

# 전자기유도방식의 에너지 하베스팅을 이용한 자가발전 무선 비상호출기 구현 연구

김일중\* · 최연석\*\*

\*호서대학교 기계공학과 · \*\*호서대학교 컴퓨터정보공학부

## Feasibility study for the self powered wireless emergency call button using electromagnetic energy harvesting mechanism

Il-Jung Kim\*, Yeon-Suk Choi\*\*

\*Dept. of Mechanical Eng., Hoseo University

\*\*Dept. of Computer Engineering, Hoseo University

### Abstract

This paper describes the design and implementation of a electromagnetic energy harvesting mechanism and electronic circuit for autonomous emergency call system. This analysis results show the power output of the proposed harvesting mechanism and circuit up to max power output 5V and it can hold up to 65 msec of the power generation and 10msec of the RF transmission. Based on the these testing results, the implementation of autonomous emergency call device without battery power or any external power source is feasible.

**Keywords :** Autonomous, Energy harvesting, Emergency call, Self powered, Harvesting mechanism

### 1. 연구 배경

시민 또는 주민들이 위급상황을 타인에게 알리기 위하여 우범가능성이 높은 지역(지하주차장, 골목지역, 방범 취약 지역 등)에 설치되어져 있는 비상콜 버튼 및 신호 중계시스템들은 긴급 버튼 누름 인식 정보를 유선 통신 또는 무선 통신기술을 사용하여 전송하고 처리하는 시스템이다. 이러한 비상통보의 핵심기기인 비상버튼(위급 시 호출하기 위한 기기)들은 배터리 또는 유선을 통해 전원 공급이 이루어지고 있으며, 특히 배터리를 사용하는 시스템인 경우, 지속적인 비상버튼의 기능을 유지하기 위해서는 1~3년 주기로 배터리 상태를 점검

하여 적절한 시기에 교체를 해야 하는 유지보수 관리 대상 기기들이다. 그리고 전원의 공급이 단절되거나 배터리 교체가 제때 이루어지지 않는 상황에서 비상 상황이 발생된다면 비상콜 운영시스템은 무용지물이 되는 위험요소를 내재하고 있는 상황이다. 이에 전원부의 고장과 상관없이 언제든지 비상호출이 가능하도록 하는 비상콜 시스템에 대한 기술개발이 필요하게 된다. 현재 국내외에서 개발되어진 비상콜 시스템은 유선 전원을 이용한 단순 호출, 음성 반응 호출 및 동영상 정보 연동방식의 시스템[9]과 배터리를 사용하여

† 본 연구는 중소기업청 산학연 공동기술개발사업의 지원을 통해 수행되었음.

† Corresponding Author : Yeon-Suk Choi, Dept. of Computer Engineering, Hoseo University, 20, Hoseo-ro 79 beon-gil, Baebang-eup, Asan-si, Chungcheongnam-do, S.Korea 336-795

Tel : 041-540-5805, E-mail : changwah@hoseo.edu

Received January 12, 2014; Revision Received May 8 , 2014; Accepted June 16, 2014.

비상호출기를 적용한 무선 시스템으로 크게 분류되어 공급회사에 따라 다양한 상품들이 개발되어져 있다. [11][12][13] 그리고 비상 호출을 수신하여 정보를 전달하여 주는 통신부분에서는 유선망을 통한 방식과 유·무선을 결합하여 전송하는 방식을 채택하여 운영자에게 전달하는 방식을 주로 사용하는 형태가 주를 이루고 있다.

또한, 무선 및 이동형 기능을 가지는 비상호출 단말기에 이용되는 일회용 배터리 한 개는 600,000L의 물과 1.6m<sup>2</sup>의 토지를 오염할 수 있으며, 수명이 다한 배터리에서 흘러나오는 납, 카드뮴, 비소 등의 중금속은 토양 및 지하수를 비롯한 환경오염을 일으키는 요인이 되며, 인체에 피해를 주기에 폐배터리 처리를 위한 환경비가 발생. 배터리 사용을 줄이면 폐배터리에 대한 사회적 한계비용 절감이 기대된다.

이러한 친환경 자가발전 기술은 배터리 없이 압전기나 태양에너지 등의 다양한 에너지 공급원에서 에너지를 획득하여 이를 기반으로 해당 디바이스를 구동하는 것으로서 배터리 교체 및 전원 공급의 문제점을 해결할 수 있도록 하는 Batteryless 기술이다[10].

특히, 배터리를 사용하지 않고서도 정보전달을 가능토록 하는 연구들이 사무실 및 주거 환경에 있는 에어컨, 산업용 압축기 등의 진동으로 인하여 발생되어지는 기계적 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 에너지발전 모듈 연구가 이루어져왔다[3][6][7][8]. 또한, 진동 외에 태양광 및 열과 같은 주변 환경에너지를 IT기기의 배터리 대체전원으로 적용하기 위한 연구들도 진행되어져 왔다[2][5].

