

전자유도방식에 의한 무선인식시스템 구현

Development of Radio Frequency Identification System by Electromagnetic Induction

강경일* · 박양하** · 김관호** · 이영철***

Kyung-Il Kang* · Yang-Ha Park** · Kwan-Ho Kim** · Young-Chul Rhee***

요 약

본 논문에서는 이동중인 물체의 인식거리 확대와 트랜스폰더의 저전력소비를 갖는 능동형 무선인식시스템을 설계하였다. 설계된 무선인식시스템의 송신주파수는 120 kHz, 응답주파수는 60 kHz로서 부반송파에 의한 ASK방식으로 쌍방향 전송방식을 채택하였다. 실험결과 9,600 bps의 전송속도로 40 km의 이동속도를 갖는 물체에 대하여 무선인식 쌍방향 전송거리는 2 m를 나타내었으며 이때 응답기의 전류소비량은 15 μ A로서 우수한 저전력소모의 특성을 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, we have designed an active radio frequency identification system solving the problems of moving transponder which is identification range expanding and low battery consuming of transponder. Developed radio frequency identification system is a bidirectional data transmission system which is composed of decoder data transmission of 120 kHz and transponder data carrier of 60 kHz which is a subharmonic frequency response with ASK modulation. The experimental results, designed system operating at 9600 bps, show good performances with detecting the 40 km/h moving transponder up to the range of 2 m and 15 μ A low consuming current.

I. 서 론

물체와 정보를 일체시키는 무선인식(radio frequency identification : RFID)시스템은 자동화, 정보화 시대의 정보기기로서 비접촉 방식에 의해 물체의 정보를 인식하고 그 결과를 기록 유지할 수 있도록 쌍방향 통신이 이루어지는데 그 특징이 있

다. 이와 같은 무선인식시스템은 정보량, 전송방식, 데이터 액세스(access)방식, 전원방식, read/write방식에 따라 분류하거나^{[1],[2]} 무선인식 데이터 전송매체에 의하여 전자결합(電磁結合)방식^[3], 전자유도(電子誘導)방식^[4], 마이크로파방식^[5], 광통신방식^[6]등으로 구분된다. 일반적으로 이동중인 물체(moving target)를 인식하기 위하여 2~3미터 정도의 근거리에서는 전자결합방식이 이용되며 원거

* 거창기능대학 전자공학과(Dept. of Electronics, Geochang Polytechnic College)

** 한국전기연구소 정보통신연구팀(Power Telecomm. Res. Group, KERI)

*** 경남대학교 전자공학과(Dept. of Electronic Eng. Kyungnam Univ.)

· 논문번호 : 960906-043

· 수정완료일자 : 1997년 4월 28일

리(30미터 이상)에서는 마이크로파방식이 적용되고 있으며 저주파 전자결합의 경우 보안 및 근접이동체 인식에 응용되고 마이크로파 무선인식의 경우 고속도로에서의 차량인식 등에 주로 이용되고 있음을 고려할 때, 이동물체의 무선인식은 응용에 따라 각각의 특성과 경제성을 고려하여 선정된다. 일반적으로 무선인식시스템의 구성은 질문기(interrogator)와 질문에 따라 이동체에서 응답하는 응답기(transponder 또는 tag)로 구성되며 전자결합방식의 경우, 송수신주파수를 부반송파(subcarrier)로 구분하여 송신과 수신주파수를 서로 다른 주파수로 설정하므로써 쌍방향으로 동시에 데이터 전송을 성취할 수 있다^{[7]~[9]}. 특히 전자결합방식의 경우, 질문 신호가 응답기(transponder 또는 tag)의 수신안테나의 공진회로에서 전자결합되고 이에 따라 변조된 부고조파 응답신호를 응답기의 유도기 전력에 의하여 발신하는 수동방식(passive)과 응답기에 자체 전원을 공급받는 능동방식(active)으로 구분된다. 그러나 수동방식의 경우 유도기 전력의 단점으로 인식거리가 상당히 제한되는(일반적으로 5 cm 이하) 한계성이 문제가 되며 능동방식의 경우, 트랜스폰더의 소비전류가 큰 문제점으로 나타나고 있다. 이동물체에 대한 무선인식시스템에서 부반송파에 의한 응답신호는 질문신호에 비해 송수신 시간과 주파수가 분리되는 단신형 교신방식임을 고려하여 무선인식을 위한 교신거리의 확대의 필요성과 고속 정보 전송에 따른 오동작의 감소 등 무선인식시스템의 효율성이 요구되고 있으므로 본 논문에서는 매우 짧은 교신거리(약 5 cm 이하)를 나타내는 수동형 무선인식의 단점을 보완하여 무선인식시스템의 인지거리 확대와 트랜스폰더에서 저전력 소모의 특성을 나타내는 무선인식시스템을 구현하고자 하며 무선인식시스템을 설계함에 있어서 질문기와 응답기 사이에 전자유도결합에 의한 가역(reciprocal)특성의 적용과 2단자 등가회로 해석 및 설계 파라미터를 이용하여 120 kHz의 무선주파수로 질문 전파를 송신한 후 다시 ASK변조에 의한 60 kHz의 부반송파 응답신호를 수신하는 전자결합 저주파 무

선인식시스템의 인식과정에 대한 통신프로토콜을 분석하고자 한다.

