

디지털열량계 자동검사시스템 설계*

Digital Calori-Meter Auto-Testing System Design

박재삼(Jae-Sam Park)

시립인천전문대학 전자과

요 약

본 논문은, PC의 프린터 포트에 연결하여, 디지털적산열량계의 정확한 작동여부를 검사함으로써 생산된 디지털열량계의 품질을 테스트 할 수 있도록 하는 장치 설계에 관하여 연구한 것으로, 본 논문에서 설계된 장치를 사용하면 일시에 최대 13개의 디지털 열량계를 테스트할 수 있다. 본 장치는 열량계연산부, 열량계지시부, 제어부, PC로 구성되어 있으며, 본 장치를 이용하면 열량계의 송류온도, 환류온도, 온도차등이 정확하게 측정되고 있는가를 테스트 할 수 있고, 열량계의 연산부가 열량을 오차범위 내에서 연산하는가를 테스트하여 열량계의 합격/불합격을 판정할 수 있으며, 열량계가 불합격 판정을 나타낼 경우, 연산부의 측정값을 읽어 불합격의 원인을 추적할 수 있고, 테스트한 결과를 데이터베이스화 하여 파일로 저장할 수 있으므로, 테스트결과 보관, 프린트 등이 가능하다.

I. 서 론

중앙난방방식 공동주택 등에서 각 세대에서 사용하는 난방열량에 따라 난방비를 부과함으로써 입주자 스스로 에너지절약을 유도할 수 있다는 취지하에 정부에서는 난방계량기 사용을 주도적으로 장려하고 있다[1,2,3]. 난방계량기는 크게 적산열량계와 난방미터기로 나눌 수 있다. 적산열량계는 일정한 난방구역내에서 사용하는 열량을 일정한 시간동안 통과된 난방수의 양과 공급측과 환수측의 온도차이를 연산하여 적산부에 표시되는 열량에 따라 세대 난방비 분배를 할 수 있도록 한 기기이며, 난방온수미터기는 일정한 난방구역내에서 일정한 시간동안 통과된 난방수의 양에 따라 세대 난방비 분배를 할 수 있도록 한 기기이다[3].

적산열량계는 열량을 정확하게 측정할 수 있어 난방비 부과에 따른 공정성을 확보할 수 있는 장점이 있으나 제품가격 및 설치비가 고가이고 난방온수미터기보다 고장율이 높고 점검 및 유지보수가 어렵다는 단점이 있다. 적산열량계는 표 1에서 보는 바와 같이 용도에 따라서 냉방용, 중온난방용, 고온난방용 및 냉난방 겸용의 4종류가 있다. 최근 MPU(Micro Processor Unit)의 발달로 디지털열량계의 개발 및 사용이 본격화 되고 있으며 하드웨어의 가격이 하락하는 추세이므로 앞으로는 디지털적산열량계의 사용이 보아 보편화 될 전망이다.

열량계에서 측정된 열량값은 요금으로 환산되기 때문에 정확한 측정이 되지않으면 현장에서 분쟁의 소지가 되므로 제품 출하시 엄격한 합격/불합격 검사를 필요로 한다. 이에 따라 보통 다른제품들이 샘플검사를 하는 것에 반하여 열량계는 전수검사를 실시한다. 전수검사를 하기 위하여 많은 시간과 노력을 필요로 하므로, 본 논문은 이러한 디지털열량계의 제품

* 본 연구는 인천지역 기계전자 기술혁신센터 기술지도(관리번호 ITIC2000-25) 지원으로 수행되었습니다.

출하시 PC를 이용하여 자동으로 검사를 시행하는 디지털열량계 자동검사장치 개발에 관하여 연구이다. 본 장치를 이용하면 다음과 같은 사항을 처리할 수 있다. i) 디지털열량계의 연산부가 열량을 오차범위 내에서 연산하는가를 테스트하여 열량계의 합격/불합격을 판정할 수 있다. 적산열량계의 계기 허용오차는 표 2와 같다. ii) 디지털열량계의 송류온도, 환류온도, 온도차등이 정확하게 측정되고 있는가를 테스트 할 수 있다. iii) 열량계가 불합격 판정을 나타낼 경우, 연산부의 측정값을 읽어 불합격의 원인을 추적할 수 있다. iv) 테스트한 결과를 데이터베이스화하여 파일로 저장할 수 있으므로, 테스트결과 보관, 프린트 등이 가능하다.

