

Measurement of Magnetic Field Generated by the Operations of Electric Appliance

李 福 熙*·吉 暲 碩**·朴 炯 洪***

(Bok-Hee Lee·Kyung-Suk Kil·Hyung-Ki Park)

Abstract—The present paper deals with a new developed sensor for measuring the time-varying magnetic fields and describes the experimental results of transient magnetic field that takes place during the operations of electric appliance. The operation principle of the self-integrating magnetic field sensor by using coaxial cable is analyzed and a calibration investigation is carried out. The frequency bandwidth of the magnetic field measurement system is from 40 Hz to about 300 kHz. The magnetic field induced by the starting and/or operation of electric appliance mainly includes the odd harmonics such as the third, the fifth and the seventh harmonics. The magnetic field intensity caused during the operation of ultrasonic washer is inversely proportional to distance, this corresponds to induction component. As a result, it was known that the odd harmonics of magnetic field in the design of electromagnetic shield employed for protecting electronic circuit and control devices have to be considered.

Key Words : Magnetic Field Sensor(자계센서), Harmonics(고조파), FFT(고속푸리에변환), Transient Magnetic Field(과도자계), EMI/EMC(전자파장해/전자환경공학)

1. 서 론

초고압의 송전설비 증가와 전자파 환경문제에 대한 사회의식이 높아짐에 따라 정전유도, 라디오잡음, 이온류대전 등 전자환경에 대한 관심이 주목되고 있으며 초음파용기기, 의료용기기, 통신기기, 전자계측기기 및 생산현장에서의 전자파장해 등이 중요한 과제로 대두되고 있다. 또한, 전자기기로부터 발생하는 잡음전압은 유사전원회로망, 안테나, 흡수클램프 등의 결합회로나 센서를 통해서 잡음전압, 잡음전계강도, 잡음전력을 측정하는 무선잡음측정용 수신기가 있지만 주파수선택특성 및 감파특성, 과부하특성이나 펄스응답특성 등 고유특성을 해석하는 기술이 요

구되고 있다. 계측장치와 측정회로에 미치는 잡음의 억제대책에 관하여는 써-지관측용 오실로스코프를 사용하면서 연구되어 왔으며, 방사전자계의 침입과 유도장해 방지법으로는 저항분압대칭회로를 사용하는 방법, 피측정 전압을 크게 하여 신호 대 잡음비(S/N)를 개선하는 방법 등이 있지만 이는 일종의 계측기술이며, 전자파장해의 근본적인 원인에 대한 정량적인 분석과 해결방법은 아직 개발되지 못한 부분이 상당히 남아 있다.[1]—[2] 최근 전기기기 사용의 증대와 더불어 전자계환경이 악화되어 있는 실정으로 전기설비의 운전조작중에 발생하는 과도전자계는 전자회로나 보호 또는 제어기기 등의 오동작이나 고장을 유발시키는 경우가 많으므로 이들에 대한 전자계장해대책에 대한 검토는 대단히 중요하다. 따라서 본 연구에서는 전력기기 및 전기제품의 운전조작시에 발생하는 시변성 과도자계의 측정이 가능한 자기적분형 자계센서의 개발과 전기기구의 운전중에 발생하는 자계성분의

*正 會 員 : 仁 荷 大 工 大 電 氣 工 學 科 副 教 授 · 工 博

**正 會 員 : 仁 荷 大 大 學 院 電 氣 工 學 科 博 士 課 程

***正 會 員 : 大 宇 電 子 (株) 電 子 래 인 지 研 究 所 研 究 員

接 受 日 字 : 1994 年 1 月 26 日

1 次 修 正 : 1994 年 5 月 2 日

해석을 목적으로 연구하였다. 동축케이블을 이용한 자기센서의 장점 및 단점을 살펴보면, 장점은

- 1) 자성재료를 포함하지 않으므로 비선형적 특성이 나타나지 않는다.
- 2) 감도의 온도의존성이 없으며, 정확한 교정이 가능하다.
- 3) 국부적 자기장도의 측정이 가능하다.

단점으로는

- 1) 형태가 비교적 큰 편이고, 무겁다.
- 2) 자력선과 수직인 평면에 맴돌이전류가 생겨 감도를 저해시키는 경우가 있다.
- 3) 루우프센서의 자체의 정전용량으로 감도가 떨어진다는 면이 있다.

등이 있으며, 본 연구에서는 단점중의 2)항의 맴돌이전류를 역이용하여 감쇠시정수를 증대시키는 자기적분기능을 가지도록 하는 자기적분 자기센서에 대하여 연구하였다. 고주파자기의 신호 감지가 가능한 자기센서를 제작한 후 이의 기본 성능인 응답특성과 주파수대역 등에 대한 교정 실험을 수행하였다. 또한, 제작한 자기센서로 전기기기의 운전조작시에 발생하는 과도자기성분을 측정하고 분석하였으며, 전자유도작용에 의하여 동작하는 루우프형 자기센서의 원리에 대하여 이론적으로 고찰하였고, 전자과유도장해에 관하여 검토하였다.

