

# 전기기기의 조작시 발생하는 자기성분 평가에 관한 연구

이복희, 박형기, 전덕규, 백용현, 정승수  
인하대학교 공과대학 전기공학과

Evaluation of Magnetic Field Components  
Produced by Electric Machine Operations

(Bok-Hee Lee, Hyung-Ki Park, Duck-Kyu Cheon, Yong-Hyun Paek, Seung-Su Cheong)  
Department of Electrical Engineering,  
Technical Colledge, Inha Univ

## 요 약

본 연구에서는 자기적분형 자기센서의 감쇠시간특성과 주파수 응답특성에 대해 조사하였으며, 감쇠시간은 4.4[ms] 이고, 측정가능한 주파수대역은 40[Hz]에서 1[kHz]이다. 또한, 적절하게 저항과 콘덴서의 용량을 조절하여 전기기기에 대한 측정도 가능함을 확인하였다.

## ABSTRACT

In this study, decay time and frequency response characteristics of Self-Integrating Magnetic Sensor were investigated, decay time is 4.4[ms], frequency band that could be measuring is from 40[Hz] to 1[kHz].

The magnetic field components produced by operation of electric machines is measured and analyzed.

## 1. 서 론

최근, 송전선 설비의 증가 및 초고압화로 인하여 발생하는 전자기환경문제에 대한 사회의 관심이 높아짐에 따라 송전선의 전기환경중에서도 정전유도, 라디오잡음, 이온류대전 등이 특히 문제시 되고 있다. 또한, 초음파용 기기, 의료용 기기, 통신 기기, 전자 계측기기 및 생산현장에서의 전자파 장애 등에 관해서도 연구가 활발하게 진행되고 있다. 따라서, 전자기기로부터 발생하는 잡음전압은 유사전원회로망, 안테나, 흡수클램프 등의 결합회로나 센서를 통해서 잡음전압, 잡음전계강도, 잡음전력을 측정하는 무선 잡음 측정용의 수신기가 있지만 주파수선택특성 및 과부하 특성이나 펄스응답 특성 등의 고유한 특성을 해석하는 기술적인 문제가 요구되고 있다.

또한, 전자기기와 측정회로에 미치는 잡음의 억제대책에 관해서는 써-지관측용 오실로스코프를 사용하면서 연구되어 왔으며 방사전자계의 침입과 유도장해 방지법으로는 저항 분압 대칭회로를 사용하는 방법, 피측정 전압을 크게 하여 S/N비를 개선하는 방법 등이 있지만, 이는 일종의 단순

한 계측 기술이며, 적극적인 방지책이 요구되어야 한다. 또한, 잡음 전압은 광대역의 주파수에 걸쳐서 분포되는 경우가 많으므로 측정은 각각의 주파수에 대해서 신호전압을 측정한다.[1]

그리고, 선로상에서의 전자파 장애중에서도 송전선이나 배전선 또는 전동선 등에 의한 전원 방해현상 등이 있지만, 본 연구에서는 형광등에 의한 전자파 장애 및 개인용 컴퓨터 전원장치 기동시의 임펄스 잡음에 관해 실험하였으며, 자기적분형 자기센서의 주파수 특성을 분석하고, 자속에 대한 시도함수로 감지 전압이 나타나게 되므로 수동성 적분기를 제작하여 전기 기기에 대해 시제적인 자기센서가 적용가능한 지에 대한 기초적인 연구의 일환으로서 실험을 하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 자기적분형 자기센서

전류는 자기적분형센서의 수직 전계성분에 의해서 유도되어지며 이것은 적분형센서의 총 길이를 줄이던지 전계의 방향에 대해 적분형센서를 수직으로 설치함으로써 저감될 수 있다. 따라서, 실제적으로는 적분형 자기센서의 길이를 최소화하는 것이 최선의 방법이며, 이것은 적분형센서의 픽업 크기가 자기적분형센서에 의해 저감되어 공진주파수가 상승되어지게 한다. 또한, 동축케이블에 연결된 50 [Ω]의 저항으로 구성되어 있는 자기센서의 용량성커플링을 줄일 수 있도록 정전차폐를 해야한다.[2] 자기적분형 자기센서는 정전용량이 94 [nF/km] 이고, 특성임피던스 표준치가 53.5 [Ω] 인 폴리에틸렌을 채운 절연 동축케이블을 사용하고, 인덕턴스 및 센서의 반경에 따라 감지전압이 달라지므로 센서의 직경을 15 [cm]로 하고, 이 때의 센서의 자기인덕턴스는 0.129 [μH]가 된다. 또한, 자기센서의 인덕턴스가 구해지면 정합저항과의 관계로부터 응답도와 주파수 대역 등의 기본성능 파악이 가능하게 된다. 출력단자는 센서감지전압을 오실로스코프에 직접 입력시키기 위해서 BNC 커넥터로

하였으며 센서의 측정계는 그림 1과 같다.