II. 전자유도결합의 가역성과 등가회로해석

전자유도결합에 의한 무선인식 시스템의 구현에 있어서 무선데이터 신호의 송신작용과 수신작용은 루프안테나(loop antenna)에 의하여 이루어지며 일반적으로 저주파수대에서 사용되는 자계 루프안테나의 형태와 등가회로를 그림으로 표시하면 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 그림 1에서 자계루프안테나의 반경이 a 이고 XY 평면으로 놓여 있다. Z 방향으로 균일 자속밀도(magnetic flux density) \vec{B} 가 진행할 때 자계루프안테나에 의한 자계 수신작용은 Faraday 법칙이 적용되며 루프안테나의 면적이 A 이고 권선비가 N 이라 할 때, 자계루프 양단에 형성되는 개방전압과 루프안테나의 자계세기와 출력전압의 관계는 그림 1의 등가회로에 의하여 다음 식으로 표현된다.^[11]

$$\frac{|H_z|}{|V_o|} = \frac{1}{\omega \mu_0 A} \left[\frac{Z_L + jX}{Z_L} \right] \quad (1)$$

한편 자계루프안테나에 의한 무선데이터의 송신은 루프안테나에 전압 V_s 로 구동시킬 때 이에 대한 등가회로는 그림 2와 같이 나타낼 수 있으며^[12] 그림에서 V_s 는 인가전원, Z_s 는 루프의 내부 임피던스, L 은 자기인덕턴스이다. 그림 2에서 Ampere주회

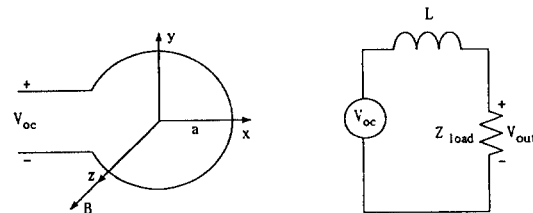


그림 1. 수신 루프안테나와 등가회로

Fig. 1. Receiving Loop Antenna and its equivalent circuit.

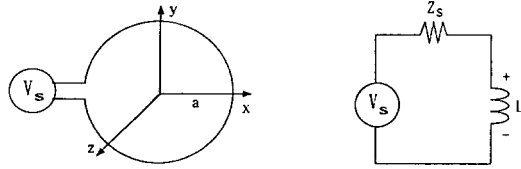


그림 2. 송신 루프안테나와 등가회로
Fig. 2. Transmitting Loop Antenna and its equivalent circuit.

법칙을 적용하여 Z방향에 따른 자계세기와 인가전원에 대한 자계관계는 다음식과 같다.

$$\left| \frac{H_z}{V_s} \right| = \frac{\pi a^2 \left(\frac{1}{Z_s + jX_L} \right)}{2\pi(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

식 (6)에서 자계발생원의 루프안테나의 반경을 작게 하면 루프의 중앙점에서 송신과 수신작용의 자계루프 안테나 사이의 관계식은

$$\frac{V_0}{V_s} = \frac{\omega \mu_0 A (Z_L + jX_L)}{2a(Z_s + jX_L)Z_L} \quad (3)$$

이 되며 $Z_s = Z_L$ 로 하면 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\left| \frac{H_z}{V_s} \right| = \left| \frac{H_z}{V_0} \right| \left[\frac{\omega \mu_0 A}{2aZ_L} \right] \quad (4)$$

식 (4)를 고찰하면 자계를 이용한 루프안테나에 의하여 자계성분을 감지하거나 또는 자계를 발생시키는 자계원으로서 두 루프안테나 사이에서 가역성이 성립함을 알 수 있다. 이러한 자계유도의 가역성을 무선인식 데이터 전송시스템에 적용할 수 있으며 무선인식시스템의 질문기와 응답기 사이의 신호 전송에 따른 에너지전달 관계를 그림 3과 같이 등가회로로서 나타낼 수 있다^[13]. 그림 3의 등가회로에서는 질문기의 송신안테나(L_1)와 응답기의 수신안테나(L_2) 사이 및 응답기의 송신안테나(L_3)와 질문기의 수신안테나(L_4)사이에서 일정한 거리간격을 두고 상호간에 자계유도결합에 의한 가역특성을 나타내고 있다. 이와 같이 2단자회로망에 의한 무선인식(RFID)시스템의 등가회로에 의하여 안테나 사이에서의 가역관계에 따라 무선인식 시스템의 질문기측 송신전력과 Q 값 및 송신주파수를 각각 P_1 , Q_1 , f_1 라 하고 응답기에서의 수신전력, Q 값을 P_2 및 Q_2 라 할 때, 질문기와 응답기의 사이에서 형성되는 단방향 에너지 전달관계는

