었다. 본 논문에서는 가격 효율성, 연료비 경제성, 맛과 향 그리고 건조시간의 단축이 고려된 건조기 시스템을 개발하였다. 이를 위해 농산물 건조기의 전 기능을 마이크로프로세서의 제어에 의해서 농산물 종류별로 자동적으로 건조할 수 있도록 one touch 방식으로 실현하는 것을 최종 목표로 하였다.

### 1. 서론

근래에 이르러 농가에서 건조기의 사용이 증가하였지만 대부분의 건조기는 강한 열을 이용하는 방식으로서 고추와 같은 농산물인 경우 맛과 향에서 태양초에 비해 품질이 떨어지는 현상이 자주 있었다. 또한 건조기 시스템 대부분의 기능이 수동적인 조작으로 동작하므로 농가의 사용자에게는 많은 불편을 초래하였으며, 이를 관리하는 농민은 항상 육안으로 식별 가능한 건조기의 근거리에서 위치하였다.

이러한 관점에서 농산물 건조기는 가격 효율성, 연료비 경제성, 맛과 향 그리고 건조시간의 단축이 고려된 건조기 시스템의 개발이 요구되었다. 본 연구에서 개발한 물 건조기는 냉온수의 흐름을 이용한 새로운 개념의 건조방식을 채택함으로써 가격 효율성, 연료비 경제성, 맛과 향 그리고 건조시간의 단축이라는 성과를 이룩하였다.

또한 농산물 건조기의 기능을 마이크로프로세서의 제어에 의해서 농산물 종류별로 자동적으로 건조할 수 있도록 one touch 방식으로 실현하는 것을 최종 목표로 하였다.

서론에 이어 2장에서는 건조기 시스템의 전체 구조 및 온도센서의 동작원리에 대해 설명하였으며, 3장에서는 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

### 2. 건조기 시스템 구조 및 개발방법

#### 1.1 시스템 블록도

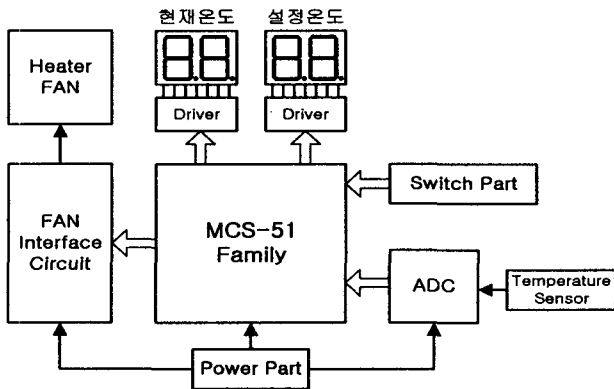
시스템의 블록도는 [그림 1]과 같다. 시스템 동작의 초기 단계에서는 건조하려는 농산물의 온도를 설정하기 위해 적정 온도를 입력한다. 또한 건조시간을 입력한다. 온도 입력은 100℃까지 가능하도록 구현하였다. 시스템의 동작이 시작되면 온도센서의 저항값을 ADC 변환기(ADC 0809)에서 디지털 값으로 변환하여 설정온도와 비교한다. 건조기 내부의 온도가 설정온도보다 낮으면 건조기 내부의 온도를 높이기 위해 AC 모터를 동작시키며, 건조기 내부의 온도가 설정온도보다 높으면 모터는 동작시키지 않는다. 설정된 건조시간이 완료되면 10초간 부저를 동작시켜서 농산물의 건조가 완료되었음을 사용자에게 알린다.

시스템 제어의 중심인 마이크로프로세서 저가의 one chip 프로세서인 89C51을 사용하였으며[1], 충분한 전류를 공급하기 위해 전원은 스위칭 파워(switching power)를 사용하였다.

CPU가 Halt 상태가 되었을 때 강제적으로 리셋을 눌러 초기화하는 감시용 타이머인 WDT(Watch dog Timer) 기능이 있는데 이를 위해 본 회로에서는 DS1232 칩을 사용하였

다. 또한 정전에 대비해 5분 간격으로 시스템의 현재 상태를 저장하기 위해 EEPROM 93C46를 채택하였다.[2]

온도센서는 부정저항의 특성을 갖는 DSC-103K5 IT(B)를 채택하였고[3], 모터의 동작은 릴레이를 통하여 이루어지는데, 기계적인 접점으로 동작하는 릴레이의 동작이 시스템에 영향을 주지 않도록 하기 위해 spark killer를 사용하여 그 영향을 최소화하였다.



[그림 1] 전체 시스템 블록도

1.2 개발내용

고추, 한약재, 버섯, 나물 등과 같은 농산물 종류별로 건조 온도와 시간이 다르므로 종류별로 온도와 시간을 다르게 설정할 수 있는 건조기 시스템을 개발하였다. 농산물 건조기의 전 기능은 펌웨어(firmware)로 개발하고 전체 시스템을 마이크로프로세서에 의한 제어에 의해 동작하도록 한다. 시스템 개발의 주요 내용은 다음과 같다.

