13 mm 수도미터 Hall IC 적용성 분석

신강욱, 홍성택
한국수자원공사 수자원연구원

Applicability analysis of Hall IC for 13 mm water meter

Gang-Wook Shin, Sung-Taek Hong
KOWACO KIWE

Abstract - 수도 원격검침을 위한 수도미터의 측정방법이 리드스위치, MR 센서방식, 엔코더방식, Cyble 방식등 다양하게 제시되고 있다. 그러나, 홀효과를 이용한 반도체 소자로 제공되는 Hall IC방식의 경우 많은 장점이 있으나 수도 원격검침분야에 적용된 사례가 전무하여 본 연구를 통하여 Hall IC방식이 원격검침용 수도미터에 적용하여 효과적 사용이 가능한지 적용성을 분석코자 한다.

1. 서 론

수도분야를 비롯한 전기 및 가스분야에 있어서, 데이터의 효율적 처리를 통한 원격검침시스템 구현을 위한 노력들이 지속적으로 이루어지고 있다. 전기 및 가스분야와 달리 수도분야에 있어서는 현장 설치조건이 상이함에 따라 부가적인 제약조건이 발생하여 충분한 성능을 갖는 원격검침이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 그러나, 원격검침을 위한 초기단계인 옥외검침을 위한 수도미터의 개발이 지속적으로 이루어지고 있다. 디지털방식을 채용한 수도미터의 경우 다양한 측정방법이 제시되고 있으며 대표적인 방법으로는 리드스위치방식, 자기저항소자방식, 엔코더방식, Cyble 방식등이 있다. 그러나, 현재까지 홀효과를 이용한 반도체 소자인 Hall IC를 적용한 수도미터의 사례가 전무한 실정으로 본 연구에서는 저가격이면서 소형인 특성을 갖는 Hall IC 소자를 수도미터에 적용할 수 있는지 시험 분석하고자 한다. 이를 통하여 Hall IC의 장점을 최대한 살린 디지털 수도미터를 개발하기 위한 기초자료로 활용코자 한다.

2. 가정용 수도미터

2.1 기계식 수도미터

기계식 수도미터는 물리적인 역학구조로 계량하고, 지시부 역시 기어방식의 기계적인 구조로 계량 수치가 표시되도록 구성된다. 일반 가정에서 사용되고 있는 직경 50 mm 이하의 수도미터는 추측식과 실측식으로 분류할 수 있다. 추측식은 유수 또는 익근차의 회전 속도에 따라 실제 유량을 간접적으로 측정하는 방식이며, 실측식은 물을 일정 체적씩 담아서 측정하는 방식으로 주로 시험용으로 사용되는 방식이다. 익근차식중 단갑식은 익차에 분사하는 유입공(Nozzle Hole)을 1개 갖고 있으며, 상.하 자석(Magnet)으로 피니언의 기어를 이용하여 지침을 작동 지시하는 방식이다. 복갑식은 하부외갑 내에 내갑이 있고 하부 내갑의 여러 유입공으로부터 익차 날개에 대하여 접선 방향으로부터 물줄기가 분사되어 익차를 회전시켜 주는 방식이다. 따라서, 복갑식의 경우 내갑내에 여러 개의 노즐을 갖고 있으며 감도와 정도가 양호하고 안정되어 있다.

2.2 반전자식 수도미터

반전자식 수도미터는 센서부와 지시부가 기계식 방식이나 계량수치를 전기적 신호(펄스/전류/전압)로 변환하여 출력함으로써 원격 검침이 가능하도록 구성되나, 내부적으로는 마이크로프로세서를 가지고 있지 않은 수도미터를 말한다. 이러한 반전자식 방식은 기존의 기계식 미터 방식에 영구자석 등을 설치하여 기계적 움직임에 따라 전기적 신호를 생성하는 방식이다.

반전자식 수도미터의 종류는 기계식 수도미터에 리드스위치를 적용하여 접점에 의한 펄스 카운팅 방식과, 기계식 수도미터의 변경없이 원격검침이 가능하도록 이미지 촬영소자를 이용하여 수도미터의 지시부 다이얼 이미지를 촬영하여 전송하는 방식이 있다.