$$P_2 / P_1 = K_t^2 Q_1 Q_2 \quad (5)$$

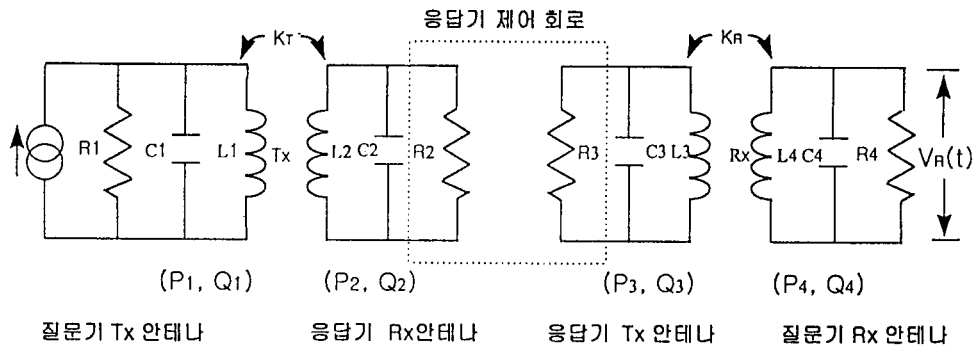


그림 3. 질문기와 응답기 사이의 에너지 전달에 따른 2단자 회로망 관계
Fig. 3. Two-port network between interrogator and tag by energy transfer.

로 나타낼 수 있다. 이때 K_i 는 질문기와 응답기 사이의 결합지수로서 응답기 수신안테나에 형성되는 전류신호의 크기에 따라 결정되는 상수이다. 응답기에서는 제어회로에 의하여 고유 ID데이터는 디지털 변조되어 부반송파로 재송신되며 응답기의 부반송파(f_r)성분의 송신안테나(L_3) 전력 P_3 및 Q_3 와 질문기 수신안테나(L_4)의 수신전력 P_4 사이에는

$$P_4 / P_3 = K_i^2 Q_3 Q_4 \quad (6)$$

가 성립된다. 이때 K_i 은 응답기의 부반송파 형성에 따른 결합계수이다. 그림 3의 등가회로와 같이 질문기에서 자계에너지를 송신하여 응답기에서 수신하고 다시 응답기에서 부반송파에 의한 고유 ID 데이터 재송신과 질문기에서의 수신되는 전체적인 결합특성을 식 (5)과 식 (6)을 이용하여 다음식으로 표현할 수 있다.

$$P_4 / P_1 = \alpha K_i^2 K_r^2 Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 \quad (7)$$

이때 α 는 에너지변환 효율계수로서 응답기에서 부반송파 신호를 형성할 때 나타나는 에너지와 손

실 관계 등을 고려하여 결정된다^[8].

III. 무선인식시스템의 설계와 분석

무선인식(RFID)에 의한 정보전송에 있어서 신뢰성 높은 데이터의 전송과 효율적인 정보인식시스템 구성을 위하여 그림 4 및 그림 5와 같이 무선인식시스템의 질문기와 응답기를 구성하였다. 무선인식시스템을 설계함에 있어서 질문기와 응답기 사이의 데이터 송·수신 중에 발생하는 에러를 검출하고 올바른 데이터를 전달하여 에러발생을 가능한 최소로 하고자 다음 세 가지 중요한 특성을 고려하였다. 첫째, 정상시에 응답기는 매우 적은 전력을 소비하는 대기상태(waiting)에 돌입하며 둘째, 질문기로부터 기본주파수(120 kHz)의 신호를 받았을 때 응답기는 부반송파(60 kHz)에 고유의 ID를 ASK변조시켜 질문기에 전송한다. 셋째, 질문기의 기본주파수(120 kHz)의 범위를 벗어난 신호에 대하여 응답기는 고유 ID코드의 전송을 멈추고 다시 대기상태가 되도록 한다. 이와 같은 점을 고려하여 본 연구에서 제시되는 무선인식시스템의 사양은 표 1과 같다.

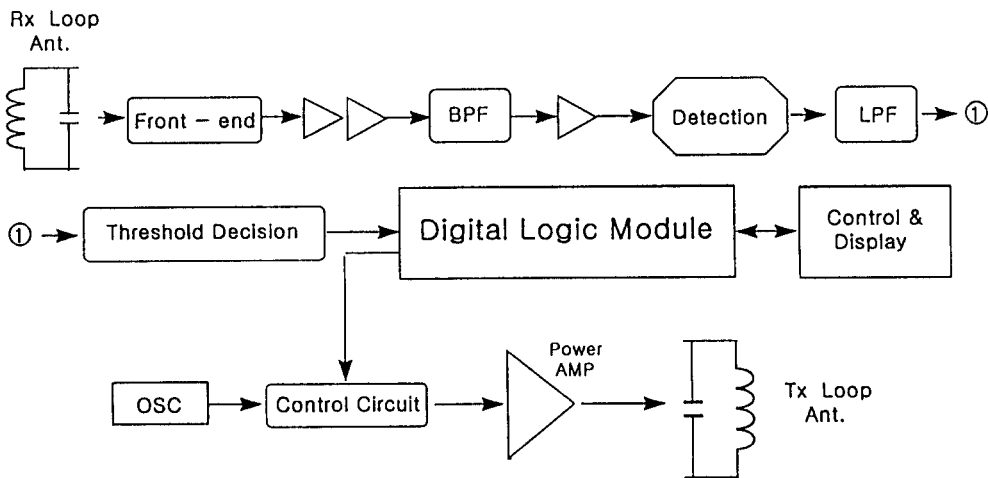


그림 4. 무선인식시스템의 질문기 구성도

Fig. 4. Interrogate blockdiagram of RFID system.

