

가정용 전기기구에서 발생하는 자장과 유도전압의 측정과 분석

(Measurement and Analysis of Magnetic Fields and Induced Voltages Caused by Home Appliances)

이복희* · 이동문 · 장영태 · 장근철 · 엄주홍 · 강성만 · 이승철 · 박정용

(Bok - Hee Lee · Dong - Moon Lee · Young - Tae Jang · Keun - Chul Chang · Ju - Hong Eom · Sung - Man Kang · Seung - Chil Lee · Jung - Wung Park)

요 약

논문은 가전기구의 사용으로 발생하는 유도전압 및 자장의 측정과 분석에 대한 것으로 본 실험에 사용한 유도전압과 자장 측정회로는 유도코일, 선행증폭기, 그리고 능동적분기로 구성하였다. TV와 퍼스널 컴퓨터용 모니터는 스위칭소자로 동작하는 전원장치를 사용하므로 고조파 성분을 많이 포함하는 강한 자장과 유도전압을 발생시켰다. 14" TV 주변에서 큰 자장과 높은 유도전압이 나타났고, 그 값은 측정거리 0.4 [m]에서 각각 2.1 [μ Tp-p] 와 140 [mVp-p]이었다. 그러나 동일한 측정거리에서 단위 자장의 세기에 대한 유도전압은 17" 모니터에서 약 560 [mV/ μ T]로 가장 크게 나타났다.

Abstract

This paper deals with the measurement and analysis of the induced voltages and magnetic fields caused by the operation of home appliances. The induced voltage and magnetic field measurement circuit used in this work consists of the induction coil, the operational preamplifier and the active integrator. Television set and monitors for personal computer cause strong magnetic fields rich in harmonics and high induced voltages by using the switching power suppliers. The strong magnetic field intensity and high induced voltage were created by 14" television set, and their values are 2.1 [μ Tp-p] and 140 [mVp-p] at the distance of 0.4 [m], respectively. However, the induced voltage per unit magnetic field intensity was created by 17" monitor for personal computer and the measured data was approximately 560 [mV/ μ T] at the same distance.

Key Words : Induced voltage, Incident magnetic field, Preamplifier, Active integrator

* 주저자 : 인하대학교 전자전기공학부 교수
Tel : 032-860-7398, Fax : 032-863-5822
E-mail : bhlee@inha.ac.kr
접수일자 : 2002년 7월30일
1차심사 : 2002년 7월31일
심사완료 : 2002년 8월30일

1. 서 론

최근 고전압 대전류를 사용하거나 전송하는 설비의 근처에서 발생하는 전자장의 인체에 대한 유해성 여부에 관한 관심이 집중되고 있는 것과 더불어 가정

가정용 전기기구에서 발생하는 자장과 유도전압의 측정과 분석

용 전기기구에서 발생하는 전자기파의 영향에 대한 관심도 고조되고 있다[1][2]. 고전압 대전류를 사용하거나 전송하는 설비의 경우 운전자를 제외한 일반인은 어느 정도 접근이 제한되지만 가정용 전기기구의 경우에는 사용하는 사람에 따라 접근정도가 다르며, 용도에 따라서는 아주 근접하여 사용하여야 하는 전기기구도 있다.

TV를 비롯하여 컴퓨터, 냉장고, 세탁기, 전기밥솥, 선풍기, 냉방기 등 전기를 사용하는 가전제품 속에서 생활하고 있으며, 직장에서는 모니터, 컴퓨터 등의 사무기와 근접하여 생활하게 된다. 가정용 전기기구의 경우 고전압을 사용하는 경우가 적으며, 고전압을 사용하더라도 도전성 차폐망이나 차폐함을 통하여 전장의 세기를 줄일 수 있다. 하지만 자장의 경우는 차폐가 매우 어렵거나 불가능한 경우가 많고, 또한 자장은 그 근원이 전류이므로 가전기기에서 발생하는 자장의 경우 내부회로에 따라서 변동하므로 실측을 통한 연구의 수행이 필요하다[3~6]. 그러므로 본 연구에서는 가정용 전기기구에서 발생하는 자속밀도와 유도되는 전압, 그리고 자속밀도당 유도되는 전압을 평가함과 동시에 적절한 사용거리를 제시하는 데 그 목적이 있다.

컴퓨터를 비롯한 사무용 또는 가정용 전자기기에 는 스위칭소자를 이용한 전원장치를 사용하므로 자장의 파형이 정현파로부터 매우 왜곡되어 있다. 따라서 유도전압이 매우 크게 발생하며 자장의 가혹성이 더욱 강하게 작용하게 된다. 본 연구에서는 가정용 전기기구 근처에서 거리에 대한 자속밀도와 유도전압을 측정하였다. 자속밀도는 발생원으로부터 거리가 증가함에 따라 감소하며, 자속밀도의 감소정도는 발생원의 형상과 크기 그리고 이격거리에 따라 다르다. 하지만 사용되고 있는 가전기구의 종류에 따라 측정되는 자장의 파형과 크기가 다르기 때문에 측정된 값의 기준이 모두 동일하다고 할 수 없으므로 일정거리에서 전기기구의 종류에 따른 자속밀도당 유도전압의 크기를 나타내어 비교분석하였다.