2. 실험장치 및 방법

본 연구에서 구성한 시변자기측정계는 루우프형 자기센서, 증폭기와 적분기로 구성되어 있으며, 이의 개략도를 그림 1에 나타내었다.

R_0 : 적분저항

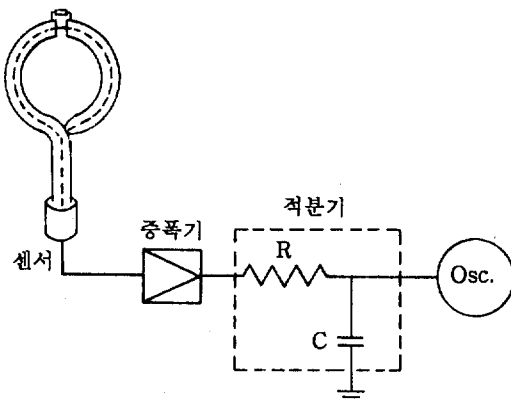


그림 1 자기측정계의 개략도

Fig. 1 Schematic diagram of the magnetic field measurement system

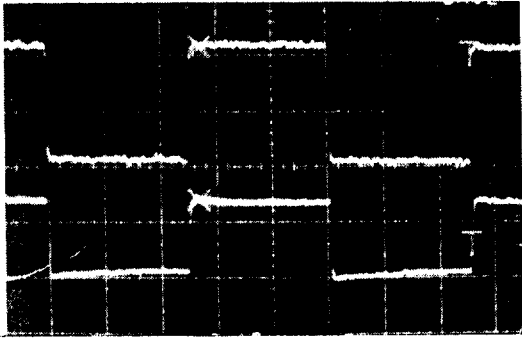
루우프형 자기센서의 재료로는 동축케이블(RG-58/U)을 사용하였으며, 제작한 센서의 반경은 75 [mm]이고, 이의 인덕턴스는 0.35 [μ H]이다. 또한, 출력단자는 센서의 감지전압을 직접 오실로스코프에 입력시키기 위해 BNC 커넥터로 하였으며, 자기측정계와 오실로스코프와의 사이에 50 [Ω]의 저항을 병렬로 연결하여 신호의 왜곡을 줄이도록 하였다.

루우프형 자기센서는 미지신호의 시도함수를 감지하게 되므로 실신호로 출력시키기 위하여는 적분기가 필요하다. 자기센서에 의하여 감지된 신호를 적분시키게 되면, 이 때의 출력신호가 대단히 미약하여 오실로스코프의 출력이 불가능하므로 센서에 의하여 감지된 신호를 증폭시킨 후 적분시키는 회로를 적용하였다. 수동성적분기는 무유도성 저항 400 [Ω], 저손실 캐패시터 11 [μ F]를 사용하여 제작하였다. 연산증폭기는 고입력임피던스용 증폭기로써 다양한 급준성신호에 대해서 고응답특성을 갖도록 설계되어 있는 LH0032를 사용하였다.

제작된 자기센서의 응답감도와 주파수대역 등의 기본성능을 파악하기 위해서는 단위계단 응답특성의 측정이 필요하다. 센서의 직각과 응답특성을 파악하기 위한 교정실험계를 구성하였으며, 이 때 교정용 코일에 흐르는 전류는 변류기(Tek. CT-1)로 측정하였다. 직각과 응답파형의 10-90% 상승시간과 감쇠시정수로부터 측정계의 주파수대역을 결정하였으며, 주파수대역은 40 [Hz]-300 [kHz]이었다. 또한 제작된 측정계를 적용하여 초음파세정기, 전기드릴, 개인용컴퓨터, 전기용접기 등의 기동시와 운전중에 발생하는 자계를 측정하고, 고속푸리에변환(Fast Fourier Transformation : FFT)을 통하여 주파수 성분을 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 연구에서 제작한 자기측정계의 응답감도를 산출하기 위하여 공기(비유전율:1)중에 놓인 교정용 코일에 구형과 전류를 흘렸을 때 측정된 응답파형의 예를 그림 2에 나타내었다. 교정용 권선에 의하여 인가된 자속밀도가 3.02×10^{-5} [T]이므로 자기측정계의 단위출력전압(1mV당)에 대한 자속밀도 즉, 응답감도는 약



위 : 입력파형 [15.08 μ T/div, 50 μ s/div]
아래 : 출력파형 [10 mV/div, 50 μ s/div]

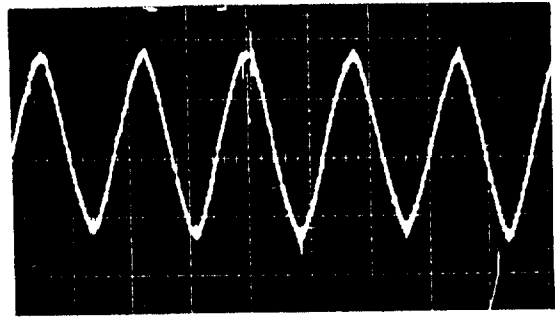
그림 2 자계측정계의 응답파형의 예
Fig. 2 Typical response waveform of the magnetic field measurement system

