

Reed Switch 센서를 이용한 원격 검침용 상수도 계량기에서 Chattering 오차 감소 방안 연구

Reduction Chattering Error of Reed Switch Sensor for Remote Measurement of Water Meter

Odgerel Ayurzana*, 권종원, 박용만, 구상준, 김희식
 Odgerel Ayurzana*, Jong-Won Kwon, Yong-Man Park, Sang-Jun Koo, Hie-Sik Kim

Abstract - To reduce the chattering errors of reed switch sensors used for automatic remote measurement of water supply system, a reed switch sensor was analyzed and improved. The operation of reed switch sensors can be described as a mechanical contact by approximation of permanent magnet piece to generate an electrical pulse. The reed switch sensors are used in measurement application by detecting the rotational or translational displacement. To apply for flow measurement devices, the reed switch sensors should keep high reliability. They are applied for the electronic digital type of water flow meters. The reed switch sensor is just installed simply on the mechanical type flow meter. A small magnet is attached on a pointer of the water meter counter rotor. Inside the reed sensor, two steel leaf springs make mechanical contact and apart as rotation of flow meter counter. The counting electrical contact pulses can be converted as the water flow amount. The MCU sends the digital flow rate data to the server using the wireless communication network. But it occurs data difference or errors by chattering noise. The reed switch sensor contains chattering error by it self at the force equivalent position. The vibrations such as passing car near to the switch sensor installed location. In order to reduce chattering error, most system uses just software methods for example using filter and also statistical calibration methods. The chattering errors were reduced by changing leaf spring structure using mechanical hysteresis characteristics.

Key Words: Reed Switch, Chattering Error, Water Meter, Magnetic, Contact

1장. 서론

시민생활수준의 향상 및 IT 기술의 선진화에 따라 서울시 수도계량기 검침의 자동화 및 네트워크화 도입이 필요하다. 기존의 기계식 상수도 계량기는 검침원들이 직접 계량기 위치를 방문하여 육안으로 표시부를 읽어서 손으로 기록하여 사무실에서 자판으로 입력하는 불편이 있었다. 또한 유수율 제고와 누수와 도수를 감지하기 위하여 실시간 상수도 원격 검침의 필요하다. 상수도 원격 검침을 위해 reed switch, cyble, magnetic resistive(MR), camera(CCD, CMOS) 센서들을 사용하고 있다. 센서 방식들을 따라서 장단점이 있다. 그 중에서 reed switch 센서 감도 특성에 따른 상수도 원격검침용 계량기 오차 감소 방안 연구를 했다. 자기센서는 여러 가지 있지만 가장 구조가 단순한 것은 reed switch이다. 이것은 자성체로 구성된 한 개조의 reed 판이 불활성 가스와 함께 유리관 내에 봉입 된 것으로 외부에서 가해진 자기 에너지의 강약에 의해서 일련의 스위치 작동을 한다. 기존의 기계식수도 계량기 내를 통과하는 유량이 계량기 내의 임펠라를 회전시켜 검침 값을 판독하는 방식이다. 임펠라의 회전을 위해 기어를 사용하여 감속시켜 표시부의 지침을 회전시키다. 자

석이 고정된 지침을 회전하여 reed switch에 접근할 때 reed switch가 작동하여 펄스를 발생시킨 후 펄스의 개수를 카운팅하여 전송한다. Reed switch의 장점은 자기 에너지를 매체로 해서 수 미리(mm) 정도의 거리에서 무 접촉으로 스위치의 개폐 조작을 행할 수 있다는 점이다. 그리고 그 동작도 대단히 빠르고 500 Hz 정도의 응답 특성을 가지고 있다. 또한 reed switch의 reed 판은 외부 자기에너지에 의해서 개폐 동작을 행하기 때문에 일반적으로 접점용량이 작고 대전료의 개폐는 할 수 없다. 이 때문에 1A 이상의 대전료는 개폐에는 증폭 수단이 필요하다. Reed switch 단체에서 사용할 때의 목표는 0.3-1A 전도이다. 센서의 작동 구조는 다음 그림과 같다.