2. 측정장치 및 방법

2.1 측정장치

자장측정기는 상용주파수의 자장을 아무런 감쇠없이 측정하기 위하여 비교적 긴 감쇠시정수를 필요로 한다. 따라서 에나멜 동선을 이용한 멀티턴 루프형 자장센서와 증폭기, 능동성 적분기로 구성하였으며, 이의 개략도를 그림 2에 나타내었다.

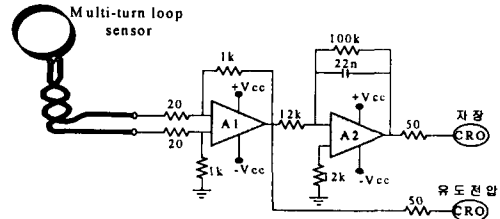


그림 2. 자장측정기의 개략도
Fig. 2. Schematic diagram of the magnetic field measurement device

3차원 결합이 가능하도록 x, y, z축 방향의 센서를 직경이 약 20 [cm]로 하여 알루미늄 테이프를 차폐한 테프론 튜브에 에나멜동선(0.9 [mm])을 삽입하여 서로 동심축으로 수직 교차시켰고, 센서응답의 선형성과 감도를 고려하여 루프형 자장센서의 권수를 16회로 결정하여 제작하였다. 이 때 자장센서 도체의 인덕턴스는 0.20 [mH], 센서도체의 저항은 0.42 [Ω]이다.

자장측정기에서 입력신호의 주파수가 증가할수록 루프형 자장센서의 출력은 증가하지만 적분기의 출력은 적분주기가 짧아지므로 감소하게 된다. 그러므로 주파수에 따른 두 출력의 변화가 모두 선형성을 가지는 범위에서 자장측정기의 주파수대역이 결정된다[5],[10]. 다권선인 교정용 사각루프의 인덕턴스로 인해 상승시간이 빠른 직각파 전류의 입력이 불가능하므로 정현파 자속의 입력에 대한 측정기의 출력전압을 규격화시키는 방법으로 산출한 자장측정기의 주파수대역을 나타내었으며 저역 차단주파수는 40 [Hz]이며 고역 차단주파수는 약 10 [kHz]이고, 응답감도는 약 0.01 [$\mu\text{T}/\text{mV}$]이다. 유도전압 측정기의 주파수 대역은 20 [Hz] ~ 10 [kHz]이며, 응답감도는 0.34 [$\text{mV}/\mu\text{T} \cdot \text{Hz}$]이다.

2.2 측정방법

피측정 기기로부터 거리를 0.1 ~ 1.0 [m]까지 증가

시키면서 자장의 세기와 유도전압을 측정하였다. 0.1 [m] 이하의 근접한 거리에서는 루프형 센서부의 공간 제약에 의하여 측정이 어렵고, 1.0 [m] 이상의 거리에서는 대부분의 가전기기에서 방사되는 자속밀도나 유도전압이 측정기의 감도하한에 근접하여 나타나므로 측정범위에서 제외하였다. 각각의 거리에서 발생하는 자속밀도(magnetic flux density)와 유도전압(induced voltage)을 측정하여 거리에 따른 변화특성을 그래프로 나타내었으며, 자장과 유도전압의 파형도 함께 나타내었다. 자장의 파형은 루프형 센서의 증폭부와 적분기 출력단에서 동축케이블을 통해 오실로스코프로 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.

자속밀도는 측정하는 방향에 따라 x, y, z 방향성분으로 나타내었으며, 각 방향의 값으로부터 벡터적인 합성에 의하여 전체적인 값을 계산하였고 유도전압은 스칼라로 나타내어 x, y, z 방향성분으로만 표현했다.

3. 결과 및 고찰

3.1 모니터 주변의 자장 및 유도전압 (17" 모니터)

컴퓨터용 모니터는 장시간 인체에 근접하여 사용되는 업무용 또는 학습용 전기기구로서 내부의 전원장치 및 고전압 승압장치로부터 발생하는 전자파의 영향이 있는 것으로 보고되어 있다. 모니터는 VDT(visual display terminal)라고 하는 어느 정도 정형화된 파형을 형성하며, 고전압 발생부에서 발생하는 전장 및 전원회로의 자장이 인체에 영향을 줄 수 있다[11]. 모니터에서 발생하는 자장 파형과 유도전압 파형을 모니터로부터 떨어진 거리 d를 변수로 하여 측정하였으며, 이들 파형은 정현파로부터 대단히 왜곡되어 있으므로 이들의 크기는 Peak-to-peak로 나타내었다. 모니터의 종류는 현재 그 사용 빈도가 가장 큰 17"를 대상으로 하였다. 17" 모니터가 작동 중일 때 발생하는 자장에 대하여 정면에서 측정된 자

속밀도와 유도전압 파형을 그림 3에 나타내었다. 모니터나 TV 등의 가전기기에서는 VDT라고 하는 특성을 가진 파형이 측정되며 자장은 유도전압을 적분기(Integrator)를 통과시켜 나타나고 유도전압 파형은 자장의 미분된 형태를 갖게 된다.

