

## 가정용 전기기기에서 발생하는 자장의 측정

이복희, 박진우\*, 임주홍  
인하대학교 전기공학과Measurements of the Magnetic Fields Produced by  
Electric Home AppliancesB.H. Lee, J.W. Park\*, J.H. Eom  
Inha Univ., Dept. of Electrical Engineering.

**Abstract** - In this paper, the magnetic fields measured experimentally from the electric home appliances were evaluated and the data were discussed on the bases of the international institutes' recommendations. It is difficult to insulate magnetic flux completely from electric home appliances and impossible to simulate theoretically because of the different directions and magnitudes of magnetic fields according to the internal current of electric home appliances. The experimental measurements of magnetic flux density were carried out according to the increment of distance in the vicinity of electric home appliances.

The magnetic flux density produced by the electric home appliances was drastically dropped with the increment of distance. The measured and analysed results of electric home appliances of 15 including computer monitor, TV, etc. were presented.

## 1. 서 론

선진국에서는 이미 오래 전부터 전자파에 의한 전기·전자·제어기기의 오동작 및 인체에 미치는 영향에 대한 상관관계를 밝혀려는 연구가 수행되어져 왔다. 특히 전자파가 인체에 미치는 영향은 최근 심각한 사회환경 문제로 인식되고 있다.

우리는 가전제품의 홍수 속에서 생활하고 있다. TV를 비롯하여 냉장고, 세탁기, 전기밥솥, 선풍기, 냉방기 등 전기를 사용하는 가전제품 속에서 생활하고 있으며, 직장에서는 모니터, 컴퓨터 등의 사무기와 근접하여 생활하게 된다. 이때 인체에 영향을 크게 주는 요소가 바로 자장이다. 가정용 전기기기의 경우 고전압을 사용하는 경우가 적으며, 고전압을 사용하더라도 도전성 차폐망이나 차폐함을 통하여 전장의 세기를 줄일 수 있다. 하지만 자장의 경우는 차폐가 매우 어렵거나 불가능한 경우가 많다. 또한 자장은 그 근원이 전류에 있으므로 가전기기에서 발생하는 자장의 경우 내부회로에 따라서 변동하므로 실측을 통한 연구의 수행이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 가정용 전기기기에서 발생하는 자속밀도를 실험적으로 측정하여 국제적인 기준값이나 권고값에 어느 정도 만족하는지를 평가함과 동시에 적절한 사용거리를 제시하는 데 그 목적이 있다. 일반적으로 자속밀도는 발생원으로부터 거리가 증가함에 따라 감소하며, 자속밀도의 감소정도는 발생원의 형상과 크기 그리고 이격거리에 따라 다르므로 사용되고 있는 가전기기에서 측정된 결과를 분석하여 각각의 가전기기마다 효과적인 사

용거리를 제시하였다. 자장은 완전차폐가 어렵고 전기기기의 내부회로를 흐르는 전류에 따라 발생하는 크기와 방향이 다르기 때문에 가전기기에서 발생하는 자속밀도는 이론적인 시뮬레이션이 거의 불가능하다. 이는 송전선로와 같이 일직선상의 도체주위에서 발생하는 자장의 세기처럼 비교적 간단한 형태를 가지는 것이 아니라 복잡하게 얽혀있는 전류도선을 따라 자장이 형성되므로 파형의 왜곡이나 중첩이 발생하게 된다. 그러므로 본 연구에서는 이론적인 시뮬레이션은 지양하고 루프형 자장센서를 사용하여 실제 사용하는 가정용 전기기기 근처에서 거리  $d$ 가 증가함에 따라 감소하는 자속밀도를 측정하였으며, 이 결과를 각국의 제한값이나 권고값과 비교하였다. 거리  $d$ 가 증가함에 따라 변동하는 자속밀도는 가전기기마다 각기 그 정도가 달라 측정된 결과를 서로 비교·검토하였다.

