

論文2000-37TE-12-4

페라이트 코어를 이용한 팩시밀리에서의 EMI 제거에 관한 연구

(A Study on the EMI Denoising Using the Ferrite Core for Facsimile)

尹基邦*, 兪燐**, 金基斗**

(Ki-Bang Yun, Rin Yu, and Ki-Doo Kim)

요약

본 논문에서는 팩시밀리에서 발생하는 EMI(Electromagnetic Interference: 전자파 장애)를 제거하기 위하여 페라이트 코어를 사용한 환형 인덕터를 설계하였다. 팩시밀리에서 발생하는 EMI는 PSTN(Public Switching Telephone Network: 공중 유선 전화망)에 연결된 라인으로부터 복사되기 때문에 팩시밀리와 PSTN 사이에 Ni-Zn 계의 페라이트 코어를 삽입하여 복사 잡음을 제거하였다. 페라이트 코어를 두 개 이상 사용하여 복사 잡음을 제거하는 것 보다, 경제적인 이득을 고려하여 페라이트 코어 한 개를 사용하고 턴 수를 조절하여 복사 잡음을 제거하는 것에 중점을 두었다. 팩시밀리와 PSTN을 연결하는 라인에 설계된 인덕터를 삽입하여 EMI를 측정한 결과 인덕터의 턴 수가 4회일 때, 전자파 복사 방출기준치인 $30\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 이하로 감쇠되었다.

Abstract

In this paper, we design a ring inductor using the ferrite core to denoise the EMI(Electromagnetic Interference) for facsimile. The EMI for facsimile is radiated from the signal line of PSTN(Public Switching Telephone Network) between facsimile and PSTN. We denoise the radiated noise by inserting a ferrite core(Ni-Zn) between facsimile and PSTN. Even though we may denoise the radiated noise using two or more than two ferrite cores, we only concentrate on denoising EMI by adjusting number of turns of one ferrite core since it gives economical gain. As a result of measuring EMI using the designed inductor with 4 turns inserted in the line connected between facsimile and PSTN, the value of radiated emission is reduced below $30\text{ dB}\mu\text{V}/\text{m}$.

I. 서론

최근 전자기술의 급속한 진보에 따라 디지털 제어기의 응용분야는 컴퓨터와 그 주변기기, 사무자동화 기기는 물론 가정용 기기에 이르기까지 점점 확대되는 추세이다. 이들 기기들은 펄스 신호에 의해서 처리되기

때문에 외부로 펄스 잡음을 방출하기 쉬운 성질이 있다. 이와 같이 펄스를 사용하는 제품에서는 항상 전자파가 존재하는데, 이 전자파가 공간으로 복사되거나 전원 코드를 통해 다른 제품에 영향을 줄 때 이를 전자파 장애(EMI: Electromagnetic Interference)라 한다. 이러한 EMI는 반도체 기술과 디지털 기술의 발전으로 인해 부품이나 기기가 소형화, 집적화됨에 따라 짧은 시간에 전압이나 전류가 급격히 변화하기 때문에 발생한다. 1940년대에 군사적인 필요성에 의해 그 중요성이 대두되기 시작한 EMI는 1970년대에는 군용 전자기기에서 상용전자기기로 그 영향력이 확산되었고, 최근에는 정보 통신기기의 범람과, 자연 환경 및 인체 건강에 대

* 正會員, 市立仁川專門大學 電子科

(Dept. of Electronic Engineering, Incheon City College.)

** 正會員, 國民大學校 大學院 電子工學科

(Dept. of Electronic Engineering, Kook-Min University)