모니터나 TV에서는 이러한 특징적인 자장파형은 스위칭 전원장치에 의하여 공급되는 브라운관의 여기코일에 흐르는 전류에 의하여 발생되었음을 알 수 있다. 모니터 정면으로부터 거리를 0.2 [m]에서 1 [m]까지 증가시켜가며 측정된 자속밀도를 그림 4에 나타내었다.

또한 동일한 조건에서 측정된 유도전압을 그림 5에 나타내었으며, 유도전압 역시 자장의 특성과 비슷한

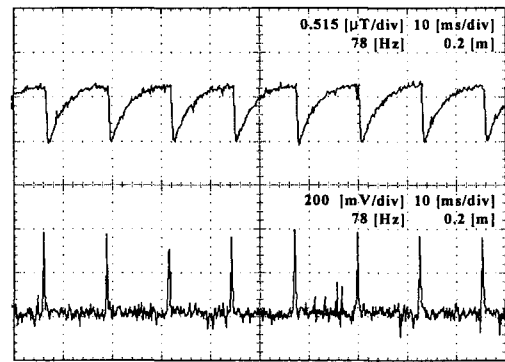


그림 3. 17" 모니터에서 정면에서 측정된 자장과 유도전압 파형

Fig. 3. Magnetic field and induced voltage waveforms observed in front of the monitor of 17"

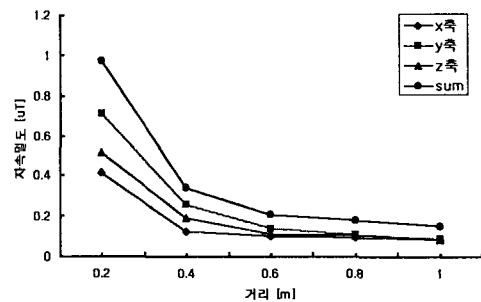


그림 4. 17" 모니터 정면에서의 자속밀도

Fig. 4. Magnetic flux density in front of the monitor of 17"

가정용 전자기구에서 발생하는 자장과 유도전압의 측정과 분석

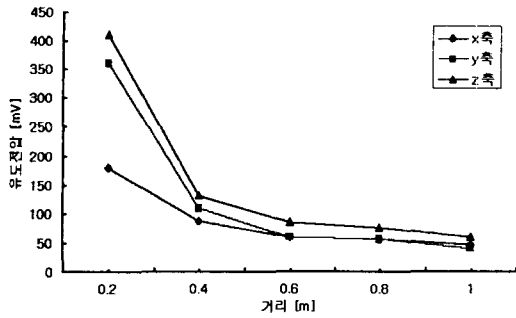


그림 5. 17" 모니터에서 정면에서 측정된 유도전압
Fig. 5. Induced voltage measured in front of the monitor of 17"

양상을 보이며 감소하였다. 거리 증가에 따른 유기전압의 감소정도는 자속밀도와 비슷한 양상을 보였으며, 0.4 [m]에서 급격하게 감소하여 이후 0.5 [m]에서는 감소폭이 줄어 비슷한 형태를 갖는다.

컴퓨터 모니터의 경우 스웨덴의 방사검증위원회 (Measurement proof radiation board)에서 1990년 10월에 제정한 MPR-II 규격이 적용되어 왔다. 그러나 스웨덴 근로자단체(Tjattmannes central organization, the swedish confederation of profession employees ; TCO)는 MPR-II보다 엄격한 TCO규격을 제안하여 유럽에 수출되는 모든 모니터에 적용하도록 권장하고 있으며, MPR-II와 TCO의 자속밀도에 대한 규제의 기준을 표 4.1에 나타내었다.

표 1. MPR-II와 TCO' 99의 자장노출에 대한 규제 한계

기관	구분	제한값 [μT]	비 고
MPR-II	Band I	0.25 이하	모니터 주위의 전후, 좌우, 상단에서 0.5 [m] 거리
	Band II	0.25 이하	
TCO'99	Band I	0.2 이하	주위에서 0.5 [m] 거리 정면에서 0.3 [m] 거리
	Band II	0.25 이하	주위에서 0.5 [m] 거리

Band I: 5 [Hz] ~ 2 [kHz]

Band II: 2 [kHz] ~ 400 [kHz]

MPR-II와 TCO의 두 규격은 측정값이 실효치로

되어 실험에서 측정된 Peak 값과 비교할 수 없으므로 15" 모니터와 17" 모니터에 대한 실효값을 측정하여 표 4.2에 나타내었고 두 규격에 적합한지 비교하였다.

