

무선통신기능을 갖는 화재감지기 회로에 대한 연구 The Study of Fire Detector Circuit with Wireless Communication

백동현[†] · 김장원*

Dong Hyun Baek[†] · Jang-Won Kim*

경원대학교 공과대학 소방방재공학과, *경원대학교 IT대학 정보통신공학과
(2009. 12. 29. 접수/2010. 2. 12. 채택)

요 약

본 논문은 단독형 화재감지기에 무선통신기능을 융합한 화재감지장치를 개발하고자 ZigBee 통신기술을 단독형화재감지기의 신호처리방식으로 채택하여 무선 네트워크와 결합이 가능하도록 설계하였다. 화재감지시 출력전압은 0.4V, 동작 펄스폭은 600 μ s로 실험하였다. LED감시등은 30초 주기로 동작하고 0.12mA, 동작시에는 0.5초 주기로 하며 사용전류가 7mA가 흐르도록 하여 전원회로, Chamber테스트, 연기테스트, IRED, LED 점등등 각 부분이 일정 시간 내에 정상적으로 동작되어 그 적정성을 확인하였다.

ABSTRACT

For the development of fire detector equipments that was fused independent type of fire detector and a wireless communication function, this paper adopted a signal processing method of an independent formation fire sensor by a ZigBee communication method, and it was designed that the combinations of fire detector and wireless communications network were enabled. When a fire occurred, output voltage of a fire detector was 0.4 V, the movement pulse width was 600 μ s, and that was confirmed by an experiment. When it has lookout state, LED worked by 30 s cycle and working current is 0.12 mA. When a fire occurred, LED worked by 0.5 s cycle and working current was 7 mA, and through this experiment of power source, Chamber tester, smoke tester, IRED, LED lighting, the propriety of the method that we showed in this paper confirmed.

Key words : Fire detector, Fire fighting signal processing, ZigBee wireless communication

1. 서 론

화재 시 발생하는 열, 연기, 불꽃 등 연소생성물을 자동으로 감지하여 이 신호를 수신기에 발신하는 감지기는 화재의 발생을 가장 먼저 감지하여 경보의 시작점이 된다. 이는 사람들을 안전하고 신속하게 피난을 유도하며, 화재의 조기진압을 위한 소방 활동의 개시를 알리는 가장 중요한 역할이기 때문이다.^{1,2)}

최근의 초고층 빌딩이나 대형화된 건축물에 설치되는 모든 설비들은 첨단화되고 복잡해지고 있으며 소방설비의 경우도 첨단 신호처리기술로 화재발생장소를 정확히 알려줄 수 있는 시스템이 설치되고 있다. 따라

서 소방시설을 총괄하는 방재센터에서 화재 현장에 대한 정확한 위치의 판별이나 상황을 알아야 할 필요가 더 많아졌다.^{3,4)}

반면, 주거용 건물, 일반주택이나 다세대 혹은 다가구 주택의 경우는 복잡한 설비의 사용으로 비용이 많은 시스템보다는 비용이 적게 드는 좀 더 단순한 시스템을 요구하게 된다.⁵⁻⁷⁾

이러한 시대적, 기술적 요구에 따른 해결방안 중의 하나가 무선방식이 될 수 있으므로 경보설비나 자동화재탐지설비에 무선시스템이 적용되어야 소방산업의 진흥과 소비자의 니즈를 충족시킬 수 있다.⁸⁻¹⁰⁾

이를 위해 화재감지기에 무선통신(ZigBee)기술과 R/G를 활용하여 무선통신기능을 갖는 화재 감지기 회로에 대하여 논하고자 한다.

[†]E-mail: dhbaek@kyungwon.ac.kr

2. 회로 및 동작

본 연구를 위해 화재감지기에 마이크로프로세서를 채택하여 화재를 감지한 경우 무선통신모듈과 정보통신이 가능하도록 하되 소비전력을 최소화하기 위해 2.4GHz의 ZigBee 통신기술을 적용한다. 또한 각 감지기는 고유의 유효사용자 ID(EUID)를 보유하여 등록되지 않은

감지기의 신호에는 반응하지 않도록 한다. 이를 기반으로 구성된 무선통신기능을 갖는 화재감지기 회로의 각 부분별 구성과 동작은 다음과 같다.