接受日字:2000年8月29日, 수정완료일:2000年11月30日

한 인식이 증가하면서 학문적으로나 기술적으로 그 어느 때보다도 전자파의 영향에 대한 관심이 증가되고 있다. 엘리베이터가 동작 중에 갑자기 정지하거나, 전투기가 추락하고 생산 현장의 로봇이 오동작 하는 것 등은 주변에서 침입한 EMI가 제어 회로에 교란을 일으키기 때문이다. 이와 같은 장애 전자파, 즉 공간으로 복사되는 복사 잡음(radiated noise)이나 신호선 또는 전원선을 통해 장애를 주는 전도 잡음(conducted noise)은 다른 기기를 오동작 시키거나 정지시키기 때문에 심각한 전자파 환경을 야기시킨다. 따라서 전자파 환경을 보호하고 기기의 오동작으로 인한 피해를 줄이기 위해 방해 전자파에 대한 규제와 통제가 중요시되고 있다. EMI 규제를 위한 규정에는 국제기구에 CISPR(국제무선 장애 특별 위원회)와 FCC(미국연방통신위원회) 및 CENELEC(유럽연합전기기술표준위원회) 등이 있으며, 국내에는 전자파장해검정규칙(정보통신부)과 전기용품 안전관리법(산업자원부) 등이 있다^[1]. 이러한 규정들을 만족시키지 못하면 해당 국가에 제품을 판매할 수가 없다. 특히 국내에서는 이미 EMI에 대한 강제규정을 시행하고 있다.

본 논문은 2장에서 EMI의 측정 기술에 대해 설명하고, 3장에서는 페라이트 코어 재료를 사용한 환형 인덕터 설계에 대하여 설명하였다. 그리고 4장에서는 페라이트 코어를 사용한 환형 인덕터를 통하여 팩시밀리에서의 EMI를 제거하는 내용에 대해 비교 분석하였다. 또한 한 개의 코어에 턴 수를 증가시켜 환형 인덕터를 설계함으로써 경제적인 이득을 고려하였으며, EMI가 복사기준치 30dB μ V/m에 만족함을 확인하였다.

II. EMI 측정 기술

1. 전자파 노이즈

우리가 접하고 있는 전자파 노이즈는 전기·전자기기의 목적과 기능을 방해하는(파괴, 고장, 오동작 등)에 발생시키는 불필요한 전기적 에너지라고 할 수 있다. 각종의 전기·전자기기에서 발생하는 이러한 전자파 노이즈는 전류나 전압이 변화하는 부분에서 발생한다. 따라서 모든 전기·전자기기가 그 기능을 실현하기 위해서 시간적으로 변화하는 전기량을 사용하기 때문에 모든 기기는 전자파 노이즈를 발생한다고 볼 수 있다. 스위칭 전원을 사용하는 기기뿐만 아니라 대부분

의 전기·전자기기에서 전류와 전압이 순간적으로 크게 변화함으로써 노이즈 성분이 나타난다. 또한 큰 전류가 스위칭 할 때의 과도현상으로 인해 노이즈 전압이 크게 발생하게 되는데, 이것은 PCB 등 회로에 존재하는 인덕턴스에 의한 역 전압으로써 전류의 변화속도에 비례한다. 즉 노이즈 전압 V_n 은

$$V_n = -L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

이다. 특히 노이즈 전압은 스위치 또는 스위칭 TR이 on/off 되거나 회로의 임피던스가 높을수록 커진다. 실제 인덕터 설계에 있어서 배선이나 PCB 패턴 형태에 의한 인덕턴스도 있기 때문에 최단거리로 배선하는 것이 노이즈 감소를 위해 중요하다.

2. EMI 측정

EMI 측정 대상장비는 전자파장해 방지기준에 의해 A급 기기와 B급 기기로 분류되며, 산업·과학·의료용 등 고주파 이용 기기 및 정보 기기에 적용한다. 이들 기기들 중에서 가정 외의 지역에서 사용하는 것을 목적으로 하는 업무용 기기를 A급 기기라 하고, 주로 가정에서 사용하는 것을 목적으로 하는 가정용 기기를 B급 기기라 한다.

방송용 라디오와 텔레비전 수신기가 관련 기기로부터 10m 내에서 사용되도록 의도된 기기와 내장형 전원으로 전원이 공급되는 휴대용 기기와 같은 사용 장소가 고정되지 않은 장비 그리고 통신회로망에 의해 전원이 공급되는 통신단자 장비 및 개인용 컴퓨터와 주변기기 등이 B급 기기에 해당된다. 팩시밀리는 B급 기기를 만족하는 장비로 고시되어 있다. 표 1은 EMI 복사기준으로서 주파수 대역 30MHz~230MHz와 230MHz~1000MHz에서의 전계강도는 각각 30 dB μ V/m, 37 dB μ V/m 이다^[2].