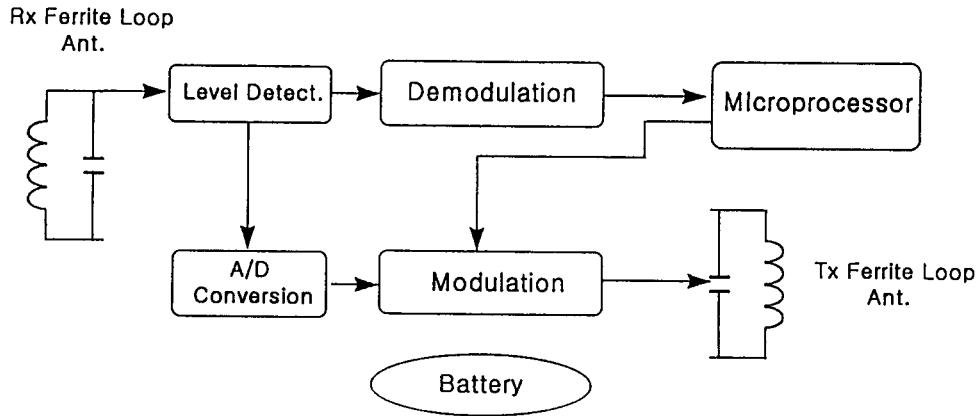


그림 5. 무선인식시스템의 응답기 구성도

Fig. 5. Tag blockdiagram of RFID system.

표 1. 설계된 저주파 RFID 시스템 규격

Table 1. Designed low frequency identification specification

방 식	규 격	
전 송 속 도	9,600 bps (표준)	
변 조 방 식	ASK 변조	
복 조 방 식	포락선 검파	
반송 주파수	120 kHz (Decoder → Tag) 60 kHz (Tag → Decoder)	
응답기의 전원	Battery 내장형	
전 송 거 리	최대 2 m	
안 테 나	Decoder	Loop Coil형
	Tag	Ferrite Rod형
최대 전송 문자	128자 (영문)	

3-1 무선인식 안테나의 설계와 분석

무선인식시스템에 적용되는 안테나는 질문기의 경우 직사각루프(rectangular loop)에 의한 송신과 수신안테나로 구분하였으며 응답기 안테나는 물

리적 크기를 고려하여 페라이트 안테나로 선정하였다. 질문기에 적용되는 소형 루프안테나는 전기적으로 균일전류분포로 가정하여 도체의 전체길이 ($N \times$ 원주)가 자유공간에서의 파장에 비하여 $\leq 0.1\lambda$ 인 조건을 만족시키는 소형 루프안테나^[11]형태의 복사인덕터(radiating inductor)로서 동작시켜야 한다. 질문기의 수신안테나에 적용되는 소형루프안테나에서 발생된 유기전압 V_{oc} 는 식 (1)에 의하여 루프의 면에 수직 입사되는 자속밀도 B_z 에 비례하므로 $V_{oc} = \omega N A B_z$ 이 되며 입사되는 자속은 루프에 균일한 것으로 가정한다. 페라이트 응답기안테나는 비투자율, 저손실탄젠트(loss tangent) 및 외부공진 현상을 방지하는 페라이트 특성을 가져야 하며 페라이트 안테나의 수신작용의 경우, 원통형 페라이트의 중앙에 형성되는 단선루프에 대한 개방전압은 $V_{oc} = \omega \mu_{rod} A H_z$ 으로 표현된다. 이때 A 페라이트봉의 단면적, μ_{rod} 는 투자율이다. 일반적으로 페라이트 안테나에 대한 등가회로는 코어의 분산전력관계 등을 고려하여 안테나 코일의 인덕턴스, 복사저항 및 페라이트 손실저항, 기생 캐패시턴스 등에 따른 값으로 등가회로를 구성해야하나 페라이트 안테나의 인덕턴스와 캐패시턴스에 대한 해석은 쉽게

