

論文2002-39TE-2-13

자계 센서를 이용한 원격 가스 검침 시스템

(Remote gas meter-reading system using magnetic sensor)

具 滋 一 *

(JaYl Koo)

요 약

본 논문은 자계센서를 이용하여 원격 가스 검침 시스템을 구현하였다. 현재까지 개발되고 있는 스캔 방식은 온도, 습도, 분진, 진동에 영향을 많이 받는다. 이런 문제점을 해결하기 위하여 본 논문은 가스의 유입량에 따라 회전하는 체인지기어의 가장자리에 영구자석을 부착하고, 계량기 몸체의 외벽에 영구자석의 자기장을 측정할 수 있는 홀 소자를 설치하였다. 체인지 기어에 의해 영구자석이 회동하여 홀 소자에 근접할 때 자기장을 검출하고, 그 검출된 신호를 카운트함으로써 가스 사용량을 검침하였다. 이 방식은 온도, 습도, 분진, 진동에 영향을 받지 않았으며, 높은 정확도를 나타내었다.

Abstract

This paper is related to remote meter-reading using magnetic sensor. Scan system which is developed recently has week point of temperature, humidity, dust, oscillation To solve these problems, this study used magnetic action to measure the consumption of gas. Gas consumption was detected by interaction of a permanent magnet and hall element. Permanent magnet was pasted on rolling change-gear in normal gas meter and hall sensor was pasted on the external wall of normal gas meter. This experiment proved high accuracy and wasn't influenced by temperature, humidity, oscillation and dust

Keyword : remote meter-reading, magnetic sensor

I. 서 론

현재 가스계량기에 의한 종래의 검침방법은 검침원이 수용기를 직접 방문하여 당월에 사용한 검침 데이터를 수기로 기록하여 검침부를 작성한 다음, 반복되는 전산자료의 입력과정을 거쳐야만 했고, 최근에는 핸드 터미널을 이용하여 수용기를 방문 후 현장에서의 검침

자료를 입력함으로써 전산자료의 입력과정을 대체하고 있으나, 전자의 경우 수용기를 가가호호 방문해야 하기 때문에 번거롭고 이에 따른 인건비 등 경비부담이 과다할 뿐만 아니라, 검침원이 직접 검침함으로써 발생하는 오검침의 문제점을 해결함으로써 검침 업무의 효율성을 제공하기 위하여 원격지에서 가스 사용량을 검침할 수 있는 방안이 제시된 바 있다. 예를 들면, 계량기의 회전판에 포토센서를 부착하고 여기서 얻어진 데이터를 디지털화하여, 센터에서는 각각의 장치 고유번호를 가지는 다수의 검침기와 통신하는 프로토콜로 쌍방향 무선통신에 의해 원격지에서 가스 사용량을 검침할 수 있다. 이 구성의 단점은 계량기의 회전판에 전기

* 正會員, 仁荷工業專門大學 電子計算機科

(Inha Technical College Computer Engineering)

接受日字:2002年5月13日, 수정완료일:2002年5月30日

적인 장치인 포토센서를 부착하여야 하기 때문에 포토 센서의 온도상승이나 또는 숏트에 의해 가스가 폭발하여 화재를 일으킬 염려가 있다. 또한 스캔 방식은 가격이 비싸고 외란에 영향을 많이 받는다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 홀센서를 이용한 센서부와 기본 통신 모듈 및 제어 프로그램을 구현하였다. 이 시스템의 특징은 다음과 같다.

첫째, 숏트에 의한 화재 위험을 방지하기 위하여 외부 전원이 계량기 내부로 투입되지 않고 검침하도록 하였다. 둘째, 외란(온도, 습도, 분진, 진동)에 영향을 받지 않고 정확히 검침하도록 하였다. 셋째, 계량기에서 취득한 Data를 유선통신이 아닌 무선통신으로 Data를 송신기에서 수신기로 안정되게 전달하였다.