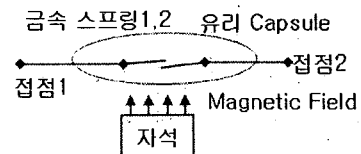


그림 1. Reed Switch 센서의 작동 구조

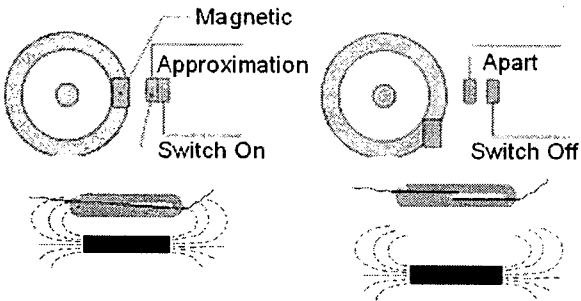
Reed switch 방식의 문제점은 reed switch가 기계적으로 한계성을 가지고 있는 점이다. 자석과 reed switch의 근접과 분리순간에 자력을 받아 다수개의 펄스를 발생시키는 것이 아니라 주변 환경 조건에 따라 여러 개의 펄스를 발생시키거나 적은 개수의 펄스를 발생시킬 수 있다. 그 예로 자석이 부착된 지침이 reed switch의 근처에 정지하거나 외부의 큰 충격

저자 소개

- * Odgerel Ayurzana: 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 博士課程
- 권종원 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- 박용만 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- 구상준 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 碩士課程
- 김희식 : 서울시立大學 電子電氣컴퓨터工學科 教授

(차량이 지하맨홀을 지나감)이 가해지게 되면 기계적으로 reed switch의 떨림 현상이 발생하여 잘못된 펄스가 발생한다. 이를 개선하기 위해 일정한 크기에 미치지 못하는 신호 및 주기가 불안정한 신호를 디지털 필터를 통해 제거하지만 한계가 있다. 현재 reed switch 방식의 검침방식을 적용한 시스템들은 통계적으로 계산된 오차를 주기적으로 소프트웨어적으로 감소해주어 있다. 이로 인해 reed switch 센서의 검침 방식은 전송된 데이터의 신뢰성이 낮다. 또한 유량이 흐르면서 발생하는 이물질들이 기어 및 임펠라에 작용하여 임펠라 회전을 방해하거나 고장을 발생시킬 가능성이 존재한다. 이 논문의 목적은 위에 언급했던 단점들을 reed switch 센서 자체의 하드웨어적으로 감소하기 위한 연구이다.

상수도 원격 검침용 reed switch 센서의 작동 원리 및 구성을 다음 그림과 같다.



(1) Reed Switch On (Pulse) (2) Reed Switch Off
그림 2. 상수도용 Reed Switch 센서 위치의 원리

2장. Reed Switch 센서의 Chattering 오차 발생 및 원리

Chattering 현상이란 각 계량기의 사용량을 외부로 발생시키기 위한 계량장치에 부착된 펄스 발생부의 자석과 reed switch간 발생하는 펄스중 정격 데이터로 간주할 수 없는 오류 펄스를 말한다. Reed switch 센서의 chattering 오차는 다음 그림과 같이 발생한다.

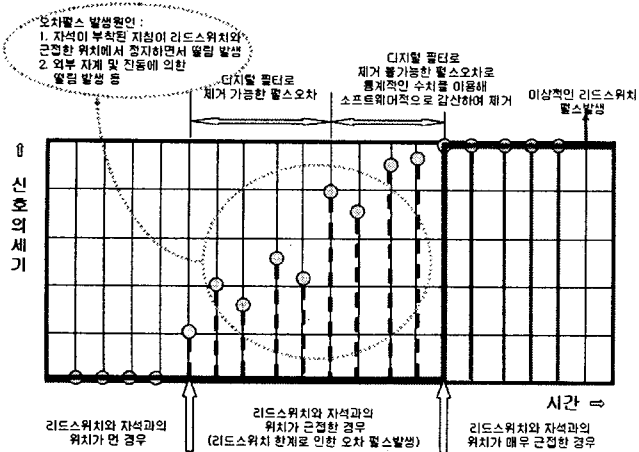


그림 3. Reed Switch 검침방식의 한계성 및 Chattering 오차

서울시 상수도 연구소에서 지원한 1년 과제로 상수도 원격 검침 시스템 도입방안 연구를 하였다. 이 1년 연구 결과에서

reed switch 센서를 이용한 원격검침 방식은 원격 및 인력 검침을 비교해 봤을 때 오차가 생겼다. 다음 그림은 reed switch 센서를 이용한 기계식과 원격식 검침의 데이터 오차를 비교한 그림이다.