다양한 에너지 하베스팅 방법 중에서, 비상호출기에 사용되는 푸시 버튼에서 발생되어지는 누름 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 무선방식의 IT기기 및 비상호출기들을 무전원 통신기기로 제작하기 위해서는 다음과 같은 두 가지 요소가 필요하게 된다. 첫째 요소는, 평균 3~5N 정도의 약한 작력에 누름운동이 발생되어지는 입력 메커니즘 구조이며, 두 번째 요소는 압전소자를 이용한 발전 메커니즘 보다 에너지변환밀도가 높으며[4] 부가적인 요소들이 필요하지 않는 경제적인 에너지 하베스팅 메커니즘 구조이다. 즉, 푸시버튼이 속한 작은 공간구조 안에서 외부의 작력에 의해 발생하는 기계적 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 소형사이즈의 경제적인 에너지 하베스팅 메커니즘에 대한 연구가 필요하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 상용화된 비상호출기 구조에서 연구대상을 분석한 연구내용을 기술하고, 3장에서는, 짧은 변위를 가지는 누름 운동으로 유도기전력을 생성하는 전자기 유도 발전 방식의 초소형 에너지 하베스팅 메커니즘 및 전자부, 무선부를

결합한 비상호출기에 대한 설계 및 구현에 대한 연구 결과를 제시한 후 4장에서 본 연구의 결론 및 향후 연구방향에 대해 기술하였다.

## 2. 연구 대상 분석

현재 상용화된 비상 호출기의 종류를 [Figure 1]에 도시하였다. 호출기들은 대부분이 푸시버튼을 입력수단으로 활용하여 발생된 점진신호를 디지털 입력으로 하여 MCU에 전달하고, MCU에서 처리된 신호를 무선통신부 모듈로 보내 상위 시스템에 호출 정보 데이터를 전송하도록 하는 구조로 되어져 있다. 이때 사용되는 무선통신 주파수 출력세기 및 대역폭등과 같은 무선규격은 해당 국가의 무선기기 형식승인 사양에 따라 결정되어지며, 입력수단 및 메커니즘도 제작사의 설계방향과 기능설계에 따라 다양하게 변형되어지고 있다. 그러나 이들 모든 제품들은 별도의 전원 공급수단이 요구되어지기 때문에 지속적인 전원공급수단을 확보하기 위해 자가발전 방식의 대체 전원 공급 방안을 도출하고 구현하는 것이 본 연구 대상이 된다.

특히, 무선 비상 호출기의 전체구성에서 신호 발생부인 푸시버튼 과 전원 공급 장치로 사용되는 배터리 부분을 자가발전 구조 연구 대상으로 분류하고 그에 대한 연구를 진행하고자 한다.



[Figure 1] The type and structure of the emergency call

## 3. 자가발전 무선 비상 호출기 구현

### 3.1 전자기 유도방식의 에너지 하베스팅

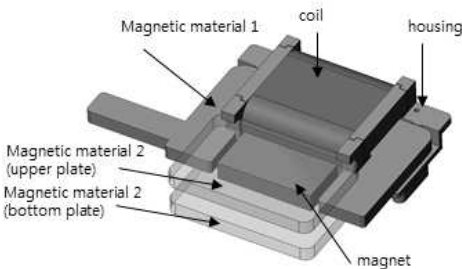
#### 3.1.1 발전부 특성

전자기 유도현상은 자기장 속에 있는 코일과 같은 전도체가 있을 때, 전도체가 움직이거나 자기장의 크기가 바뀌면 전도체에 전류가 발생하는 현상이다. 전자기

유도방식의 발전기에는 자기장을 만들기 위한 강력한 자석과 기전력을 발생시키는 도체가 필요하다. 그리고 이들 사이의 상대적 운동으로 전자기 유도 작용(電磁氣誘導作用)이 일어난다. 이때 생기는 전위차를 기전력이라 하며, 이 기전력에 비례하여 전류가 발생한다. 이러한 전자기 유도현상을 본 연구에서 적용된 에너지 하베스팅 발전기 메커니즘은 소형화된 구조를 위해 최소한의 변위 안에서 기계적 운동에너지를 전기에너지로 변환하는 직선운동 구조의 변환 메커니즘을 가지도록 설계되어졌다.

- 구동 메커니즘 구조 및 동작 흐름

적용된 구조는 [Figure 2]에 도시되었으며, 그 구조를 살펴보면, 우선 하우징(Housing)에 감겨진 코일(Coil) 내부를 가동자인 자성체(Magnetic material) 1이 관통하여 놓여있으며, 자성체 1은 코일 내부 홀의 중앙을 기준으로 위아래 시소운동을 할 수 있도록 구성되어 있다. 코일 외측에 놓인 자석의 위아래 각 극에 자성체 2가 부착되어져, 상측의 자성체 2는 N극, 하측의 자성체 2는 S극을 갖도록 구성되어져 있다. 초기 상태는 자석을 기준으로 자성체 1의 우측면은 상측 자성체 2와 접촉되어지고, 자성체 1의 좌측면은 하측 자성체 2와 접촉되어진 구성을 가지게 된다. 즉, 자성체 1의 좌측 부분은 S극으로 자화된 하측 자성체 2와 접촉하게 되며, 우측 부분은 N극으로 자화된 상측 자성체 2와 접촉하게 되어 결국 코일 내부 영역에서 자성체 1의 왼쪽은 S극, 오른쪽은 N극을 띄게 된다. 반대로 가동자 자성체 1 상판의 좌측 끝부분을 눌러서 아래로 내리게 되면 자성체 1의 우측 부분은 S극으로 자화된 하측 자성체 2와 접촉하게 되며, 좌측 부분은 N극으로 자화된 상측 자성체 2와 접촉하게 되어 결국 코일 내부 영역에서 자성체 1의 왼쪽은 N극, 오른쪽은 S극을 띄게 되어 가동자 자성체 1을 상측 자성체와 하측 자성체의 간격 거리정도의 최소 스트로크로 움직여서 자장의 변화가 발생되도록 하였다.



