

## LPG 충전기용 온도 보정 시스템 개발

이 상 훈  
한서대학교 전자공학과

### A Temperature Compensating System for LPG Dispenser

Sanghoon Lee  
Department of Electronic Engineering, Hanseo University

**Abstract** - In this paper, a temperature compensating system(TCS) for LPG dispenser has been developed. A TCS includes a processor(80C196) with an A/D converter, I/O port(82C55) and 6-digit vacuum fluorescent display. Based on encoding signals from the gas flow meter, different calibration values from each apparatus and temperature compensating values from the temperature sensor, the TCS controls the LPG dispensing quantity with switching on or off the solenoid valves. The temperature compensation is performed with analog-to-digital conversion of the temperature sensor. The resolution of temperature compensation is nearly 0.5°C using 10-bit ADC. The field test of the TCS shows the exact temperature compensation.

난 후 소류 밸브를 차단시킨다. 온도 보정은 80C196 프로세서의 내부 10-bit A/D 변환기를 사용하여 온도센서로부터 입력되는 온도를 전압으로 변환시킨 후 0.5°C 분해능으로 온도제어를 할 수 있다. VFD 디스플레이는 유량, 금액, 단가가 표시되며 그 값을 누적시켜 일계, 월계를 알 수 있게 하였다. 그 외에 시스템 진단기능 및 RS-232C 컴퓨터통신, POS 통신이 가능하도록 하였다.

#### 1. 서 론

LPG 및 석유류는 온도에 따라서 유량의 변화가 LPG의 경우는  $\pm 0.23\%/^{\circ}\text{C}$ , 무연은  $\pm 0.11\%/^{\circ}\text{C}$ , 등유는  $\pm 0.10\%/^{\circ}\text{C}$ , 경유의 경우는  $\pm 0.09\%/^{\circ}\text{C}$ 로 특히 LPG의 경우가 그 변화가 심하므로 정확한 충전량을 계량하는 것이 중요하다. 예를 들면 겨울철(영하 20°C)과 여름철(영상 30°C)의 온도 차이는 약 50°C 정도까지 나므로 11.5%의 유량변화를 야기한다. 이는 금액으로 30원/ℓ(260원/ℓ 기준)의 차이를 보인다. 따라서 공정거래 확립의 차원에서 공급자와 소비자 입장에서 정확한 계량의 필요성이 요구되는 사항이다. 이를 위해 본 논문에서는 LPG 충전기의 충전제어 및 자동 온도 보상의 알고리즘을 개발하고 이를 프로그래밍 한 후 온도센서와 16-bit 마이크로프로세서(Intel 80C196)로 자동 온도 보상이 가능한 LPG 충전기의 충전 제어 시스템을 설계 및 제작하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시스템 구성

LPG 충전기용 온도 보정 시스템은 그림1과 같이 크게 마이크로 프로세서부[1], I/O 입·출력부[2], VFD(vacuum fluorescent display)[3] 디스플레이 구성부로 구성된다. 시스템의 충전 제어 동작은 노출 s/w가 on되면 LPG 유량계의 encoder로부터의 유량(유속)신호와 기차 보정 값 및 15°C를 기준으로 한 온도 센서부의 온도 보정값을 입력받아 솔레노이드 밸브를 제어하여 충전을 제어하게 된다. 솔레노이드 밸브는 펌프와 소류 및 대류 밸브로 각각 구분된다. 그림2에 솔레노이드 밸브 제어에 의한 LPG 충전 흐름도를 나타내었다. 그림에서처럼 충전모드가 자유충전이든 설정충전이든 정확한 충전량을 제어하기 위하여 충전 시작 시는 먼저 소류 밸브를 켜고 나서 약 250ms후 대류 밸브를 ON 시킨다. 충전 종료시는 설정된 충전량에 따라서 먼저 대류 밸브를 차단하고

