

8.2MHz 대역 자계 유도 무선기기 기술 기준에 관한 연구

강영진*, 김선엽**

요약

본 논문에서는 8.2MHz대역 자계 유도식 무선기기의 기술 기준의 새로운 제정의 필요성을 swept RF EAS를 통해 살펴 보았다. 이를 위하여 8.2MHz 대역의 기술 기준치에 대한 현재 각국의 동향과 그 기준치를 분석 및 비교를 통하여 해당 대역의 국내기준의 문제점을 분석하였다. 전자파 적합등록에서 제시하고 있는 기술 기준과 연계하여 이에 적합한 국내의 비허가 자계 유도식 무선기기의 실질적인 도입 가능한 기술 기준을 제시함을 목적으로 한다. 그러므로 8.2MHz 대역 자계 유도식 무선기기의 기술 기준을 본 논문에서 제안한 규정을 바탕으로 새롭게 제정한다면 해당 기기들의 보급과 발전에 기여할 것으로 예상된다.

A Study on the Technical Regulation for Magnetic Filed Inductive Radio Equipment with 8.2MHz Frequency Band

Young-Jin Kang*, Sun-Yeob Kim**

ABSTRACT

In this paper, we researched needs of new technical standard for magnetic inductive radio equipments using 8.2MHz frequency band. For this, we analyzed the problem of Korean output regulation in the relevant band through an analytic comparison of the current trend of each country and their standard value in 8.2MHz frequency band. In connection with the value of standard regulation of each country, which has been proposed in the registration of the appropriate electro-magnetic wave, the paper aims to propose the standard value of magnetic field strength that could actually be introduced for suitable unauthorized magnetic filed inductive wireless devices in Korea. Therefore, provided that the Korean standard may be established based on the standard regulation of the magnetic field inductive radio equipment using 8.2MHz in this paper, this is expected to be committed to the distribution and advancement of magnetic field inductive wireless devices.

Key Words : Swept, RF EAS, Inductive, Magnetic Filed, Technical Regulation

* 원광대학교 전자공학과(✉yjkang@wonkwang.ac.kr)

** 남서울대학교 정보통신공학과

· 제1저자(First Author) : 강영진 · 교신저자(Correspondent Author) : 김선엽

· 접수일(2011년 11월 11일), 수정일(1차 : 2011년 12월 9일), 게재확정일(2011년 12월 12일)

I. 서론

현재의 정보화 사회에서 자계 유도 무선신호를 사용하는 영역은 국민 생활의 많은 영역으로 확산되고 있으며, 이러한 자계 유도 무선신호의 사용은 유비쿼터스 환경의 실현에 매우 중요한 역할을 수행하고 있으며, 앞으로도 그 사용 범위가 다양하게 증가될 것으로 예상되고 있다.[1]

현재의 전파법에 의하면 국내의 8.2MHz대역의 자계 유도 시스템의 출력기준은 방송통신위원회 고시 제2009-13호에 의해 규정되어지고 있다.[2]

그러나 방송통신위원회의 고시에는 32MHz미만의 미약 전계와 150kHz미만의 자계 강도에 관한 규정만 존재할 뿐 8.2MHz 대역의 자계 유도식 무선신호에 관한 기술 기준은 마련되어 있지 않은데, 그 이유는 이대역이 국제 조난 주파수 대역으로 사용되고 있기 때문이다.[3]

이러한 기술 기준이 존재하는 상황에서 국내에는 8.2MHz 대역의 자계 유도 무선기기인 Swept RF EAS(Electronic Article Surveillance)가 있으며 현재 이 시스템은 판매되고 있으며 또 사용되고 있는 실정이다.

이러한 기기들은 기술 기준이 마련되어 있지 않으므로 현재의 전파법상 불법기기에 속하므로 사용할 수도 사용해서도 안 되는 기기이지만, 이 시스템이 국내 전파법규가 정비되기 이전부터 사용되어 온 기기이므로 모두 철거하기에는 관련 업계에 큰 피해를 줄 수 있을 뿐만 아니라 이러한 기기를 사용하는 다른 나라와의 형평성 차원에서 기술 기준을 새롭게 마련하는 것이 시급한 실정이다.

이에 본 논문에서는 8.2MHz 대역을 사용하는 자계 유도 시스템의 기술 기준의 필요성을 Swept RF EAS 시스템을 통해 제기하고 이를 위한 기술 기준을 제안하고자 한다.