2.1 전원회로

Figure 1은 전원회로로 알카라인 배터리에서 9V의 전압을 인가 받아 U₂로 입력되면 3.1V의 정전압 IC를 통해서 안정된 전압을 출력하게 된다. 동작전류는 초저전류 타입으로 배터리 어플리케이션에 적합하다. C₁은 리플발생 및 안정된 전압을 공급하기 위한 바이패

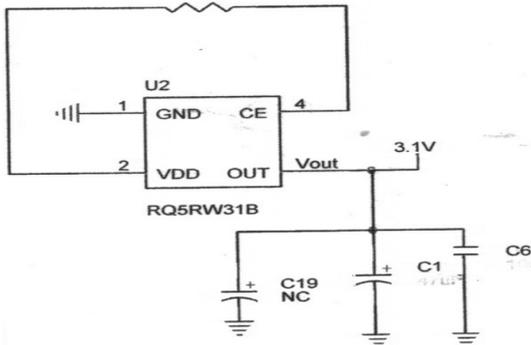


Figure 1. Power circuit diagram.

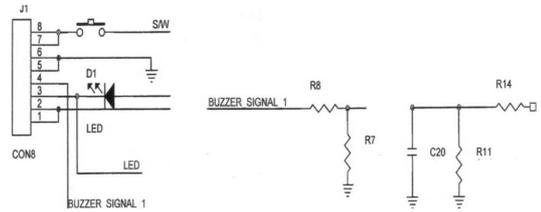


Figure 2. Low voltage, fire and test function circuit diagram.

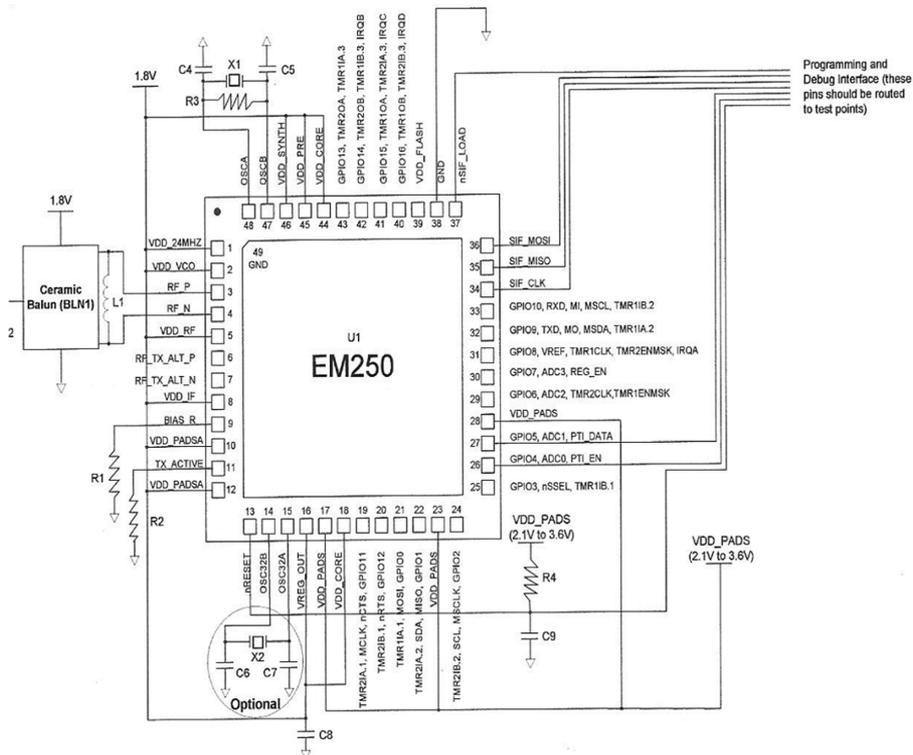


Figure 3. Typical application circuit.

스용 콘텐츠이다.

2.2 저전압, 화재 및 테스트 버튼

R₇, R₈은 저전압 및 화재신호 펄스를 입력받아 저전압 인지 또는 화재신호 인지를 ZigBee가 인식하고 저전압 무선신호를 단말기에 보내게 된다. 저전압 및 화재 발생시에는 LED도 점멸하게 된다. R₁₁, R₁₄은 테스트 버튼의 눌림 상태에 따라 ZigBee가 입력을 받아 신호를 처리한다.