[Figure 2] The design of the harvesting mechanism

- 유도기전력 발생 메커니즘 분석

다중코일로 감겨진 컨덕터와 영구자석에 의해 생성된 자장을 가진 메커니즘에서 컨덕터에 인가되는 전압은 패러데이 법칙에 따라 식(1)과 같이 표현된다[13].

$$V = -N \frac{d\phi}{dt} = -N \frac{d\phi}{dx} \frac{dx}{dt} \text{ ----- 식 (1)}$$

여기서, V는 인가되는 전압, N은 권선 수 그리고  $\phi$ 는 각 권선 당 평균 자속 쇠 교수

식(1)에 의하면 인가되는 전압은 자속 쇠 교수의 변화정도 와 자성체의 이동속도에 비례함을 알 수 있다. 자속 쇠 교수의 변화도(flux linkage gradient)는 자석의 세기와 코일의 면적 및 권선수의 함수이다. 자석의 세기는 자석재료의 자기 이력 루프(magnetic hysteresis loop)에 따라 좌우됨으로, 본 연구에서는 현재 가장 강한 자석재료로 알려진 NdFeB(Neodymium iron boron)자석을 적용하였다. 또한 권선의 수 N은 코일의 기하학적 구조 즉 코일의 직경과 감긴 밀도의 함수이다.

또한 식(2)와(3)에서 보여 지듯이 전자기력(Fem)을 키우기 위해서는 코일의 두께(t)가 가늘수록 좋음을 알 수 있다.

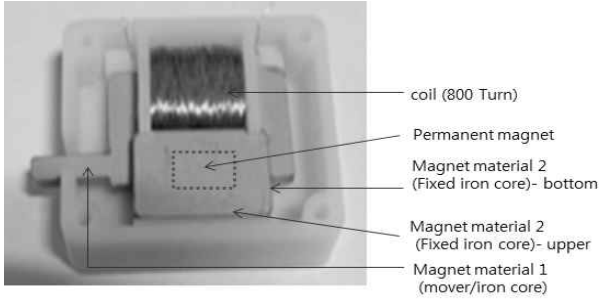
$$F_{em} = D_{em} \frac{dx}{dt} = \frac{1}{R_l + R_c + j\omega L_c} \left( \frac{d\phi}{dx} \right)^2 \text{ ---- 식 (2)}$$

여기서, Dem : electromagnetic damping,  
 Rl : load resistance, Rc : coil resistance,  
 Lc : coil inductance

$$R_c = \rho \frac{N^2 \pi (r_o + r_i)}{f (r_o - r_i) t} \text{ ----- 식 (3)}$$

여기서, t는 코일의 두께, r0는 코일외경. ri는 코일내경.  $\rho$ 는 코일재료의 저항계수

이를 바탕으로 실제 제작된 전자기 유도 에너지 하베스팅 메커니즘을 [Figure 3]에 도시하였으며, 적용된 주요 사양은 다음과 같다.



[Figure 3] Developed energy harvesting mechanism

- 자석 사양

자기장방향 전환방식 발전 모듈에 사용한 자석은 크기가 10mm x 5mm x 2mm, 흡착력이 8.5N (0.87kgf) 네오디움 자석이며, 표면 자속밀도는 3000~3200G이다.

- 코일 사양

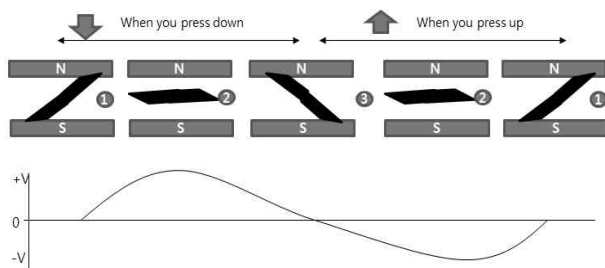
자기장방향 전환방식 발전 모듈에 사용된 코일은 : 코일 굵기는 Ø 0.1mm 의 Annealed Cooper coil  
: 코일 길이는 약 20m  
: 코일 권선 수는 800 의 특성을 가지고 있다.

- 자성체 작동 사양

코일 중앙으로 흐르는 자기장의 방향을 바꾸주는 역할을 하는 자성체 1이 Housing 안에서 움직이는 작동 범위는 아래 그림과 같이 수평면을 기준으로 위, 아래 각각 1.854°씩 총 3.7°를 움직이도록 설계 되어있으며, 실제 3.7° 작동하는데 걸리는 시간은 약 25ms이다. 이를 회전각으로 환산하면 본 연구에서 구현되어지는 메커니즘의 가동자는 약 148°/sec의 회전 속도를 가진다. 발전을 일으키기 위해 수직방향으로 작동하는 거리는 1.8mm ~ 2.0mm이다.

- 전기 생성 흐름도

발전 전압은 최대 5V 피크 발생, 전류방향은 ①→③ 운동 시 +, ③→① 운동 시 -로 변환. 즉, 교류 발전이 이루어지며 이에 대한 흐름을 [Figure 4]에 도시하였다.