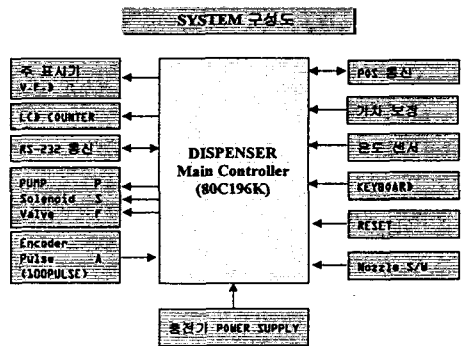


그림1. 온도 보정 시스템 구성도

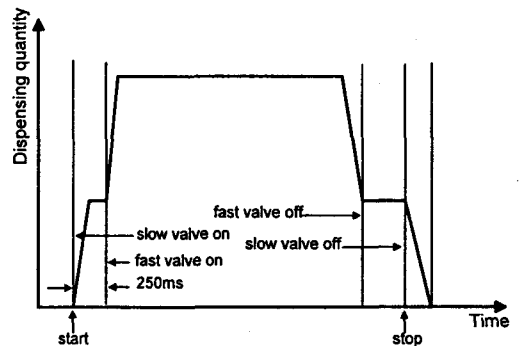


그림2. LPG Flow Map

##### 2.2 CPU 및 I/O port

온도 보정 시스템은 인텔의 16-bit 80C196 프로세서를 사용하여 LPG의 충전을 제어한다. 프로세서는 20MHz의 clock rate로 동작하며 온도 보정을 위해 내부의 A/D 변환채널을 이용하였다. 프로그램의 실행을 위해서 27C256 ROM과 6264 RAM을 사용하였다. PAL 소자를 이용하여 어드레스를 디코딩 하여 해당 칩 선택 신호를 생성시켰다. 프로세서와 접속되는 입·출력은 Programmable Peripheral Interface 소자인 8255를 사용하여 구성하였다. 프로그램은 에셈블리 언어로 작성되었으며 그 크기는 약 5000라인 분량이다. 표1은

프로세서부의 어드레스 맵을 보여주며 그림3은 프로세서와 입·출력부의 구성도를 보여준다.

RAM	FFFFh F000h
ROM	EFFFh 1F00h
PPI #1	1EFFh 1E00h
PPI #2	1DFFh 1D00h
80C196 Internal	1CFFh 0000h

표1. 어드레스 맵

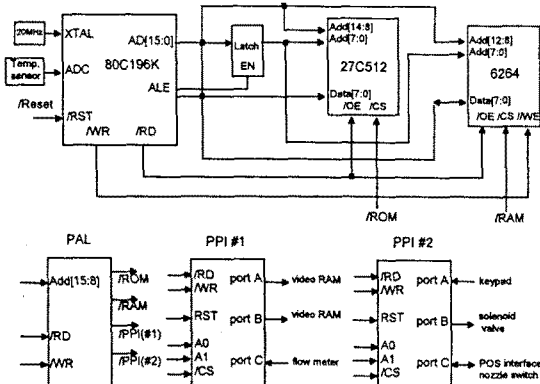


그림3. CPU 및 I/O 구성도

### 2.3 Display

디스플레이는 6-자리 VFD 3개를 사용하여 각각 금액, 충전량, 단가를 표시한다. 금액은 0.001~999.999 원, 충전량은 0.001~99.999 l, 단가는 100.00~5.999.9원외의 범위까지 표시되도록 하였다. 디스플레이 데이터는 별도의 video RAM을 사용하여 프로세서에 의해 해당 데이터가 write 된 후 카운터 회로[4]에서 발생되는 어드레스 신호에 의해 read 되어 VFD에 표시된다. 이 때 디스플레이 데이터를 7-segment 데이터로 변환시키기 위해 PAL 소자를 사용하여 디코딩 하였다. 아울러 VFD 디스플레이는 카운터 회로에서 발생되는 어드레스 신호를 디코딩한 grid 제어신호들에 의해 on-off가 제어된다. 그림4는 디스플레이부의 구성도를 보여주며 그림5는 이의 타이밍도를 보여준다. 즉 각 세그먼트 데이터를 표시하기 위한 grid 제어신호들은 18 주기마다 1번씩 각 디스플레이 세그먼트를 ON 시킨다.