표 1: 적산열량계의 용도에 따른 종류

종류	사용온도범위	
냉방용	0°C 초과 30°C 이하	
난방용	중온용	120°C 이하
	고온용	220°C 이하
냉난방 겸용	0°C 초과 120°C 이하	

표 2: 적산열량계의 최대 허용오차

온도차	최대허용오차
$\Delta T < 4^{\circ}\text{C}$	$\pm 6.0\%$
$4^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 10^{\circ}\text{C}$	$\pm 5.0\%$
$10^{\circ}\text{C} \leq \Delta T \leq 20^{\circ}\text{C}$	$\pm 5.0\%$
$20^{\circ}\text{C} \leq \Delta T$	$\pm 4.0\%$

II. 시스템 구성도

개발된 장치는 PC의 프린터 포트에 연결하여, 디지털열량계의 정확한 작동여부를 검사함으로써 생산된 디지털열량계의 품질을 테스트 할 수 있도록 하는 장치로서, 일시에 최대 13개의 디지털 열량계를 테스트할 수 있다. 본 장치는 열량계연산부, 열량계지시부, 제어부, PC로 구성되어 있으며 구성도는 그림 1과 같다.

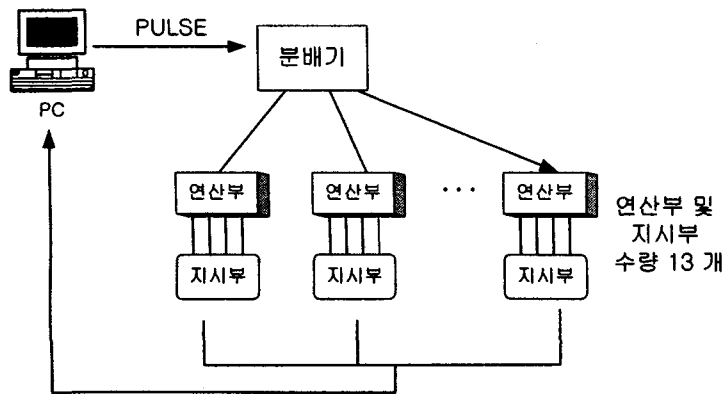


그림 1: 디지털열량계 검사장비 구성도

그림1에 보는 바와 같이 PC의 프린터 포트를 통하여 펄스를 출력하여 분배기로 입력한다. 분배기는 13개의 연산부의 펄스입력부가 연결되어 순차적으로 연산부로 펄스를 입력한다.

이 펄스는 유량을 지시하는 펄스로서, 온수가 공급되는 관에 연결된 유량 검출부에서 유량에 따라 펄스가 발생시키는 것에 해당한다. 유량검출부의 형식은 접선류 임펠러식, 수직 윌트만식, 수평윌트만식, 터빈식, 와류식 및 초음파식 등이 있다. 예를들어 임펠러식의 경우, 임펠러가 회전하면서 1회전당 1번씩 자기스위치를 동작하여 펄스를 발생키는 구조로 되어있다. 펄스주기는 공급되는 온수의 속도(양)에 관계되므로 조절가능하여야 한다. 본 장치에서는 500ms부터 10분 까지 조절가능하도록 하였다. 펄스가 연산부로 들어오면 연산부에서는 송류온도와 환류온도를 읽어 온도차를 계산하고 송류 및 환류 온도와 온도차를 적용하여 순간열량값을 계산한다. 계산된 순간열량값은 PC의 프린터포트를 통하여 PC로 입력되어 적산되며 이 결과가 실시간으로 PC의 화면에 디스플레이 된다. 이 과정을 수행하는 상세회로도를 그림 2에 보여준다. 그림 2는 1개의 디지털열량계를 검사하기 위한 회로도이므로 이와 같은 것이 13개 연결되어 있다.