2006년		9월		12월		화요일	
서버측 검침	검침시간	사용량(기계)	사용량(원격)	오차(기계식-원격식)	오차(원격식-서버측)		
300.5	2:40	18,9049	17.9	1,0049	0		
459.6	2:55	32,3517	26.34	4,0117	0.34		
301.2	2:20	20,9207	18.9	2,0207	-0.1		
58.2	2:09	3,6264	3.9	-0,2736	0		
291.4	2:32	13,7208	12	1,7208	0.2		
320.81	2:42	17,9245	19.7	-1,7755	-0.11		
468.73	2:15	31,5461	34,7162	-3,1701	-0.3838		
227.12	3:07	11,2237	17.7	-6,4763	-0.17		

그림 4. Reed Switch 센서의 원격 및 인력 검침 데이터 오차 비교

위 그림 4는 reed switch 센서에 발생했던 오차 펄스를 통계적인 수치를 이용해 소프트웨어적으로 감소하여 제거해오 발생한 데이터 오차다. 그래서 센서의 자체에서 하드웨어적으로 오차를 감소해야 한다.

3장. Reed Switch 센서 실험 결과

실험용 reed switch 센서의 기하학적 구조는 다음 그림과 같다.

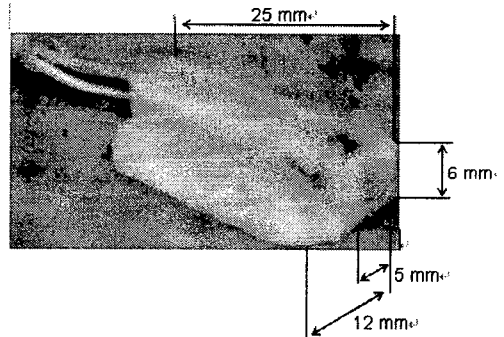


그림 5. 실험용 Reed Switch 센서 실험을 하기 위한 3 가지 자석을 선택해서 실험을 했다. 아래 표에서 실험용 자석 종류를 표시했다.

표 1. 실험용 자석 종류

자석	1	2	3
종류	Steel scale 1.2x25(mm)	5x4x3 (mm)	∅25x3 (mm)
단위(Gauss flux density/induction)	100	1000	1500

3 가지 자석들을 reed switch 센서의 각 밑, 앞, 위, 옆에서 고정해서 작동 거리의 측정 실험을 했다.

표 2. Reed Switch 작동 거리 실험

자석	면	밑	앞	위	옆
1	Reed switch 작동 거리(mm)	0	4.5	2	1
2		3	7	7	8
3		6	18	25	19

자석은 센서의 앞면에 고정시켜서 나온 값들로 그리는 그래프는 다음 그림과 같다.

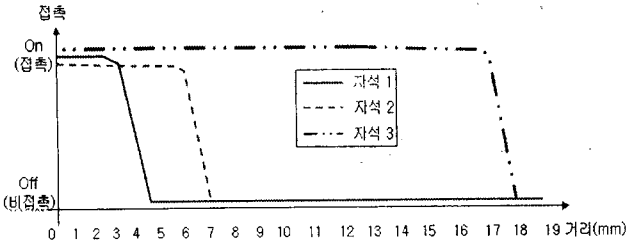


그림 6. 자석의 앞면 Reed Switch 센서의 작동

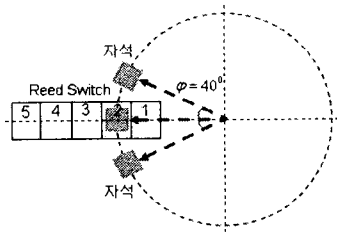


그림 7. 자석의 위치 및 Reed Switch 센서 실험

Reed switch 센서 자체를 다섯 부분으로 구분되고 자석을 고정된 지침을 회전시켜서 실험을 하였다. 1, 2, 4, 5 번째 위치에서 제일 적당한 펄스를 발생한다. 각도는 $\phi = 40^\circ$ 이내 센서 접촉이 on 상태이고 정확한 펄스가 발생한다. 3 번 위치로부터 작동 각도가 감소해서 chattering 펄스가 더 발생했다. 아래 그림 8 에서 chattering 오차를 표시했다.