2.14 [μ T/mV]가 된다. 이 측정계의 응답감도는 본 연구에 한정된 것이며, FFT결과는 데시벨(dB)로 표기하였다. 전자잡음은 정현파 성분을 포함하고 있으며, 이들의 일부는 출력신호와 혼합되어 출력파형을 왜곡시키게 된다. 전동기, 네온사인, 전력선, 전자기기 등은 운전중에 자계를 발생시켜 악영향을 미치게 된다. 따라서 몇 가지의 전기기구의 기동 또는 운전중에 발생하는 자계를 측정하고 해석한 결과를 기술한다.

3.1 초음파세정기

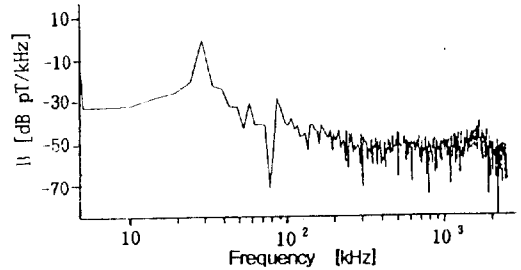
초음파세정기는 초음파발전기와 초음파진동자로 구성되어 있으며, 초음파발전기는 음의 전파속도와 진동자의 길이 및 두께 등에 따라 결정되는 진동자고유의 공진주파수를 가지고 있다. 진동자를 공진주파수로 진동시키면 가장 능률이 양호하므로 초음파발전기에서는 진동자의 공진주파수에 일치하는 주파수의 고주파전력을 공급하는 것이 가장 이상적이다. 초음파세정기는 구조, 성능 등 기구의 안정성 전반에 걸쳐 전기용품의 관리대상이 되어 출력이 50 [W] 이상이 되는 경우는 방사노이즈의 전파잡음에 대해서 고려하여야 된다.

본 연구에서 측정에 적용한 초음파세정기의 기동시에 발생하는 자계의 측정파형과 이의 고속푸리에변환(Fast Fourier Transformation: FFT) 결과를 그림 3에 나타내었다. 기본파형으로 주기적인 진동을 하다가 갑자기 잡음이 발생하는데, 이는 자계센서와 초음파세정기사이의



[4.28 μ T/div, 20 μ s/div]

(a) 자계파형



(b) FFT결과

그림 3 초음파세정기의 기동시 발생하는 자계의 파형과 FFT

Fig. 3 Magnetic field waveform generated by starting the ultrasonic washer and FFT result

정전결합에 의한 잡음으로 사료된다.

약 30 [kHz]의 주동작 주파수와 이외에 제 2조파인 60 [kHz] 성분과 제 3조파인 90 [kHz] 성분이 두드러지게 나타났으며, 그 이상의 고조파 성분은 주동작 주파수에 비하여 -40 [dB] 이하로 감소됨을 보이고 있다. 철심을 사용하는 전기기기와는 다르게 제 2조파성분도 포함되어 있으며, 이것은 진동자 구동전원용 인버터회로에 의하여 발생된 것으로 생각된다.

그림 4에는 초음파세정기 운전시 발생하는 자계의 세기의 거리에 대한 의존성을 나타내었는데, 응답출력은 대체적으로 거리에 역비례하는 특성을 보이고 있다. 이것으로부터 초음파세정기의 운전시 주변에 발생하는 자계는 유도성분이 지배적임을 알 수 있다.

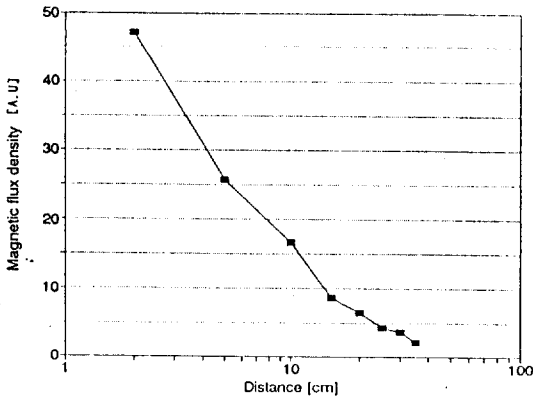


그림 4 초음파세정기의 운전시 발생하는 자계의 거리-응답특성

Fig. 4 Distance-response characteristics of magnetic field generated by operation of the ultrasonic washer