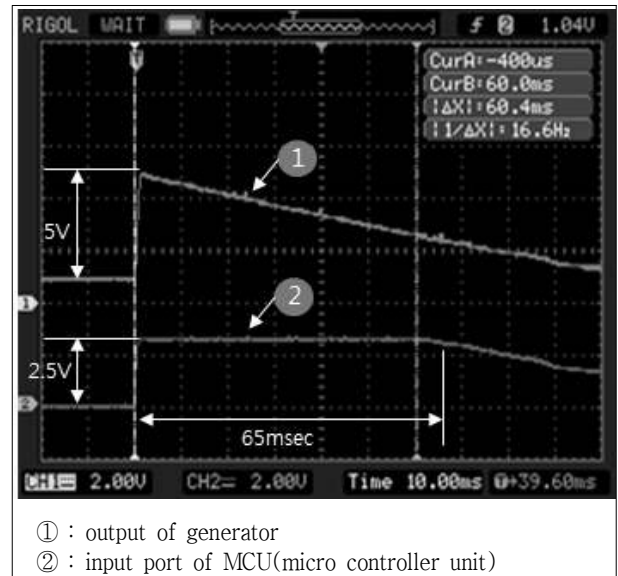


[Figure 4] Flow of electricity generation

- 발전 성능 실험

구현된 하베스팅 메커니즘을 상측 또는 하측으로 1회 작동시켰을 때의 단위 운동을 통해 전기에너지로 변환되어진 전압은 평균적으로 5~6V정도의 교류 전압을 가지게 된다. 시제품 전자회로에 적용하기 위해서는 고효율의 정류회로, 전력관리 회로설계 및 전력관리알고리즘을 구현하였다.

- 에너지 발전규격



[Figure 5] Power operation waveform analysis

[Figure 5]를 통해 에너지 하베스팅 발전 모듈에서 얻어진 전원 파형을 분석하여 보면, 모듈에서 만들어진 파형의 동작 파형은 최대 5V까지 상승한 후 부하의 양에 따라서 서서히 전압이 떨어지는 결과를 보이며, 발전 출력의 성능 사양은 다음과 같다.

[ 에너지 발전 성능 실험 결과 ]

- Actuating force/travel -- 2.0 ~ 3.0 ±0.5N ( 2.0mm stroke )
- Output Pulse : VDCin -- Typical 4.5V±25%
- Output Pulse : T(rise time) -- Typical 1.2ms

또한 구현된 에너지 하베스팅 메커니즘의 발전 모듈에서 2.5V의 저전력에서 구동되는 MCU (Micro Controller Unit)와 디지털 입·출력을 구비한 전자 회로에 인가되는 전원 파형을 측정된 결과를 [Figure 9]의 파형 ②에 도시하였다.

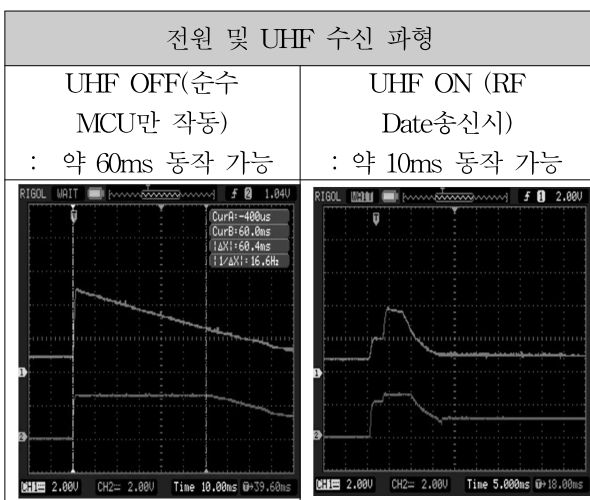
개발된 에너지 하베스팅 메커니즘의 발전 모듈에 2.0V의 저전력 상태에서도 구동되는 MCU (Micro Controller Unit)와 디지털 입·출력을 구비한 전자 회

로 모듈을 결합하여 실험한 결과 단일 누름 동작으로 약 60 ~ 65ms 동안 구현된 전자회로 모듈이 구동할 수 있는 정도의 전력이 생산됨을 알 수 있다.

### 3.2 무선 비상 호출기 전자부 구현

#### 3.2.1 에너지 하베스팅 결합 특성

에너지 하베스팅을 통해 공급되어지는 전원의 효율적인 관리를 통해 전자부 및 무선통신부 운용에 따른 전력 공급 가능시간 산출에 대한 실험이며 그 결과는 [Figure 6]과 같다.