## 2. 본 론

## 2.1 측정장비 및 방법

측정장비는 Holaday 사의 HI-3604와 HI-3616을 사용하였다. HI-3604는 측정범위가 전장의 경우 1 [V/m] ~ 199 [kV/m]이고, 자장의 경우 0.01 ~ 2000 [ $\mu$ T] 인 ELF 영역의 전자장 측정장치로서 주파수 대역은 저역측 차단주파수가 25 [Hz]정도이고, 고역측 차단주파수는 1050 [Hz] 정도이다. 즉, 주로 상용 주파수의 전장과 자장의 측정을 주 대상으로 하는 측정장치로서 1차원으로 전자장을 측정하므로 x, y, z 축 방향의 측정량을 벡터적인 합에 의하여 전체의 값으로 환산하게 된다. 측정되는 값은 각각의 파형에 대한 실효치로서 정현파 뿐만 아니라 비정현파의 경우에도 일정한 수치값으로 표시할 수 있다. HI-3616은 리모트 컨트롤 장치로서 전장의 측정시 인체의 근접에 의한 측정의 오류를 어느 정도 감소시킬 수 있도록 원거리에서 측정에 관련된 조작을 가능하게 할 수 있다. 측정기의 구성은 센서부, 절연 3각 받침대, 광섬유 리모트 컨트롤의 3가지 부분으로 구성되어 있으며, 측정된 수치는 디지털로 표시된다.

측정은 피측정 기기로부터 거리  $d$ 를 0.1 ~ 1.2 [m]까지 증가시키면서 자장의 변화를 관찰하였다. 0.1 [m] 이하의 근접한 거리에서는 루프형 센서부의 공간제약에 의하여 측정이 어렵고, 1.2 [m] 이상의 거리에서는 대부분의 가전기기에서 방사되는 자속밀도가 측정기 자체의 측정하한에 근접하여 나타나므로 측정범위에서 제외하였다. 각각의 거리에서 발생하는 자속밀도(magnetic flux density)를 측정하였으며, 피측정 기기에서 발생하는 자장의 파형도 함께 측정하였다. 자장의 파형은 HI-3604에서 동축케이블을 통해 오실로스코프의 입력으로 전송하는 방법을 사용하여 측정였다. 일정한 거리에서 측정된

파형은 피측정 기기에서 발생하는 대표적인 파형으로 실제로 일정 거리에서 나타나는 자장은 세 개의 단방향 성분들이 복합적으로 나타나게 된다. 또한 각각의 거리에서 측정된 자속밀도를 단독으로 나타내고, 이러한 각 방향 성분의 수치를 벡터적인 합성에 의하여 전체의 값으로 환산하여 나타내었으며, 측정단위는 [ $\mu\text{T}$ ]를 사용하였다. 자장의 세기  $H$  [ $\text{AT/m}$ ]와 자속밀도  $B$  [ $\text{wb/m}^2$ , Tesla] 사이에는

$$B = \mu H$$

인 관계가 성립한다. 흔히 자유공간에서 자장의 강도를 나타낼 때 자장의 세기  $H$  대신에 자속밀도를 사용하므로 본 논문에서도 자장의 강도를 자속밀도로 표기하였다. 자속밀도를 나타냄에 있어서 cgs(centimeter-gram-second) 단위계인 Gauss [ $\text{G}$ ]도 사용하며, 1 [ $\mu\text{T}$ ]는 10 [ $\text{mG}$ ]이다.

## 2.2 자장파형의 측정

측정된 자장파형의 대표적인 예로 17" 모니터가 작동 중일 때 발생하는 자장의 파형에 대하여 정면에서 측정된 결과를 그림 1에 나타내었다. 일반적으로 모니터나 TV 등의 가전기기에서는 VDT라고 하는 특성을 가진 파형이 측정된다. 본 측정에서도 모니터나 TV에서는 이러한 특징적인 파형이 검출되었다. 이러한 자장파형은 LCD모니터를 제외한 거의 모든 CRT계열의 모니터에서 발생하는 특징적인 파형으로 스위칭 전원장치에 의하여 공급되는 브라운관의 여기코일에 흐르는 전류에 의하여 발생되었음을 알 수 있다.