3.2 전기드릴

소형 전기기기의 조작 또는 운전시에 발생되

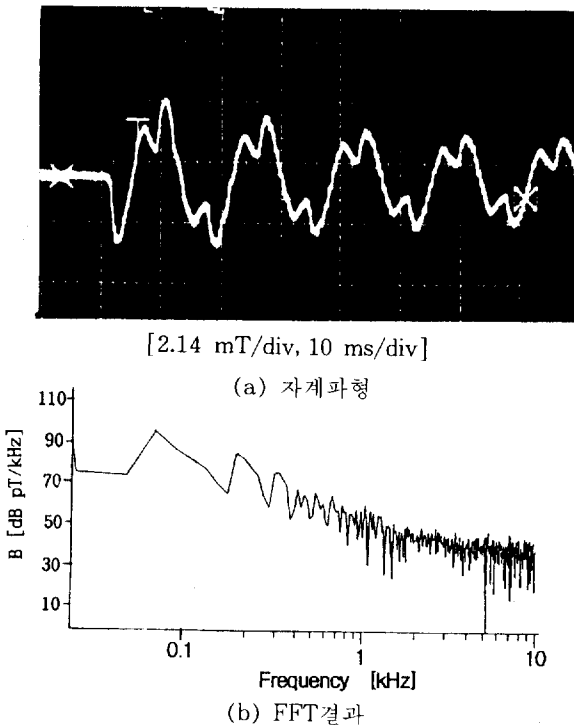
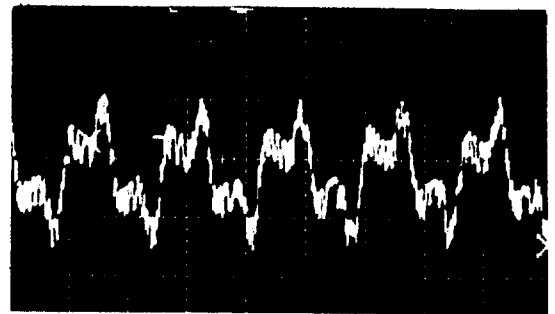


그림 5 전기드릴의 기동시 발생하는 자계의 파형과 FFT결과

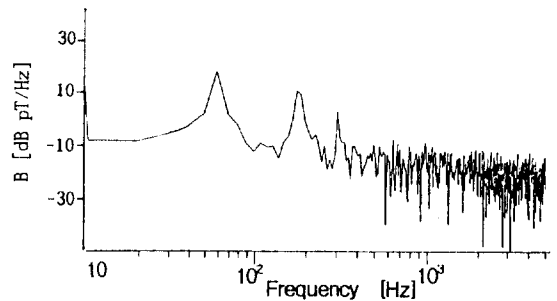
Fig. 5 Magnetic field waveform generated by starting the electric drill and FFT result

는 노이즈에 대한 방지대책을 알아보기 위해 전기드릴의 기동시 발생하는 자계를 측정하였다. 전기드릴의 기동시 발생하는 자계의 파형과 이의 FFT 결과를 그림 5에 나타내었다. 기동시에는 돌입전류의 성분을 보이고 있으며, 시간이 경과함에 따라 크기가 감소함을 알 수 있다. 전기드릴의 무부하로 동작하고 있을 때에 발생하는 자계의 파형과 이의 FFT 결과를 그림 6에 나타내었다. 고조파성분을 대단히 많이 포함한 비정현파를 나타내고 있으며, 전기드릴의 기계적 부하의 증가에 따라 자계의 제3조파와 제5조파성분이 보다 현저하였으며, 수kHz의 고주파성분도 상당량 함유되어 있다.



[2.14 μ T/div, 10 ms/div]

(a) 자계파형



(b) FFT결과

그림 6 전기드릴의 운전중에 발생하는 자계의 파형과 FFT결과

Fig. 6 Magnetic field waveform generated during the operation of the electric drill and FFT result

전기드릴용 전동기는 기동특성의 향상을 위하여 브러쉬를 사용하는 교류전동기를 사용하게 되는데, 정류과정에서의 고주파성분이 크게 발생하게 된다. 정류자전동기를 사용하는 전기드릴은 브러쉬 압력의 증가 또는 감소에 따라 발생하는 노이즈가 넓은 주파수영역에서 감소하지만 브러쉬의 접촉상태 및 접촉저항률의 변화에 따라 잡음의 세기도 변화하게 된다. 따라서, 정류자와 브러쉬사이의 접촉에 의하여 발생하는 고주파자계성분을 분석하기 위하여 그림 6의 결과를 시간축에 대하여 100배로 확대한 자계파형과 이의 FFT결과를 그림 7에 도시하였다. 약 5[kHz]성분이 지배적이며, 이에 상응하는 자계의 성분이 정류자와 브러쉬사이의 접촉에 의하여 발생하는 아크 즉, 전류변화에 기인된 자계이며, 정류자와 브러쉬의 치수 및 전동기의 회전수 등을 고려하

여 산출한 이론적 결과는 다음과 같다. 본 실험에 사용한 전기드릴용 전동기는 단상교류정류자 직권전동기로 2극, 정격회전수 5200 [rpm], 정류자의 직경 2 [cm], 정류자편수 12, 정류자편의 폭 4.5 [mm], 브러쉬의 수 2, 브러쉬의 폭 6 [mm], 기어비 4이다. 따라서, 정류자의 선속도는 약 544.3[cm/sec]이므로 정류자편과 브러쉬의 접촉에 의하여 발생하는 아크의 주기는 약 210 [μs]로 측정값과 거의 일치하고 있다. 전기드릴의 경우 전동기의 기동 또는 운전시에 발생하는 기수 고조파성분의 준정상자계이외에 정류자와 브러쉬의 접촉에 따른 고주파성분의 자계도 상당히 크게 발생되어 잡음원으로 작용될 수 있음을 확인하였다.

