

가스 계량 밸브 시스템의 개발에 관한 연구

최 영 규

A Study on the development of gas metering valve system

Young-Gyu Choi*

요 약 가정에서 사용하는 LPG는 용량을 측정할 수 있는 방법이 없기 때문에 공급자에 의존할 수밖에 없었다. 또한 LPG 가스 교체 시기를 알 수 없기 때문에 가스 용량을 측정하여 교체시기에 대한 경보를 필요로 하고 있다. 본 연구에서는 사용자와 공급자가 믿고 신뢰할 수 있는 있도록 가스통을 교체할 시기를 알려 주고, 공급가스 용량을 쉽게 알 수 있도록 하기 위해 홀 효과 센서를 적용하여 가스 용량 측정 밸브 시스템을 개발하였다.

Abstract LPG is used in the home would have to depend on the provider, because there is no method for measuring the capacitance. In addition, by measuring the gas capacities can not be known because of the LPG gas replacement time and requires an alarm for replacement. In this study, and that the gas capacities to the trusted user and the supplier, in order to know when it is time to change to LPG gas by applying a Hall effect sensor developed a gas capacities measurement the valve system.

Keywords : LPG Gas, Hall effect sensor

I. 서 론

일반 주택에서 사용하는 LPG는 주로 취사용으로 공급되고 있지만 LPG 가스통의 용량을 소비자가 정확히 알 수 없기 때문에 사용 중에 가스가 떨어지는 문제가 발생하여 취사에 불편함이 많이 발생 하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 가정에서는 두 개의 가스통을 채워 넣고 있다가 하나가 떨어지면 밸브를 전환하는 방식으로 취사용 LPG 가스를 사용하고 있다. 그러나 가스 용량에 대해서는 가정에서 측정하기 어렵기 때문에 공급자와 사용자 간에 마찰이 생길 수 있는 소지가 발생하고 있다. 공급자와 사용자가 서로 신뢰할 수 있도록 하기 위해서는 가정에서 쉽게 사용량을 측정할 수 있는 계측기를 절실히 필요로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 밸브에 홀 효과 센서를

이용하여 가스 사용량을 계량할 수 있도록 MCU를 사용하여 시스템을 구성하고 급격한 사용 용량의 변화를 감지하여 밸브를 차단하여 가스 폭발 사고 예방을 할 수 있도록 가스 계량 밸브 시스템을 개발하였다.

II. 본 론

1.가스 공급 저압 배관

가스 저압공급 구간(1kg/cm²미만) 일 경우 지역 정압기 또는 건물(또는 공동주택)내에 설치된 단독 정압기에서 가스사용 기기까지의 공급압력이 여기에 해당하며, 빌딩 냉·난방용, 공업용 등 대량으로 도시가스를 사용하는 곳에는 일반적으로 0.2~0.5kg/cm²의 압력으로, 일반가정용(취사용)에는 200~250mmH₂O 정도의 압력으로 공급한다.

* Corresponding Author: Computer Engineering Professor of Korea National University of Transportation (ygchoi@ur.ac.krr)
Received : November 05, 2014 Revised : November 18, 2014 Accepted : December 2, 2014

LNG 사용 시 유량은 압력조건 등이 같다고 할 경우 Air 대신 LNG를 사용하면 LNG가 더 가벼우므로 흐르는 양이 많을 것이다. 그 양은 용량환산계수를 통하여 구 할 수 있다.[1]

$$\begin{aligned} \text{Air의 용량환산계수(Fg)} \\ = \sqrt{0.6/1} = 0.77 \end{aligned} \quad (1)$$

이므로 $100/0.77 = 130 \text{ m}^3/\text{h}$ 가 된다.

그러나 LPG 사용 시 유량은 압력조건 등이 같다고 할 경우 Air 대신 LPG를 사용하면 LPG가 더 무거우므로 흐르는 양이 적을 것이다. 그 양은 용량환산계수를 통하여

$$\begin{aligned} \text{LPG의 용량환산계수(Fg)} \\ = \sqrt{0.6/1.53} = 0.62 \end{aligned} \quad (2)$$

이므로 $130 * 0.62 = 80.6 \text{ m}^3/\text{h}$ 가 된다.

여기서 질량 kg/h 단위로 환산하면 아보가드로의 법칙에 의해 모든 기체 1 mol은 22.4 l의 부피를 차지하고 LPG 1 mol은 44 g 이므로

$$44 \text{ g} : 22.4 \text{ l} = X \text{ kg} : 1 \text{ m}^3 \quad (3)$$

$$X = 44/22.4 = 1.96 \text{ kg/m}^3 = 2 \text{ kg/m}^3 \quad (4)$$

$$\text{LPG } 80.6 \text{ m}^3/\text{h} * 2 \text{ kg/m}^3 = 160 \text{ kg/h} \quad (5)$$

가 된다.