유도할 수 없으며 페라이트 안테나의 Q값 역시 이론적으로 구하기가 어려우므로^[13] 본 연구에서는 페라이트의 물리적 크기를 고려하고 코일의 직경을 크게하여 Q값을 반복적으로 측정하여 페라이트 안테나의 Q값을 증가시키는 방안을 고려했다. 이와 같은 질문기와 응답기의 특성을 고려하여 무선인식시스템의 질문기 직사각 루프안테나는 집중코일(concentric coil)을 이용하여 외부 루프는 120 kHz의 송신안테나, 내부 루프는 60 kHz의 수신안테나로서 작용하도록 설계하였다. 송신안테나의 경우, 무선인식 전자계의 파형은 선형 편파방식에 의하여 안테나 인덕턴스를 25~35 μH 범위에서 값을 설정한 후 balun 동조에 의하여 최대효율을 얻도록 하였으며 도달거리 2 m이내에서 질문기와 응답기 사이에서 전자유도결합에 의한 무선데이터의 송신과 수신과정이 이루어지도록 표준도선(32/0.2 mm)을 5회 감아 질문기 송신 루프안테나를 구성하였다. Balun 조정에 의하여 설계된 송신 루프안테나를 HP 4192A 임피던스 분석기로 측정한 결과, 인덕턴스는 24.5 μH 이고 무부하 Q_0 값이 17.0이었으며 동일한 방법에 의하여 수신 루프안테나의 경우, 각각 9.79 μH 와 Q_0 는 5.9 이었다.

응답기에 적용되는 페라이트 안테나는 국내업체에서 개발된 초기투자율이 3200이고 Mn-Zn물질로 구성된 페라이트 샘플 2개를 선정하였다. 페라이트 봉의 길이와 직경이 22×5.5(mm)인 페라이트에 권선을 시킨 시료 1에 대하여 인덕턴스와 무부하 Q 값을 측정한 결과 60 kHz에서 $L=1.046$ mH, $Q=36.6$ 이었으며, 120 kHz에서 $L=1.053$ mH, $Q=48.7$ 이었으며 길이와 직경이 54×10(mm)인 시료 2에 대하여 인덕턴스와 Q값은 각각 $f=60$ kHz에서 $L=1.15$ mH, $Q=23$ 및 $f=120$ kHz에서 $L=1.12$ mH, $Q=36.6$ 을 나타내었다. 그림 6은 페라이트 안테나 샘플에 대한 지향패턴을 보여 주고 있다. 샘플에 의한 페라이트 안테나의 인덕턴스와 Q값 및 응답기의 물리적인 크기를 고려하여 시료 2형을 선정하여 응답기의 송수신 안테나를 구성시켰다.

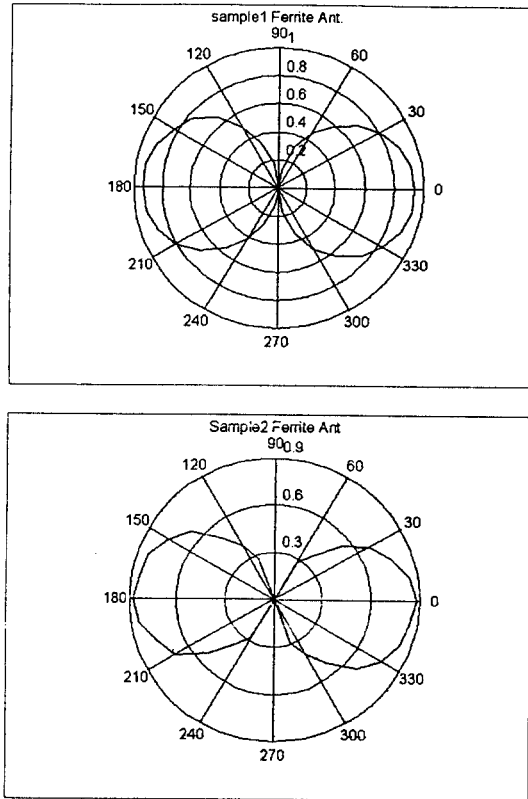


그림 6. 설계된 페라이트 루프안테나와 지향패턴

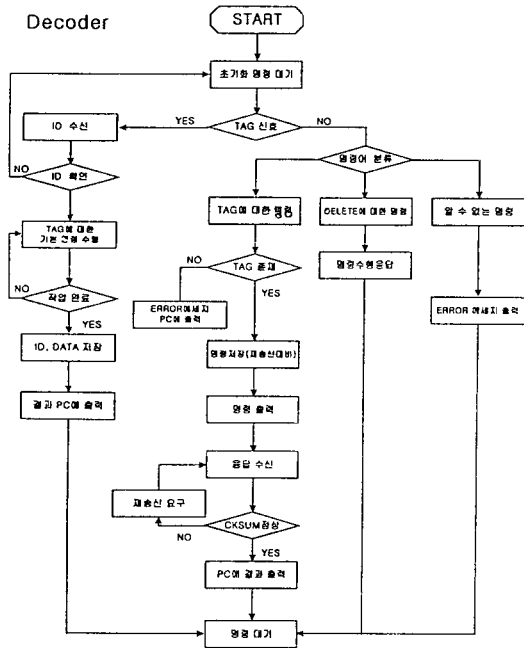
Fig. 6. Designed ferrite loop antenna and its radiation pattern (sample 1: ferrite size=22×5.5(mm), Ref. $V_{oc}=40$ mV, $f=120$ kHz, $L=1.053$ mH, $Q=48.7$, sample 2 : ferrite size = 54×10(mm), Ref. $V_{oc}=140$ mV, $f=120$ kHz, $L=1.12$ mH, $Q=36.6$).