II. 본 론

1. 전체시스템 구성

그림 1은 전체 시스템 구성을 간략히 보인 것이다. 우선 홀 센서를 이용하여 센싱부에서는 아날로그 데이터를 얻어 이를 가스검침기에 함께 부착된 송신기로 보낸다. 송신부에서는 센싱부에서 얻어진 홀 전압값은 50~120mV의 저전압값이므로 증폭하여 버퍼링하고 CPU에 보내면, CPU에서 산술·연산 처리하고 이를 무선 전송하기 위하여 FM으로 RF 변조한다. 이를 헬리컬 안테나를 통하여 수신부로 전송한다. 수신부의 위치는 송신부에서 약 1Km 이내이다. 이는 주변 무선 환경에 따라 조금씩 다르다. 송신부에서 전송된 데이터를 받은 수신부는 필터를 통해 잡음을 제거하고 증폭하여 FM Detector를 통하여 주파수를 선택해 컨트롤러로 전송된다^[1]. 송신부와 수신부는 N : 1 통신이므로 컨트롤러는 여러 송신부에서 보내진 데이터를 취합하여 RS 232C serial 통신으로 제어부의 서버에 전송하고, 서버에서는 이 데이터를 DB화하여 저장한다. 이는 후에 계산서 영수증 발급, 각 사이트들의 현 상태를 모니터링

하기 위한 기초 자료로 사용한다. 본 논문에서는 수신부와 제어부를 serial 통신으로 네트워킹하였지만, 이 원격제어 시스템을 실제 구현하기 위하여 수신부에서는 핸드폰망을 이용하여 인터넷망에 접속하고, 이를 통해 제어부의 서버에 접속하도록 해야 한다.

2. 검침부 구성

그림 2와 그림3은 가스 사용량 검출장치의 설치 예를 보인 가스 계량기의 사시도 및 단면도이다. 전체를 부호 10으로 표시한 가스계량기는 케이스를 이루는 몸체(11)의 상단부 양측에 흡기구(12) 및 배기구(13)가 각각 형성되고, 그 몸체(11)의 전방측으로 다이어프램에 의해 회전하는 회전축(14a)의 단부에는 드라이빙 기어(14)가 압입되며, 그 드라이빙 기어(14)에 의해 회전하는 제1체인지기어(15)가 드라이빙기어(14)와 결합되고, 제1체인지기어(15)에 의해 회전하는 제2체인지기어(16)가 제1체인지기어(15)와 결합되며, 제1, 제2체인지기어(15)(16)는 각각 다이어프램의 체적변화를 이용하여 가스의 사용량을 계량하는 카운터 프레임(17)에 장착되어 몸체(11)의 전방 측에 고정되어 있다. 또한 제1 체인지기어(15)는 카운터 프레임(17)의 후면에 형성된 체인지기어 고정용 제1샤프트(18)에 회전중심이 압입되고, 제2 체인지기어(16)는 카운터 프레임(17)의 일측 면에서 후방에 구비된 체인지기어 고정용 제2샤프트(19)에 그 회전중심이 압입되어 고정되는 것이다. 도면중 (20)은 회전지침이다.

여기서, 제 2 체인지기어(16)의 상면이나 또는 하면 가장자리에 영구자석(21)을 부착하고, 몸체(11)의 외측 벽에 영구자석(21)의 자기장을 검출하기 위한 홀 소자(22)를 설치하고 있다. 실시 예에서는 영구자석(21)은 40가우스 정도의 초소형의 것을 사용하고 있다.

이러한 구성에 의하면, 다이어프램의 체적실에 가스가 유입되면, 다이어프램이 바깥쪽으로 밀려나면서 다이어프램 레버를 좌, 우로 이동시키고, 이러한 과정에서 다이어프램 레버에 의해 연동되는 회전축(13)과 그 회전 축(13)에 압입된 드라이빙 기어(14)가 회전 운동을 하면서 제 1체인지기어(15)와 제2체인지기어(16)를 회전시켜 결국 카운터 프레임(17) 내의 회전지침 (20)을 회동시키게 되는데, 이때 제 2체인지기어(16)의 회동과 함께 영구자석 (21)이 함께 연동하면서 몸체(11) 외측 벽에 구비된 홀소자(22)에 근접하게 되며, 홀 소자(22)는 영구자석(21)의 근접시 자기장을 감지하게 되고, 이 자기장은 도체 속에 흐르는 전류에 직각방향으로

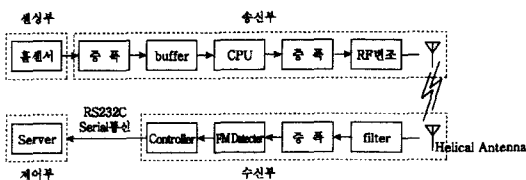


그림 1. 전체 시스템 구성
Fig. 1. The Configuration of total system.