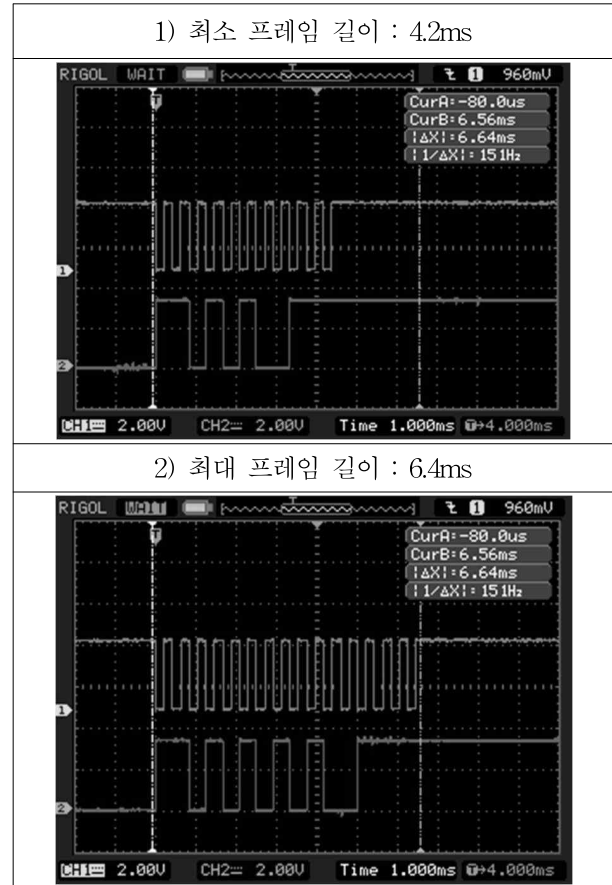


[Figure 6] Experimental power-on time

수신기 전자회로부에서의 무선데이터 프레임길이 측정 결과는 다음과 같다.

- CH1 : UHF 수신부의 CLK output
- CH2 : UHF 수신부의 Data output

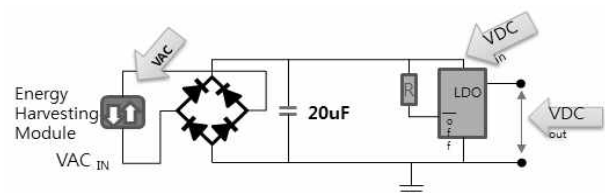
UHF 출력부는 Clock-Data 방식의 일반적인 직렬통신으로 결과를 전송한다. 각 Clock의 상승 Edge에서 Data를 읽어내는 방식으로 수신데이터를 처리한다. 본 연구에서 발생하는 무선 패킷의 길이는 스위치의 동작 신호 즉 ON과 OFF신호를 구분하는 정도이며 그에 대한 패킷의 길이는 [Figure 7]에서 보여지는바와 같이 4.2 ~ 6.4ms 정도의 길이를 가지도록 구현되어졌다.



[Figure 7] Wireless Data Frame length

#### 3.2.2 에너지 하베스팅 전자부 특성

에너지 하베스팅 메커니즘의 출력부에 [Figure 8]과 같이 간헐적 교류특성을 가지는 전원을 이용하는 전자부 회로를 구성하며, 전자부 설계 방향은 짧은 시간에 발생하는 에너지를 활용하기 위한 전원부, MCU부, RF 전송부로 나누어져 설계 및 구현하였다.

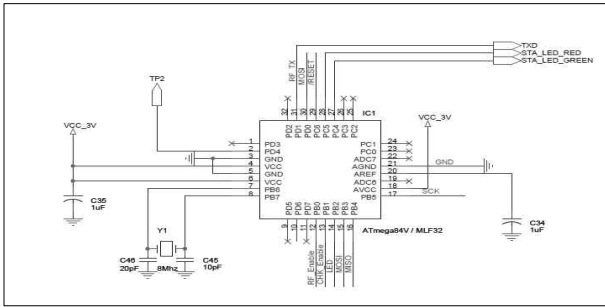


[Figure 8] Energy harvesting electronics circuit

- Step 1. 발전모듈은 물리적 움직임에 따라 정방향과 역방향의 전류가 생성
- Step 2. 생성된 전류를 순방향전압이 낮은 쇼트키 다이오드를 거쳐 정류
- Step 3. 방향이 정렬된 전류는 20uF의 공간에 저장되어 에너지원으로 사용

Step 4. 저장된 에너지원의 편차에 대해 안정성을 피하기 위해서 고효율 LDO를 적용함. 여기에서 LDO가 에너지 발전모듈의 동작과 동시에 활성화되는 불안함을 방지하기 위해서 SHUT DOWN 제어핀에 시간지연을 위한 저항을 적용

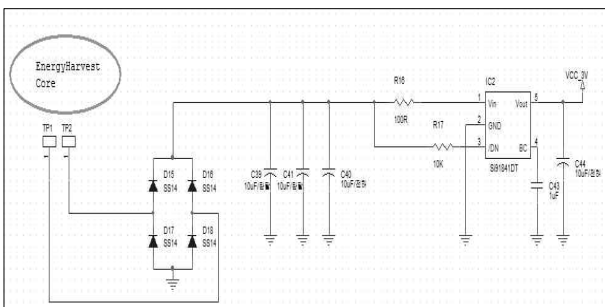
- 구현 된 전자 회로도 : MCU+전원관리부



[Figure 9] Schematic of the MCU Part

본 연구에 사용된 MCU는 Atmel사의 Atmega-88PA 모델이다. 이 제어기는 1.8V의 최소동작전력과 1Mhz동작에 200uA만을 소비하는 에너지 효율이 높은 제품이다. 외부 크리스탈은 실험목적으로만 적용하였으며, 실제 시료제작에는 적용하지 않고 내부 RC발진회로를 이용한다.