표 1. 전자파 복사 방출기준
Table 1. Reference value of radiated emission.

주파수 범위(MHz)	Quasi-Peak 기준치(dB μ V/m)	
	A급 기기	B급 기기
30 ~ 230	40	30
230 ~ 1000	47	37

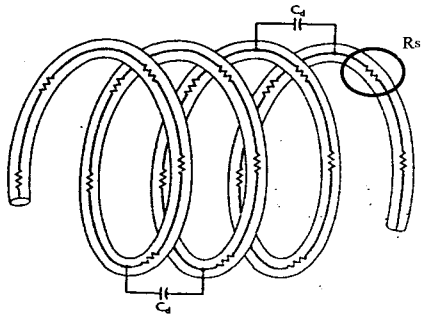
Ⅲ. 페라이트 코어를 사용한 인덕터

1. 자기 코어 재료

RF 장비에서는 크기가 작고 인덕턴스의 값이 큰 인덕터를 필요로 한다. 따라서 크기가 큰 공기 코어 인덕터는 사용하지 않는다. 필요한 인덕턴스를 유지하며 코일의 크기를 줄이기 위해서는 자속 밀도를 증가시키면서 코일의 턴 수를 줄여야 한다. 그러나 리액턴스 또는 자기 저항을 감소시키면 자속 밀도가 증가되므로 인덕터에 철이나 페라이트와 같은 자기 코어 물질을 삽입해야 한다. 이러한 철, 페라이트 등의 투자율은 공기보다 훨씬 크므로 권선들 사이를 자속이 잘 흐르게 된다. 따라서 공기 코어보다 투자율이 큰 코어를 사용하면 적은 턴 수의 권선으로 동일한 인덕턴스를 얻을 수 있으므로 많은 장점이 있다. 즉 턴 수가 적으므로 크기가 작아진다. 또한 턴 수가 적으므로 도선의 길이가 짧아 저항이 작아져 품질계수를 크게 할 수 있으며, 코일의 안과 밖으로 자기 코어를 이동시키므로 다양한 변화를 얻을 수 있다.

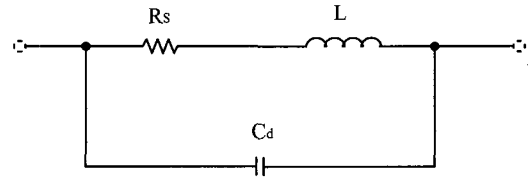
2. 페라이트 코어를 사용한 환형 인덕터

도선이나 코일을 감은 인덕터는 공진회로와 필터 및 지연 회로망(delay network)의 RF 설계와 RF 에너지가 어떤 회로를 따라 전혀 흐르지 못하게 하는 RF 초크에 많이 사용된다. 특히 인덕터는 다른 전자 소자보다도 주파수의 변화에 매우 민감하다. 그림 1은 RF에서의 인덕터로서 도선의 직렬저항(R_s)과 도선과 도선 사이의 아주 작은 분포용량(C_d)이 존재함을 나타낸다.



(a) 도선의 직렬저항(R_s)과 도선과 도선 사이의 분포용량(C_d)

(a) Resistance (R_s) of wire and distributed capacitance(C_d) between wire and wire.



(b) 등가 회로

(b) Equivalent circuit.

그림 1. RF에서의 인덕터

Fig. 1. Inductor in RF circuit.

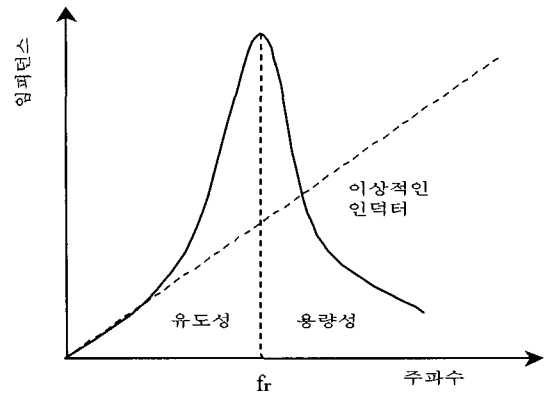


그림 2. 이상적인 인덕터에서의 임피던스 대 주파수 특성

Fig. 2. Characteristics of impedance and frequency for ideal inductor.