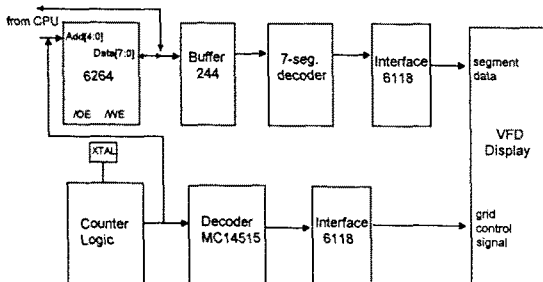


그림4. VFD Display 구성도

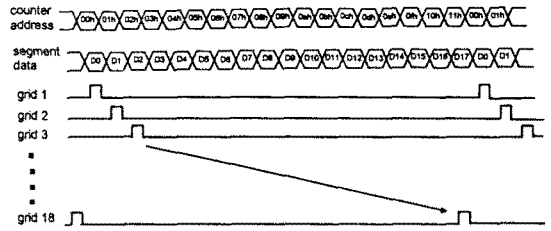


그림5. VFD Display Timing Chart

### 2.4 Temperature Compensation

LPG의 유량은 온도의 변화에 따라서  $\pm 0.23\%/^{\circ}\text{C}$ 로 비교적 크므로 정확한 양을 충전하기 위해서는 온도 변화에 따른 가스 유량 보상을 해야한다. LPG 유량은 다음의 식에 의해서 결정된다.

$$\text{유량} = \text{펄스수} \times \text{유속} \times \text{기차보정값} \times \text{온도보정값}$$

여기서 펄스수는 가스 유량계의 encoder로부터 출력되는 펄스의 수로 충전기의 토출량이 약 1~60 l/min 이므로 이에 해당되는 펄스가 입력된다. 유속은 입력되는 펄스수를 0.5초당의 회수로 평가하여 유량의 속도를 결정한다. 기차 보정값은 충전기를 제작한 후 기기마다의 오차를 보정 하는 값으로 초기 가동시 보정한 후 동일한다. 온도 보정값은 온도 변화에 따른 가스 용적의 변화량을 보상하는 값이다. 온도 보정값은 Gordian사의 DIN43760 온도센서를 가스 유량부에 접촉시켜 온도 변화에 따른 저항변화를 전압으로 변환 시켜 프로세서의 A/D(analog-to-digital) converter 채널에 입력시켜 보상하였다. 충전기의 사용 규격 온도가  $-30^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$  이므로  $0.5^{\circ}\text{C}$ 의 분해능으로 제어하기 위해서는 총 201 단계를 갖는다. 따라서 A/D 변환기가 10-bit이므로 1024의 단계가 가능하고 기준전압을 5.0V를 공급하면  $4.88\text{mV/step}$  분해능을 갖게된다. 그러나 사용 온도 범위에서의 온도센서의 최대 저항변화가  $88.22\Omega(-30^{\circ}\text{C}) \sim 127.07\Omega(+70^{\circ}\text{C})$ 이므로 전압 분압 회로를 이용해서는  $0.5^{\circ}\text{C}$ 의 분해능으로 제어할 수가 없어 약간의 이득을 갖는 증폭회로를 통해 증폭시켜 입력 시켰다. 그림6은 온도센서의 저항 값을 전압으로 변환시키는 증폭회로를 보여준다. 정확한 이득을 얻기 위해서 정밀 저항을 증폭기의 부재환 저항으로 사용하였다.

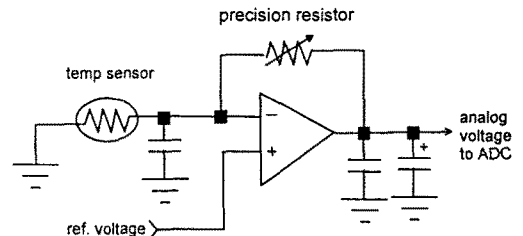


그림6. 온도-전압 변환회로

그림7은 본 논문에서 사용된 온도센서의 온도-저항 값 변화의 특성을 보여준다. 사용된 온도센서는 온도 보정 시스템의 사용온도 범위에서의 좋은 선형성을 보여준다. 그림8은 그림6의 온도-전압 변환회로에서  $0.5^{\circ}\text{C}$  단계로 계산된 출력전압과 측정된 출력전압이다. 계산값과 측정값의 차이는 회로의 입력 기준전압과 A/D 변환기의 기준전압, 저항값 변화 등으로 기인한 차이로 온도센서의 온도-저항 변화의 선형성과 거의 유사한 정도로 온도-전

압의 선형성을 얻을 수 있었다. 계산값과 실측값의 오프셋의 차이는 정밀저항의 조정에 의해 전압변환 이득을 조정함으로써 보완된다.

