

EAS 시스템을 위한 무선기기 출력기준에 관한 연구

박형근*, 김선엽**, 나유찬**
*남서울대학교 전자공학과
**남서울대학교 정보통신공학과
e-mail:phk315@nsu.ac.kr

A Study on the Technical Regulation of Radio Equipment for EAS System

Hyoung-Keun Park*, Sun-Youb Kim**, Yu-Chan Ra**
*Dept of Electronic Eng., Namseoul University
**Dept of Information Communication Eng., Namseoul University

요 약

본 논문에서는 8.2MHz 대역의 국내 미약 전계 강도 무선기기의 출력제한치를 다른 외국의 기준치와 비교하였다. 이를 통해 국내의 규정이 미국이나 유럽에 비해 낮음을 확인하였고, 이를 검증하기 위해 8.2MHz EAS 시스템의 출력을 측정하였다. 측정 결과, 전계강도값이 각각 70.6dB μ V/m와 68.3dB μ V/m로 측정되었는데, 이러한 값은 국내의 현재 기준인 102.7dB μ V/m를 초과하는 값을 확인하였다. 따라서 8.2MHz 대역의 국내기준의 사양 검토가 필요하다고 사료된다.

1. 서론

개선 방향을 제안한다.

전파 이용 시스템들 중 현저하게 미약한 전파를 사용하여 일상생활에서 좁은 범위를 영역으로 하는 미약 전계 강도 무선기기에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 무선설비는 유비쿼터스 환경 실현에 매우 중요한 역할을 수행할 것이며, 앞으로도 그 사용범위가 다양하게 증가될 것으로 예상된다.[1]

이러한 미약 전계 강도 무선기기 중 8.2MHz 대역을 사용하는 기기 중 EAS(Electronic Article Surveillance)라고 하는 상품도난 방지시스템의 송, 수신용 안테나는 많은 사람들이 상품을 휴대하고 왕래하는 출입구에 설치되는 특성상 충분한 통신거리를 확보하여야 한다. 그러나 이러한 주파수 대역에 관한 우리나라의 기술기준은 유럽, 미국 등의 해외 기술 기준과 비교할 때, 출력기준이 너무 낮아 통신 거리에 문제가 되고 있다.

따라서 본 논문에서는 8.2MHz 대역에 대한 방송통신위원회 고시의 출력 규정과 외국의 규정과 비교·분석 및 실제기기에 대한 측정을 통해 8.2MHz 대역의 출력 규정의 비현실적인 문제점을 지적하고

2. 8.2MHz 대역의 국내·외 출력 규정

2.1 미약 전계 강도 무선기기의 정의[1]

미약 전계 강도 무선기기는 국가별로 규정하고 있는 해당 주파수 대역에서 기술기준을 만족한다면 용도에 관계없이 사용할 수 있는 무선 설비를 말한다. 일반적으로 사용되는 출력은 전계 강도 기준치의 상한 값을 규정하여 사용하고 있다. 소출력 무선기기 보다는 훨씬 적은 출력을 사용하고 있어, 소출력 무선기기와는 별도의 개념의 무선설비라 정의할 수 있으며, 여타 무선국의 혼신에 대한 보호는 전혀 받을 수 없다는 특징도 지니고 있으며 전계 강도 기준치가 작아 서비스 지역 반경은 사용한 주파수 대역이나 수신기의 특성에 따라 달라지지만 통상적으로 20~30m 이내 이다.

2.2 미국의 기술 기준[3]

미국의 경우 미약무선국의 기술기준으로 FCC part 15.209의 기술기준을 준수해야 의도적인 방사체

로부터의 전계강도가 표 1과 같이 주파수별로 규정되어 있다. 8.2MHz의 경우, 전계강도는 9~490kHz의 대역에서 2400/F(kHz)를 따른다.

2.3 유럽의 기술 기준[4][5]

8.2MHz 대역인 저주파의 경우 CEPT ERC REC.70-30과 ETSI EN300 330 (9kHz~25MHz)에 의해서 기술기준, 시험방법, 일반조건, 송 수신기 요구조건 등이 규정되어 있다.