그림 2로부터 인덕터의 리액턴스에 대한 분포용량(C_d)의 영향을 알 수 있다. 낮은 주파수에서는 실제 인덕터의 리액턴스가 이상적인 인덕터와 같지만 주파수가 증가함에 따라 이상적인 인덕터와는 아주 다르게 급격하게 증가하다가 공진 주파수(f_r)에서 최고로 커진 후, 주파수가 공진 주파수보다 높아지게 되면 빠르게 감소하기 시작하므로 마치 콘덴서처럼 동작한다.

인덕터의 직렬 저항에 대한 리액턴스의 비를 품질계수(Q: quality factor)라고 하는데, 식 (2)와 같이 품질계수가 크면 클수록 인덕터의 품질이 좋아진다.

$$Q = \frac{X}{R_s} \tag{2}$$

인덕터의 도선에 저항이 없다면 품질계수는 무한히 커져 무손실 인덕터가 되지만, 실제로 저항이 없는 도체는 없으므로 인덕터는 일정한 값의 품질계수를 갖는다. 공진 주파수에서 무손실 인덕터의 임피던스는 식 (3)과 같이 무한히 커진다.

$$Z = \frac{X_L \cdot X_C}{X_L + X_C} = \frac{j\omega L}{1 - \omega^2 LC} \quad (3)$$

식 (3)에서 $\omega^2 LC$ 가 1이면 임피던스(Z)가 무한대가 되고 $\omega^2 LC$ 가 1이 되는 공진 주파수(f_r)는 $1/2\pi\sqrt{LC}$ 이다. 그리고 인덕턴스의 값은 식 (4)를 이용하여 계산할 수 있다^[3].

$$L = \frac{0.4\pi N^2 \mu_r A_c}{l_e} \times 10^{-2} \quad (4)$$

여기서 N 은 턴 수이고, A_c 와 l_e 는 각각 코어의 단면적과 유효 길이를 나타낸다.

3. 삽입 손실

회로의 소자가 전원과 부하 사이에 있다면 전원으로 부터의 신호는 부품들의 고유저항에 의해 손실되므로 전원에 직접 부하가 연결된 것과 같은 주파수가 전달 되지 않는다. 삽입 손실은 그림 3에서의 기기에서 발생하는 EMI 소스(V_i)에 대한 EMI(V_{out})와의 비이다. 즉

$$\frac{V_{out}}{V_i} = 20 \log_{10} \frac{Z_p}{R_s + Z_p} \quad (5)$$

여기서 R_s 는 전원 저항이고 Z_p 는 주파수에 따른 용량성(유도성) 리액턴스이다. V_{out} 이 주파수와 연계되면 회로의 이득 또는 손실도 주파수와 관계가 된다. 만일, 그림 3의 회로에 콘덴서가 병렬로 접속되면 주파수에 따른 삽입 손실(V_{out}/V_i)은 식 (6)로 구할 수 있다^[3].

$$\frac{V_{out}}{V_i} = 20 \log_{10} \frac{X_c}{R_s + X_c} \quad (6)$$

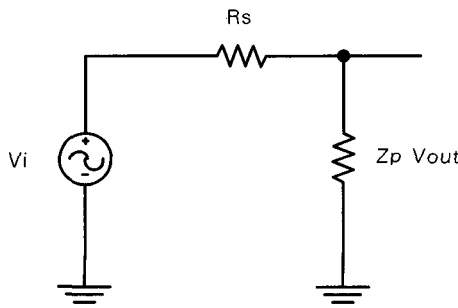


그림 3. 전압 분배 회로
Fig. 3. Voltage divider.

IV. 실험 및 결과고찰

1. 팩시밀리에서의 EMI 감쇠

팩시밀리에서 발생하는 EMI를 제거하기 위해 전파연 구조 이천분소 전자파 장애 시험장에서 실험하였다. 팩시밀리의 메인 보드(main board)에 연결된 여러 라인들 중에서 PSTN과 연결된 라인에서 복사 잡음이 발생함을 확인하고, 이를 감쇠시키기 위해 페라이트 코어를 사용한 환형 인덕터를 적용하였다.