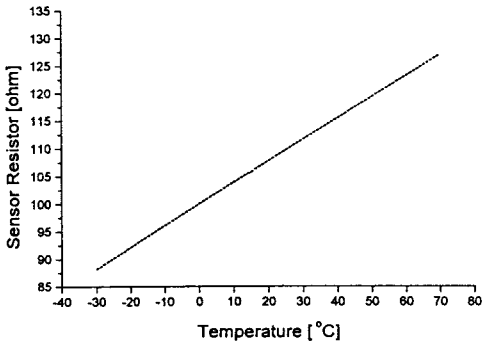


그림7. 온도변화에 따른 온도센서의 저항값 변화

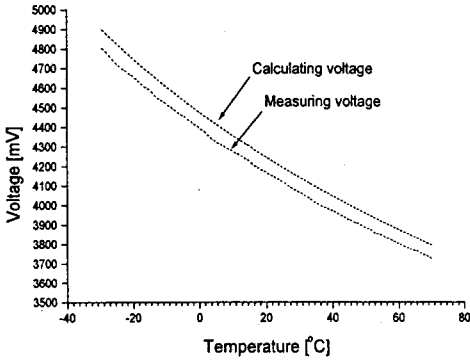


그림8. 온도-전압 변환회로의 계산과 실측전압

그림9는 제작되어 시험중인 온도 보정 시스템의 시작품 사진을 보여주며 현재 PCB로 제작된 후 LPG 충전기에 실장 시켜 신뢰성 시험을 수행 중에 있다.

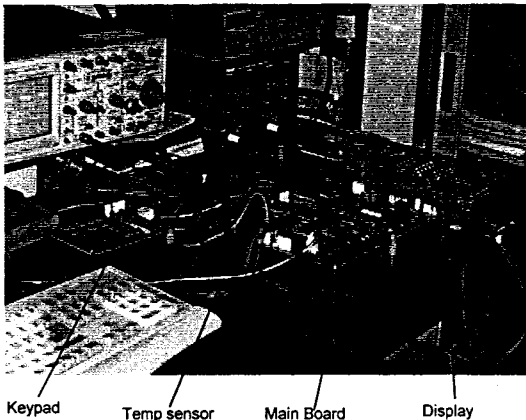


그림9. 시험중인 온도 보정 시스템

### 3. 결 론

본 논문에서는 LPG 충전기의 충전제어 및 자동 온도 보정의 알고리즘을 개발하고 이를 프로그래밍한 후 온도 센서와 16-bit 마이크로프로세서로 자동 온도 보정이 가능한 LPG 충전기의 충전제어시스템을 설계 및 제작하였다. 설계 제작된 시스템은 프로세서부, I/O 입·출력부, VFD 디스플레이 구동부로 구성된다. 충전 제어 동작은 LPG 유량계의 encoder로부터의 유량(유속)신호와 기차 보정값 및 15°C를 기준으로 한 온도 센서부의 온도 보정값을 입력받아 솔레노이드 밸브를 제어하여 충전을 제어하게 된다. 온도 보정은 프로세서의 내부 10-bit A/D 변환기를 사용하여 0.5°C 분해능으로 온도제어를 할 수 있다. VFD 디스플레이는 유량, 금액, 단가가 표시되며 그 값을 누적시켜 일계, 월계를 알 수 있게 하였다. 그 외에 시스템 진단기능 및 컴퓨터통신, POS 통신이 가능하도록 하였다. 제작된 시스템을 LPG 충전기에 실장하여 시험한 결과 목표한 정확도로 유량이 제어됨을 알 수 있었다.

본 연구에 대한 중소기업청, 충남도청, (주)원엔지니어링의 지원에 감사드립니다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] Intel, "80C196K databook", 1999
- [2] Intel, "82C55 databook", 1999
- [3] Samsung, "VFD display(SVB06MM35)", 1999
- [4] M. Morris Mano, "Digital logic and programmed logic", Prentice-Hall, 1979