전원관리부에 대한 설계 결과는 [Figure 10]에 도시하였으며, 특히 에너지 하베스팅 전원공급분야의 특징이 전원인가부터 전원차단까지의 시간이 매우 짧은 분야이므로 최소한의 회로 구성을 통한 저전력 운영 특성을 가지도록 하였다.



[Figure 10] Schematic of the power management Part

VAC 입력을 Bridge를 통해서 VDC로 단순 변환한 후, 전류제한 저항을 거쳐 LDO(Low-dropout regulator)를 적용

Bridge에 사용된 다이오드는 쇼트키 방식이고 순방

향 전압강하가 매우 낮은 제품을 적용

LDO 출력전압은 2.5V를 적용함 (UHF 동작을 위한 최저 한계치)

DC로 변환된 전압이 일정 레벨 이상이 될 때까지 기다리기 위해서 /DN에 저항을 붙여서 LDO 작동시간을 조정하며, 본 연구에 사용된 LDO는 Si91841DT-2.5이다. 이 제품은 저전력 애플리케이션에 적합한 고효율 LDO이며 /DN 입력은 출력의 안정성을 위해서 히스테리시스 특성(기준전압은 150mV)도 반영되어 있다.

- 무선 통신부

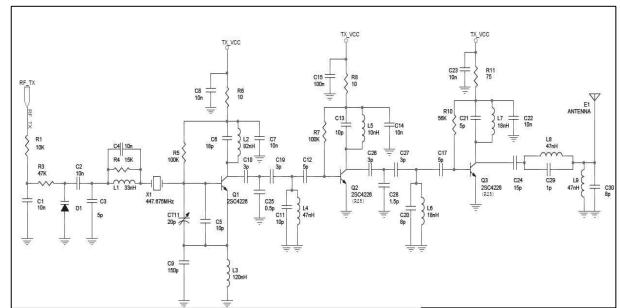
설계 및 구현된 UHF 무선 모듈의 통신에 대한 데이터 규격은 다음과 같다.

Radio telegram : 20~80 bit (sensor data 용량) 수용

Frequency : 447.675MHz, FSK (UHF)

Transmission rate : 2400~9600bps

Transmission Operating time : 약 10ms



[Figure 11] Schematic of the wireless communication

본 연구에는 UHF 송신을 위해서 단일 칩 패키지를 적용하지 않고 Discrete 부품을 조합해서 적용했으며 그 결과는 [Figure 11]에 도시하였다. 본 연구에 적용된 Discrete설계 방식은 PLL(Phase Locked Loop)를 적용한 단일 칩 적용 방식에 비해서 부품수가 많고 복잡하다는 단점이 있지만, PLL방식에 비해서 Phase모니터링, 주파수 가변회로가 불필요하므로 전원효율이 높고, 목표주파수가 될 때까지 발생하는 시간이언도 없으므로 에너지 하베스팅에 적합하다는 장점이 있기 때문이다.

- 안테나 적용 설계 연구

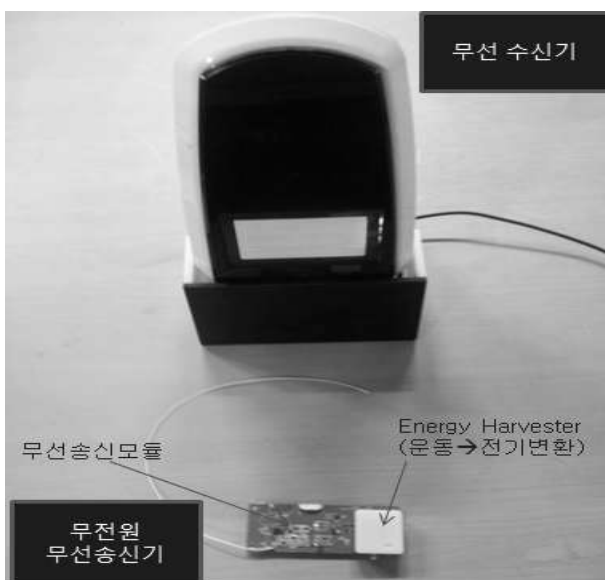
본 연구에 적용되어질 무선 주파수 대역은 국내 무선 주파수 규격을 수용하는 447MHz 대역(447.675MHz 주파수 사용)이며, 이 주파수는 약 67cm의 파장을 가지고 있다. 일반적으로 무선통신에 사용되어지는 안테나는 파장/2의 길이로 제작함으로써 최대 효율을 얻을

수 있지만, 통상적으로 물리적인 제약(구조물의 크기 및 안테나 위치 등) 때문에 와이어 형태를 그대로 사용하지 못하고 헬리컬 방식과 같은 소형으로 제작되는 경우가 대부분이다. 그러나 본 연구의 결과물로 적용될 비상호출기들은 주로 벽체에 부착하는 방식이므로 물리적인 제약이 낮기 때문에 와이어 형태의 안테나를 적용하는 것이 비용과 효율 측면에서 유리하다 사료된다. 또한 와이어 안테나 적용에 고려된 사항은, 접지에 관한 사항이다. 디지털 전자회로에서 GND가 전압 측정의 기준이 되는 것처럼, 무선 출력부도 주변 접지의 영향을 받게 되는데, 통상의 상시적인 DC전원을 사용하는 제품은 충분한 접지를 갖고 있으므로, 안테나 끝을 개방하여 사용하는 것이 효율이 좋은 반면에, 제품면적이 작고 배터리로 동작하는 제품의 경우에는 안테나의 끝을 개방하는 것보다 GND에 저항을 통해서 연결하는 것이 효율이 높다.