환산계수에 의해

$$\text{LPG } 1\text{kg} = 1.97 \text{ l} = 0.529\text{m}^3 \quad (6)$$

으로 50kg형 가스절제기 사용시 충전조성이 95% 인 경우 가스발생능력(kg/h)은 -5Co에서 2.5(kg/h)이고, 90%에서는 2.3(kg/h)이다.

2. 홀 효과 센서

홀 효과는 이상적 센싱 기술이다. 홀 소자는 전류 흐름 방향에 수직 한 개의 출력 단자와 전도성 재료의 얇은 시트로 구성된다. 홀 효과는 전도체의 전류특성에 기인한다. x방향으로 전류 I_x 가 흐르는 가느다란 금속 또는 반도체 판에 수직으로 자기 H_z 를 작용시키면 H_z , I_x 에 수직인 방향으로 기전력 E_y 가 발생하고, 이 방향으로 전위차가 나타난다. I_x , H_z 가 모두 작을 때 E_y 는 I_x , H_z 에 비례하며, 그 비례정수를 홀계수(Hall Factor)라 한다.

홀계수는 캐리어 밀도에 역비례 하며 물질

의 종류와 온도 등에 영향을 받는다.

자기장을 받을 때, 그 자기 강도에 비례 한 출력 전압에 응답한다. 출력 전압 (μV)은 매우 작고, 유용한 전압 레벨을 달성하기 위해 추가회로와 결합 될 때, 홀 효과 센서를 형성한다. 모든 마이크로 스위치(Micro Switch) 홀 효과 장치의 핵심은 홀 소자 및 신호 처리 전자 장치를 포함 하는 집적 회로 칩이다.

본 연구에서는 홀 효과 센서를 이용하여 유량을 측정할 수 있도록 회로를 설계하여 가스 용량을 측정하였다.

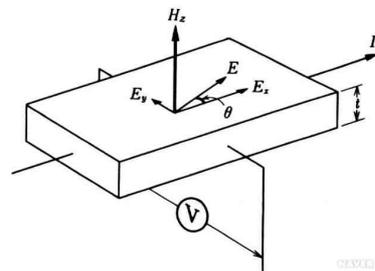


그림 1. 홀 효과
Fig 1. Hall Effect

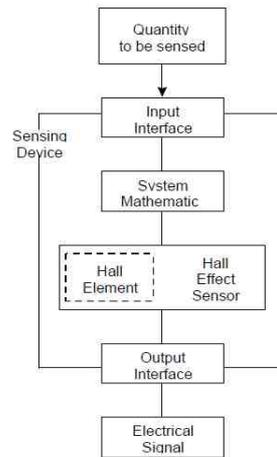


그림 2. 홀 효과 센서의 일반적인 흐름도
Fig. 2 General flow diagram of the Hall effect sensor

홀효과 센서는 플라스틱 몸체와 마그네틱 회전자, Hall-effect 센서로 구성되어 있다.[2][3][4][5]

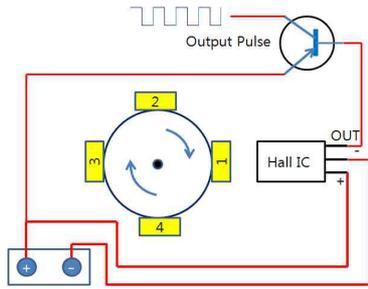


그림 3. 마그네틱과 홀효과 센서의 회로구성
 Fig. 3 Circuit configuration of the magnetic and Hall-effect sensor

2. 구현

중간 밸브에 유량 센서를 추가하여 실험을 위해 실제 가스가 아닌 공기로 실험을 하고, 기준 유량계를 통해 공기를 흘려 측정하도록 실험하였다.

홀효과 센서로부터 출력되는 펄스의 주파수 (Hz)는 7.5Q로 설정하여 실험을 하였다. 여기서 Q는 분당 유입되는 유량(L/min)을 나타낸다.

시간당 유입되는 유량

$$= (\text{펄스 주파수} \times 60 \text{ 분}) / 7.5Q \quad (7)$$

으로 LPG 사용량을 시간으로 계산하여 처리할 수 있도록 다음과 진행하였다.