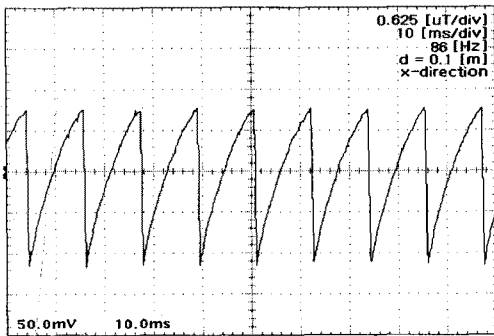


그림 1 17" 모니터에서 발생하는 자장 파형  
Fig. 1 Magnetic field waveform produced by a monitor of 17"

17" 모니터 정면에서 거리를 0.1 [ $\text{m}$ ]에서 1.2 [ $\text{m}$ ]까지 증가시키며 정면에서 측정된 자속밀도의 실효치를 그림 2에 나타내었다. 측정결과는 0.1 [ $\text{m}$ ] 떨어진 지점에서 약 0.55 [ $\mu\text{T}$ ]의 값을 나타내었으며, 이후 급격히 감소하여 0.6 [ $\text{m}$ ] 지점에서는 0.05 [ $\mu\text{T}$ ]의 값을 가진다. 이후의 감소비율은 크게 저하되어 1.2 [ $\text{m}$ ] 지점에서 약 0.04 [ $\mu\text{T}$ ]로 나타났다.

측정은 컴퓨터용 모니터와 TV를 포함한 15개 항목에 대하여 수행하였으며, 각각의 전자기기에서 발생하는 자장의 파형 및 거리에 따른 자속밀도를 측정하였다. 각각의 측정결과를 요약하여 2.3절에 나타내었다.

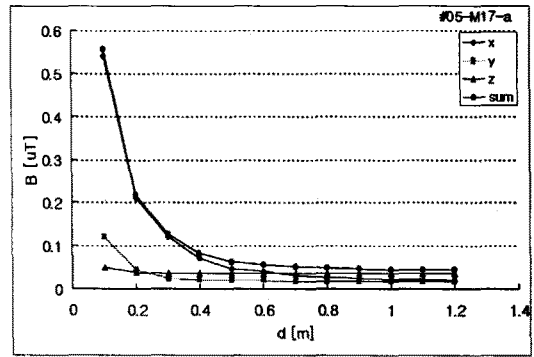


그림 2 17" 모니터 정면에서 측정된 자속밀도  
Fig. 2 Magnetic flux density measured in front of a monitor of 17"

## 2.3 측정결과 및 분석

15" 및 17" 모니터에서 자속밀도를 측정거리  $d = 0.3$  [ $\text{m}$ ]와 0.5 [ $\text{m}$ ]에서 측정된 결과를 그림 3, 그림 4에 나타내었다. 모니터의 경우 가장 엄격한 규제를 실시하고 있는 TCO '99 규격을 만족하고 있다. 정면방향의 자속밀도는 측정거리 0.3 [ $\text{m}$ ]를 기준으로 할 때 15" 나 17" 모두 약 0.12 [ $\mu\text{T}$ ]이하로 비슷하나 측면이나 상부의 방향에서는 측정거리 0.5 [ $\text{m}$ ]를 기준으로 할 때 17"의 경우가 큰 값을 나타내었다.

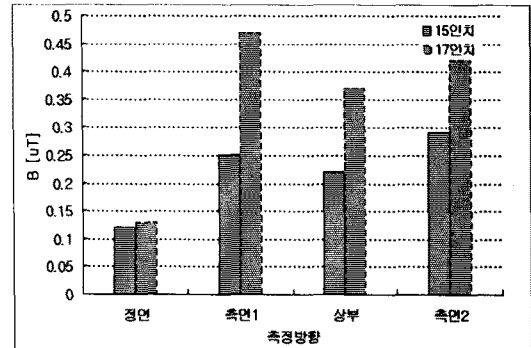


그림 3 모니터로부터 0.3 [m] 거리의 자속밀도  
Fig. 3 Magnetic flux densities at the distance of 0.3 [m] from monitors