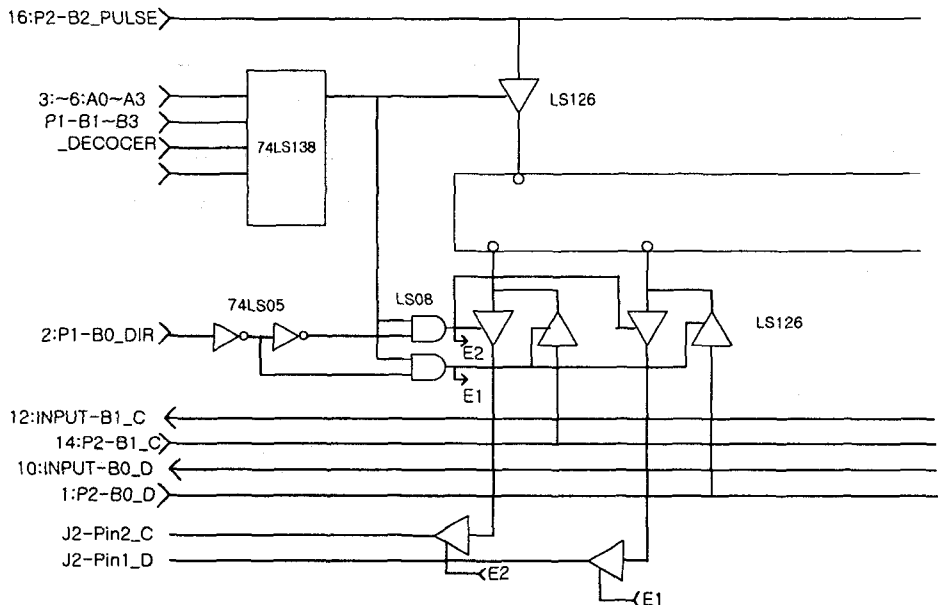


그림 2: 1개의 디지털열량계를 검사하기위한 회로도 상세회로도

III. 하드웨어 구성

그림 3에 메인보드의 구성을 보여준다. PC와는 프린터 포트(PC의 패러렐 포트)와 연결되며 통신포맷은 연산부-지시부간의 통신포맷과 동일하게 하였다. 프린터포트의 핀연결은 표 3과 같다.

그림 3의 50핀 코넥터(CONNECTOR)는 13개의 열량계의 연산부와 연결된다. 각각의 열량계와는 P(pulse), D(data), C(clock), G(ground) 4개의 신호선과 연결된다. 통신포맷은 연산부-지시부간의 통신포맷과 동일하다.

전송데이터는 다음과 같이 두가지 종류로 나눌 수 있다.

- i) PC에서 연산부로 수량펄스를 출력하고 PC는 연산부로 부터는 순간열량 입력받는다.

ii) PC에서 연산부로 적산열량, 송류온도, 환류온도, 온도차를 요구하는 데이터를 출력하고
 PC는 연산부로부터 해당 값을 입력 받는다.
 50핀 코넥터의 핀연결은 표 4와 같다.

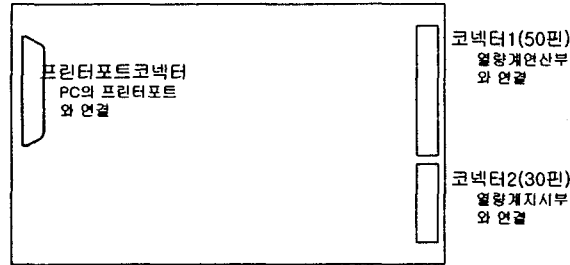


그림 3: 메인보드의 구성

표 3: PC와 메인보드와의 핀 연결

핀번호	신호방향	신호명	설명	S/W
1	OUT	D	bit2(D)-bit1(C)-bit0-(pulse)	Prtout1
14	OUT	C		
16	OUT	PULSE		
2	OUT	DIR	bit0 (1:입력 , 0:출력)	Prtout2
3	OUT	A0	bit4-bit1 (4 To 16 Decoder Address)	
4	OUT	A1		
5	OUT	A2		
6	OUT	A3		
10	IN	D		Prtin
12	IN	C		
18-25	OUT	G N D	DECODER ENABLE	GND