에너지 하베스팅을 이용하는 무선통신기기의 최대 무선통신 효율을 얻기 위한 안테나 선정 및 설계 방향은 와이어 안테나가 적합하며, 설치면적이 좁으며 제약이 많은 경우에는 안테나 길이를 줄이면서 접지를 잘 활용하여야 한다. 따라서, 본 연구에서는 상기 고려사항들을 반영하여 30cm 와이어 안테나를 선정 및 적용하여 무선비상 호출기 단말기를 제작하였다.

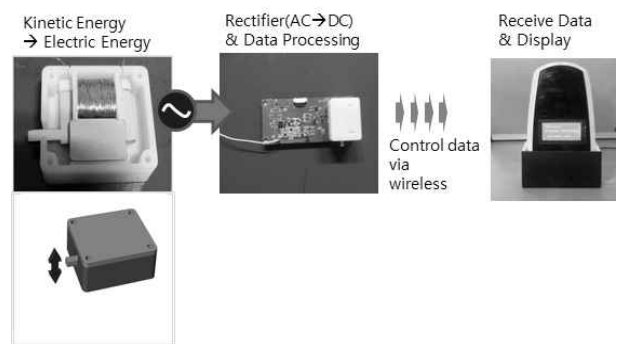
### 3.3 자가발전 무선 비상 호출시스템 구현

본 연구를 통해 산출된 결과물들과 그들을 이용하여 구성한 시제품 구성은 다음 [Figure 12]와 같다.



[Figure 12] The result of study

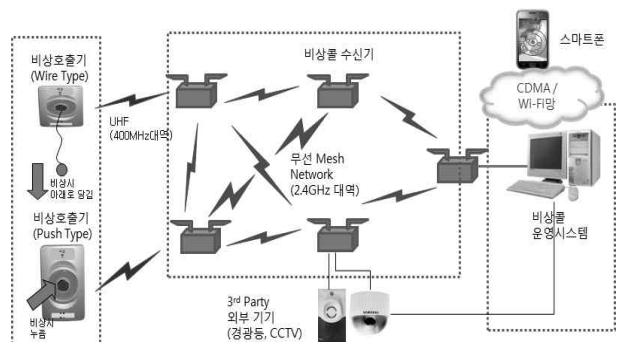
산출물들의 작동 흐름은 하베스팅 모듈에 1.8 ~ 2mm 스트로크를 가하면 스트로크의 운동에너지가 에너지 하베스팅 발전 모듈에서 전자기유도로 전압이 발생되어진다. 발생된 전압(5 ~ 6V)은 무선송신 모듈(에너지 하베스팅 전자부)로 인입되어지며 전원관리 회로부를 통과하면 MCU 와 RF 구동에 필요한 직류전원(2.5V DC)으로 변환된다. MCU는 송신할 데이터를 Discrete하게 구성된 RF회로부로 데이터를 송신하고, 이 데이터를 무전원 무선 송신기의 RF회로부에서 무선으로 송신하게 되고, 무선수신기에서는 무선데이터가 수신되면 데이터 수신 결과를 LCD에 표시한다.



[Figure 13] The flow of wireless data transmission using energy harvesting

### 3.4 연구결과의 활용분야

대표적인 자가발전 무선비상 호출기의 활용이 예상되는 분야로는, 독거노인의 응급 버튼을 들 수 있는데, 이는 응급 상황이 발생했을 때 버튼을 누르면 메시지가 전송되어 신속한 처치가 가능할 수 있도록 하는 것으로 배터리의 잔량 부족으로 인해 응급 정보 전달이 되지 않는 불상사를 예방할 수 있다.



[Figure 14] Application service structure

자가발전 무선 비상호출 시스템의 최종 서비스 구성의 예는 [Figure 14]와 같고 각 부분의 작동 흐름은 다음과 같다. 비상시 비상 호출기를 누르거나, 비상 줄을 당기면, 운동에너지가 발생되어지며 비상호출기 내부에 있는 에너지 하베스팅 모듈이 운동에너지를 전기에너지로 변환하여 비상호출 전자부에 전력을 공급한다. 공급된 전원을 이용하여 비상호출기 전자부는 호출기의 고유 ID와 비상 신호 정보를 무선으로 송신한다. 송신된 무선신호는 가장 가까운 비상콜 수신기에서 수신하게 되고 비상콜 수신기는 비상콜 운영시스템 마스터 노드까지의 최적 경로를 검색하여 수신된 신호를 무선으로 전송한다. 이때 수신기에 연결된 외부 기기(경광등, CCTV)를 작동시켜 현장에서 위험상황을 시각, 청각적으로 확인할 수 있도록 하는 기능도 수행한다. 비상 신호가 비상콜 운영시스템에 접수되면 비상콜 운영 소프트웨어는 비상호출기의 ID에 매핑된 위치정보를 전자지도상에 표시하며, 관리자가 신속한 대처를 할 수 있도록 청각적인 경보도 발생시킨다. 또한 관리자 부재시에도 경보 인지 및 조치를 취할 수 있도록 지정된 스마트폰 또는 스마트 디바이스에 비상 상황 발생 이벤트를 전송시킨다.