TV에서 발생하는 자속밀도를 측정거리를 파라미터로 하여 브라운관의 크기별로 비교하여 그림 5에 나타내었다. TV의 경우 모니터에서와 유사한 VDT파형이 측정되었으며, 일반적이 사용에 있어 모니터보다는 먼 거리에서 시청하는 것이 보통이다. 따라서 TV에서 발생하는 자속밀도를 25"와 27"에 대하여 측정거리 0.3, 0.5, 0.7, 1 [ $\text{m}$ ]에 대하여 나타내었다. 25" TV는 측정거리가 0.7 [ $\text{m}$ ]를 넘어서는 지점에서, 20" TV는 측정거리가 0.5 [ $\text{m}$ ]를 넘어서는 거리에서 TCO '99 규격을 만족시키는 결과를 얻었다. 즉, TCO '99에서 규제하는 자속밀도가 모니터에서 0.5 [ $\text{m}$ ] 거리에서 0.2 [ $\mu\text{T}$ ]이므로 가정에서 TV를 시청할 때의 평균적인 거리가 모니터를 사용하는 거리보다 먼 것을 감안하더라도 최소한 1 [ $\text{m}$ ] 이상은 떨어져서 시청하는 것이 바람직하다.

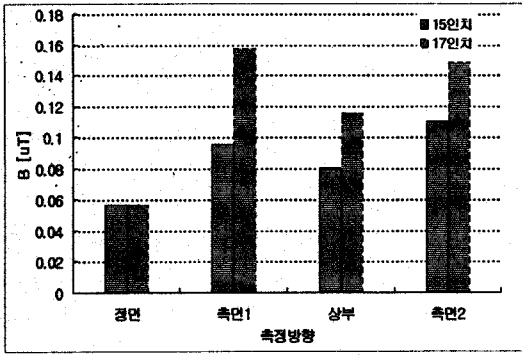


그림 4 모니터로부터 0.5 (m) 거리의 자속밀도  
Fig. 4 Magnetic flux densities at the distance of 0.5 (m) from monitors

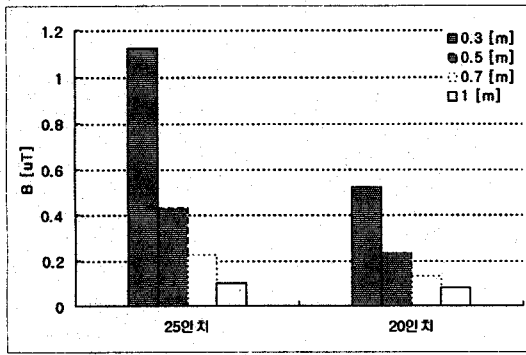


그림 5 TV에서 발생하는 자속밀도의 비교  
Fig. 5 Comparison of the magnetic flux density produced by TVs

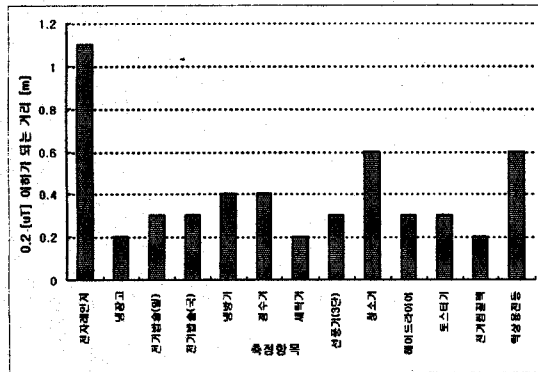


그림 6 가전기기의 TCO 안전거리  
Fig. 6 Safety distances of electric home appliances recommended by TCO