페라이트는 $N_i - Z_n$ 계 EF-TC18A-152B로서 초기투자율(μ_i)은 $1500 \pm 25\%$ 이고, 허용 가능한 주파수 범위는 1MHz~300MHz 이다. 그리고 외경과 내경은 각각 18.2mm와 11.1mm이고, 두께는 6.4mm이다^[4,5].

페라이트 코어를 사용한 환형 인덕터를 적용하기 전에는 그림 4에서 보는 바와 같이 EMI 소스(V_i)와 팩시밀리의 내부 임피던스(R_1) 및 PSTN의 임피던스(R_L)가 존재하여, 그림 5(a)에서와 같이 90MHz~100MHz 대역에서 복사 방출기준치 30dB μ V/m를 만족하지 못한다.

그리고 식 (7)로부터 EMI가 6 dB 감쇠됨을 알 수 있다. 즉 EMI 소스(source)에서 발생하는 EMI가 대부분 공중으로 복사된다.

$$ATTN_{사용전} = 20 \log_{10} \frac{R_L}{R_1 + R_L} \quad (7)$$

EMI 측정 실험에서 팩시밀리가 PSTN에 연결되었다는 것을 가정하기 위해 PSTN의 교환기의 임피던스는 통상 600 Ω 으로 한다. 따라서 팩시밀리의 내부 임피던스(R_1)도 PSTN의 교환기 임피던스(R_L)와 동일한 600 Ω 으로 한다.

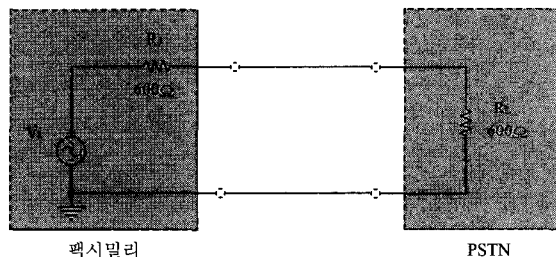
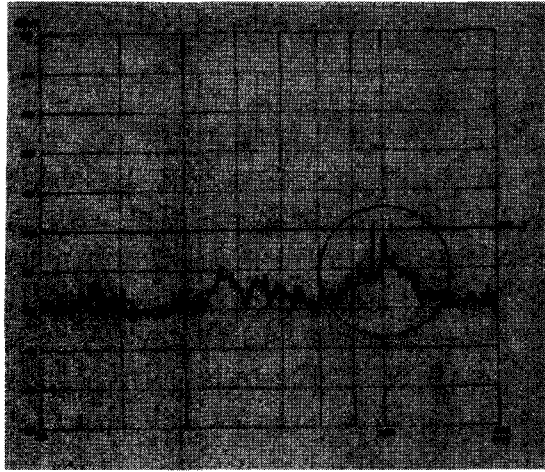
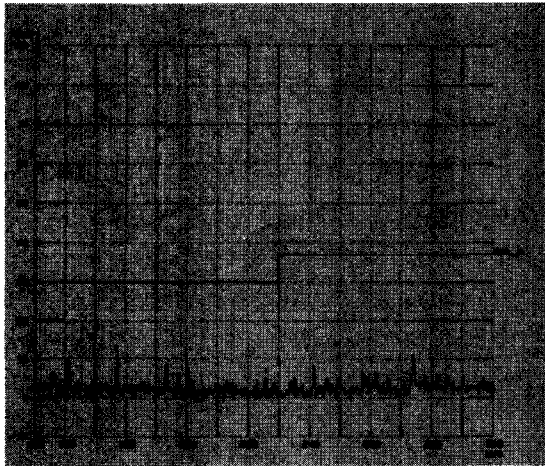


그림 4. 페라이트 코어 사용 전의 EMI 측정을 위한 등가회로

Fig. 4. The equivalent circuit for EMI test without ferrite core.