표 4: 50핀 코넥터와 열량계연산부와의 핀연결

핀번호	신호방향	신호명	설명
1	OUT	PULSE	열량계 1
2	IN/OUT	C	
3	IN/OUT	D	
4	OUT	PULSE	열량계 2
4	IN/OUT	C	
6	IN/OUT	D	
⋮			
37	OUT	PULSE	열량계 13
38	IN/OUT	C	
39	IN/OUT	D	
40-50	OUT	G N D	

그림 3의 30핀 코넥터(CONNECTOR)는 13개의 열량계의 지시부와 연결된다. 각각의 열량계와는 D(data), C(clock), G(ground) 3개의 신호선과 연결된다. 통신포맷은 연산부-지시부간의 통신포맷과 동일하다. 전송데이터는 순간열량데이터이다.

30핀 코넥터의 핀연결은 표 5와 같다.

표5: 30핀 코넥터와 열량계지시부와와의 핀연결

핀번호	신호방향	신호명	설명
1	OUT	D	열량계 1
2	OUT	C	
3	OUT	D	열량계 2
4	OUT	C	
⋮			
25	OUT	D	열량계 13
26	OUT	C	
27-30	OUT	GND	

IV. 소프트웨어

4.1 Power On Sequence

자동검사장비 프로그램을 실행하면 맨 먼저 데이터베이스파일이 존재하는가를 검사한다. 데이터베이스 파일은 열량계를 시험한 시험데이터들을 저장하여 추후 확인 인쇄등이 가능하도록 하기 위함이므로 저장, 보기, 삭제 기능을 가지고 있어야 한다. 본 시스템에서는 MS-Access를 이용하여 데이터 파일을 생성하여 사용하고 있다. 데이터베이스 파일 생성시 데이터베이스의 구조는 다음과 같다.

데이터베이스 파일 생성시 데이터베이스 구조

위치: 현재폴더\datafile 에 위치함

생성: 실행시 데이터베이스가 존재하지 않으면 자동으로 생성여부를 묻은 후 생성함

파일이름: SJ+년도+월.mdb (예) 2000년 7월의 경우: SJ200007.mdb

테이블: 1개의 파일에 1일-31일 까지 31개의 테이블이 자동으로 생성

저장: 해당일의 테이블에 해당일에 테스트한 자료들이 저장됨

파일이름, 테이블이름은 컴퓨터의 시스템날짜를 바탕으로 자동으로 찾아감

데이터베이스 파일이 생성되고 나면 프로그램은 자동종료된다. 다시 프로그램을 실행하면 데이터베이스가 이미 생성되어 존재하므로 메인화면이 실행하게 된다. 이 과정을 그림 4에 도시하였다

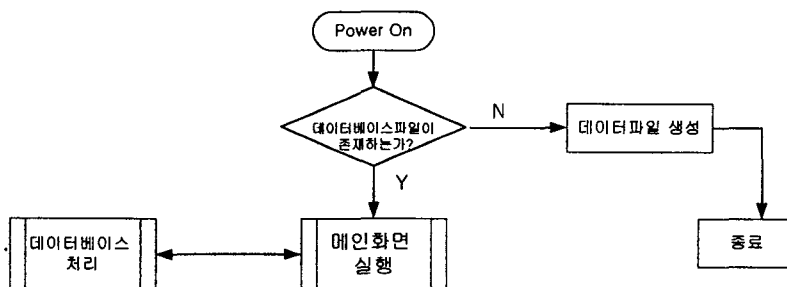


그림 4: 열량계검사프로그램 실행도

4.2 메인 화면 구성

메인화면에서는 열량계를 테스트하고, 열량계의 연산부로부터 적산열량, 송류온도, 환류온도, 온도차를 요구하여 전송받음으로써 열량계의 상태를 확인할 수 있다.