표 2. 15" 와 17" 모니터로부터 0.3 [m], 0.5[m] 떨어진 곳에서 자속밀도의 크기

측정거리	0.3 [m]			0.5 [m]		
	정면	측면	상단	정면	측면	상단
15" [μT]	0.12	0.21	0.08	0.04	0.12	0.04
17" [μT]	0.12	0.19	0.09	0.06	0.11	0.05

15" 와 17" 모니터의 경우 모두 두 규격을 만족하는 값을 가지며 측정위치에 따라 다른 자속밀도 분포를 갖는 것을 보였다. 특히 측면에서는 다른 부분보다 큰 값을 보였으며 컴퓨터 사용시 이 점을 고려하면 전자파 노출의 영향을 최소화 시킬 수 있을 것으로 생각된다.

3.2 TV 주변에서의 자장 및 유도전압

컴퓨터용 모니터와 내부회로의 동작원리가 유사한 가전기기로는 TV가 있다. 60 [Hz]의 강한 자장, 전자를 빠른 속도로 가속시키기 위한 수 [kV]의 전압에 의한 높은 전장 및 전자파 등이 복합적으로 발생한다. TV에서 발생하는 전자파도 VDT과형의 일종으로, 0~1000 [Hz] 범위의 자장 파형으로 컴퓨터용 모니터에서 발생한 자장 파형과 유사한 결과를 얻었다. 측정 대상은 14" TV로 하였다. 측정된 자장 파형은 컴퓨터용 모니터에서 측정된 파형과 거의 흡사하며 주파수는 모니터의 경우(78 [Hz])보다 낮은 50 [Hz]로 측정되었다.

그림 6에는 14" TV에서 측정된 자속밀도를 거리 d를 변수로 하여 변동특성을 그래프로 나타내었다. 자장의 합성값은 d가 0.2 [m]에서 약 5.98 [μT]로 비교적 큰 값으로 나타났으며, d가 0.6 [m]에서 약 1.4 [μT], 1.0 [m]에서 0.25 [μT]의 값을 나타냈으며, TV에서 측정된 자장 파형도 거리에 따른 감소가 급격하게 나타났지만 모니터의 경우보다 감소폭이 완만한 양상을 보였다

TV 주변에서 측정된 유도전압 파형 역시 자장의 미분된 형태이며, VDT 특성을 갖는 파형으로 컴퓨터

용 모니터 주변에서 측정된 유도전압 파형과 유사하

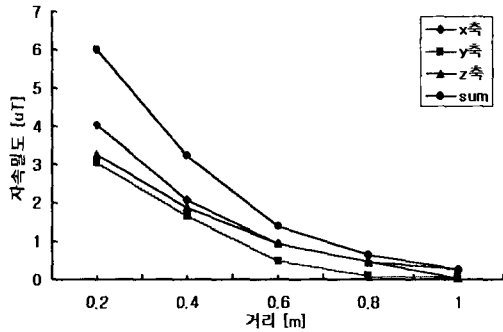


그림 6. 14" TV 정면에서 측정된 자속밀도
Fig. 6. Magnetic flux density measured in front of the TV of 14"

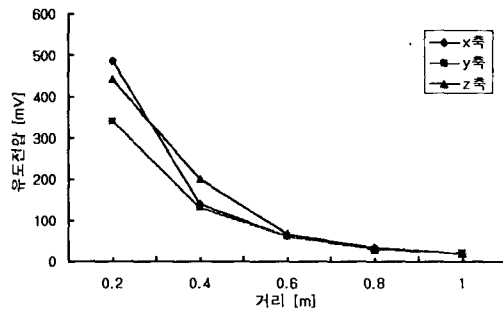


그림 7. 14" TV 정면에서 측정된 유도전압
Fig. 7. Induced voltage measured in front of the TV of 14"

게 나타났으며 주파수는 자장에서 측정된 것과 같은 50 [Hz] 성분임을 알 수 있었다. 하지만 모니터에서 유기된 전압과 비교하여 보면 더 큰 값을 보였으며, 자장 파형에서도 TV가 더 큰 값을 나타내었다.

3.3 토스터 주변에서의 자장 및 유도전압

토스터가 작동하고 있는 동안 그 주변에서 측정된 자속밀도와 유도전압 파형의 예를 그림 8에 나타내었다. 토스터는 열을 내는 전열기구이므로 파형의 왜곡 없이 60 [Hz] 정현파를 보였다.

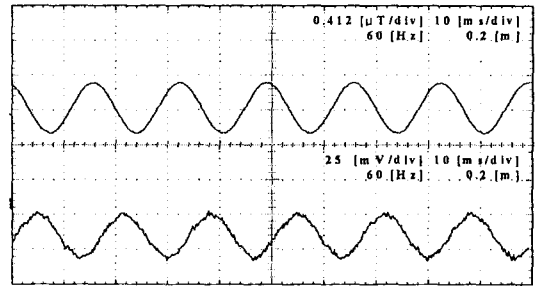


그림 8. 토스터 주변에서 측정된 자장과 유도전압 파형
Fig. 8. Magnetic field and induced voltage waveforms observed in the vicinity of the toaster

거리에 따른 자속밀도의 변동특성은 거리 d가 0.2 [m] 일 때 약 1.2 [μT], 0.4 [m] 일 때 약 0.19 [μT]의 값으로 감소하고 있다. 토스터의 경우 크기가 작은 전기기구이지만 정격용량은 모니터의 8배 정도에 달하며 자장의 크기도 근거리인 0.2 [m]에서 모니터보다 큰 값을 갖는 것을 볼 수 있다.