2.3 ZigBee 모듈

Figure 3은 ZigBee 모듈의 적용회로로서 U₁은 ZigBee 통신을 할 수 있는 ONE CHIP IC로 CPU가 내장되어 모든 통신제어를 할 수 있게 되어 있다. 내부에는 RF 송신부와 수신부가 내장 되어 있어 무선통신을 CPU 제어 명령에 따라 실행을 하게 된다.

X₂는 U₁에 내장되어 있는 CPU 및 RF에 기본발진을 공급하고 L₄, L₅, L₃, L₂₂는 RF송수신 임피던스 매칭회로로 2.4GHz 대역에서 임피던스 매칭이 되게 회로가 구성되어 있다. L₆, C₂₀, C₂₂는 필터회로로 수신할 때 외부의 잡음주파수나 송신할 때 불요방사파를 억제하며 2.4GHz 대역만 통과하는 필터이다. C₂₁, C₇은 안테나 임피던스 매칭회로이며 안테나의 임피던스를 2.4GHz 대역으로 정합하는 회로이다. ANT₁은 초소형 칩안테나로 RF송수신의 전파를 송수신하는 역할을 한다.

Figure 4는 CMOS MC145010의 블록다이아그램으로 혼드라이버(Horn Driver)를 탑재하고 있다. 또한 저전력 광전식으로 연기를 감지할 수 있으며 9V 전원으로 동작된다. Detector가 동작하면 이 신호를 Timing Logic 신호에 따라 증폭하여 이를 출력하면 V_{DD}-3.5V REF와 함께 비교기를 통해 비교한 다음 Alarm Logic을 출력하게 된다. 이 신호는 Strobe 4와 저전압(Low-supply) Trip로부터 Comparator된 Signal을 받아 Alarm Logic을

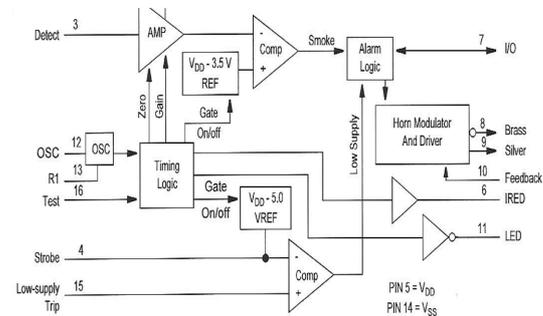


Figure 4. CMOS MC145010 block diagram.

출력하여 Horn Monitor를 동작시키게 된다.

CMOS MC145010는 CMOS MC145012와 호환되며 소량의 연기입자로 산란된 빛에 의하여 화재를 감지하게 되고 감지기가 동작 하였을 때 부저음이 울린다.

IC설정은 감시상태일 경우 낮은 이득으로, 연기를 감지하였을 때는 중간이득으로, 시험스위치를 눌렀을 때는 높은 이득이 된다. 최초 일정 농도 이상의 연기를 감지하면 단속적인 경보음(뽁 뽁 뽁)과 동작표시등이 깜빡거리며 최초 일정 농도 이상의 연기를 감지한 후 10초 동안 감시하여 연기가 지속 감시되면 동작표시등과 경보음을 출력하게 된다.

Figure 5는 전원 적용회로로서 7번 핀은 I/O로 감시 상태일 때는 Low상태로 있다가 회로가 동작하게 되면 High로 전환된다. 이것은 시험스위치를 누른 것과 동일하게 16번 핀인 TEST로 입력되어 지속회로를 구성

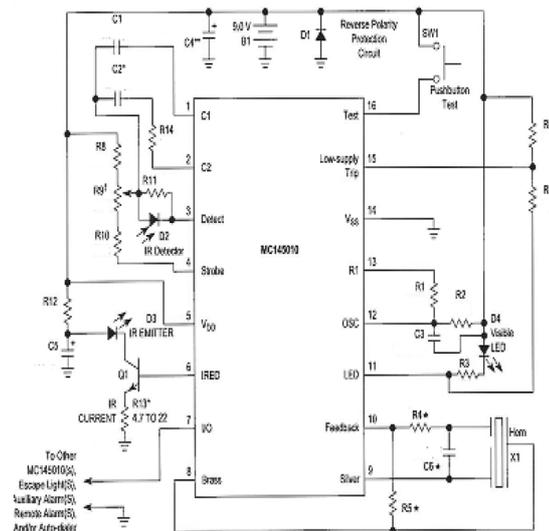


Figure 5. Battery-powered application.