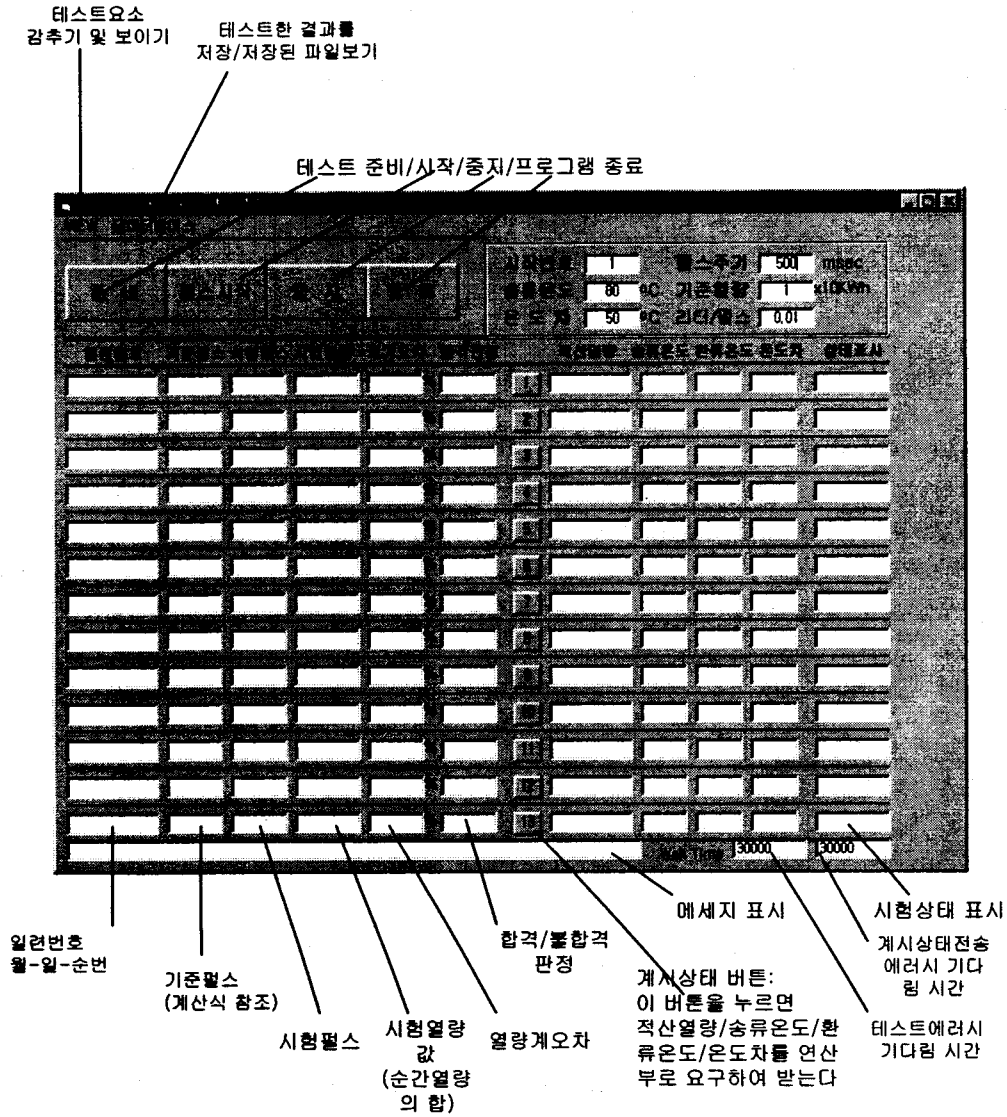


그림 5: 메인화면의 구성 및 기능 설명

메인화면의 구성 및 기능을 그림 5에 보여준다. 각각의 기능은 다음과 같다.

메뉴-VIEW

목적: 시험요소들을 감추기 하거나, 보이게 할 때 사용한다.

사용방법: 서브메뉴 SHOW 클릭 - 시험요소를 보이게 함
 HIDE 클릭 - 시험요소가 사라짐

메뉴-데이터베이스 : 시험결과 저장 데이터베이스

목적: 시험결과 내용을 저장하여 둔다.

데이터는 ACCESS 파일로 저장되어 있으므로 추후 ACCESS를 사용하여 인쇄등 다양한 작업을 할 수 있다.