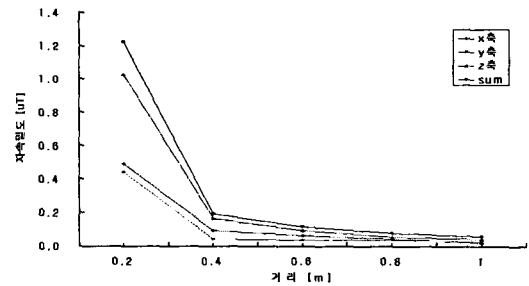


그림 9. 토스터 주변에서의 자속밀도
Fig. 9. Magnetic flux density in the vicinity of the toaster

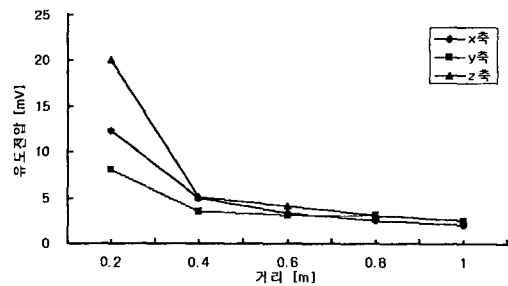


그림 10. 토스터 주변에서의 유도전압
Fig. 10. Induced voltage in the vicinity of the toaster

0.2 [m] 거리에서 토스터의 자속밀도가 모니터보다 약간 큰 반면 같은 거리에서 유도전압은 대단히 작으며 0.4 [m] 이상의 거리에서의 변동이 적다.

3.4 전기밥솥 주변에서의 자장 및 유도전압

전기밥솥은 전열기이므로 자장의 파형은 큰 왜곡 없는 60 [Hz]의 정현파이다. 거리에 따른 자속밀도 변화는 가장 근접한 거리인 0.2 [m]에서 0.5 [μ T]의 값을 나타내었으며, 0.4 [m] 이후에서는 0.15 [μ T]로 급격하게 감소하였다.

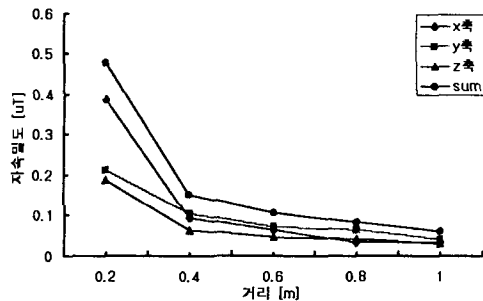


그림 11. 전기밥솥 주변에서의 자속밀도
Fig. 11. Magnetic flux density in the vicinity of the electric rice cooker

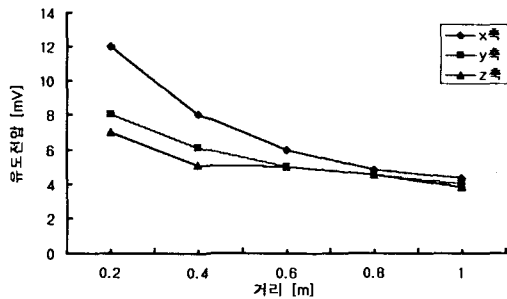


그림 12. 전기밥솥 주변에서의 유도전압
Fig. 12. Induced voltage in the vicinity of the electric rice cooker

유도전압 파형은 자장파형과 마찬가지로 60 [Hz]의 정현파의 형태를 가지는 것으로 측정되었으며, 자속밀도 보다 거리에 따른 완만한 감소를 보였다.

3.5 세탁기 주변에서의 자장 및 유도전압

운전중인 세탁기의 주변에서 측정된 자장과 유도

전압의 파형의 예를 그림 13에 나타내었다. 측정시 세탁기는 탈수모드이며, 내용물은 없는 상태이고, 세탁기에서 발생하는 자장과 유도전압의 파형은 기본주파수 60 [Hz]이나 매우 왜곡된 형상을 나타내고 있다. 이는 세탁기의 전기소비요소는 전동기 및 전동기의 속도제어와 구동장치이며, 운전중 전력소비원은 단상 전동기이다. 세탁기의 각 동작모드에 대한 전동기의 속도제어는 전압제어로 이루어지며, 속도제어를 위한 초평된 전압파형과 전동기 전선의 인덕턴스의 영향 때문에 자장파형이 왜곡된 것으로 생각된다.