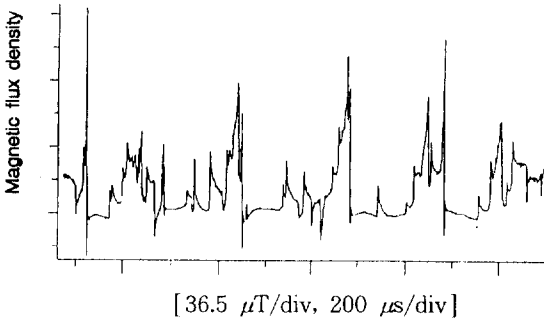
3.3 개인용 컴퓨터

개인용컴퓨터나 사무용 기기의 고속논리회로 및 클럭발생회로에 의하여 고주파 전자계가 발생되며, 컴퓨터의 전자파장해로는 불규칙적인 문자가 발생하고, 주변의 휴대용 전화가 오동작을 일으키는 등의 문제점을 들 수 있다. 또한, 컴퓨터를 이용한 자동화 기기는 전압강하에 의해서 잡음이 발생하여 기억의 소실이 발생하고, 프로그램의 오동작이나 불량제어, 수신기 등의 정지를 초래하게 된다.

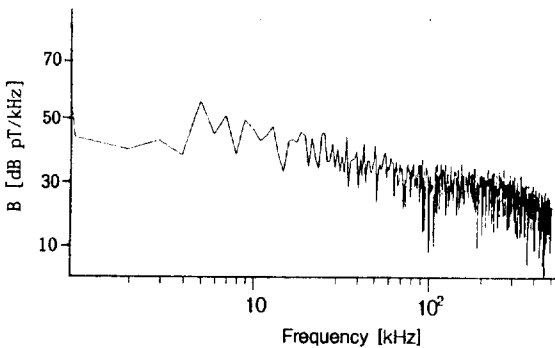
개인용컴퓨터 전원장치의 주변에서 발생하는 자계파형을 보면 기동후 정상상태에 도달할 때까지 감지신호의 크기가 증가하다가 정상상태에 도달해서는 일정크기를 유지하게 되는 파형을 나타내었다. 개인용컴퓨터의 운전중 전원장치근방에서 발생하는 자계의 파형과 이의 FFT해석결과를 그림 8에 나타내었다. 전원장치의 인접부근에서 발생하는 자계에도 제3조파성분이 두드러지게 나타나 있으며, 자계에 의한 오동작 등 잡음장해를 일으킬 수 있는 회로 또는 소자에 대하여는 특히 제3조파성분에 대한 영향을 고려하고 대책에 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

3.4 전기용접기

전기아크용접기는 취급이 간편하고 용접효율이 양호하기 때문에 많이 사용되는 전기기기중의 하나이다. 그러나 아크발생시에 많은 전류가 흘러 강한 자계를 유발시키므로 소세력의 전자기기나 제어기에 전자장해를 일으키는 일이 많다. 특히, 전기아크용접기의 사용에 의하여 원



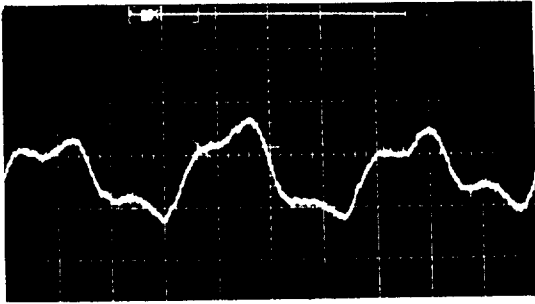
(a) 자계파형



(b) FFT결과

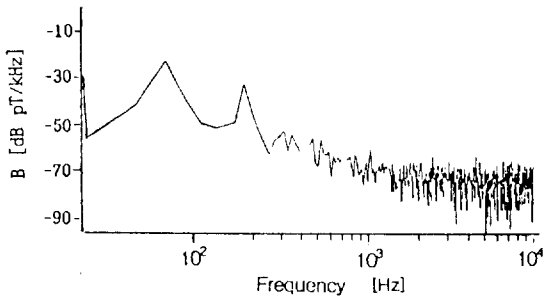
그림 7 그림 6의 결과를 시간축에 대하여 100배 확대한 파형과 FFT결과