사용방법: 서브메뉴 저장 - 시험완료한 사항을 저장시 사용
보기 - 저장한 자료를 볼때 사용

명령버튼-준비

목적: 시험준비를 위하여 일련번호를 부여하고, 기준펄스를 계산한다.

명령버튼-펄스시작

목적: 펄스 출력을 시작하여 테스트를 시작한다.

테스트가 진행되면서 펄스출력 수(시험펄스), 열량계로 부터 받은 순간열량값의 합(시험 열량)이 디스플레이 된다.

테스트가 완료되면, 계기오차가 나타나고, 계기오차에 따라 합격/불합격이 판정되어 나타난다.

명령버튼-계기상태 버튼

목적: 열량계의 적산열량, 송류온도, 환류온도, 온도차를 요구하여 표시함

명령버튼-중지

목적: 테스트 중지

특징: 테스트 중지 후 다시 테스트를 시작하려면, "준비" 부터 다시 시작하는 것이 좋음.
테스트중지 후 다시 테스트를 시작하면 처음펄스부터 다시 시작됨.

명령버튼-종료

프로그램 종료

4.3 프로그램

프린터포트제어는 C를 사용하여 dll 파일을 만들었으며, 화면구성 및 기타 프로그램은 비주얼베이직6.0으로 작성하였다.

연산부 오차계산 방법

열량계의 시험을 위한 오차는 다음과 같이 계산된다.

단위펄스당 기준열량값 = 열량환산계수(K)×온도차(ΔT)×펄스당유량

기준펄스 = 기준열량 / 단위펄스당기준열량값

시험기준열량 = 시험펄스×단위펄스당기준열량값

열량계오차(%) = (시험열량 - 시험기준열량) / 시험기준열량 x 100

시험펄스가 입력되어 적산 시험열량이 기준열량을 초과하면 시험을 끝내고 열량계의 오차를 계산하여 오차값이 표 2의 허용오차 범위내인가에 따라 합격/불합격이 판정된다. 그림 5에서 각 열량계의 계기상태버튼을 누르면, 열량계연산부에서 보유하고 있는 적산열량값, 현재 송류온도, 환류온도, 온도차 등을 연산부로부터 받아 표시하게 된다.

V. 결 론

본 논문에서는 디지털적산열량계의 제품 출하시 PC를 이용하여 열량계의 정확한 작동여부를 자동으로 검사를 시행하는 디지털열량계자동검사장치 개발을 함으로써 기존의 많은 시간과 노력이 소요되는 것을 개선하고자 한 연구이다. 본 논문에서 설계된 장치를 사용하면 일시에 최대 13개의 열량계에 대하여 다음과 같은 사항을 시험할 수 있다. i) 열량계의 연산부가 열량을 오차범위내에서 연산하는가를 테스트하여 열량계의 합격/불합격을 판정할 수 있다. ii) 열량계가 불합격 판정을 나타낼 경우, 연산부의 측정값인 송류온도, 환류온도, 온도차 등이 정확하게 측정되고 있는가를 읽어 불합격의 원인을 추적할 수 있다. iv) 테스트한 결과를 데이터베이스화하여 파일로 저장할 수 있으므로, 테스트결과 보관, 프린트 등이 가능하다. 본 논문에서 설계한 장치가 개발되기 전에도 펄스발생기와 릴레이등을 이용한 자동시험장치가 있긴 하였지만 이들은 단지 합격/불합격만을 판별할 수 있었고 불합격 원인추적, 테스트결과 보관 및 프린트 등이 불가능하여 많은 불편이 있었다. 이러한 불편들이 본 연구결과로 현저히 개선되어 생산성향상에 많은 도움을 주고 있다.

참고문헌

- [1] 住宅建設促進法 제31조(주택의 건설기준등), 주택건설기준 등에 관한 규정 (大統領令)제 37조(난방설비등) 제3항
- [2] 통상산업부 고시 제1997-171호 "중앙집중난방방식 공동주택에 대한 적산열량계 등의 설치 시공지침"
- [3] 공동주택의 난방계량기 운용제도 개선방안, 에너지관리 심의관실 에너지관리과, 99. 2