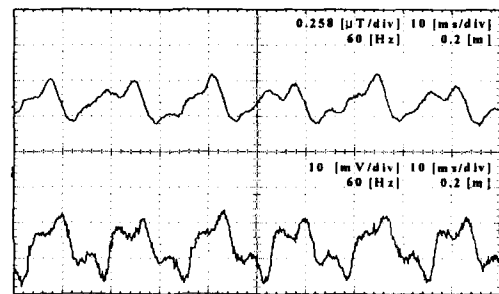


그림 13. 세탁기 주변에서 측정된 자장과 유도 전압 파형
Fig. 13. Magnetic field and induced voltage waveforms observed in the vicinity of the washing machine

세탁기의 운전시 발생하는 자장의 세기를 거리 d의 변수로 하여 측정된 결과를 그림 14에 나타내었다. 측정결과는 최초 거리 0.2 [m]에서의 자속밀도는 약 0.9 [μ T], 0.4 [m]에서는 0.5 [μ T]정도로 거리가 증가함에 따라 감소정도가 다른 가전기구에 비하여 완만하다. 이러한 결과는 측정이 이루어지는 거리 d가 자장의 주 발생원인 전동기와 외함이 다른 제품에 비하여 멀리 떨어져 있기 때문이다.

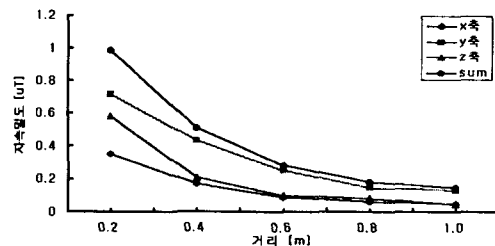


그림 14. 세탁기 주변에서의 자속밀도
Fig. 14. Magnetic flux density in the vicinity of the washing machine

즉, 자속밀도가 감소하는 정도에서는 다른 가전기기에 비하여 거리 d 가 일정한 거리 이상에서부터 시작되는 것과 같은 효과를 보이며, 측정은 외함부터의 거리로 하였다. 유도전압은 자장의 시간적 변화율에 비례하므로 자장파형의 시간적 변동특성과 유사하다. 거리에 따른 유도전압의 크기를 비교하면 자장의 세기의 변동과 마찬가지로 다른 가전기에서 처럼 급격한 변화는 나타나지 않았다.

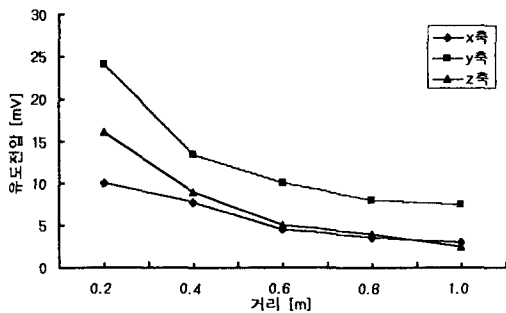


그림 15. 세탁기 주변에서의 유도전압
Fig. 15. Induced voltage in the vicinity of the washing machine

3.6 헤어드라이어 주변에서의 자장 및 유도전압

사람의 머리카락을 건조시키는 데 사용되는 기기로 특히 전자파 노출이 민감하게 받아들여진다. 특히 전열기 보다 내부에서 열풍을 밀어내는 전동기의 동작시 방출되는 자장의 영향이 크며, 다른 가전기보다 머리부분에 근접하여 사용되므로 자장이 인체에 해를 줄 수 있다면 그 확률은 다른 가전기 보다 크다.

헤어드라이어에서 방사되는 자장의 파형은 회전기를 사용하는 세탁기와 비슷한 형상을 보였다. 헤어드라이어는 크게 열선과 바람을 일으키는 전동기로 구성되어 있어 두가지 영향으로 자장 파형을 설명할 수 있으며, 이 실험에서는 열풍이 나오는 방향에서 측정하였다. 헤어드라이어에서 거리 d 를 변수로 하여 자속밀도를 측정한 결과를 그림 16에 나타내었다. 거리 d 가 증가함에 따라 자속밀도는 급격히 감소하나 일반적으로 헤어드라이어의 사용이 사람의 머리에서 약 0.2 [m] 이내에서 이루어지므로 실제적인 영향은

여타의 가전기기보다 크다고 할 수 있다.

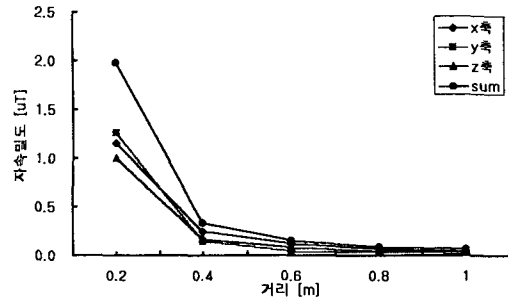


그림 16. 헤어드라이어 주변에서의 자속밀도
Fig. 16. Magnetic flux density in the vicinity of the electric hair drier