#### 4. 결 론

본 논문은 우범가능성이 높은 지역에 설치되어 있는 비상호출 시스템이 배터리의 부족 및 전원 불량으로 인해 작동 되지 않는 불상사를 예방할 수 있도록 배터리나 외부전원이 필요 없는 자가발전방식의 비상호출기 설계 및 구현에 대한 연구 내용을 다루고 있다.

본 연구를 통해 제안된 자가발전 비상호출 메커니즘은 한 번의 누름 동작을 통해서 비상호출 정보를 무선으로 송신할 수 있는 정도의 전력을 발생시킬 수 있으며, 구현된 메커니즘에 전력관리 회로부 및 저전력 무선 통신부를 결합한 자가 발전식 비상호출기 시제품의 작동을 통하여 높은 상업화 가능성을 보여주고 있다.

본 연구 결과물인 전자기유도방식의 초소형 에너지 하베스팅 메커니즘이 적용되어질 수 있는 푸시버튼 활용 시스템들은 주기적인 배터리 교체 및 관리가 필요 없으므로 가정, 생산 공장, 병원 등에서 위험관리 및 긴급호출 분야에 유용하게 적용될 수 있다. 또한, 배터리가 사용되지 않기 때문에 폐배터리 재활용 비용, 매립/소각 처리 시 발생하는 오염물질 처리 비용 절감과 폐배터리로 발생하는 2차 환경오염을 방지하여 사회적 공공편익이 창출될 것으로 사료된다.

향후 자가발전방식의 무선 송신 거리 성능사양을 증

대하기 위해서 누름 운동에너지 변환효율 증대 및 전력 저장 효율 향상 연구와 더불어 에너지 하베스팅 전력 특성에 적합한 전자 및 무선 회로부에 대한 연구를 진행시켜 나갈 계획이다.

#### 5. Acknowledgement

본 논문은 중소기업청 산학연 공동기술개발사업의 "무선원 방식의 비상버튼을 이용한 무선 비상콜 시스템" 연구를 통해 얻어진 것임을 알려드립니다.

#### 6. References

- [1] C. R. Saha, T. O'Donnell, N. Wang, P. McCloskey(2008), "Electromagnetic generator for harvesting energy from human motion", Sensors and Actuators A 147, 248-253
- [2] Eun-Jung Yoon, In-Ho Hwang, Jong-Tae Park, Chong-Gun Yu(2012), "Design of an Energy Harvesting Circuit Using Solar and Vibration Energy with MPPT Control", Journal of IKEEE, 16(3):224-234
- [3] ES Leland, EM Lai, PK Wright(2004), "A self-powered wireless sensor for indoor environmental monitoring", in Proc. of the Wireless Networking Symposium (WNCG), October 20-22
- [4] Joseph A. Paradiso, Mark Feldmeiser(2001), "A Compact, Wireless, Self-Powered Pushbutton Controller", Ubicomp 2001: Ubiquitous Computing, 299-304
- [5] Joseph A. Paradiso, Thad Starner(2005), "Energy Scavenging for Mobile and Wireless Electronics", IEEE Pervasive computing, 18-27
- [6] Kyoung-Bum Kim, Chang-Il Kim, Young Hun Jeong, et al(2012), "Energy Harvesting Characteristics of Spring Supported Piezoelectric Cantilever Structure (SPCS)", J. KIEEME, 25(10):766-772
- [7] Mi so Kim(2012), "Piezoelectric Mechanical Vibration Energy Harvesting", Journal of the Korean Society for Nondestructive Testing, 32(5):603-610
- [8] R Torah, P Glynne-Jones, M Tudor, T O'Donnell, S Roy and S Beeby(2008), "Self-powered autonomous wireless sensor node using vibration energy harvesting", Measurement Science and Technology, 19(12)



- [9] Seok-ki Ryu, Sunheum Lee(2010), "Design and Implementation of Economical Security Monitoring System", KAIS, 11(3):1101-1107  
[10] Shenck N, Paradiso(2001), "Energy-Scavenging with Shoe-Mounted Piezoelectrics", IEEE Micro,

21(3):30-42

- [11] www.sl.co.kr, Secom Home Blackbox  
[12] www.bell-u.co.kr, Bell-u Emergency call system  
[13] www.nttworks.co.kr, Nttworks Emergency call

## 저자 소개

### 김 일 중



충남대학교 전기공학과 공학사,  
동 대학원 전기공학과 공학박사.  
주성대학 전기과 교수. (주)일신  
엔지니어링 기술연구소장. 호서  
대학교 기계공학과 교수  
관심분야 : 전기기기, Energy  
Harvesting, Mechatronics

주소 : 충청남도 아산시 배방읍 호서로 79번길 20

### 최 연 석



성균관대학교 기계공학과 공학  
사, KAIST 생산공학과 공학석  
사, 대우전자 중앙연구소 주임연  
구원, 서울벤처대학원(SVU) 임  
베디드시스템학과 교수, 호서대  
학교 컴퓨터정보공학부 부교수  
관심분야 : Energy Harvesting,  
Active RFID, WSN, Open

Source Platform

주소 : 충청남도 아산시 배방읍 호서로 79번길 20