Fig. 7 Magnetic field waveform with time base expanded 100 times of Fig. 6 and FFT result



[4.28 μ T/div, 5 ms/div]

(a) 자계파형



(b) FFT 결과

그림 8 개인용컴퓨터 전원장치의 주변에서 발생되는 자계의 파형

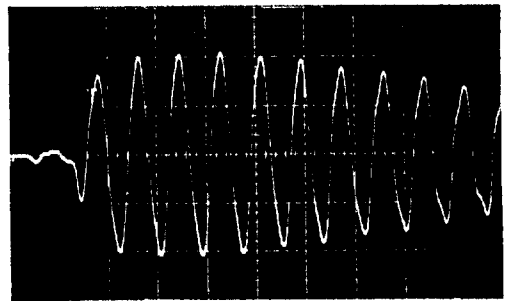
Fig. 8 Magnetic field waveform generated in the vicinity of the power supply for personal computer

자력발전소의 제어반이 오동작하는 장애도 있었으며, 중대한 사고를 유발시킬 수도 있다. 범용의 전기아크용접기를 사용할 때 전기용접기 주변에서 발생하는 자계를 측정하였으며, 전기아크용접기의 기동시에 측정된 자계파형의 예와 이의 FFT해석결과를 그림 9에 나타내었다.

그림 9에 제시한 결과의 자계의 세기는 용접상태와 조건에 따라 대단히 큰 폭으로 변화한다. FFT결과를 보면 60 [Hz]성분이 주로 나타났고, 아크초기에 과도적으로 증가하는 현상은 거의 없었으며 2-3 [Hz]에 걸쳐 상승하는 결과가 얻어졌다. 이러한 현상은 금속아크의 경우 아크시정수가 대단히 길기 때문인 것으로 해석된다. 또한, 기수고조파 성분이 크게 나타났으며, 전동기 또는 변압기 등과 같은 기기와는 다르게 금속아크방전특성의 인가전압의 극성의존성으로 인하여 우수고조파성분도 포함되어 있는 것으로 생각된다.

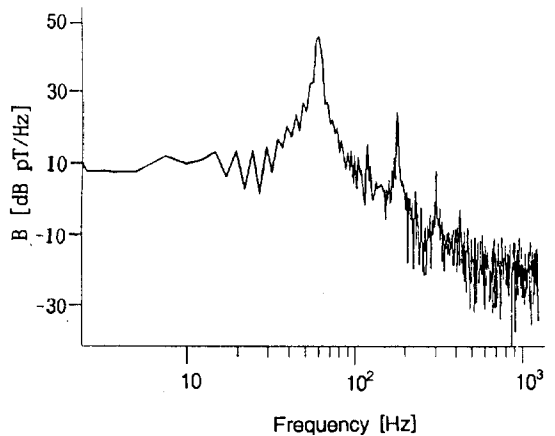
3.5 전자파장해대책에 관한 검토

디지털시스템은 다소 내잡음 특성이 아날로그 시스템에 비하여 강하지만 스위칭시의 잡음이 아날로그회로에 영향을 주게 되므로 잡음원에 대한 근본적인 대책을 강구해야 한다고 생각된다. 이에 대한 대책으로서는 외부에서 발생하는 잡음 및 기기의 내부에서 발생하는 잡음을 최소로 억제한 다음 필요한 주파수대역만 필터링하는 방법을 사용해야 할 것으로 사료되며, 잡음의 영향을 줄이기 위해서 신호원에서 신호를 증폭하여 전송하던지 증폭 후 변조 또는 디지털 신호로 변환시켜 전송하는 방법도 좋다고 생각된다.



[0.83 mT/div, 20 ms/div]

(a) 자계파형



(b) FFT결과

그림 9 전기용접기의 기동시에 발생하는 대표적 인 자계파형과 이의 FFT결과

Fig. 9 Typical waveform of magnetic field generated by starting the electric arc welder and FFT result

전자파장해는 단독으로 존재하는 것이 아니라 유도 또는 전파되는 과정에서 매우 복잡하게 발생하게 된다. 따라서, 장해의 메카니즘을 명확히 해석하는 것은 현실적으로 곤란하므로 경험적으로 대처하고 있는 실정이다. 그러나, 장해의 대책에는 많은 경험을 갖고 정성적인 해석을 통하여 충분한 반복측정을 시행한 후 데이터의 평균치를 구하는 것도 하나의 방법으로 생각된다. 본 연구에서 실험대상으로 하는 전기기구들의 운전 조작시에 발생하는 자계성분 및 잡음원, 이에 대한 대책을 요약하면 다음의 표 1과 같다.