II. Swept RF EAS 시스템

EAS 시스템은 출입구나 통로에 전자기 감시영역을 생성하여 상품 또는 자산에 장착된 태그가 정상적인 출고 절차를 거치지 않고 무단으로 감시 영역을 통과 시 경보음이 발생하여 상품 또는 자산을 보호하는 전자식 도난 방지 시스템이다.

이러한 EAS 시스템은 기술방식에 따라 70-1,000Hz 대역을 사용하는 EM(Electro-Magnetic) 방식, 58kHz를 사용하는 AM(Acousto Magnetic)방식 그리고 8.2MHz를 사용하는 Swept RF(Swept Radio Frequency)방식이 있다.

EAS 시스템을 기술방식별로 비교한 내용이 표 1에 보이고 있다.

표 1. 기술방식별 EAS 비교
Table 1. Comparison of EAS system with technical type

비교사항	RF	EM	AM
가 격	저렴	높음	높음
유지비	저렴	높음	높음
오동작	거의 없음	많음	거의 없음
주변기기 호환성	있음	없음	적음
사용 주파수	7.4 ~ 8.8 MHz	70 ~ 1000 Hz	58 kHz
감지거리	900~1800mm까지	900mm 이하	감지거리가 다양
라벨가격	저렴함	매우 저렴하다.	EM라벨의 3배
감지특성	높은 감지도(95%)	매우 낮은 감지도(50%)	높은 감지도(95%)
설치비용	저렴	고가	보통
기타 특징 (주변설비에 의 영향)	주파수 사용으로 아무 문제없음.	자장으로 인해 인접 지역 CRT 모니터 사용 불 가	자장으로 인해 인접 지역 CRT 모니터 사용 불 가

2.1 Swept RF EAS 시스템의 동작

Swept RF EAS 시스템의 동작은 그림 1과 같으며, 시스템의 송신기에서 대역폭이 약 1MHz인 7.7~ 8.7 MHz의 주파수가 출력이 되는데, 이 때 송신기와 수신기 사이에 8.2MHz의 공진 특성을 갖는 그림 2와 같은 태그가 감지영역에 위치하면 식 (1)과 같은 공진이 발생하게 되고 수신기는 이 공진 신호를 포착하여 TAG의 존재를 정보음으로 표시한다.

이 때 태그는 8.2MHz 공진회로 구조로 되어 있으며, 스티커 센서는 종이 표면에 예칭하여 회로를 구성하고, 하드태그 센서는 직접 코일과 콘덴서 부품을 납땜하여 제작한 후 플라스틱 구조물에 넣게 되는데, 대량 생산 과정에서 8.2가 아닌 7.8 ~ 8.5MHz의 다양한 특성을 가질 수도 있다.

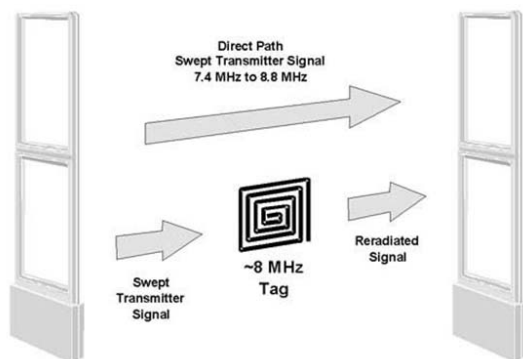


그림 1. Swept RF EAS 시스템의 동작도
Fig. 1 Operation Diagram of Swept RF EAS System

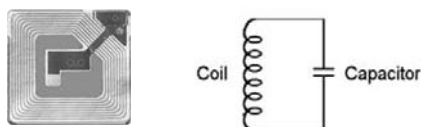


그림 2. Swept RF EAS의 태그와 공진 회로

Fig. 2 A Tag of Swept RF EAS and resonance circuit

$$f_{resonance} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

2.2 Swept RF EAS 시스템의 현행 기준

표 1에 보이는 EAS 시스템 중 AM방식은 사용주파수 대역이 58kHz이므로 제97조의 2의 기술 기준 중 제 1항 루프 안테나를 사용하는 자계 유도식 무선기기에 해당하고 이에 대한 기술 기준은 표 2에 나타난 바와 같이 30~90kHz의 자계강도 기준 값이 이미 마련되어 있다.