자계를 가하면 전류와 직각 방향으로 전압이 발생하게 되며, 이 전압은 그림4과 같이 증폭기(23)에서 증폭된 버퍼(24)를 통해 트랜지스터(25)의 베이스에 인가되어 트랜지스터(25)를 온/오프 시키는 것에 의해 펄스를 발생하게 되고 이 펄스는 카운터에서 1펄스마다 카운트를 함으로써 가스사용량을 검침할 수 있게 되는 것이다. 도면 중 D1은 발광다이오드로서 트랜지스터 (25) 온/오프 동작시 점멸하게 된다^[2]. 이렇게 카운트된 가스 사용량은 필요에 따라 447.9MHz의 RF주파수를 이용하여 무선으로 통신망을 통해 중앙 통제소로 전송함으로써 검침원이 직접 방문하여 가스 사용량을 검침하는 것을 생략할 수 있다.(447.9MHz는 산업용으로 무선조정용 무선기기(무선중장비, 크레인 등)에 사용하는 공용주파수 중 하나이다. 총 주파수 대역은 447.8625~447.9875MHz까지로 10mW이내의 전력, 8.5KHz의 점유 주파수대폭으로 정보통신부에 규정되어 있다.)

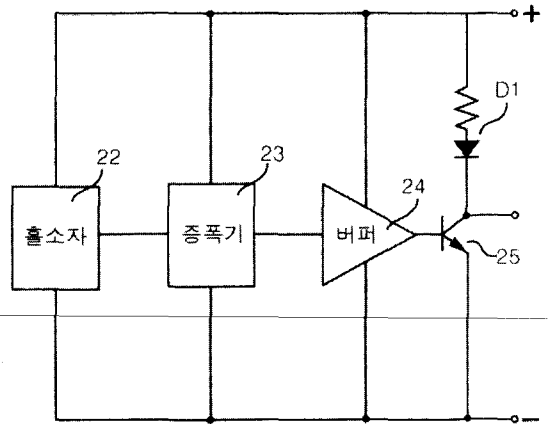


그림 4. 검출기 회로
Fig. 4. detect circuit.

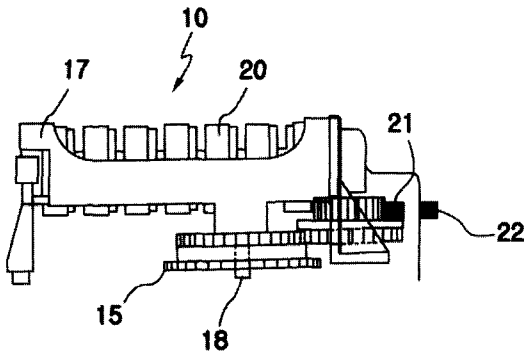


그림 2. 가스 사용량 검출장치(사시도)
Fig. 2. gas meter-reading system.



그림 5. 실제 구성
Fig. 5. configuration.

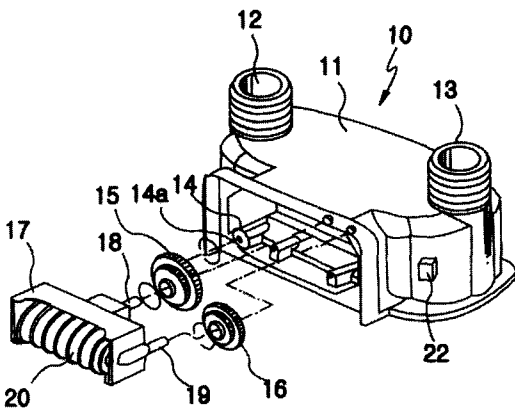


그림 3. 가스 사용량 검출장치(단면도)
Fig. 3. gas meter-reading system.

