

전기기구의 운전중에 발생하는 자기성분해석에 관한 연구

이복희, 박형기, 정승수, 백용현
인하대학교 공과대학 전기공학과

A Study on the Analysis of the Magnetic Fields Generated by the operation of Electric Appliances

Bok-Hee Lee, Hyung-Ki Park, Seung-Soo Chung, Yong-Hyun Paek
Department of Electrical Engineering, Inha Univ.

ABSTRACT

In this study, the response characteristic of the time-changing magnetic field measurement system by using the self-integrated magnetic sensor is investigated. The measurement system has the frequency bandwidth of 40[Hz] - 50[kHz]. The time-changing magnetic fields generated by the operations of small-size electric machines are investigated. The magnetic field generated by the starting and/or the operation of electric appliances mainly includes the odd harmonics such as the third, the fifth, the seventh, and so on.

1. 서론

최근, 고전압의 송전선설비의 증가와 전자파 환경문제에의 사회의식이 높아짐에 따라 송전선의 전기환경중에서 정전유도, 라디오잡음, 이온류대전 등이 주목되고 있으며 초음파용기기, 의료용기기, 통신기기, 전자계측기기 및 생산현장에서의 전자파장해 등이 중요한 사회적 관심사로 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 최근 가스절연변전소와 같은 집중화된 전력설비의 사용으로 과도전압 및 충격대전류의 측정시 오차를 유발시키고 장애를 가져오는 요인중에서 가장 현저한 것이 전자계현상이므로 이에 대한 대책수립과 전자파장해제거의 적극적인 해결방법으로 피측정전자계의 영향을 거의 받지 않는 동축케이블을 이용한 자기계측센서의 개발을 하였다. 그리고, 불필요한 잡음발생원에 대한 전자파장해의 제거와 대책을 수립하기 위하여 시변성전자계의 정확한 측정이 필수적이므로 전력기기 및 소형전기기구의 운전조작시에 발생하는 시변성 과도자계의 측정이 가능한 자기계측시스템의 실현을 목적으로 자기적분형자기계측센서에 관하여 연구하였다.

또한, 시제작한 광대역 자기계측시스템을 이용하여 전기기구의 운전조작시에 발생하는 자기성분을 측정하고 분석하였다.

2. 측정계의 구성 및 실험 방법

2-1. 측정계의 구성

화라데이의 전자유도법칙을 기본원리로하는 루우프형 자기계측센서는 동축케이블을 이용하여 원형으로 하여 제작하였다. 자기계측계는 피측정자기계의 시도함수로 신호를 감지하므로, 적분회로 및 광대역증폭회로를 구성하여 입력자기계의 세기에 비례하는 출력을 얻을 수 있도록 하였다.

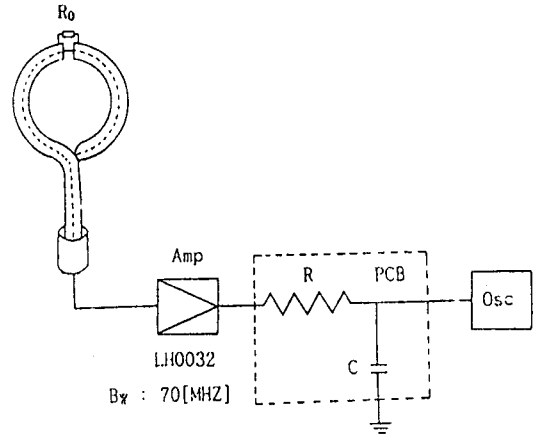


그림 1 자기적분형 자기계측센서를 사용한 전체 측정계
Fig. 1 Total measurement system with the self-integrated magnetic field sensor

본 연구에 사용한 자기계측시스템을 그림 1에 나타내었으며, 적분저항을 포함한 자기적분형 자기계측센서는 동축케이블의 내측도체에 유도된 성분과 외측도체에 흐르는 유도전류 사이의 상호유도작용을 이용한 것이다.