3-2 질문기와 응답기의 설계

무선인식시스템 질문기의 구성은 크게 송신부, 수신부 및 논리부로 구분된다. 송신부는 항상 일정한 주파수(120 kHz)를 발생시키며, 논리부는 마이크로프로세서에 의한 제어 및 응답기의 고유 ID

표 2. 무선인식을 위한 신호제어 흐름도 (a) Tag (b) Decoder

Table 2. Flow chart for RFID signal control (a) Tag (b) Decoder.



를 기록작성(write)을 한다. 질문기에 사용한 마이크로프로세서는 인텔 원칩계열의 80C32에 의한 RS-232C 채널과 Intel 8251A를 이용하여 채널을 구성하였다. 표 2는 질문기와 응답기의 신호제어 프로그램의 흐름도를 보여주고 있다. 응답기는 평상시 내장된 배터리의 소모를 줄이기 위하여 비활동모드(sleep mode)에 있다가 자신에게 부여된 고유 주파수가 검출되면 활동신호(wake-up signal)를 발생하여 마이크로프로세서의 비활동모드(sleep mode)를 해제하고 질문기에서 보내 온 데이터를 수신, 분석하여 응답기의 메모리에 저장되어 있는 데이터를 질문기에 재송신하며, 질문기와 응답기 사이의 데이터 수신은 전자유도 결합으로 이루어지므로 주변 환경 노이즈로 인한 데이터 손실의 영향을 방지하기 위하여 송·수신 데이터의 시작

부분에는 STX(Start of text)를, 데이터의 마지막 부분에는 ETX(End of text)가 이루어지도록 프로그램 하였다.

응답기에서는 인식범위에 들어 온 질문기의 송신 신호에 대하여 높은 Q값을 가지는 페라이트 안테나로 신호를 감지하며 감지된 신호는 논리회로에 의해서 구형파로 변환시켜 2분주하므로써 부반송파를 형성시킬 수 있으며 이때 분주된 신호는 마이크로 프로세서의 인지 신호 및 데이터 반송신호로서 동작한다. 응답기의 마이크로 프로세서에 의한 응답기의 고유인식신호(Identification code)와 부반송파신호(subcarrier signal)는 ASK 변조되며 증폭기를 통하여 재전송시킨다. 그림 7은 질문기에서 송신된 질문신호(120 kHz)를 응답기에서 수신하여 응답기(tag)의 고유 ID신호에 따라 형성된 ASK 변조된 응답기의 송신신호(60 kHz)를 보여주고 있다. 응답기의 동작에 따라 질문기의 수신단에서는 응답기의 ASK신호를 수신하게 되며 응답기의 고유 ID가 내포된 ASK 변조신호의 최소 수신오류를 위하여 본 연구에서 질문기의 수신부에서는 비동기 검파방식의 포락선 검파(envelope detection)를 사용하였다. 응답기의 재전송에 의한

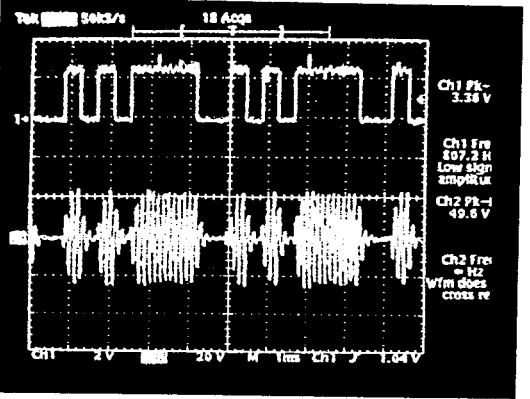


그림 7. 응답기 고유 ID 데이터와 ASK 변조파형
Fig. 7. Tag ID data and ASK modulated signal.
(Ch.1 : ID data of Tag,
Ch.2 : Tag output of ASK)

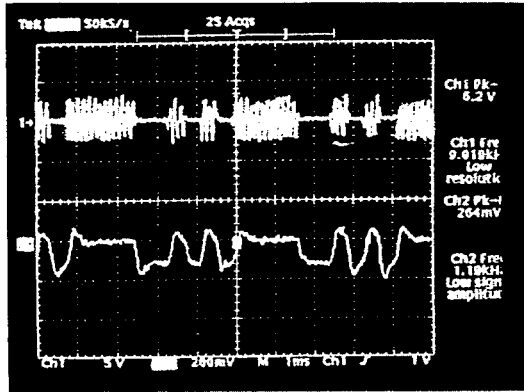


그림 8. 수신기의 BPF 통과한 응답기 ID 데이터의 파형과 검파된 출력파형

Fig. 8. Decoder BPF output ID data and detected decoder output signal.