[표 1] 미국의 Part 15.209의 기준치

Frequency (MHz)	전 계강도 (microvolts/meters)	측정거리 (meters)
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

[표 2] 유럽의 SRD에 대한 기술 기준

	Frequency band	Power/ Magnetic Field
a	6785~6795 kHz	42dB μ A/m @ 10m
b	13.553~13.567MHz	42dB μ A/m @ 10m
c	26.957~27.283MHz	42dB μ A/m
d	40.66~40.700MHz	10mW ERP
e	138.2~138.45MHz	10mW ERP

2.4 일본의 기술 기준[6]

일본의 주파수 할당 및 관련규제는 총무성 총리대신이 고시하는 전파법시행규칙 및 무선설비 규칙에 의하여 각 종 주파수의 할당이 이루어지며 기술기준과 관련된 사항은 사단법인 전파산업회(ARIB)에서 제정된다. 전파법 시행규칙 제6조 제1항 제 1호에서는 미약 전계강도 무선기기의 전계강도 기준치를 고시하고 있는데, 8.2MHz 대역에 대한 기술 기준은 표 3의 규정과 같다.

[표 3] 일본의 미약 전계 강도 기준치

주파수	전계강도 기준치
322MHz 미만	500 μ V/m 이하 (15MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)

2.5 국내의 기술 기준[7]

국내의 8.2MHz 대역에 대한 미약 전계강도 무선기기의 기술기준에 대하여는 무선설비규칙(방통위고시 제2009-13호) 제97조 제1호에 규정되어 있는데, 이 규정은 표 3의 일본의 규정과 동일한 규정이다.

3. 각국 기술기준의 비교

앞 절에서 살펴본 바와 같이 대부분의 국가에서 출력기준이 전계강도나 전력으로 되어있고, 한국의 현행 전파관리법규의 규정 또한 전계강도와 전력으로 규정되어 있다.[12]

그러므로 한국에서 사용하려는 소출력 무선설비는 출력 값을 전계강도로 표시하여 한국의 기준에 적합함을 인증을 받아야 한국에서 사용을 할 수 있다. 그러나 8.2MHz 대역의 주파수를 사용하는 무선기기들의 경우에는 코일에서 방사되는 자계강도를 이용하는 데, 이러한 자계강도는 원거리장에서 측정하기 어렵기 때문에 근거리장에서 측정한 후, 이를 전계강도로 변환하여 표시하고 있다.

3.1 안테나로부터 발생하는 장(field)의 구분

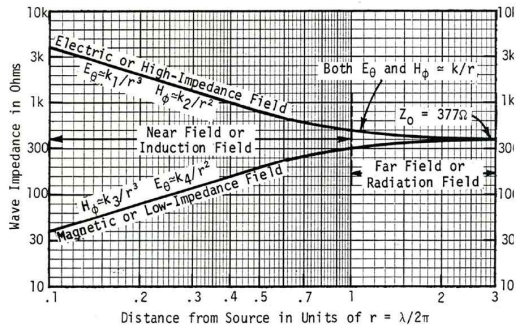
안테나로부터 방사되는 전자파가 이루는 장은 신호원과의 상대적 위치에 따라 근거리 장과 원거리 장으로 분류할 수 있다.

근거리 장이란 신호원과 전자파 흡수체간의 거리가 $2D^2/\lambda$ 보다 짧은 경우를 말하며 원거리장이란 거리가 $2D^2/\lambda$ 보다 긴 경우를 말하며, 근거리 장과 원거리 장에서 파동임피던스의 변화는 그림 2에 나타내었다.

일반적으로 원거리 장에서는 전계와 자계는 사이에는 식 (1)과 같은 관계가 있다.

$$E = Z_0 H \quad (1)$$

여기서, E 는 전계, H 는 자계, Z_0 는 자유공간의 파동임피던스를 나타낸다. 원거리장에서 전자파는 평면파에 근접하며 이 경우 전자파는 곡률을 잃어 전계와 자계를 포함하는 구면이 하나의 평면을 이루게 되며 파동임피던스 Z_0 는 그림 1과 같이 377 Ω 으로 일정한 값을 갖는다.[8]



[그림 1] 거리에 따른 파동임피던스의 변화

그러나 8.2MHz 대역의 무선기기의 경우 전계크기 측정에는 루프 안테나를 이용하는데, 이는 전계크기를 측정하는 것이 아니라 자계크기 H 를 측정하므로 측정된 자계크기 H 에 자유공간의 파동 임피던스 Z_0 을 곱해서 전계크기를 구해야 한다.