2-2. 교정실험 및 방법

제작된 자기계측시스템의 응답도와 주파수대역의 기본 성능을 파악하기 위한 교정실험이 수행되었고, 입력전류를 측정하기 위하여 자기계측도체에 변류기를 장착하였다. 그림 2와 같은 교정실험계에서 자기계측도체의 인덕턴스가 커지면 입력전류의 상승시간이 길어지므로 인덕

턴스와 발생되어지는 자계를 고려하여 교정실험계를 설계, 제작하였으며, 측정시스템의 감도 즉, 단위출력당 자속밀도는 $4.28[\mu\text{T}/\text{mV}]$ 이다.

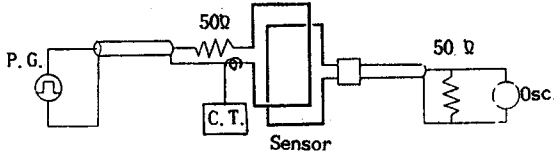


그림 2 변류기를 사용한 교정실험계의 개략도
Fig. 2 A schematic diagram of calibration experiment system by using C.T.

2-3. 전기기구의 자체측정

탁상용 형광등, 초음파세정기, 전기드릴 등 전기기구의 기동 또는 운전시에 발생하는 자계는 제작된 자체측정계에 의해서 측정되고, 디지털 신호처리를 통해 자계의 주파수 성분분석을 하였다. 또한, 전기기구로부터 거리-용량특성을 측정하고 고찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1. 교정실험 결과

측정계의 직각과 입력에 대한 출력의 감쇠시정수는 약 $4.4[\text{ms}]$ 이었다. 이것은 적분기의 소자에 의존하며 측정계의 저역측 차단주파수를 결정한다. 또한, 정현파 입력에 의한 주파수대역의 측정결과는 그림 3과 같다.

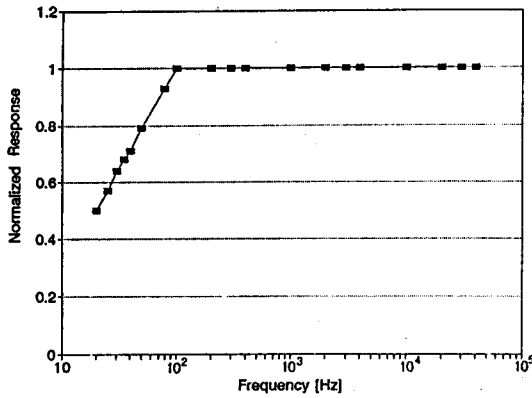
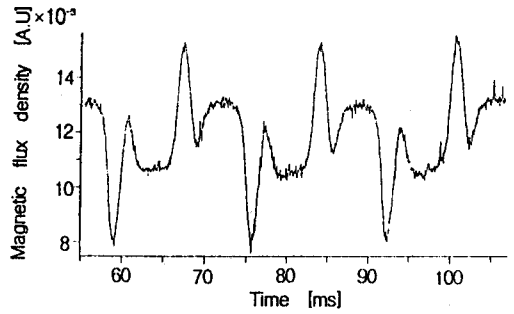


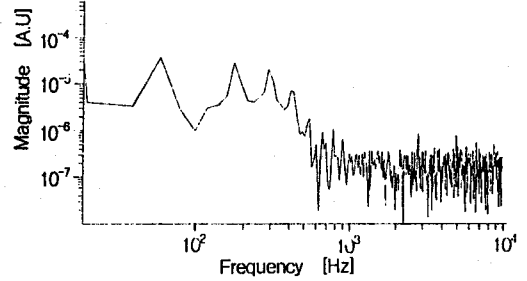
그림 3 자체측정시스템의 주파수응답특성
Fig. 3 Frequency response characteristic of the magnetic field measurement system