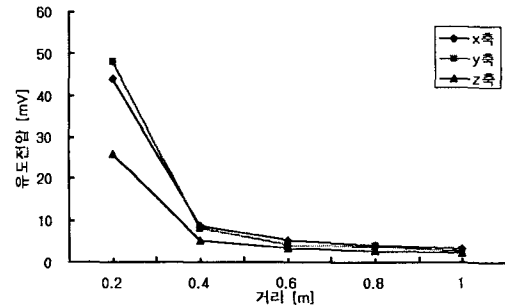


그림 17. 헤어드라이어 주변에서의 유도전압
Fig. 17. Induced voltage in the vicinity of the electric hair drier

헤어드라이어가 작동할 때 주변에서 측정된 유도전압 파형은 자장파형의 미분형태로 나타나며, 거리 변화에 따른 유도 전압의 크기는 그림 17로부터 크게 감소하는 것을 알 수 있지만, 가능하도록 멀리 이격시켜 사용한다면 자장과 유도전압에 대한 인체의 노출을 크게 줄일 수 있다.

3.7 검토 및 고찰

전장에 관해서는 세계보건기구(WHO)가 「환경보건기준 35」에서, 자장에 관해서는 WHO가 「환경보건기준 69」에서 견해를 제시하고 있으며 그 내용을 다음의 표에 나타내었다.

국제 비전리 방사선 보호위원회(ICNIRP)가 “전자계에의 노출을 제한하기 위한 가이드라인(300GHz까

지)”을 제시하고 있다. 한편 미국이나 영국, 호주등도

표 3. 전장과 자장에 관한 WHO 견해와 ICNIRP의 가이드 라인

구 분	WHO 견해	ICNIRP의 가이드라인
전 장	10 [kV/m] 이하에서는 출입을 제한할 필요 없음	4.16 [kV/m]
자 장	5,000 [μ T] 이하에서는 유해한 생물학적 영향은 인지되지 않음	83.3 [μ T]

자장에 대한 가이드라인만 있을뿐 법규로 정한 규제치는 존재하지 않으며, ICNIRP의 권고치보다 큰 값을 가지고 있다.

컴퓨터용 모니터, TV 등과 같이 스위칭 소자를 이용한 전원장치를 사용하는 전기기구 주변에는 정현파로부터 매우 왜곡된 자장이 방사되므로 직접적인 비교·검토가 용이하지는 않다. 그림 18에서는 같은 위치에서 측정한 단위자장의 세기에 대한 유도전압을 나타내었다. 17" 모니터의 경우 15" 모니터와 TV에서 보다 적은 자속밀도를 나타내었지만 단위자속 밀도당 유도전압의 분포는 가장 큰 것으로 나타났다.

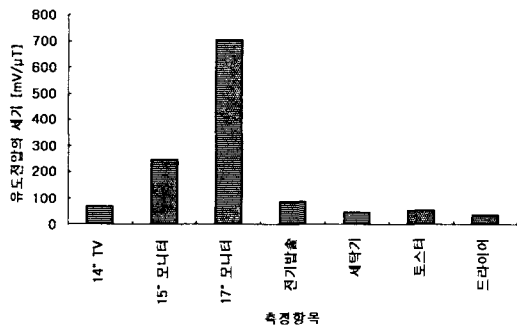


그림 18. 가전기기로부터 0.4 [m] 떨어진 곳에서 유도전압의 크기
Fig. 18. Magnitudes of the induced voltage caused by home appliances at the distance of 0.4 [m]

이는 단순히 자장에 의해 규제를 가하는 것보다 자장 파형의 변화에 따른 유도전압에 의한 EMI가 심하게 나타날 수 있으므로 자장의 파형도 검토하여야 바

람직하다. 다시 말하면 동일한 세기의 자장이라고 하여도 자장보다 스위칭 소자의 동작에 따라 급격하게 불연속적으로 변동하는 전류에 의한 자장은 유도전압을 매우 크게 유발시킨다. 따라서 스위칭소자를 이용한 전원장치를 사용하는 전기기구는 인체에 미치는 영향의 충격도 더 크며, EMI/EMC에도 심각한 문제를 일으킬 가능성이 크므로 충분한 고려가 필요하다.

4. 결 론

컴퓨터용 모니터와 TV를 포함한 가전용 전기기구 6개 항목에 대하여 자속밀도와 유도전압을 측정하여 분석한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

TV와 컴퓨터용 모니터의 경우 거리에 따른 자장과 유도전압 모두 다른 전기기구에 비하여 큰 값을 가지며, 큰 폭으로 감소하는 형태를 나타내었으며, 전기기구에서 발생하는 자장과 유도전압은 전반적으로 기기로부터 거리가 증가함에 따라 급격히 감소하는 것으로 나타났다.

유도전압 파형으로부터 알 수 있듯이 가정에서 사용하는 전기기구는 인체 뿐만 아니라 다른 가전기기나 전자회로에 미치는 영향이 클 수 있다. 특히 모니터와 TV 전원으로는 스위칭 소자를 사용하므로 자속 파형의 불연속적인 변화로 유도전압이 대단히 높게 나타났다. TV, 모니터 근처에서의 유도전압은 전기밥솥, 토스터 등과 같은 다른 가정용 전기기구에 비하여 10~20배 정도 크게 나타났으며, EMI 영향이 심하게 작용하는 것으로 볼 수 있다.