(Ch.1 : interrogator(decoder) BPF output signal,
Ch.2 : detected signal of decoder)

질문기의 수신신호는 응답기의 고유 ID신호와 주변잡음 신호가 혼합된 상태가 되므로 응답기의 고유 ID신호를 추출하기 위하여 결합(Coupling) 회로, LC공진회로, 대역통과필터(BPF)와 저역통과필터(LPF) 및 증폭기로 구성된 수신회로를 설계하였다. 그림 8은 질문기의 수신단에서 대역통과필터를 통과한 ASK 신호와 검파된 신호의 파형을 나타내고 있다. 그림 9는 검파된 ID신호에 대하여 복조(demodulation)된 파형의 관계를 보여주고 있으며 그림 10에서는 응답기의 고유 ID신호와 질문기에서 최종 복원된 ID신호를 비교하였다. 그림 7에서 그림 9에 의하면 응답기의 고유 ID 데이터 신호가 무선인식시스템의 수신기에서 최종 복조되어 응답기의 고유 ID신호가 인지되고 있음을 알 수 있다. 설계한 무선인식시스템의 탐지거리의 특성을 분석하기 위하여 응답기와 질문기 사이의 거리를 0.5 m에서 2.0 m까지 0.5 m 간격으로 질문기의 송수신 안테나를 90° 회전시키면서 응답기를 40 km

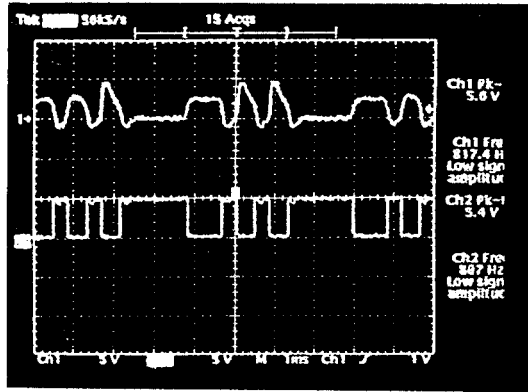


그림 9. 질문기에 수신된 검파 파형과 복조된 ID 데이터

Fig. 9. Interrogator detected ID signal and demodulated ID data.

(Ch.1 : output of detected signal,
Ch.2 : demodulated ID data signal)

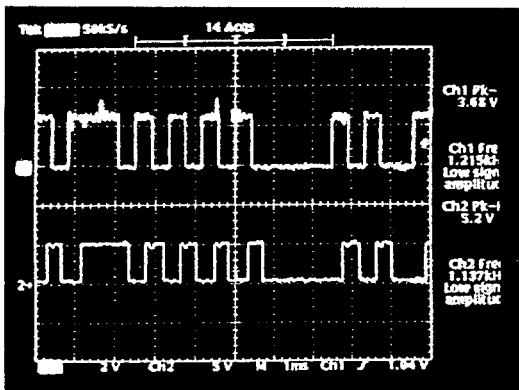


그림 10. 응답기의 고유신호와 복원된 신호의 비교

Fig. 10. Comparison of TAG data to reconstructed data.

(Ch.1 : Original ID data of tag,
Ch.2 : Reconstructed data)

의 속력으로 이동시켰을 때 인지되는 수신감도의 특성을 그림 11에 나타내었다. 본 연구에서 설계 제

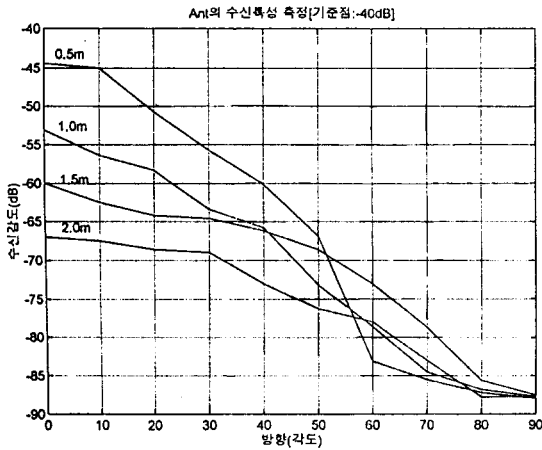


그림 11. 거리에 따른 수신감도의 관계
 Fig. 11. Relation between received sensitivity and transponder range. (transponder : ferrite ant. $f=60$ kHz, $L=1.15$ mH, $Q=23$, received loop Ant. $L=9.79$ μ H, $Q=5.9$)

작한 무선인식시스템을 종합적으로 고찰할 때, 성능결과는 수동형 무선인식시스템의 단점인 탐지거리의 제한성을 해결할 수 있으며 현재 외국에서 상용되고 있는 능동형 무선인식시스템^[14]의 탐지거리와 비교할 때 대등한 결과를 얻을 수 있었으나 응답기의 고유 ID를 인식하기에 어려움을 나타내었다.

IV. 결 론

사회 각 분야에서 자동화와 정보화를 위한 비접촉방식의 자동인식시스템은 인식거리의 확대와 다양한 환경에서 인식대상의 적용요구에는 한계가 있다. 이에 따라 비교적 환경영향을 받지 않고 데이터를 무선방식으로 전송하는 무선인식시스템(RFID)의 기술을 개발하기 위하여 가장 적용범위가 넓은 저주파형 능동 무선인식시스템을 구현하였다.