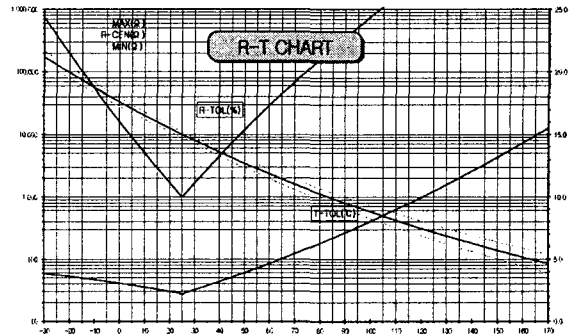
- 농산물 종류별로 최적의 건조 온도와 시간 조사
- 서미스터의 온도변화에 따른 저항값 특성 분석
- MCS-51 계열의 마이크로프로세서 입출력 설계
- 시스템 입출력 인터페이스 설계
- 전원회로 및 기타 보조 회로 설계
- 모든 기능을 firmware로 설계
- Prototype 시스템 제작
- CAD를 이용한 도면 설계 및 시작품 제작

1.3 온도 검출의 원리

서미스터(thermistor)란 온도에 따라 저항이 변하는 모든 소자를 의미하며 코발트·구리·망간·철·니켈·티탄 등의 산화물을 적당한 저항률과 온도계수를 가지도록 2~3종류를 혼합하여 소결(燒結)한 반도체이다. 서미스터는 부정저항온도계수의 특성을 가지고 있는 NTC(negative temperature coefficient)와 정저항온도계수의 특성을 가진 PTC(positive

temperature coefficient)라는 두 가지 종류가 있다.

본 연구개발에서 사용한 서미스터(thermistor)는 DSC-103K5 IT(B)이고 NTC 특성을 가지며 온도와 저항값과의 관계를 [그림 2]에 나타내었다[3].



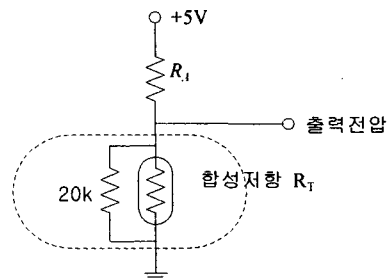
[그림 2] 온도와 서미스터 저항과의 관계

온도의 변화를 전압의 변화로 변환하는 방법에는 여러 가지가 있다. 온도 변화에 대한 서미스터 저항값의 변화는 선형적이지 않기 때문에 병렬로 저항을 접속하여 직선화를 한다. 병렬로 연결하는 저항의 값을 작게 할수록 직선화는 가능하나 온도 변화에 대한 전압의 변화가 작아진다. 따라서 적절한 저항값의 선택은 검출하려는 온도 범위나 희망하는 직선화 사이에 상호보완(Trade-Off) 관계가 있다.

[표 1] 서미스터 온도와 합성저항 및 전압과의 관계

온도		0℃	15℃	30℃	50℃
저항	서미스터 저항	33.27[kΩ]	15.89[kΩ]	7.99[kΩ]	3.45[kΩ]
	합성 저항	19.48[kΩ]	11.88[kΩ]	6.83[kΩ]	3.21[kΩ]
$R_1$ 값	2kΩ	4.534[V]	4.280[V]	3.868[V]	3.08[V]
	4.7kΩ	4.028[V]	3.583[V]	2.963[V]	2.03[V]

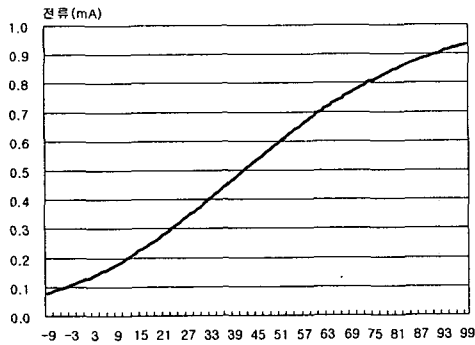
다음 [표 1]에는 47[kΩ]의 저항을 서미스터와 병렬로 연결하였을 경우의 온도와 합성저항과의 관계를 나타내었다. 또한 서미스터의 온도변화를 전압의 변화로 도출하기 위하여 [그림 3]과 같이 회로를 구성하여 서미스터에서의 출력 전압을 산출하였다.