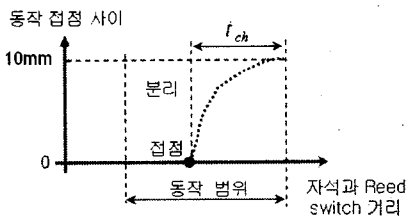


그림 8. Chattering 오차 발생

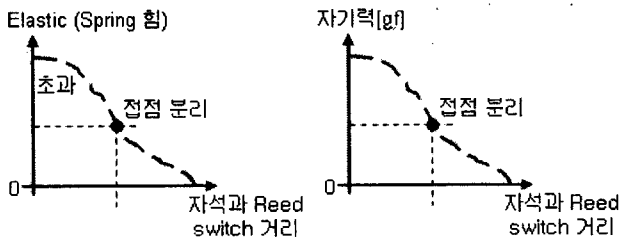


그림 9. 금속 스프링, 자기력과 작동 거리 관계

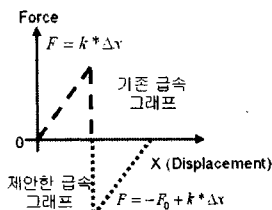


그림 10. 기존과 제안한 센서의 금속 스프링 그래프, Chattering 오차를 감소하기 위한 기본적인 방식은 진동 영

향을 받지 않거나 센서를 움직이지 않게 설치해야 되고, 또는 센서 자체의 플라스틱으로 만든 접태기를 얇게 해야 한다. 그림 10 과 같은 특성을 가지고 있는 금속 스프링을 이용했다. 본 논문에서 기존에 연구했던 센서의 내부 금속 스프링의 기하적인 구조를 개선하여 다음 그림과 같이 구현해서 연구를 하였다.

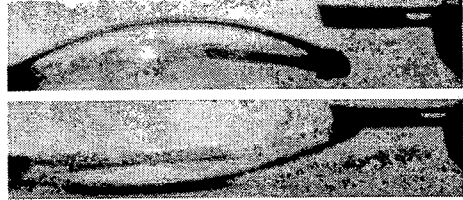


그림 11. 제안한 금속 스프링 Off, On 상태 이 조건들을 활용해 되면 $t_{ch2} \ll t_{ch}$ chattering 오차 시간을 감소할 수 있다. Chattering 오차를 감소한 그래프는 다음과 같다.

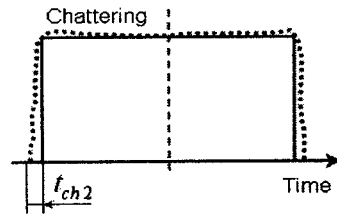


그림 12. Chattering 오차 감소

4장. 결론

본 논문에서는 reed switch 센서를 이용한 원격 검침용 상수도 계량기에서 chattering 오차 감소하기 위한 연구를 하였다. 센서의 chattering 오차를 감소하기 위한 소프트웨어적인 방식들을 이용할 수 있지만 더 효율적인 펄스를 추출하기 위한 소프트웨어와 하드웨어적인 방법을 공동으로 이용해야 한다. Reed switch 센서의 내부 금속 스프링 중 하나를 그림 10과 같이 중간에 구멍을 뚫고 chattering 오차를 발생하지 않도록 굵어 놓고 연구하였다. 연구 결과로부터 기존 센서 t_{ch} chattering 오차 시간을 t_{ch2} 까지 감소하였다.

참고 문헌

- [1] 서울특별시 상수도연구소 "상수도 원격 검침시스템 도입 방안 연구" 2006
- [2] Odgerel Ayurzana*, 박용만, 권중원, 김희식: "상수도 원격검침 데이터 송수신 위한 Client/Server 소켓 프로그램 개발", 정보 및 제어 심포지움, ICS'06, 대한전기학회, 대한전자공학회 2006년 4월 29일, 서울시립대학교, pp153~155
- [3] Odgerel Ayurzana*, Yongman Park, Jongwon Kweon, Hiesik Kim: "CDMA 통신을 적용한 자동 원격 검침 송수신 시스템 구현", 2006 제어자동화시스템 심포지움 CASS'2006, 1~3. June 2006, KINTEX, Korea, TEP-18, pp496~499
- [4] www.amrseoul.com