(a)



(b)

그림 5. 페라이트 코어를 사용하기 전의 EMI
(a) 복사 방출기준치를 벗어나는 대역(90MHz~100MHz) (b) 150MHz~300MHz 대역

Fig. 5. EMI without ferrite core.
(a) Frequency band(90MHz~100MHz) (b) Frequency band(150MHz~300MHz)

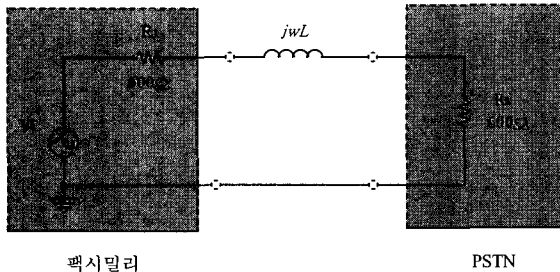


그림 6. Common mode용 인덕터를 적용한 EMI 측정 장치의 등가회로

Fig. 6. The equivalent circuit using Common mode Inductor.

그림 5(a)와 같이 전자파 복사 방출기준치 30dB μ V/m를 초과하는 것을 감쇠시키기 위해 그림 6과 같이 팩시밀리와 PSTN사이에 Common mode용 인덕터 (jwL)를 적용하였다. 팩시밀리에서 발생한 EMI(V_i)는 팩시밀리의 내부 임피던스(R_1)를 거쳐 페라이트 코어로 설계된 인덕터(jwL)에서 주파수와 연계하여 감쇠되고, 이것이 팩시밀리와 PSTN 사이의 라인을 통해 공중에 복사된다. 각 주파수에 따른 코어의 턴수에 대한 감쇠량은 식 (8)과 같이 표현된다.

$$ATTN_{사용후} = 20 \log_{10} \frac{R_L}{R_1 + R_L + jwL} \quad (8)$$

표 2는 식 (4)를 이용한 턴 수에 대한 인덕턴스의 값이며, 표 3은 각 주파수에 따른 코어의 턴 수별 임피던스(jwL)의 값이다.

표 2. 턴 수에 대한 인덕턴스 값

Table 2. The inductance by turns of core.

Turn수	1회	2회	3회	4회
인덕턴스 [μH]	0.93	3.72	8.37	14.88

표 3. 턴 수에 대한 임피던스 값 [Ω]

Table 3. The impedance by turns of core.

Turn수 \ 주파수[MHz]	1회	2회	3회	4회
70	409.0	1636.1	3681.3	6544.6
75	438.3	1753.0	3944.3	7012.0
80	467.5	1869.9	4207.2	7479.5
85	496.7	1986.7	4470.2	7947.0
90	525.9	2103.6	4733.1	8414.4
95	555.1	2220.5	4996.1	8881.9
100	584.3	2337.3	5259.0	9349.4

그리고 표 4는 인덕터를 적용한 경우 각 주파수에 따른 코어의 턴 수 별 EMI 감쇠량으로서 식 (8)을 이용하여 계산한 결과이다.

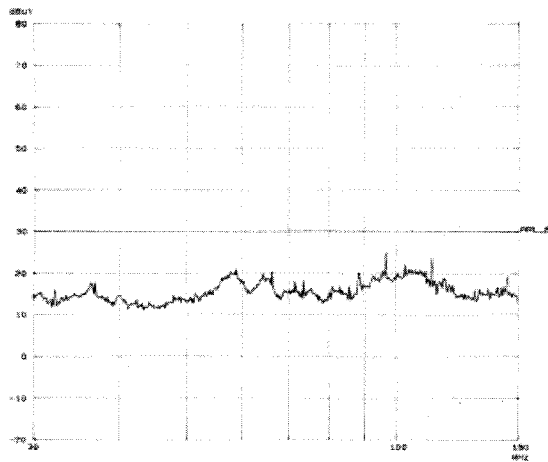
따라서 식 (7)에 의한 페라이트 코어를 사용하기 전의 EMI 감쇠량보다 표 4에서 보는 바와 같이 페라이트 코어를 사용했을 때의 감쇠량이 더 큰 것을 알 수 있다.

표 4. 주파수에 따른 EMI 감쇠량 [dB]

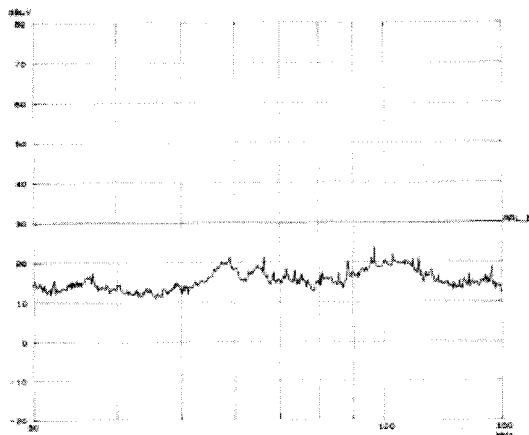
Table 4. EMI attenuation for various frequencies.