표 2. 무선설비규칙 제97의 2
Table 2. Technical Regulation No. 97-2 for Radio Equipment

주파수	자계강도 기준 값	비 고
9㎐ 이상 30㎐ 미만	72 dB μ A/m	※ 10m 거리를 기준으로 하며, f는 ㎐를 단위로 한 주파수로 한다. ※ 본해대역폭은 200㎐, 검출모드는 준정두치 모드를 이용한다.
30㎐ 이상 90㎐ 미만	72-10log(f/30) dB μ A/m	
90㎐ 이상 110㎐ 미만	42 dB μ A/m	
110㎐ 이상 135㎐ 미만	72-10log(f/30) dB μ A/m	
135㎐ 이상 140㎐ 미만	42 dB μ A/m	
140㎐ 이상 148㎐ 미만	37.5 dB μ A/m	
148㎐ 이상 150㎐ 미만	14.8 dB μ A/m	

이에 반해 EM 방식과 Swept RF 방식의 EAS에 대한 규정은 제97조2의 2항의 내용으로 “루프 안테나를 사용하는 자계 유도식 무선기기로 150kHz 이상 30MHz 미만의 주파수를 사용하는 것은 해당 주파수에 대한 제97조의 미약 전계강도 무선기기의 기준을 준용한다.”로 규정되고 있다. 표 3에 무선설비규칙 제97조의 미약 전계강도 무선기기의 전계강도 기준을 보이고 있다.

현재 EM 방식은 표 1에 보이는 것처럼 낮은 인식률로 인해 국내 및 해외에서도 거의 사용되지 않는 실정

이므로 큰 문제가 되지 않는 반면 Swept RF 방식의 경우 무선설비규칙을 따라 해당 주파수인 8.2MHz의 기술 기준은 표3에 살펴본 바와 같이 $500\mu V/m$ ($54dB\mu V/m$)로 되어있고, 전파연구소 고시 제2008-2호(형식등록 및 형식등록 처리방법)의 제4장 기타 기술기준 적용방법 중 제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법)에 제시된 시험방법 보상치 $6\pi/\lambda$ 를 이용하여 계산한다.

이러한 보상치를 dB로 환산하면 $20\log(6\pi/\lambda)$ 가 되므로 실제 전계강도 기준치 E 는 10m 거리를 기준으로 표현하면 식(2)와 같이 된다.[4]

$$E = 43.5dB\mu V/m + 24 - 20\log f(MHz) \quad (2)$$

표 3. 무선설비규칙 제97조
Table 3. Technical Regulation No. 97 for Radio Equipment

주파수	전계강도
322MHz 미만	$500\mu V/m$ 이하. (15MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)
322MHz 이상 10MHz 미만	$35\mu V/m$ 이하
10MHz 이상 150MHz 미만	$3.5f\mu V/m$ 이하(다만, $500\mu V/m$ 를 초과하는 경우에는 $500\mu V/m$ 로 한다). 이 경우 f 는 MHz를 단위로 한 주파수로 한다.
150MHz 이상	$500\mu V/m$ 이하

III. 각국 기술 기준 비교 및 미약전파국으로 운용할 수 없는 주파수 대역

전장에서 살펴본바와 같이 현재 시장에서 판매되고 있는 Swept RF 방식의 EAS 시스템은 현재의 전파법규에 규정된 기술 기준을 초과하고 있는데, 외국의 사례를 통해 이러한 시스템들을 위한 기술 기준을 제안하고자 한다.

3.1 미국의 기술 기준

미국의 FCC는 47CFR Part 15.209 규정에 의해 주파수 135kHz이하의 미약전계 무선기기에 대한 출력 및 발사율을 관리하고 있으며, 47CFR Part 15.205 규정을 통하여 무선항행 등 안전서비스 보호를 위하여 운영금지 대역을 두고 있다. 135kHz 이하의 경우, 전계강도 기준치는 표 4에 나타나 있다.[5]

표 4. 미국의 Part 15.209의 기준치
Table 4. Technical regulation of Part 15.209 in U.S.A

Frequency (MHz)	전계강도 ($\mu V/m$)	측정거리 (m)
0.009-0.490	2400/F(kHz)	300
0.490-1.705	24000/F(kHz)	30
1.705-30.0	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
Above 960	500	3

자계 유도식 무선기기의 경우, 근역장을 이용하므로 표 4에 제시된 측정거리에서는 측정이 불가능하므로 FCC는 47CFR Part 15.31 (d)-(2)의 규정을 통해 보상법을 제시하고 있다.[6]

이 보상법은 유도성 루프 안테나를 사용하는 경우 실제 측정(60dB/decade)을 통한 방법과 40dB/decade를 제시하고 있다. 이 중 실제 측정법에 의한 방법에 의해 8.2MHz 대역에 대하여 미국의 기술 기준을 계산하면 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned} E &= 29.5dB\mu V/m + 60\log\left(\frac{30}{3}\right) \\ &= 89.5dB\mu V/m \end{aligned} \quad (3)$$