모니터와 TV 이외의 전기기기에서 발생하는 자속밀도가 스웨덴의 TCO '99에서 규정하는 0.2 [μT] 이하가 되는 거리를 산출하여 그림 6에 나타내었다. 전자레인지의 사용시 약 1.1 [m] 이상의 거리를 두는 것이 좋으며 냉장고, 전기밥솥, 냉방기, 정수기, 세탁기, 선풍기, 헤어드라이어, 토스터 등은 약 0.4 [m] 이상 거리를 두고 사용할 때 자속밀도가 0.2 [μT] 이하가 된다. 청소기와 탁상

용 전등은 약 0.6 [m] 이상 거리를 두고 사용하는 것이 바람직하다. 특히 탁상용 전등은 청소기와는 달리 일시적으로 사용하기보다는 장시간 사용하는 것이 보통이므로 주의가 필요하다. 또한 실제의 사용에서 전기점접촉이나 헤어 드라이어는 그 사용거리를 임의로 변동시키며 사용할 수 없는 경우도 발생하므로 사용시간을 최대한 줄이는 방법으로 인체의 전자파 노출시간을 감소시키는 대책이 효과적이다.

### 3. 결 론

가정용 전기기기에서 발생하는 자장은 발생원이 비교적 작기 때문에 전반적으로 기기로부터 거리가 증가함에 따라 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 컴퓨터용 모니터와 TV를 포함한 가정용 전기기기 15개 항목에 대하여 방사되는 자속밀도를 측정하여 분석한 결과는 다음과 같다.

15" 및 17" 모니터의 경우 TCO '99 규격을 만족시키나 근접함에 따라 자속밀도가 급증하므로 30 [cm] 이상 떨어져서 사용하는 것이 자장의 영향을 감소시키는 데 효과적이다. TV의 경우 TCO '99에서 규제하는 0.2 [μT] 이하의 자속밀도를 위해서는 1 [m] 이상 떨어져서 시청하여야 한다. 전자레인지의 경우 0.2 [μT] 이하의 자속밀도를 유지하기 위해서는 약 1 [m] 이상, 청소기와 탁상용 전등은 50 [cm] 이상 떨어져서 사용하여야 한다. 냉장고, 밥솥, 냉방기, 헤어드라이어 등의 가전기기는 약 30 [cm] 이상 떨어져서 사용하여야 한다.

사용상 적절한 거리를 확보하지 못하는 기기는 사용시간을 최대한 단축시켜 인체가 자장에 노출되는 시간을 줄이는 것이 효과적이다. 전자레인지의 경우 다른 가정용 전기기기보다 근접한 거리에서 대단히 큰 자속밀도를 나타내므로 동작시에는 충분히 먼 거리를 유지하여야 한다. 탁상용 전등은 근처에서 높은 자속밀도를 나타내는 것으로 측정되었으며 사용상 인체의 머리부분에 근접하게 되므로 가급적 밝은 전등을 사용하여 먼 거리에 두고 사용하는 것이 좋다. 헤어드라이어의 경우는 근처에서 발생하는 자속밀도가 크지는 않지만 사람의 머리에 근접하여 사용하므로 가능한 짧은 시간동안 거리를 두고 사용하여야 한다.

측정한 모든 가정용 전기기기가 측정거리가 증가함에 따라 자속밀도가 급격히 감소하였으며, 자장의 영향을 저감시키는 가장 효과적인 방법은 사용거리를 증가시키는 방법이다

### (참 고 문 헌)

- (1) 김덕원, "전자파공해", 수문사, pp21~40, 1996
- (2) 이정기, 안창환, 이복희, 길경석, 박동화, "345/154kV 초고압 송변전설비 주변에서의 자장의 측정과 분석", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 1813~1815, 1996.
- (3) William F. Horton, Saul Goldberg, "Power Frequency Magnetic Fields and Public Health", CRC Press, pp. 5~85, 131~178, 1995
- (4) 마크 A. 핀스키, "치명적인 전자파 장해", 도서출판 백송, pp35~48, 1996.
- (5) J. D. Kraus, "Electromagnetics -4th edition", McGraw-Hill, pp.464~477, 1994.
- (6) D. K. Cheng, Field and Wave Electromagnetics, 2nd edition, pp.321~332, 1989.