2. 홀센서(THS102A)

홀센서^[4]는 자기센서 즉 자계를 검출하는 센서의 대표적인 것으로, 급속히 접근하였음을 검출하는 근접센서의 소자로 널리 이용되고 있다. 그림 6은 홀센서의 기본구조도이다. ①, ②가 입력단자, ③, ④가 출력단자이다. 입력단자 간에 제어전류 I_c 를 흘리고 센서면에 자계 B를 가하면 출력단자간에는 자계와 제어전류의 곱에 비례한 홀전압 $V_H = \frac{H}{d} \cdot I_c \cdot B = K \cdot I_c \cdot B$ (H: 홀계수, d: 홀소자의 두께, :제어전류)가 나타난다. 현재 시판되고 있는 홀센서에는 GaAs(갈륨·비소), InSb(인듐·안티몬), Ge(게르마늄) 홀센서 등이 있다. 또한 홀센서의 형상은 대단히 많은 종류가 있으므로 용도에 따라 선정할 필요가 있다. 본 논문에서 사용한 홀센서는 도시바 사의 THS102A이다. 이 센서는 GaAs 홀센

서로 다음과 같은 특징이 있다.

- ① 동작온도 범위가 넓다.
200°C이상의 고온에서도 동작가능하므로 그 패키지의 특성을 따라 통상 -55~+125°C로 한다
- ② 고자계까지 정확히 측정할 수 있다.
- ③ 주파수 특성이 좋다.
- ④ 홀전압의 온도계수가 작다(정전류구동시)
홀전압의 온도계수는 -0.06%/°C(max)로, 대표 값은 -0.04%/°C정도이다.
- ⑤ 출력전압이 작다
- ⑥ 가격이 저렴하다.

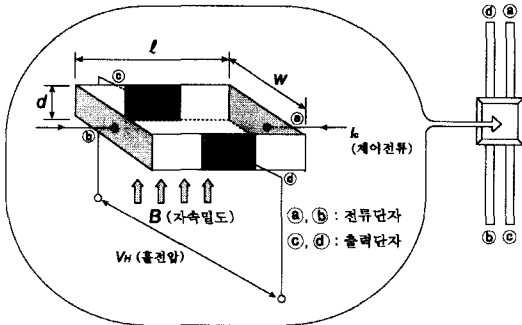


그림 6. 홀센서의 구성
Fig. 6. Configuration of hall sensor.

4. 제어부

그림 7의 제어 프로그램은 검침기에서 인터넷을 통하여 수신된 데이터를 서버에 저장한 후 표시한 화면으로, 누적량을 표시하도록 한다. 또한 가스 누수, 화재 검침 센서와 연동하여 가스 누수나 화재가 발생 시 가스를 자동 차단하고 중앙센터에 알리도록 되어 있다.

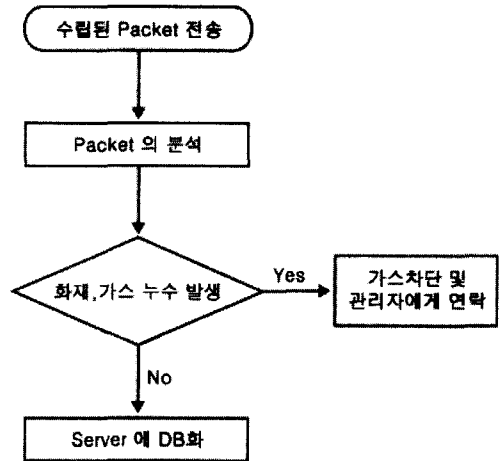
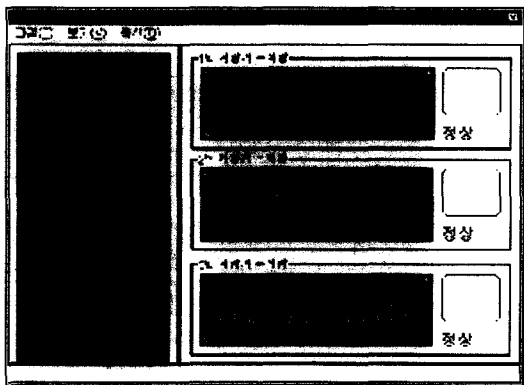


그림 7. 제어 프로그램
Fig. 7. Control Program.