3.2 유럽의 기술 기준

저주파의 근거리 장에서 사용하는 유도성 루프시스템은 원거리장 라디에이터와 다른 RF 특성을 가지며, 근거리 장에서, “파동” 임피던스는 원거리장 파동 임피던스 $120\pi \approx 377\Omega$ 보다 낮다. $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 값과의 변환 오류를 방지하기 위하여, EU에서는 측정 결과는 항상 $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ 로 나타낸다. 8.2MHz 대역은 낮은 저주파로서 측정거리는 3m 또는 10m인데, 이 거리는 근거리 장에 해당되어 실제 측정값이 매우 큰 값으로 측정되거나 거리가 멀어질수록 감소되는 특성을 나타낸다. 이러한 자계 유도식 시스템에 관한 유럽규정은 CEPT ERC REC.70-30에서 다루고 있으며 8.2MHz 대역에 대한 유럽 권고안은 표 5에 보이고 있다.[7]

표 5. 유럽의 유도 응용에 대한 기술 기준
Table 5. Technical regulation for Inductive application in European

주파수(kHz)	자계 허용치 ($\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$)	비고
9.0~59.750	72.0	-3dB/oct@30kHz
59.75~60.25	42.0	-
60.25~70.0	69.0	-3dB/oct@30kHz
70 ~ 119	42.0	-
119 ~ 135	66.0	-3dB/oct@30kHz
135 ~ 140	42.0	-
140.0 ~ 148.5	37.7	-
6765 ~ 6795	42	-
7400 ~ 8800	9	-
13.353 ~ 13.567MHz	42	-
13.353 ~ 13.567MHz	60	For RFID and EAS only

3.3 미약 전파 무선국으로 운용할 수 없는 주파수 대역

현재 우리나라의 전파 법규에는 표 6과 같이 미약전파 무선국으로 운용할 수 없는 주파수 대역이 존재한

다. 이 주파수 대역은 긴급통신, 조난 · 긴급 · 안전, 조난 · 호출 그리고 국제조난을 위해 미리 할당된 주파수 대역으로 대양을 운행하는 선박 등의 긴급 상황 대처를 위한 주파수 대역이다.

표 5에 나타난 것처럼, 자계 유도식 무선기기들이 사용하는 주파수 대역과 겹치는 주파수 영역이 존재한다.

우리나라의 경우는 함평과 포항에서 로란 송신국을 운영하고 있는데, 로란국의 출력이 150 kW이므로 수신 한계레벨을 고려할 경우 서비스 거리는 약 2000 km까지로 유추할 수 있다. 통상 로란 수신국은 선박, 라디오존데, 항공기 등에 위치하므로 육지로부터 최소 1km 이상 떨어진 거리에서 이용되는데, 육지에서 사용되는 일반적인 자계 유도식 응용 시스템으로부터 32m 이격되면 혼신 영향을 배제할 수 있는 것으로 판단된다.

IV. 8.2MHz 대역 자계 유도 시스템을 위한 기술 기준 제언

앞 절을 통해 해당 주파수 대역에 대한 미국과 유럽 국가의 출력기준을 검토하였다. 이를 통해 해당 주파수 대역의 기술 기준이 문제가 되는 이유는 크게 세 가지로 집약할 수 있다.

첫 째는 해당 주파수에 대한 기술 기준을 $\mu\text{V}/\text{m}$ 로 표시하고 있다는 점이다. 이는 우리나라의 전파 법규를 처음 제정 시에 마땅한 기술 기준이 없어 대부분의 기술 기준을 일본의 기술 기준을 차용하여 사용하여 발생하는 경우라 할 수 있다. 이로 인하여 여러 가지 문제점들이 발생하는데 150kHz 이하 미약 전계강도 무선기기의 기술 기준의 경우도 과거에는 322MHz미만의 주파수를 사용하는 기기들의 경우에는 “ $500\mu\text{V}/\text{m}$ 이하 (15MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)”라는 기

술 기준만 존재하였다. 그러나 급격한 정보·무선 통신 기술 및 기기들의 발전에 따라 새로운 기기들이 등장함에 따라 $\mu V/m$ 만으로 기술 기준을 표기하기 어려운 시대로 접어들었다. 그러한 이유로 150kHz이하의 미약 전계강도 무선기기 중 루프안테나를 사용하는 무선기기의 경우에는 출력기준을 $\mu A/m$ 으로 변경하여 사용하도록 변경하였다.[3]

둘째는 본 논문에서 살펴 본 바와 같이 8.2MHz 대역의 미국이나 유럽 등의 기술 기준에 비해 출력 기준이 낮게 규정되어 되어 있다는 점이다. 해당 주파수 대역의 현재 국내의 기술 기준인 49.3dB $\mu V/m$ 은 같은 dB $\mu V/m$ 방식으로 출력기준을 정한 미국에 비해 지나치게 엄격한 값이므로 해당 산업을 보호하기 위해 출력 기준을 상향시킬 필요가 있다.