3-2. 형광등

형광등은 글로우방전에 의해서 점등되므로 고주파성분의 자계를 방출시킨다. 그림 4는 형광등 점등시 발생하는 자계의 감지파형 및 FFT 결과인데, 고조파노이즈의 방사가 지배적임을 알 수 있다. 형광등의 점등시에 발생하는 자계는 전원주파수인 $60[\text{Hz}]$ 의 주기적인 진동을 하고 있으며, 거의 기본파성분 정도의 강도를 가지는 제 3조파 ($180[\text{Hz}]$), 제 5조파 ($300[\text{Hz}]$) 등 기수고조파자계 성분이 주로 나타났다.



(a) Measured waveform

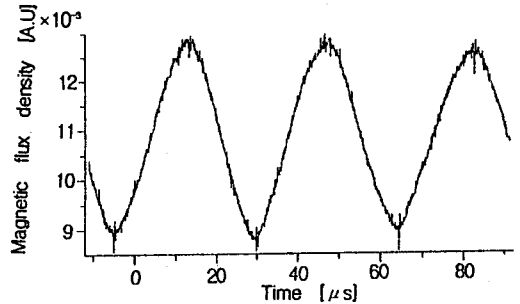


(b) FFT result

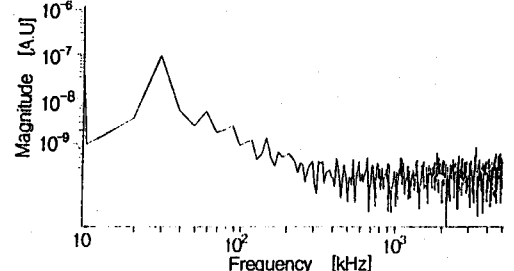
그림 4 형광등 점등시 발생하는 자계의 파형과 FFT결과
Fig. 4 FFT result and magnetic field waveform generated by starting the fluorescent lamp

3-3. 초음파세정기

초음파 세정기는 초음파 발전기와 진동자로 구성되어



(a) Measured waveform



(b) FFT result

그림 5 초음파세정기의 운전시 발생하는 자계파형과 FFT결과
Fig. 5 FFT result and magnetic field waveform generated by the operation of the ultra sonic washer

있으며, 초음파 발진기는 음의 전파속도와 진동자의 길이 및 두께 등에 따라 결정되는 진동자 고유의 공진 주파수를 가지고 있다. 진동자를 공진주파수로 진동시키면 가장 능률이 양호하므로 초음파 발진기에서는 진동자의 공진 주파수에 일치하는 주파수의 고주파전력을 공급하는 것이 가장 이상적이다. 또한, 출력이 50[W]이상이 되는 경우는 복사노이즈의 전파잡음에 대하여 고려해야 한다.^[4] 그림 5의 결과에서 약 30[kHz]의 주동자 주파수와 이외에 제 2 조파(60[kHz]) 성분과 제 3조파(90[kHz]) 성분이 두드러지게 나타난다.

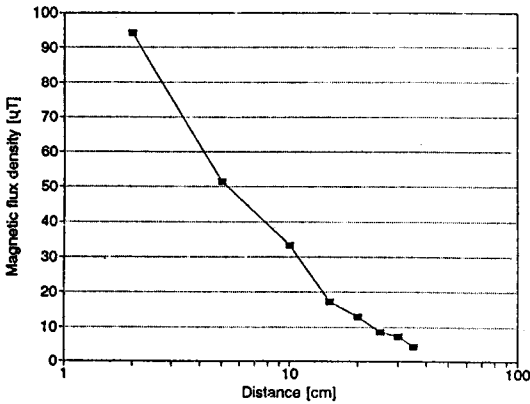
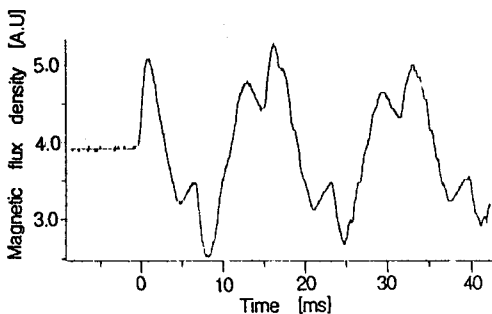