[그림 3] 서미스터 저항 변화를 전압으로 변환하는 회로

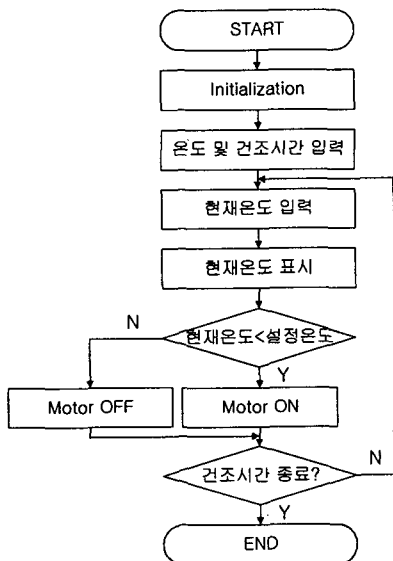
$R_A$ 의 값은 희망하는 온도와 전압의 관계에 의하여 결정하는데 서미스터에 흐르는 전류가 1[mA] 이상이 되면 서미스터의 자기 발열로 측정 오차가 생기기 때문에 서미스터에 흐르는 전류가 0.5[mA] 정도가 되도록 한다.  $R_A$ 로서 4.7[kΩ]을 선정할 경우 서미스터를 흐르는 전류는 건조기 내부온도가 15°C일 때 0.225[mA]이고, 30°C일 때는 0.370[mA]이다.

본 연구개발에서 사용한 온도센서의 R-T 특성곡선을 기초로 온도의 변화에 따른 온도센서에 흐르는 전류의 변화를 [그림 4]에 나타내었다.



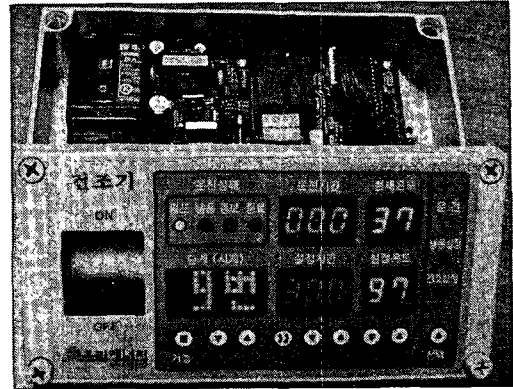
[그림 4] 온도에 따른 서미스터에 흐르는 전류

[그림 5]에는 전체 시스템의 흐름도를 나타내었다. 먼저 시스템 초기화 과정에서는 프로세서의 입출력 포트(port)를 설정하고 내부 16비트 타이머를 설정하고 동작시킨다. 사용자가 농산물의 온도 및 건조시간을 입력하면 시스템은 건조기 내부의 온도를 읽어서 표시장치에 표시하고 이를 설정온도와 비교하여 모터를 ON 또는 OFF한다. 마지막으로 건조시간이 종료되면 부저를 10초간 동작하고 시스템의 동작을 종료한다.



[그림 5] 시스템 흐름도

[그림 6]에는 동작 중인 건조기 시스템의 내부 및 외부 형태를 나타내었다.



[그림 6] 건조기 시스템의 내부 및 외부 형태

### 3. 결론

본 연구개발에서는 품질이 우수한 농산물을 자연 그대로 건조하기 위한 냉·온수의 흐름을 이용한 건조기 시스템 제어를 개발하였다. 개발한 시스템은 농산물 건조기의 기능을 마이크로프로세서의 제어에 의해서 완전 자동화하였으며 또한 건조기의 동작을 농산물 종류별로 자동적으로 건조할 수 있도록 one touch 방식으로 실현하였다.

본 연구과제의 기대효과로서 기술적 측면에서는 새로운 개념의 건조기 시스템의 도입에 따른 기술력 향상이 예상되며, 또한 경제·산업적 측면에서는 우수한 농산물 출하에 따른 농어촌 소득 증대에 기여하고 지역의 특성화된 산업으로의 발전을 기할 수 있는 것으로 예상된다. 아울러 연구과제는 수산물 건조기, 온실제어장치, 저온 냉장고, 환풍기 제어장치, 온풍 난방기, 온실 양액 공급장치, 심야 전기 기계장치, 보일러 제어장치, 양어장 산소공급장치, 도난 경보기 등의 장치에도 활용 가능한 것으로 분석된다.

본 과제의 연구개발에 의해 상품화된 건조기 시스템은 『2005 기술혁신대전』에 참가할 예정이며, 건조기에서 건조한 콩나물 분말은 현재 상품화가 추진 중에 있다. 또한 건조기 시스템의 건조방식이 특허 출원 중에 있으며, 콩나물 이외에도 버섯, 무우청 등과 같은 농산물을 추가적으로 건조하여 그 상품화를 추진 중에 있으며 이를 토대로 우리의 먹거리 문화에 일대 혁명을 이룰 것으로 기대하고 있다.

### 참고문헌

- [1] Using the MCS-51 Microcontroller, Oxford University Press, 2000
- [2] Texas Instrument, "TTL Data Book", 2003
- [3] <http://www.dscelec.co.kr/>