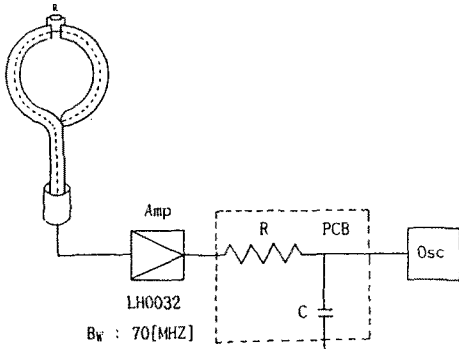


그림 1. 자기적분형 자기센서의 측정계  
Fig.1 Measuring System of Self-Integrating Magnetic Sensor

## 2.2 교정실험계의 구성

센서의 응답도와 주파수 대역등의 기본 성능에 대한 측정이 필요하므로 변류기법을 이용한 교정실험을 수행 하였다. 교정실험에는 전송선로에 의한 방법과 변류기법에 의한 방법 등이 있는데, 그림 2는 변류기법에 대한 교정실험계를 나타낸 것이다. 또한, 코일의 길이가 길어지게 되면, 선로의 자기인덕턴스가 매우 증가하게 되므로 코일의 권수는 18 회로 하였다. 전파 방사원에 대한 센서의 감지되는 자속밀도는 전류가 0.4[A]이고, 루우프의 반경이 7.5[cm]이므로  $6.03 \times 10^{-5}$  [Wb/m<sup>2</sup>]이 되고, 이 때의 센서 출력전압이 16.5 [mv]이므로 단위출력전압에 대한 자속밀도는  $3.6 \times 10^{-6}$  [Wb/m<sup>2</sup>/mV]가 된다.

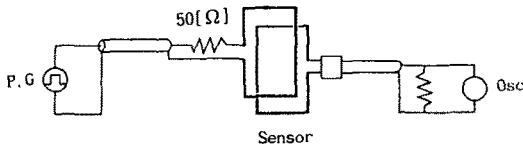
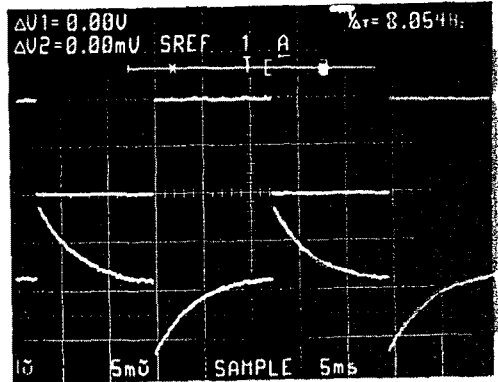


그림 2. 변류기법에 의한 교정실험계의 개략도  
Fig.2 Schematic Diagram of calibration Experiment by current transformer method

## 2.3 수동성 적분기의 제작

센서의 응답이 자속의 변화에 대해 시도합수로 나타나게 되므로 수동성 적분기를 제작하여 입력전압에 직접 비례하게 하였다. 수동성 적분기는 저항을 400[Ω], 무손실 캐패시터를 사용하여 11[μF]으로 하였으며, 저역측 차단주파수를 36 [Hz]가 되도록 수동성 적분기를 제작하였다. 센서의 감지전압이 미소하므로 연산증폭기를 사용하여 배율을 1:90으로 하였다.



상 : 입력전류파형  
하 : 자기적분형자기센서의 응답파형

그림 3. 구형파입력에 대한 응답특성  
Fig.3 Reponse characteristics of Square Input

그림 4에서 알 수 있듯이 시제작한 자기센서는 감쇠시간이 4.4[ms]로서 측정치와 이론치가 거의 일치한다.