2.3 전자식 수도미터

전자식 수도미터의 경우 유량측정을 위한 센서부와 지시부가 전자식으로 구성되어 계측신호 검출 및 계측 수치를 표시하는 부분이 디지털 방식이며, 내부에 마이크로프로세서를 이용한 데이터 처리와 저장기능을 갖는 수도미터를 말한다. 전자식 수도미터의 측정 센서방식은 리드스위치를 비롯하여 홀센서, 자기센서, 엔코더 등 으로서 국내·외에서 다양하게 개발되어 사용되고 있다.

엔코더방식은 입력 축에 주어진 물리적 변위량(기계적인 이동량, 회전량)을 전기적 디지탈 신호로 변환하는 광 센서에 의하여 카운팅하는 방식이다.

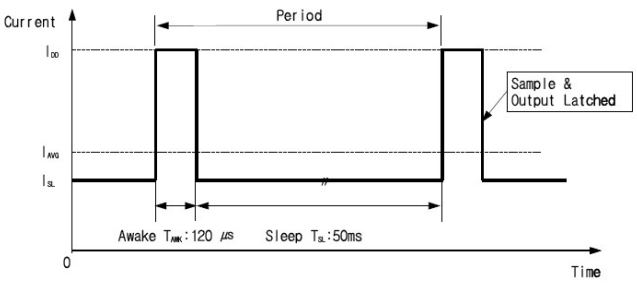
Fluidic Oscillator 방식은 수도미터의 유입구로 진입한 물이 좁은 오리피스에 의해 유체 흐름에 비례하는 소량의 피드백 루프 경로에 의하여 충돌하면서 발생되는 진동주기를 이용하여 전자식 수도미터를 통과하는 유량으로 환산하는 방식이다.

Cyble 방식의 경우 미소 전류가 유입되는 세 쌍의 코일과 수도미터의 다이얼 위에서 움직이는 작은 금속판으로 구성된다. 측정원리는 다이얼이 돌게 되면 금속판이 주기적으로 코일 주위에 형성된 자장을 지나게 되어 교류전류를 생성하게 된다.

<그림 1> 전자식 수도미터

3. Hall IC 특성 분석

Hall 효과를 이용한 Hall 소자는 반도체 외부에 자장을 인가하고 한 방향으로 전류를 인가하면 내부의 캐리어는 다른 한 방향으로 힘을 받아 홀전압이 나타나는 것을 이용한다. 그리고 자기저항소자는 전류가 흐르고 있는 고체 소자에 자장을 인가하였을 때 저항이 증가하는 현상을 이용하는 것이 Hall 소자와 다른 특성을 갖는다. Hall 소자는 검출되는 자계의 세기에 따라서 출력전압의 크기가 다르며 항상 Active Mode상태로 소모전류가 큰 편이고, Hall IC는 내부회로를 이용하여 일정한 Active시간과 Sleep시간을 반복하면서 외부 자기 변화를 샘플링 하여 감지하는 방식으로 소모전류가 적고 일정한 출력전압이 나온다.



<그림 2> Hall IC의 주기

Hall Effect IC 구성은 정전압 회로, Hall Cell, 증폭회로, Schmitt trigger, Open Collector output 으로 구성되어 있고, 홀 센서가 4 핀으로 구성되어 있는 것에 반하여 Vcc, Ouput, GND 의 3 핀으로 되어 있다. 이러한 Hall IC는 bipolar 나 MOS Logic 회로등에 직접적으로 적용될 수 있으며, 잡음에 둔감하고 신뢰성이 있다.