표 1 여러가지 전기기구의 사용으로 발생하는 잡음원과 대책

Table 1 Noise sources generated using various electric appliances and counterplans

기기의종류	발생원	잡음원의분류	잡음원에대한대책
초음파세정기	발전기, 진동자	주기적 잡음	라인노이즈의 저감, 신호선과 전원선의 분리, 신호 1점접지
전기드릴	부러쉬 기동특성	주기적 잡음 과도적인 잡음	도전성 충전체를 혼입한 플라스틱 하우징사용
퍼스널컴퓨터 전원장치	스위치 정전결합잡음	충격 및 주기적 잡음	피멀로이 등에 의한 자기차폐 다층 PCB의 제작, 배선단축
전기아크용접기	철심자화특성 금속아크특성	주기적 잡음	노이즈제거트랜스, 자기차폐

3.6 자기적분형 자기센서에 대한 이론적 고찰

루우프형 자기센서의 재료로 사용한 동축케이블은 그 구조상 고주파에서의 손실이 적고 신호의 감쇠가 없는 장점이 있으며, 임피던스균등성의 확보가 쉽기 때문에 광대역 신호전송방식에 적합하다. 또한, 동축케이블은 노이즈에 의한 오차를 제거시키는 차폐의 역할을 하지만, 센서도체와 같이 길다란 도체가 축적하고자 하는 고전자기영역에 놓이면 안테나로서 작용하게 된다. [4],[5] 본 연구에서는 동축케이블의 차폐선에 유도된 전류를 구동원으로 동작시켜 적분기능을 부가시키는 효과를 이용한 것이다.[6] 자기적분 자기센서는 동축케이블의 내측도체에 유도된 성분과 외측도체에 흐르는 유도전류 사이의 상호유도작용을 이용한 것으로 이에 대한 전기적 등가회로는 그림 10과 같다.

피측정 자계에 의하여 동축케이블의 내부도체

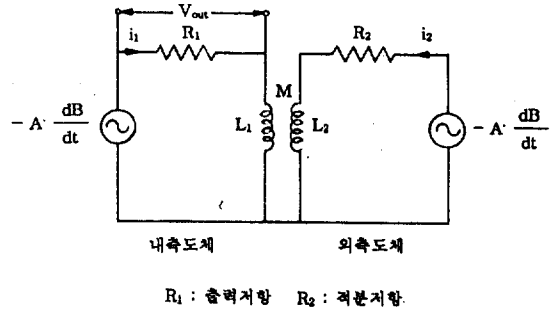


그림 10 동축케이블을 사용한 자기적분형 자기센서의 등가회로

Fig. 10 Equivalent circuit of the self-integrating magnetic sensor by using coaxial cable

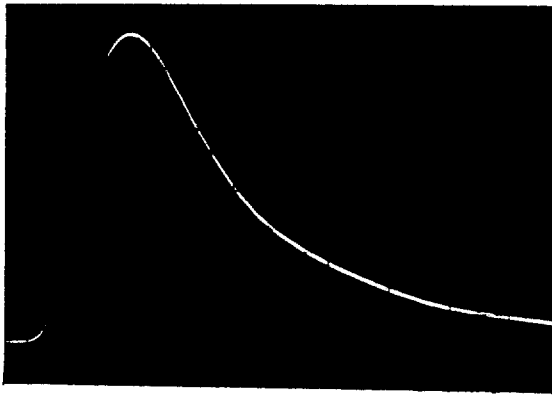
에 유도되는 전류는 대단히 적다. 동축케이블의 외부도체에 유도된 전류는 센서의 케이블외피상을 진행할 수 있으며, 내부도체를 통하여 흐르게 된다. 본 연구에서는 이러한 작용과 적분저항을 이용하여 자기적분 자기센서를 구성하는 것이다. 그림 10의 등가회로에서 출력전압 V_{out} 는

$$V_{out} = AB_0 \cdot \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} \cdot \frac{R_1 R_2}{L_2 R_1 - L_1 R_2} \{ \exp(-\frac{R_1}{L_1} t) - \exp(-\frac{R_2}{L_2} t) \} \quad (1)$$

로 표현된다.[7]

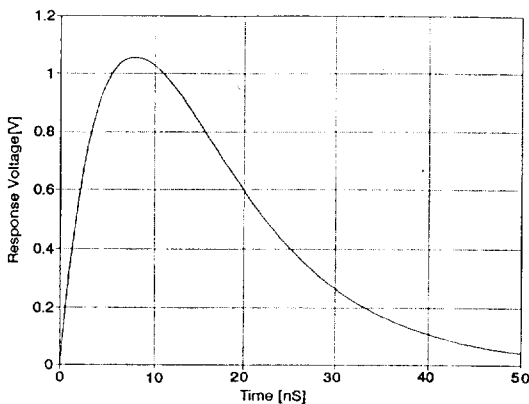
식 (1)은 2중지수형으로 저항 R_1, R_2 및 인덕턴스 L_1, L_2 에 의하여 특징지어지며, 감쇠시정수는 적분저항 R_2 의 조정으로 변환이 가능하다. 또한, 빠른 상승시간을 나타내며, 서서히 감쇠되는 형상을 가지므로 감쇠시정수를 크게 하면 곧 적분효과를 가지게 된다.