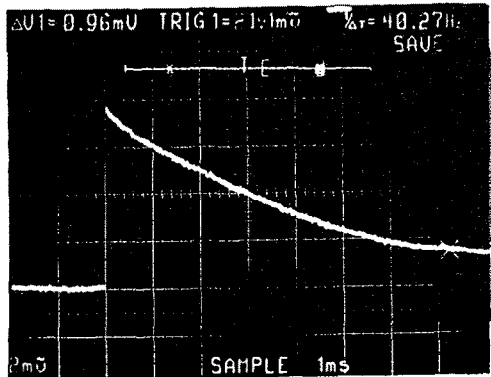


그림 4. 구형파입력에 대한 측정계의 응답파형  
Fig.4. Response Wave of Measuring system for Square input

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 자기적분특성실험

입력전원으로는 출력전압이 20[V]인 정현파입력을 가지고, 주파수변화에 대한 수동성 적분기와 센서 감지전압의 크기는 그림 5와 같다. 응답전압에 대한 센서의 감지전압은 직선적으로 증가하고, 수동성 적분기는 반대로 감소하게 된다. 따라서, 약 40[Hz]에서 1[KHz]의 대역폭은 시제작한 센서가 감지가 가능하다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 자기적분형 자기센서의 주파수응답특성

저역측 차단주파수는 이론치가 36 [Hz]이므로, 그림 6에서 나타난 바와 같이 실측치와 다소 차이가 나는 것은 저항이 유도성분을 가지게 되는 금속저항이고, 또한 케이블의 정전용량에 의한 감쇠에 의한 결과라고 해석된다.

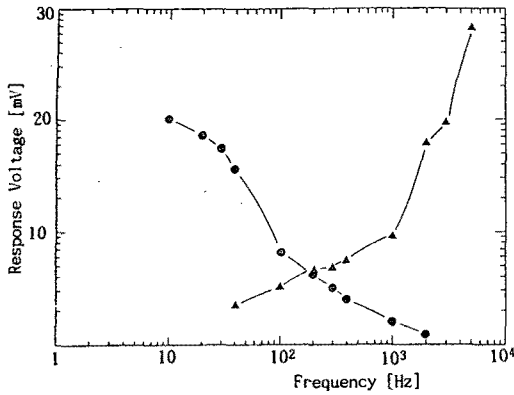


그림 5. 주파수의 변화에 대한 센서감지전압과 수동성 적분기의 파형

Fig. 5 Wave of Sensor detecting voltage and passive integrator for frequency variation

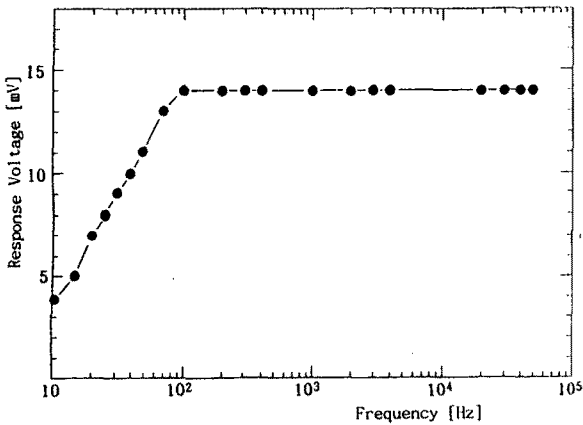


그림 6. 주파수의 변화에 대한 자기적분형 자기센서의 응답도

Fig. 6. Response Voltage of Self-integrating Magnetic Sensor for frequency variation

### 3.3 전기기기에 대한 자기센서에서의 적용시험

#### 3.3.1 초음파 세정기

초음파세정기는 구조, 성능 등 기기의 안정성 전반에 걸쳐 전기용품의 관리대상이 되고, 초음파 발진자에 의한 복사성노이즈 및 유도성노이즈의 전파잡음에 대한 고려를 해야한다. [5] 그림 7은 초음파세정기(MUJIGE 100H, Seong Dong Co., 170 [W]), 로 부터 약 2 [cm] 이격되었을 때 이에 대한 센서의 응답특성을 나타내고 있다. 파형에 진동성분이 많이 발생하고, 주기적인 함수를 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 이에 대한 대책으로는 초음파발진기를 1점 접지를 해야하고, 접지선을 최소로 줄여야한다고 생각된다.

그림 8에서 보면 응답전압이 거리의 제곱에 비례하는 값을 가지게 되므로 전류성분, 즉 방사원에 대해 아주 가까운 영역에서만 큰 값을 가지게 되는 유도성 자기성분을 갖

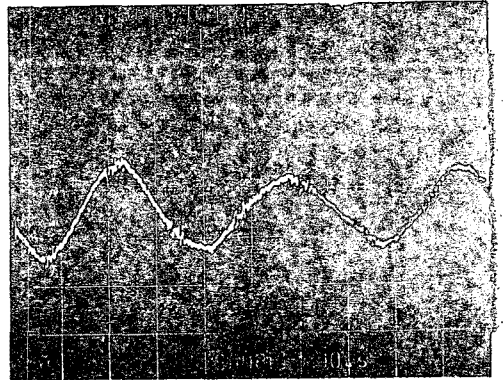


그림 7. 수동성 적분기를 이용한 센서의 감지파형

Fig. 7 Wave of Sensor detecting by using passive integrator

고 있다는 것을 알 수 있다.