식 (1)은 원거리영역에서만 성립하므로, 주파수가 낮아 파장이 긴 경우나, 전자계 크기 측정거리가 짧은 경우에는 보상을 한다. 이 때, 복사원이 미소다이폴 또는 미소루프인 경우에 따라 다른데, 8.2MHz 대역의 경우는 미소 루프이므로 근거리장의 미소루프 파동 임피던스는 식 (2)와 같다.

$$\left| \frac{E}{H} \right| = Z_0(\beta r) \quad (2)$$

여기서, $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$ 이며 λ 는 측정전자파의 파장, r 는 신호원과 측정지점까지 거리이다. 식 (2)에 의해서 무선설비에서 사용하는 주파수가 낮아지는 만큼 파동 임피던스는 Z_0 보다 작게 되어 루프안테나를 이용한 자계크기 측정치 E_0 는 실제의 전계크기 보다 높게 표시된다. 이러한 측정의 경우 복사 전계 크기보다 큰 전계크기를 복사하는 것으로 판정할 수 있으므로 식 (2)를 이용한 보상방법으로 식 (3)과 같은 실제 복사 전계크기를 구할 수 있다.

$$E = Z_0 H(\beta r) = E_0 \frac{2\pi}{\lambda} r \quad (3)$$

3.2 각국 출력 규정 계산

3.2.1 미국규정의 계산

8.2MHz는 FCC의 47CFR Part 15.209의 1.705~30(MHz) 대역에 포함되고 이 주파수대역에서 전계강도의 기준치는 $30\mu V/m$ 이다. 이 경우, 기준 측정거리는 30m인데 이 거리를 확보하여 전자파 무반사

실에서의 측정이 불가능하므로 47CFR Part 15.31 (2)의 규정에서는 측정거리에 대한 환산 규정에 따라 8.2MHz에 대한 미국의 출력기준을 계산하면 다음과 같이 계산된다. 8.2MHz 대역은 유도성 루프 안테나를 사용하므로 상기 보상규정 중 $40\log/\text{decade}$ 를 이용하여 보상을 실시한다. 그러므로 8.2MHz 대역에 대한 미국의 출력기준 $29.5\text{dB}\mu V/m + 40\log(30/3) = 79.5\text{dB}\mu V/m$ 이다.

3.2.2 유럽규정의 계산

저주파의 근거리장에서 사용하는 유도성 루프시스템은 원거리장 라디에이터와 다른 RF 특성을 가지며, 근거리장에서, “파동” 임피던스는 원거리장 파동 임피던스 $120\pi = 377\Omega$ 보다 낮다. 8.2MHz 대역은 낮은 저주파로서 측정거리는 3m 또는 10m인데, 이 거리는 근거리장에 해당되어 실제 측정값이 매우 큰 값으로 측정되나 거리가 멀어질수록 그림 3과 같은 감소특성을 나타낸다. 이러한 거리에 따른 자계강도의 감쇄에 따라서 자계강도를 EN 300 330-1의 부록 J에 규정에 의해 보상해야 한다.[5]

8.2MHz 대역의 자계강도 기준치는 10m 거리에서 $9\text{dB}\mu A/m$ 가 된다. 다른 나라들은 대부분 출력기준을 전계강도를 이용하므로 이 값을 전계강도로 식 (4)를 이용하여 변환한다.

$$E_{3,dB} = Z_0 H_{3,dB} \quad (4)$$

여기서,

$H_{3,dB}$: 측정거리 3m에서의 자계(dB)

$E_{3,dB}$: 측정거리 3m에서의 전계(dB)

식 (4)에 의해 8.2MHz에 대한 유럽의 출력기준을 전계강도로 나타내면 $71\text{dB}\mu V/m$ 가 된다.

3.2.3 일본규정의 계산방법

8.2MHz에 대한 일본의 출력 규정은 식 (3)에 사용 주파수를 대입하여 식 (5)와 같이 된다.[10]

$$E = E_0 \frac{2\pi f_{\text{MHz}}}{300} 3 \quad (5)$$

식 (5)를 dB로 표현하기 위하여 양변에 $20\log$ 를 취하면 식 (6)와 같이 된다.

$$E_{dB} = E_{0,dB} - (24 - 20\log f_{\text{MHz}})\text{dB}\mu V/m \quad (6)$$

식 (6)에 사용주파수인 8.2MHz를 대입하여 계산하면 59.8dB μ V/m가 된다. 이는 우리나라의 규정과 동일한 값이다.

3.2.4 한국규정의 계산

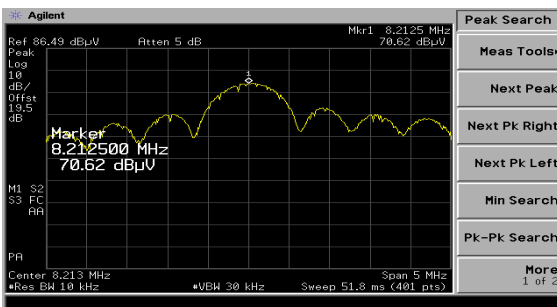
8.2MHz 대역의 출력기준은 앞에서 살펴본 바와 같이 500 μ V/m(54dB μ V/m)로 되어있고, 전파연구소 고시 제2008-2호(형식등록 및 형식등록 처리방법)의 제4장 기타 기술기준 적용방법 중 제15조(전계강도로 규정된 무선기기 적용방법)에 제시된 시험방법 보상치 $6\pi/\lambda$ 를 이용하여 계산한다. 보상치를 dB로 환산하면 $20\log(6\pi/\lambda)$ 가 되므로 실제 전계강도 기준치 E는 식 (7)과 같이 된다.[10]

$$E = 54\text{dB}\mu\text{V}/\text{m} + 24 - 20\log f(\text{MHz}) \quad (7)$$

위의 식(7)에 8.2MHz를 대입하여 계산하면 기준치 E는 59.8dB μ V/m가 된다.