Hall IC의 소모전류를 결정하는 중요한 부분으로 Active되는 시간과 동작 주기에 따라서 Hall IC의 소모전류가 변하고 감지할 수 있는 자기 변화 속도가 달라지게 된다. 소모전류 계산식은 다음 식과 같다.

$$Icc_{_average} = (Icc_{_awake} \times t_{awake} + Icc_{_awake} \times t_{off})/t_{period}$$

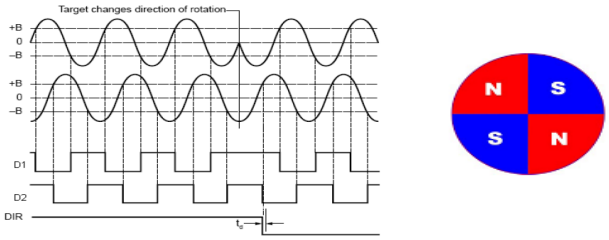
$$t_{off} = t_{period} - t_{awake} \qquad P_{AVG} = Vcc \times Icc_{average}$$

Hall IC는 크게 Unipolar Digital Switch Type 과 Bipolar Digital Latch Type으로 생산 되어지고 있다.

3.1 Hall IC 종류

Unipolar Digital Switch와 Bipolar Digital Latch는 Operating Threshold 보다 크거나 같은 Magnetic Flux density(Bop)에서 ON이 되고, Release Thershold 보다 크거나 같은 반대극 Magnetic Flux density(Brp)에서 OFF된다. 따라서 이 스위치는 스위칭이 발생하기 위하여는 교번하는 자계(Alternating Magnetic Field) 에 놓여야 한다. 이것은 BLDC Motor 와 같은 회전체의 속도센서로 사용될 수 있다.

그림 3은 양극방식을 나타낸 것으로 동작특성은 일정자계 이상과 이하에서 ON-OFF를 반복하게 된다.



〈그림 3〉 양극 디지털 스위치

상용화되어 있는 Hall IC들의 동작주기는 핸드폰의 개폐 감지등을 위한 50 ms 와 고속회전을 하는 회전체의 회전속도 등을 감지하기 위한 수 uS ~ 수백 uS 등 두 가지 동작주기를 가지고 있다. 동작주기가 빠를수록 Hall IC의 특성은 동작 소모전류가 증가하지만 빠른 자기 변화를 감지를 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서, 자기센서인 Hall IC를 사용하게 될 경우 물체의 자기 변화속도를 고려하여 동작주기와 소모전류가 적절한 Hall IC를 선택하여야 한다.

현재 Hall IC 개발 추세는 동작주기가 50 mS와 수 uS ~ 수백 uS의 고정된 두 가지 형태의 동작주기를 사용자가 외부 클럭을 사용하여 원하는 동작주기를 설정을 하고 또한 사용하지 않을시에는 전류소모를 최소를 하기 위하여 Enable단자를 사용하여 On-Off 할 수 있도록 개발되고 있다.

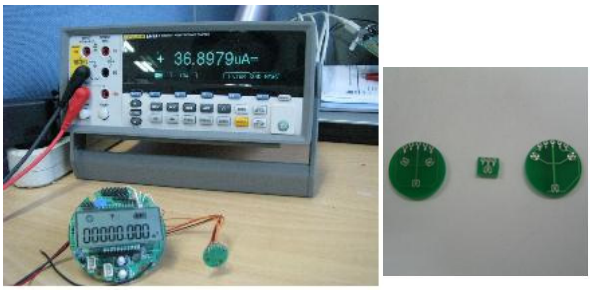
〈표 1〉 Hall IC별 주요 특성

Hall IC													
제조회사	동작	제품명	핀수	형태	동작전압	소모전류		Period	출력전압	자계특성			
						Awake	Average			Operate Point		Releese Point	
										평균	최대	최소	평균
삼성전기	양극(극성x)	HED55XXU12	3	S	2.5V to 3.5V	1.0mA	8uA	50ms	0.4V	±38G	±55G	±10G	±21G
AsahiKASE	양극(극성X)	EM-0712-T5	4	S	1.6V to 5.5V	2mA	60uA	1ms	0.4V	1.8mT	4.0mT	-4mT	-1.8mT
Allegro	양극(극성x)	A1179	3,5	S+T	1.6V to 3.5V	2mA	50uA	0.7ms	0.4V	36G	55G	-55G	-36G
ROHM	양극(극성x)	BU52001GUL	3	S	2.4V to 3.3V	1.0mA	8uA	50ms	0.4V	±3.7mT	±5.5mT	-0.8mT	-2.9mT
	양극(극성o)	BU52014HFV	3	S	1.65v to 3.3v	1.0mA	5uA	50ms	0.4V	±3mT			
	단극	BU52012HFV	3	S	1.65v to 3.3v	1.0mA	3.5uA	50ms	0.4V	3.7mT			