자장이 인체 또는 다른 전자기기에 미치는 영향은 자장의 세기도 중요하지만 시간적 변화에 따른 유도작용이 핵심적 요소이므로 사무용 또는 가정용 전자기기의 주변에서 발생하는 자장의 영향 평가는 단순한 rms값에 의한 제한보다는 파형을 고려하는 것이 합리적이고 바람직하다. 가정용 전기기구는 인체로부터 최소한 0.4 [m] 이상 떨어뜨려 사용하는 것이 바람직하며, 사용상 적절한 거리를 확보하지 못하는 기기는 사용시간을 최대한 단축시켜 인체가 자장에 노출되는 시간을 줄이는 것이 효과적이다.

References

- [1] William F. Horton, Saul Goldberg, "Power Frequency Magnetic Fields and Public Health", CRC Press, pp. 5~85, 131~178, 1995.
- [2] 이복희, 이승철, 안창환, 길형준, 진덕규, 길경석, "345(kV) 송전철탑 주변에서 전장과 자장의 측정과 분석", 조명·전기설비학회 논문지, Vol. 12, No. 3, pp. 14~21, 1998.
- [3] W. Kohler, "Measurement and Calculation of Low Frequency Electric and Magnetic Fields", 9th ISH, 8338-1~4, 1995.
- [4] R. P. Corcoran, "Extremely Low Frequency Exposure Limits Relative to Military Electrical/Electronic System Environments", IEEE Int. EMC Symposium, pp. 62~67, 1992.
- [5] "IEEE Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields from AC Power Lines", ANSI/IEEE Std. 644-1987, pp. 17~21, 1992.
- [6] E. Zeriman, S. Frei, et al., "Investigations of Exposition to Low Frequency Magnetic Fields", 9th ISH, 8347-1~4, 1995.
- [7] J.P. Hauser, "A 20 Hz to 200 kHz Magnetic Flux Probe for EM Surveys", IEEE Trans., Vol. EMC-32, No. 1, pp. 67~69, 1990.
- [8] S. A. Macintyre, "A Portable Low Noise Low Frequency Three-axis Search Coil Magnetometer", IEEE Trans. MAG, Vol. MAG-16, No. 5, pp. 761~763, 1980.
- [9] 이복희, 이정기, "345/154kV 초고압 송변전설비 주변에서 자장의 측정과 분석", 대한전기학회 논문지, Vol. 46, pp. 414~420, 1997.
- [10] AC fields working group of the IEEE, "An Evaluation of Instrumentation Used to Measure AC Power System Magnetic Fields", IEEE Trans. PD, Vol. 6, No. 1, 1991.
- [11] TCO '99-Mandatory and Recommended Requirements for CRT-type Visual Display Units(VDU) concerning", pp11~13, 1999.

장영태 (張榮泰)

1962년 1월 24일생. 1985년 2월 충남대 공업교육대학 전기공학과 졸업. 현재 인천 기계공업고등학교 전기과 교사. 인하대 산업대학원 전기공학과 석사과정.
e-mail : hcyt2000@yahoo.co.kr

장근철 (張根喆)

1976년 10월 12일생. 2002년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 현재 인하대 대학원 전기공학과 석사과정. e-mail : dothebest95@hotmail.com

엄주홍 (嚴柱弘)

1972년 9월 5일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2000년 2월 인하대 대학원 졸업(공학석사). 2002년 현재 인하대 대학원 전기공학과 박사과정.
e-mail : g2001100@inhavision.inha.ac.kr

강성만 (姜成萬)

1973년 4월 6일생. 1998년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2002년 현재 인하대 대학원 전기공학과 박사과정. e-mail : webmaster@smilepia.com

이승철 (李承七)

1943년 4월 1일생. 1971년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 2월 서울산업대 산업대학원 안전공학과 졸업(공학석사). 2002년 2월 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 현재 한진중공업 상무.
e-mail : sclee@hjcst.co.kr

박정웅 (朴正雄)

1944년 8월 9일생. 1971년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1982년 인하대 공대 전기공학과 졸업(석사). 현재 인하공업전문대학 교수.
e-mail : jwpark@true.inhatc.ac.kr

◇ 저자소개 ◇

이복희 (李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1988~89년 동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 1995년 호주 Queensland대학 방문교수. 1999년 Cincinnati대학 방문교수. 현재 인하대 공대 전자전기공학부 교수.
e-mail : bhlee@inha.ac.kr

이동문 (李東汶)

1958년 4월 20일생. 1987년 2월 인하대 공대 전기공학과 졸업. 2000년 8월 인하대 대학원 졸업(공학석사). 2002년 2월 인하대학교 대학원 전기공학과 박사과정. 현재 한진중공업 차장.
e-mail : lidm7@hanmail.net