4. 출력 측정 및 고찰

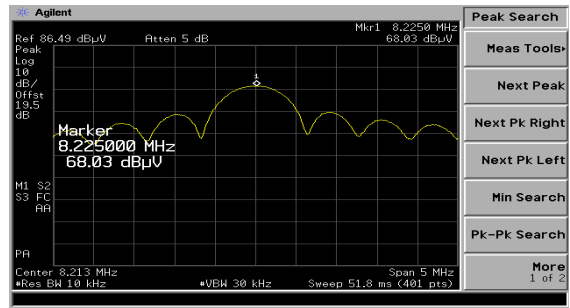
8.2MHz 대역의 각국의 출력기준에 대해 고찰한 결과 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽에 비해 매우 낮음을 확인하였는데, 실제 사용되는 기기에 대해 측정을 통하여 이를 검증하였다.



[그림 2] 수평 구성하여 측정된 자계강도

그림 2에 측정된 값은 약 70.62dB μ V/m로 현재 8.2MHz 주파수 대역의 우리나라 규정 59.8dB μ V/m를 초과하는 값이다. 여기에 측정시의 루프 안테나와 급전선에 의한 이득 19.5dB μ V/m을 고려하면 측정된 출력이 더욱 더 커지기 때문에 우리나라의 규정을 훨씬 더 초과하게 된다.

그림 3은 8.2MHz EAS 시스템과 루프안테나를 수직으로 구성하여 자계를 스펙트럼 애널리저의 RBW를 각각 1kHz로 측정된 그림이다.



[그림 3] 수직 구성하여 측정된 자계강도

그림 5에 측정된 값은 약 68.03dB μ V/m로 현재 8.2MHz 주파수 대역의 우리나라 규정 59.8dB μ V/m를 초과하는 값이다. 따라서 8.2MHz 대역에 대한 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽에 비해 지나치게 낮음을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 8.2MHz 대역에 대한 우리나라의 출력기준이 미국이나 유럽 등의 외국에 비해 지나치게 낮게 규정되어 있음을 확인하였다.

무선 통신을 위한 RF 핵심소자의 경우 대부분 해외에서 수입되고 있으며, 수입이 이루어지는 과정에서 국내 기술기준을 만족하기 위해 튜닝(Tuning)절차를 거치게 되고 이 과정으로 가격이 상승하게 됨으로 대다수의 Application 개발사에서 국내 시장을 외면하게 하는 요인이 되고 있다. 따라서 출력기준을 해외의 기술기준과 동일한 수준으로 개정하는 것이 국내 시장 활성화 및 국제 경쟁력을 갖추는 원동력이 될 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 강건환, 오세준, 박덕규, “국내 미약 전계 강도 무선기기 기술 기준 개선방안 및 제안”, 한국전자파학회논문지 제17권 제6호, 2006. 6.
- [2] 정보통신부, “소출력 주파수 및 공공기관 주파수 이용제도 개선에 관한 연구”, 2003. 12. 31
- [3] <http://cfr.vlex.com/vid/15-209-radiated-emission-limits-requirements-19847570>
- [4] CEPT ERC Recommendation 70-03
- [5] ETSI EN 300 330
- [6] 전파연구소, “미약전계강도 무선기기에 대한 간섭시나리오 개발에 관한 연구”, 2007. 12

- [7] 방송통신위원회, “무선설비규칙(방송통신위원회 고시 제2009-13호)”, 2009. 4. 1
- [8] 문병기, 홍순호 “전자파 흡수재를 이용한 디지털 전자기기의 전자파 규제 대응 기술”, 재료연구소 기계와 재료, 2008 · 7
- [9] <http://cfr.vlex.com/vid/15-31-measurement-standards-19847392>
- [10] 박승근, “미국 및 유럽의 전계강도 기준치 해석”, 기술메모, 한국전자통신연구원, 2008
- [11] 전파연구소고시 “형식검정 및 형식등록 처리방법 공고(제2008-2호)”, 2008.5.23