세째는 본 논문에서 살펴본 8.2MHz 대역을 사용하는 swept 방식의 무선기기의 경우는 자체 유도식 무선기기임에도 불구하고 현재의 출력기준은 미약 전계강도 무선기기의 출력기준을 따라야 한다는 점이다. 즉 현재 상용화된 기기임에도 불구하고 적당한 기술 기준이 존재하지 않는다는 점이다.

따라서 8.2MHz 대역을 사용하는 자체 유도식 무선기기를 위한 새로운 기술 기준의 제정 방안을 제안한다.

기술 기준을 상향을 통해서도 현재 상용화되어있는 해당 대역의 자체 유도식 무선기기들을 합법의 테두리로 포함시킬 수 있으나 이는 출력 기준의 측정방식 즉, 자체방식의 무선기기들을 전계방식 무선기기의 카테고리로서 계속 다루어야 한다는 문제점이 존재한다. 그러므로 기술 기준의 개정보다는 자체 유도식 무선기기의 특성을 고려하여 새로운 기술 기준의 제정이 필요하고 기술기준의 국제간의 조화를 위해서 유럽의 기술 기준을 도입하는 것이 필요하다고 사료된다.

따라서 현행 무선 설비 규칙에 7.4~8.8MHz 대역을 사용하는 자체 유도식 무선기기의 기술기준을 유럽의 기술 기준을 따라 9 $\mu A/m$ 를 추가하는 것이 필요하다

사료된다.

V. 결론

본 논문에서는 불법 무선기기의 범주에 포함되어 있는 swept RF EAS 시스템을 통해 8.2MHz 대역의 자체 유도식 무선기기의 기술 기준 제정의 필요성을 살펴 보았다. 이를 위해 국내 상황과 각국의 현황과 제도를 분석하였다. 이를 바탕으로 해당 주파수 대역의 현재의 기술 기준이 외국에 비해 낮게 제정되어 있다는 사실과 해당 무선기기들이 자체 유도방식임에도 불구하고 전계강도 표시방식을 통해 기술 기준이 사용되고 있다는 사실을 확인 하였다.

이를 해결하기 위한 방안으로 본 논문에서는 전계강도 표시방식이 아닌 자체강도 표시방식을 사용해야 함과 국제간의 기술 기준의 조화를 위해서 유럽의 기술 기준을 따라 7.4~8.8MHz 대역의 경우 9 $\mu A/m$ 의 기술 기준을 추가하는 것이 필요함을 제안하였다. 이를 통해 해당 주파수 대역을 사용하는 자체 유도식 무선기기의 국내 시장 활성화 및 국제 경쟁력을 갖추는 원동력이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 강건환, 오세준, 박덕규, "국내 미약 전계 강도 무선기기 기술 기준 개선방안 및 제안", 한국전자과학회논문지, 제17권 제6호, 2006. 6.
- [2] 방송통신위원회, "무선설비규칙(방송통신위원회 고시 제 2009-13호)", 2009. 4. 1
- [3] 전파연구소, "미약전계강도 무선기기에 대한 간섭시나리오 개발에 관한 연구", 2007. 12
- [4] 박승근, "미국 및 유럽의 전계강도 기준치 해석", 기술메모, 한국전자통신연구원, 2008
- [5] <http://cfr.vlex.com/vid/15-209-radiated-emi-ssion-limits-requirements-19847570>
- [6] <http://cfr.vlex.com/vid/15-31-measure-ment-standards-19847392>

[7] CEPT ERC REC.70-30

감사의 글

본 논문은 2009학년도 원광대학교 교내연구비 지원에 의해 수행됨.

저자소개



강영진(Young-Jin Kang)

1989년 건국대학교 대학원 전자공학과
(공학박사)

1981년~현재 원광대학교 전자공학과 교수

※ 관심분야: 초고주파 및 광통신



김선엽(Sun-Yeob Kim)

1993년 원광대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)

2001년 원광대학교 대학원 전자공학과
(공학박사)

2006년~현재 남서울대학교 정보통신공학과 교수

※ 관심분야: 전파법규, 임베디드 프로세서