III. 실험 및 결과

3시간 동안 Air Compressors로 가스 검침기에 주입하고 10분마다 1번씩 가스 검침기의 숫자와 센서에서 peak 전압을 EZ system사의 FC-7150 1.5 GHz frequency counter로 측정된 값이 모두 일치 하였고, 이와 같은 실험을 각각 3번 실시한 결과도 모두 일치 하였다.

본 논문에서 소개한 홀소자는 외란에 강하므로 그 주변 송수신 모듈을 외란에 대하여 측정하였다.(정보통신기기 인증 시험기관 RAPA 규정)

진동은 전진폭 3mm, 진동수 매분 0에서 500회까지의 진동 및 전진폭 1mm로 진동수 매분 500회에서 1,800회 까지의 진동을 상하좌우 및 전후로 각각 30분간(10분간 주기로 진동수를 저고저의 순서로 번 동시킨다) 가한 후 동작시켰을 때 기계적으로 전파연구소의 규정 (10mW이내 전력)에 맞게 동작하였다.

온도는 -10°C, -20°C, 50°C에서 1시간 이상 방치한 후 동작시켰을 때 동작 가능하였다.

습도는 35°C에 대한 상대습도 95%의 습도에 4시간 방치 후 상온·상습에 복귀시켜 동작시켰을 때 동작 가능하였다.

안테나는 Whip Antenna 보다는 감도가 떨어지는 helical Antenna를 증폭단에 직접 붙여서 사용 한 결과 송수신 모듈의 크기는 줄이고 손실을 거의 0dB 정도로 줄일 수 있었다¹⁾.

가스 누수와 화재 발생 센서에서 송신부의 CPU에서

직접 interface하여 화재 발생 상황처럼 화재 발생 센서에 담배 연기를 뿌리고 라이터로 그을렸을 때 자동으로 가스 밸브를 잠그고 수신부를 통하여 서버에 화재 발생 여부를 전송하도록 하였다. 이 또한 높은 정확도를 보였다.

하는 방식을 채택한다.

이 논문은 가스 검침 외의 원격 제어 시스템 구현의 기초가 되고, 현재 가스 원격검침을 시행하는 국가가 없으므로 시장성이 무한하다고 할 수 있다.

IV. 결 론

현재까지 개발되어진 원격 가스 검출 시스템의 센서부와 본 논문에서 개발한 자기장을 이용한 방법을 비교하면, 본 논문의 센싱 방식은 온도, 습기, 분진, 진동의 큰 영향이 없으며, 구조가 간단하고, 크기가 작으며, 가격 또한 스캔 방식보다 정도 저렴하게 구성할 수 있다.

실험시 송·수신부에서 사용한 447.9MHz의 주파수는 공용주파수이므로 혼신의 가능성이 있다. 그러므로 실제 구성시에는 정통부에서 주파수대를 임대하여 사용

참 고 문 헌

- [1] "Interfacing sensors to the IBM PC", Willis J.Tompkins and John G. Webster, p49~p51, 1988.
- [2] "The circuit and filters", Wai-Kai Chen, p311~p316, 1995.
- [3] "안테나 이론 해석과 설계(Antenna Theory-Analysis and Design)", Constantine A Balanis / 이문수 외, p355~p398, 2001.
- [4] "메카트로 센서활용 핸드북", 이병식, p48~p61, 1992.

저 자 소 개



具 滋 一(正會員)

1991년 : 인하대학교 전자 공학과 학사. 1993년 : 인하대학교 전자 공학과 석사. 1999년 : 인하대학교 전자 공학과 박사. 1997~2001 : 인하전문대 전자계산기과 강사. 1996 9월~2001년 8월 : 인하대학교 산업

과학기술연구소 연구원 재직. 2001년 9월~2002년 5월 : (주)네듀먼트 재직