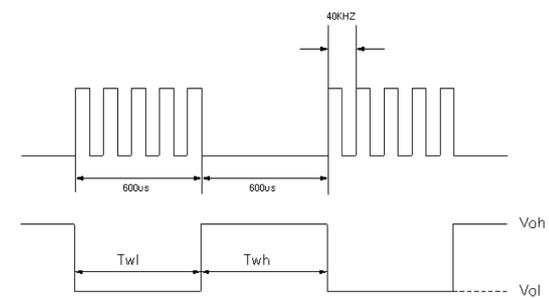


Figure 6. Output waveform of wireless receiver module.

하게 된다. 복구시에는 U₁ MC145010의 7번 핀(I/O)은 R₁ 전류제한 저항을 통하여 강제 Low상태로 만든다. Standby상태일 때 저전압 감시는 11번 핀(led)으로 펄스를 감시한다. 이 저전압 감시 설정은 R₄, R₉의 저항값으로 설정되며 배터리가 저전압 상태일 때는 짧게 뻑- 하는 소리로 경보하게 된다. D₁ LED는 정상 작동 상태표시와 동작표시등을 나타낸다.

2.4 Wireless receiver module

Figure 6은 무선 수신모듈의 출력파형이다. 회로의 동작은 리모트 신호의 주파수를 받아 ON/OFF를 제어하는 모듈로 정상시에는 High 상태로 전자 스위치를 ON시켜 주고 있다. 그러다가 화재감지로 인한 외부 Signal이 입력되면 Low가 되어 전자 스위치를 차단하게 된다. 이 때 V_{oh}는 High Level시의 출력전압을, V_{ol}은 Low Level시의 출력전압으로 최대 0.4V로 하였다. 또한 T_{wh}는 High Level시의 Pulse폭을 T_{wl}는 Low Level시의 Pulse폭을 나타낸다. 회로소자의 특성은 최대 800μs, 최소 400μs로 할 수 있으나 600μs로 실험하였다.

3. 주요 사양

본 논문에서는 시스템에서 요구하는 성능과 추후 유비쿼터스 환경을 고려하여 저전력, 저가격, 저속의 특징을 가지고 있는 근거리 무선통신 기술로 많이 채택되어 적용되고 있는 IEEE 802.15.4 기반의 ZigBee방식을 통해 무선 네트워크와의 결합이 가능하도록 설계하였다. 이는 USN(Ubiquitous Sensor Network)이 각종 센서에서 감지한 신호를 무선으로 주고받을 수 있도록 구성한 네트워크로, 환경, 재해 예측 및 방재, 시설제어, 방법, 보안 등 광범위한 분야에 적용되고 있기 때문이다. Table 1은 무선통신기능을 갖는 화재감지기 회

Table 1. Main Specifications Overview

구분		사양
LED	감시등	약 30초 주기 깜빡거림
	동작시	약 0.5초 주기 깜빡거림
	작동시험시	약 0.5초 주기 깜빡거림
동작전압 범위		7.2~10.8V
작동 온도 범위		-10~60도
사용 전류	감시상태시	0.12mA
	동작시	7mA
측적		10초
경보음량		60~95dB

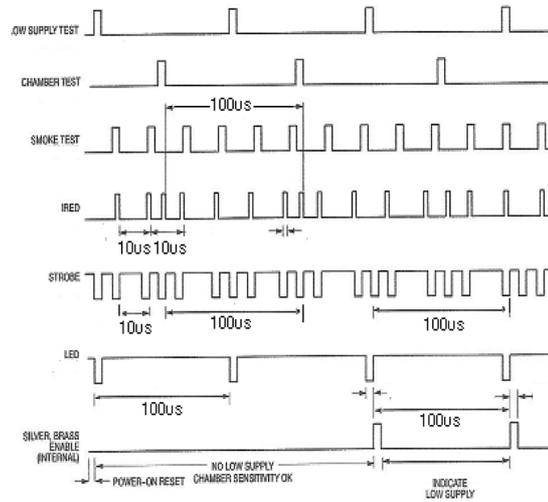


Figure 7. Standby timing diagram.