표 1. 테스트 펄스 카운트 소스 코드
 Table 1. Test pulse counting source code

```

void loop ()
{
    currentTime = millis( );
    if(currentTime >= (cloopTime + 1000))
    {
        cloopTime = currentTime;
        l_hour = (flow_frequency * 60 / 7.5);
        flow_frequency = 0;
        Serial.print (l_hour, DEC);
        Serial.println ( "L/hour");
    }
}
    
```

3. 실험 및 결과

1) 실험 방법

실험은 중간 밸브와 홀센서 센서를 연결하고 기준 유량계를 통하여 외부전원 5V를 입력하고, 그림 과같이 마그네틱 회전자가 회전할 수 있도록 공기 주입량을 0.25m³/h, 0.5m³/h, 1.0m³/h, 1.8m³/h 공기를 주입하면서 펄스가 출력이 되는 신호를 카운트하여 사용량을 측정할 수 있도록 하였다.

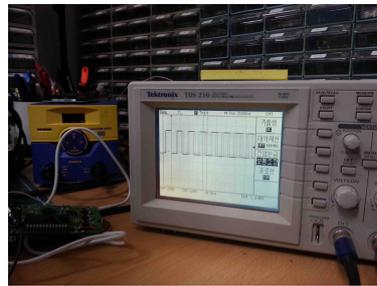


그림 4. 홀 효과 센서의 출력 펄스
 Fig. 4 Output pulse of the Hall effect sensor



그림 5. 가스타이머와 홀효과 센서의 연동
 Fig. 5 Interworking gas timer and Hall effect sensor

중간밸브를 Open과 동시에 출력되는 펄스의 카운트를 실시간으로 진행하고, 밸브의 개방시간은 3초 이내로 하여 열림 동작 시 급격한 유량의 변화로 인한 가스 밸브 제어를 통해 안전 사고 방지 기능이 작동되지 않도록 하며 차단 시에는 1초 이내로 차단시키도록 하였다.[6]

표 2. 0.25m³/h 유량 시험

Table 1. 0.25m³/h flowrate test

기준유량	표시유량	오차율(%)
53.2	55	3.3
53.9	56	3.8
52.8	54	2.2
53.3	55	3.1
53.5	55	2.8

표 3. 0.5m³/h 유량 시험

Table 2. 0.5m³/h flowrate test

기준유량	표시유량	오차율(%)
53.3	55	3.1
53.4	55	2.0
53.8	56	2.2
53.5	55	2.8
53.2	55	3.3

표 4. 1.0m³/h 유량 시험

Table 3. 1.0m³/h flowrate test

기준유량	표시유량	오차율(%)
54.3	55	3.1
54.4	55	2.9
54.8	56	2.1
54.5	55	2.7
54.2	55	3.3

표 5. 1.8m³/h 유량 시험

Table 4. 1.8m³/h flowrate test

기준유량	표시유량	오차율(%)
55.7	57	2.3
55.6	57	2.5
55.3	57	3.0
56.2	58	3.2
55.9	58	3.7

3) 결과

각 유량 별로 5회의 실험 모두 기준 값과 5% 내외의 오차를 보이고 있다. 이는 유량 센서의 오차율 3%를 감안하면 모두 정상 계량을 하는 것으로 판단할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 LPG 가스통의 용량을 계량할 수 있도록 중간 밸브와 유량센서를 연동하여 사용량을 측정할 수 있도록 개발 하였다. 기존의 유량계를 이용하여 실험한 결과 이론값과 실험값의 오차율이 3% 내외인 것으로 나타났다.

본 연구에서 사용한 유량 센서는 물의 유량을 측정하는 센서로서 추후 연구에서는 실제 가스 유량을 측정할 수 있는 센서를 밸브와 일체형으로 를 디자인을 고려한 개발과 계량의 신뢰성 확보를 위한 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 한국교통대학교 교내학술연구비의 지원을 받아 수행한 연구임

References

[1] “Gas Facility Construction Management”, Korea Gas Safety Corporation, 2014

[2] J. Sens, “Hall Effect Sensors Design, Integration and Behavior Analysis”, Journal of Sensor and Actuator Networks, pp.85-97 February 2013

[3] Jaromír Jezný, Miloslav Čurilla, “Position Measurement with Hall Effect Sensors”, American Journal of Mechanical Engineering, Vol. 1, No. 7, 231-235, 2013

[4] JunWen Lu, Ji-Gou Liu, “Parameter Optimization of Hall Effect Gear Tooth Speed Sensors”, International Exhibition and Conference for Power Electronics, pp.1650-1657, May 2012

[5] PROGRAMMABLE, CHOPPERSTABILIZED, HALL-EFFECT SWITCHES Datasheet

[6] Young-Gyu Choi “A Study on algorithm for improving the gas control timer”,

ChungJu National University, pp.383~388
,2006

저자약력

최 영 규(Young-Gyu Choi) [정회원]



1983.2 청주대학교 전자공학 학사
1986.6 중앙대학교 전자공학 석사
1995.8 청주대학교 전자공학 박사
1991~ 현재 한국교통대학교
컴퓨터공학과 교수

<관심분야> IT convergence System Design