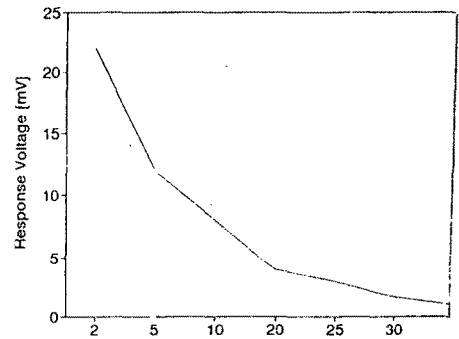
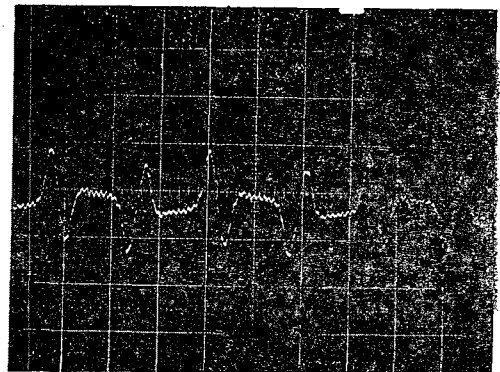


그림 8. 초음파세정기의 거리 - 응답특성

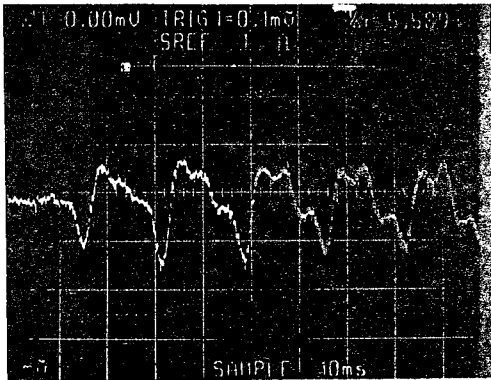
Fig. 8 Distance- Response Characteristics of Ultrasonic Washer

#### 3.3.2 형광등 및 개인용컴퓨터의 전원장치

형광등(NATIONAL SUPER 22, 松下電氣, 29[W])은 글로우방전에 의해서 점등되므로 내온사인 등과 마찬가지로 인공적인 잡음중의 하나이다. 그림 8은 형광등 및 개인용컴퓨터전원장치의 기동시의 센서감지파형이다.



(상)형광등의 점등시 파형



(하)전원장치의 기동시 파형

그림 9. 형광등 및 개인용컴퓨터의 전원장치에 대한 감지파형

Fig.9 Detecting wave for fluorescent lamp and P/C power supply

#### 4. 결 론

자기적분형 자기센서에 대한 교정실험과 주파수 응답특성을 구하고, 소세력기기에 대한 적용실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 시제작한 자기센서는 약 40 [Hz]에서 1 [kHz]의 대역폭은 감지가능하다는 것을 알 수 있다.
- (2) 시제작한 자기적분형 자기센서는 감쇠시간이 4.4[ms]로서 이론값과 실측값이 거의 일치함을 알 수 있다.
- (3) 시제작한 자기적분형 자기센서는 초음파세정기동도 센서의 반경과 자기적분저항을 적절히 조절함으로써 측정가능함을 확인하였다.
- (4) 초음파세정기는 거리의 제곱에 비례하므로 유도성 자기 성분도 갖고 있다는 것을 확인 하였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이 복 회, 박 형 기 외 4인 : "시변자기측정용 센서에 관한 연구", 한국전기전자재료학회., pp 70 - 78, 1992. 제 5권 4호
- [2] Dr. James A. Cameron : "The effects of induced cable currents on electric and magnetic field measurements", IEEE CH2116-2., pp 296 - 299
- [3] R. Malewski : "Measurements of the transient electric and magnetic field components in HV Lab," IEEE Trans., PAS-101 No. 12 1982
- [4] 紫 田 元 : "超音波應用機器における電磁ノイズ障害の現狀とその對策法" 電氣雜誌, OHM社, pp. 145 - 148, 1988. 8