로에서 필요한 주요사양을 나타낸다.

Figure 7은 Table 1에서 나타난 사양에 따른 정상상태시 회로 각 부의 동작파형이다. LED는 정상시 감시일 경우 30초 주기로 점등되도록 하고 동작시와 작동시험시에는 0.5초 주기에서 깜박거리도록 하였을 때 전원회로, Chamber테스트, 연기테스트, IRED, LED 점등 등 각 부분이 일정 시간 내에 정상적으로 동작되고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

우리나라에서는 아직 소방설비에 무선 시스템을 적용할 수 있도록 되어 있지는 않으나 IT산업의 발달과 생활의 향상은 융합시스템을 적용해야만 소방산업의 진흥과 소비자의 니즈를 충족시킬 수 있다. 이를 위해 자동화재탐지설비의 감지기가 아닌 단독형화재감지기에 무선통신(ZigBee)기술을 적용하고 R/G를 활용하여 화재신호 및 상태를 무선으로 송신할 수 있도록 하였다. 또한 화재수신기에서 화재신호를 수신할 수 있도록 하여 발화지점의 정확한 위치를 파악하고, 정보공유에 따른 빠른 조치를 가능하게 하였다. 그 결과 화재발생시 단독형화재 감지기회로에서는 이를 잘 감지하였으며 화재수신기에서는 신호를 잘 수신하였다.

그러나 화재감지 기술과 무선통신기술의 연계 및 안정성 확보와 무선방식에서 야기될 수 있는 동일주파수의 간섭과 감쇠로 인한 전송 에러 발생 가능성, 보안 문제, 전자파 문제 등을 파악하여 신뢰성이 높은 감지

기의 개발이 이루어져야 할 것이다. 또한 설비 네트워크뿐만 아니라 홈 네트워크 시스템과 연동시킨다면 인명피해를 최소화하여 국민의 생명과 재산보호에 기여할 것으로 사료된다.

후 기

이 연구는 2009년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

참고문헌

1. 백동현, “소방전기시설론”, 동일출판사, pp.337-364 (1996).
2. 백동현, 이상집, 성낙규, 이승환, 오봉환, 이훈구, 한경희, “태양광발전 시스템을 이용한 유도등용 형광램프의 점등에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.14, No.1, pp.22-26(2000).
3. 손영진, 이영일, 이상현, “자동화재탐지설비의 신뢰성 개선에 관한 연구”, 한국화재소방학회 논문지, Vol.22, No.4, pp.42-49(2008).
4. 비상경보설비의 화재안전기준(NFSC 201), 소방방재청고시 제2009-31호(2008).
5. Takayuki Nishikwa, et al., “Smoke and Heat Combined Intelligent Fire Detector - Cyber Sensor”, 松下電工技報, Feb. pp.75-83(2003).
6. 일본 총무성령, “주택용방재기기의 설치 및 유지에 관한 조례의 제정에 관한 기준을 정하는 성령”, 3월(2005).
7. 일본 소방안, “주방 등에 있어서의 주경기(주택용화재경보기) 등의 설치·유지 지도요령 및 정온식 주택용화재경보기와 관련되는 기술 가이드라인에 관하여”, 1월(2005).
8. 한국소방산업기술원, “감지기의 형식 승인 및 검정기술 기준(KOFEIS 0301)”, 소방방재청고시 제2005-89호(2005).
9. 일본 총무성령, “주택용방재경보기(住宅用防災警報器) 및 주택용방재통지설비(住宅用防災報知設備)와 관련된 기술상의 규격을 정하는 성령”, 1월(2005).
10. A V U Phalli Kumar, Adi Mallikarjuna Reddy V, and D Janakiram, “Distributed Collaboration for Event Detection in Wireless Sensor Networks”, MPAC, November(2005).