3.2 Hall IC 특성시험

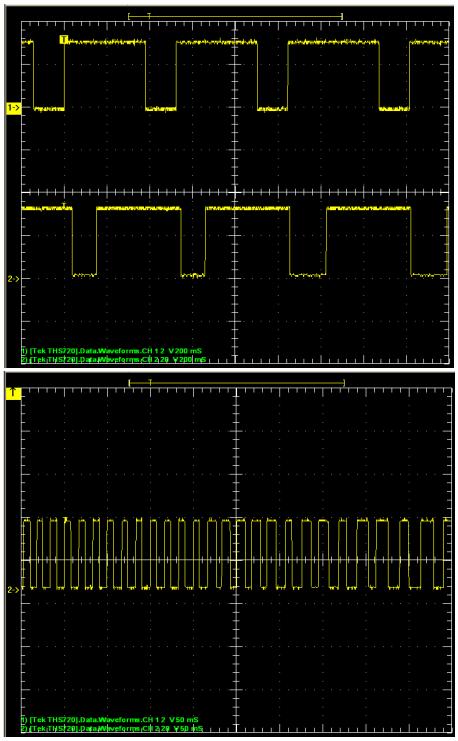
수도미터의 임펠라 상부에 위치한 자석을 감지하여 회전수를 카운트하기 목적으로 적용하기 위한 Hall IC는 감지성능과 소모전류등을 고려하여 단극 Hall IC를 선정하였다. 단극 Hall IC 중 동작범위에 따라 두 가지 종류를 선정하여 각 각 특성시험을 실시하였다. 먼저, 수도미터 임펠라의 회전속도를 감안하여 동작주기가 50 mS로 자기변화속도 20 Hz까지 감지 가능하며, 동작점은 30 Gauss이며, 소모전류는 3.5 uA (TYP)의 특징을 가지는 Hall IC를 선정하였다. 그리고 동작주기가 0.7 mS로 자기변화속도가 200 kHz까지 감지가능한 고속형 Hall IC 를 선정하였다.

그림 4에서는 Hall IC 3개를 1쌍으로 하는 보드를 제작하였으며 이를 이용하여 Hall IC의 동작상태 및 소모전류를 확인하였다.



〈그림 4〉 Hall IC 성능시험

또한 저속회전에 따른 동작결과는 그림 5에 나타난 바와 같이 120도 각을 갖는 두 채널을 비교한 결과 2 Hz의 주기를 갖는 양호한 동작 특성을 갖는 것을 알 수 있다. 고속회전의 경우 64 Hz 주기 특성에 따른 동작결과 또한 양호한 결과를 얻을 수 있었다.



〈그림 5〉 2 Hz와 64 Hz 주기에 따른 특성

4. 결 론

Hall IC의 경우 다른 종류의 자기센서보다 소형, 저가, 자계와 출력의 직선성이 양호하다는 장점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서 제시된 결과에서 일정 자계에 대한 출력특성이 양호함을 알 수 있었다. 또한, 수도미터에 적용하기 위한 최소 주기에 대하여 안정적인 데이터를 확보할 수 있었다. 향후 본 연구결과를 바탕으로 디지털 수도미터에 적용하여 안정적 수도미터를 제작하고자 한다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국수자원공사, "수도계량기 원격자동검침시스템 연구", 2007

[2] Francisco Arregui,, "Integrated Water Meter Management", IWA Publishing, 2006

[3] http://www.allegromicro.com

[4] http://www.alldatasheet.com/