계단과 입력에 대한 응답파형과 등가회로를 적용하여 계산된 파형을 그림 11에 나타내었으며, 응답특성의 이론적인 해석결과는 그림 11(b)에서 10-90% 상승시간은 약 4 [ns]이며 피크점에서 피크치의 e^{-1} 배가 되기까지의 시간인 감쇠시정수는 약 18 [ns]이다. 입력신호와 오실로스코우프 자체의 상승시간을 고려하여 직각법(method of quadrature)으로 산출한 센서응답의 10-90% 순수상승시간은 약 4.5 [ns]로 이론적 해석결과 약 4 [ns]와 약간의 차이가 있지만 이



[428 μT/div, 10 ns/div]

(a) 계단응답파형



(b) 이론적 해석결과

그림 11 자기적분 자계센서의 계단응답파형과 등가회로를 적용한 계산결과

Fig. 11 Response waveform to a unit step input and result calculated by equivalent circuit for the self-integrating magnetic field sensor

는 센서재료인 동축케이블과 신호전송선의 인덕턴스의 영향이 포함되었기 때문이라고 생각된다. 또한 측정된 직각과 응답의 감쇠시정수도 약 18 [ns]로서 이론값과 거의 일치함을 알 수 있다. 즉, 실측치와 이론적 해석치는 거의 일치하고 있어 동작원리에 대하여 제안된 이론과 전기적 등가회로의 타당성이 우수함을 확인할 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 개폐기의 조작시에 흐르는 과도전

류 및 소형 전기기기의 기동 또는 운전시 발생하는 자계성분의 평가를 위하여 루우프형 자계센서를 이용한 시변자계측정시스템을 구성하였다. 제작한 자계측정시스템을 사용하여 전기기구의 기동 또는 운전시에 발생하는 자계의 세기를 측정하고 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 루우프형 자계센서는 주로 고주파 자계의 측정에 사용되었으나 제작된 자계측정시스템의 주파수대역은 40 [Hz]— 약 300 [kHz]로 고주파성분을 포함하는 시변자계는 물론이고, 상용주파수 범위의 준정상자계의 측정도 가능한 계측시스템이 얻어졌다.

2) 초음파세정기의 운전시 발생하는 자계는 유도자계성분이 지배적임을 알 수 있었다.

3) 전기드릴, 개인용컴퓨터 전원장치의 기동 또는 운전시에 발생하는 자계는 주로 기수고조파성분이 현저하였으며, 전자차폐장치의 설계시에는 기수고조파성분의 차단에 대한 대책이 중요함이 확인되었다.

4) 전기아크용접기의 동작시에 발생하는 자계성분은 아크시정수가 대단히 길기 때문에 주로 전원주파수성분이 나타났으며, 주변에 발생하는 자계의 세기는 대단히 크게 나타났다.

5) 자기적분 자계센서의 동작원리를 해석하여 제안한 등가회로를 적용하여 계산한 결과와 실측치가 거의 일치함을 확인하였다.

이 연구는 1993년도 인하대학교 연구비 지원에 의하여 수행되었음

참 고 문 헌

[1] John D. Dyson, "Measurements of Near Fields of Antenna and Scatters", IEEE Trans., Vol. AP-21, No. 4, pp. 446 - 452, Jul. 1973.

[2] W. Gopel, J. Hesse, J.N. Zemel, Sensors, VCH Publishers Inc., Vol. 5, 1989, pp.205 -313

[3] Carl E. Baum, et al, "The Measurement of Lightning Environmental Parameters Related to Interaction with Electronic Systems", IEEE Trans., Vol. EMC-24, No.

2, pp. 123 - 137, May. 1982.

- [4] Edmund K. Miller, Time-Domain measurements in Electromagnetics, Van Nostrand Reinhold company, pp. 122-210, 1986.
- [5] Carl E. Baum, et al : "Sensors for Electromagnetic Pulse Measurements Both inside and away from Nuclear Source Regions",

IEEE Trans., Vol. AP-26, No. 1, pp. 22 - 35, Jan. 1978.

- [6] 이복희, 외 3인 : "시변자계측정용 센서의 실현", 한국센서학회 학술대회논문집, pp. 105 - 109, 1992. 11.
- [7] 박형기, "시변성 자계측정용 센서에 관한 연구", 석사학위논문, pp.47-50, 1993

저 자 소 개



이복희(李福熙)

1954년 6월 29일생. 1980년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 인하대 대학원 전기공학과 졸업(공학박사). 1988-1989년 일부동경대학 생산기술연구소 객원연구원. 현재 인하대 공대 전기공학과 부교수, 당 학회 편집위원.



길경석(吉暻碩)

1962년 6월 30일생. 1984년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 동 대학원 전기공학과 박사과정.



박형기(朴炯淇)

1965년 3월 5일생. 1989년 인하대 공대 전기공학과 졸업. 1993년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 대우전자(주) 전자라인지연구소 연구원.