무선인식시스템의 설계에 있어서 응답기의 페라

이트 안테나와 질문기의 루프안테나 사이에 대하여 전자유도결합에 의한 가역원리를 적용하였으며 상호간에 결합능력을 높이기 위하여 루프안테나의 Q 값과 페라이트의 비투자율의 관계가 무선인식시스템의 설계에 있어서 가장 중요한 파라미터임을 알 수 있었다. 무선인식시스템의 정보전송의 절차와 에러검출의 보정 및 통신회로, 전원제어 등을 고려하여 질문기와 능동형 응답기 사이에서 효과적인 무선데이터 전송을 위한 통신 프로그램을 작성할 수 하였다.

설계된 무선인식시스템의 정보전송에 따른 교신거리는 응답기의 전원공급을 3.6 V로 했을 때 9, 600 bps의 전송속도에서 2 m의 전송거리를 확보하였으며 응답기의 이동속도(40 km/h)에 따른 데이터 전송이 가능함을 확인하였다. 질문기와 응답기 사이의 교신거리를 확대시키기 위하여 응답기의 출력전력을 크게 해야 하나 응답기의 수명을 고려하여 본 연구에서는 응답기의 제어회로에서 15 μ A의 저전류소모특성을 나타낼 수 있도록 회로를 구현하였으나 응답거리의 제한성이 필연적으로 나타남을 알 수 있었다. 본 연구에서 개발된 무선인식시스템에 대하여, 환경잡음이나 주변의 금속성에 따른 간섭 등 잡음신호를 제거할 수 있는 적응회로와 응답기의 고속이동에 따른 고유 ID 신호의 보호를 위한 이중 변조기법에 대한 부가적인 연구가 진행되면 높은 신뢰성으로 다양하게 응용범위를 확대할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Peter H. Cole and David M. Hall, "Fundamental Constraint on RFID Tagging System," Proc. of the 3rd annual Wireless Symp., pp. 294~303, Feb. 1995.
- [2] R. Page, "A Low Power RFID Transponders," *RF Design*, pp. 31~36, Jul. 1995
- [3] 木村節朗, "電磁結合方式との特徴", 省力と自動化, pp. 31~49, Nov. 1993.

- [4] Eshraghian K. and Cole P. H, "A New Class of Passive Subharmonic Transponder", *IEE Proc.* vol. 31 PtG, pp. 45~52, Apr. 1983.
- [5] Daniel D. Macwhinney, "Microwave Tag Identification System", *RCA Review*, vol. 44, pp. 589~610, Dec. 1983.
- [6] S. A. Ahamed and T. M. Hussain, "Active and Passive Infrared Sensors for Vehicular Traffic Control", *IEEE Veh. Tech. Conference*, pp. 1393~1397, Mar. 1993.
- [7] P. H. Cole and K. Eshraghian, *Efficient Object Identification System*, US Patent 4, 364,043, 1982.
- [8] K. Eshraghian and P. H. Cole, "Electromagnetic Coupling in Subharmonic Transponder", *IREE Jour. of Electr. and Electronics Eng. Australia*, vol. 2, no. 1, pp. 28~35, Mar. 1982
- [9] Carl W. Pobanz and Tatsuo Itoh, "Microwave Noncontact Identification Transponder Using Subharmonic Interrogation", *IEEE Trans. on Microwave Theory and Tech.*, vol. 43, no. 7, July 1995, pp. 1673-1679.
- [10] David K. Cheng, *Field and Wave Electromagnetics*, second ed., Addison-Wesley Pub. Inc. New York, 1989.
- [11] Richard C. Hohnson and H. Jasik, *Antenna Engineering Handbook*, 3rd, ed. ch. 5 Loop Antennas, McGraw-Hill Inc., New York, 1993.
- [12] Gerald Hall, *The ARRL Antenna Book*, ch 5., Newington, 1991.
- [13] M. F. DeMaw, *Ferromagnetic-core design and application handbook*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [14] *Eureka system manual*, Mar. 1986.

강 경 일



1949년 12월 7일생
 1991년 2월 : 경일대학 전자공학과 (공학사)
 1993년 2월 : 경남대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1996년 2월 : 경남대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료

1984년 7월~1997년 1월 : 창원기능대학 부교수
 1997년 2월~현재 : 거창기능대학 전자학과 부교수

이 영 철

현재 : 경남대학교 전자공학과 교수

박 양 하

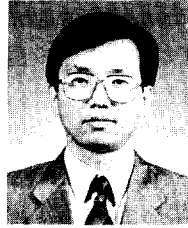


1962년 1월 8일생
1984년 : 동아대학교 전자공학과(공학사)
1986년 : 동아대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1990년~현재 : 한국전기연구소 전

력전자연구부 정보통신팀 선임연구원

[주 관심분야] 무선통신 시스템 설계, M/W 회로 설계, 무선 전력전송 시스템 설계

김 관 호



1978년 : 숭전대학교 전자공학과(공학사)
1980년 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
1980년~1983년 : 한국전력공사
1983년~현재 : 한국전기연구소,

정보통신연구팀, 책임연구원