그림 6 초음파세정기의 운전시 발생하는 자계의 거리-응답특성
Fig. 6 Distance-response characteristic of the magnetic field generated by the operation of the ultrasonic washer

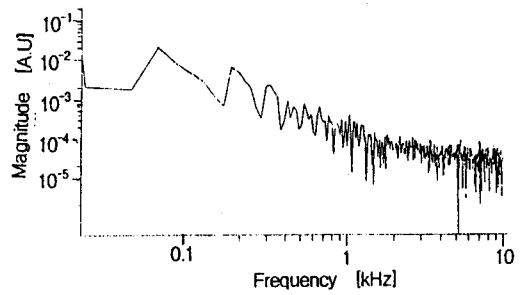
그림6은 초음파세정기의 운전시 발생하는 자계의 거리의존성을 나타내었는데, 응답출력은 대체적으로 거리에 역비례하는 특성을 보이고 있다. 이로부터 초음파세정기의 운전시 주변에 발생하는 자계는 방사성분이 지배적으로 발생하며, 약간의 유도성분도 포함되어 있음을 알 수 있다.

3-4. 전동드릴

또한 소형 전기기구의 조작 또는 운전시에 발생하는 노이즈에 대한 대책을 알아보기 위해 전기드릴의 기동시 발생하는 자계의 세기를 측정하였다. 그림 7에서 피크치는 약 5.56[mT]이고, 기동직후와 운전중의 자계의 변화가 매우 큼을 알 수 있었다. 기동시에는 돌입전류의 중



(a) Measured waveform



(b) FFT result

그림 7 전동드릴의 기동시 발생하는 자계의 파형과 FFT결과
Fig. 7 FFT result and magnetic field waveform generated by starting the electric hand drill

가로 인하여 빠른 상승시간을 가지며, 시간이 경과함에 따라 자계의 세기는 감소하였으나 파형자체의 변화는 거의 없었다.

4. 결 론

본 연구는 전력기기 및 소형전기기구의 운전중 및 개폐시에 발생하는 과도전압 및 소형전기기구의 자계성분을 평가하기 위한 기초적인 특성을 조사하였다. 자계측정계를 제작하여 교정실험을 통해 센서의 고유특성을 분석하였다. 또한, 제작된 측정계로 전기기구의 기동 또는 운전시에 발생하는 자계를 측정하고 분석하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 시제작된 자계측정계의 주파수대역은 40[Hz]에서 50[kHz]까지로 고주파성분을 포함하는 시변성 자계는 물론, 상용주파수 범위의 자계측정도 가능함을 알 수 있었다
- 2) 형광등 및 전기드릴의 기동 또는 운전시에 발생하는 자계는 주로 기수고조파 성분이 현저하였으며 자계차폐시에는 기수고조파 성분에 대한 대책이 필요하다.
- 3) 초음파 세정기의 운전시 발생하는 자계는 방사자계성분이 지배적임을 알 수 있었다.

참고문헌

- 1) 이복희 외 4인 : " 시변자계측정용 센서의 실현 ", 한국센서학회, pp.105-109, 1992.11
- 2) Thomas F. Trost and Klaus P.Zaefel : " Broadband Electromagnetic Sensors For Aircraft Lightning Research ", NASA Conf., pp.131-152, 1980
- 3) 副島光穂 : " 電磁氣學 ", コロナ社, pp. 248-250, 1960.3
- 4) 紫田元 : " 電氣雜誌 ", OHM社, pp.145-148, 6, 1988