주파수[MHz]	Turn수			
	1회	2회	3회	4회
70	-8.57	-13.49	-18.21	-22.22
75	-8.72	-13.84	-18.66	-22.73
80	-8.88	-14.18	-19.10	-23.21
85	-9.03	-14.50	-19.51	-23.66
90	-9.18	-14.82	-19.90	-24.10
95	-9.32	-15.12	-20.28	-24.51
100	-9.47	-15.41	-20.64	-24.90

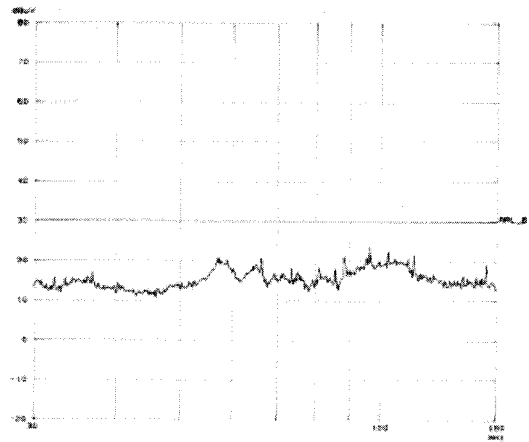
그림 7은 실제 EF-TC18A-152B 페라이트 코어의 턴수에 따른 복사 방출기준치를 벗어나는 주파수 대역에서의 EMI 감쇠를 나타낸다.



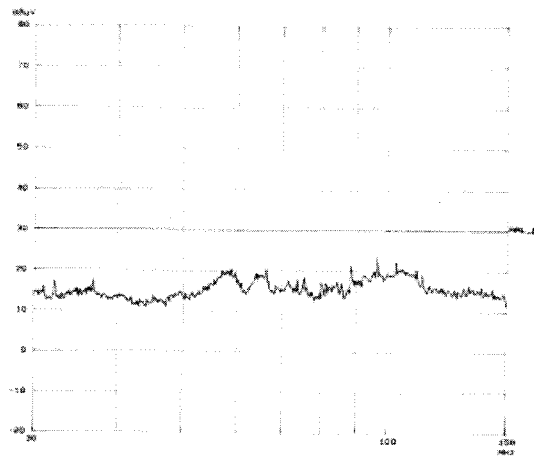
(a) 턴 수 1회



(b) 턴 수 2회



(c) 턴 수 3회



(d) 턴 수 4회

그림 7. 페라이트 코어 사용 시 턴수 별 EMI

Fig. 7. EMI according to number of turns of ferrite core.

(a) 1 turn (b) 2 turns (c) 3 turns

(d) 4 turns

2. EMI 감쇠 및 분석

그림 4는 페라이트 코어를 사용하기 전의 EMI 측정 결과를 위한 등가회로이다. 측정 결과 그림 5에서와 같이 90MHz~100MHz의 주파수 대역에서 전계강도가 복사 방출기준치인 30 dBμV/m를 벗어났다. 팩시밀리에서 발생한 EMI는 PSTN에 연결된 라인으로부터 복사되기 때문에, 팩시밀리와 PSTN 사이에 페라이트 코어에 코일을 권선한 Common mode용 인덕터를 삽입하여 EMI를 감쇠시켰다. EMI 감쇠를 위해 설계된 인덕터의 턴수에 따른 공진 주파수는 표 5와 같다. 그림 8은 설계

된 인덕터의 턴 수가 4회 일 때의 주파수별 공진 특성으로서 주파수가 110MHz 이상이 되면 인덕터로서의 기능이 저하됨을 알 수 있다.

표 5. 턴 수에 따른 공진 주파수 [MHz]
Table 5. Resonance frequency according to turns of core.

턴 수[회]	비교	공진 주파수
1		380
2		190
3		140
4		110

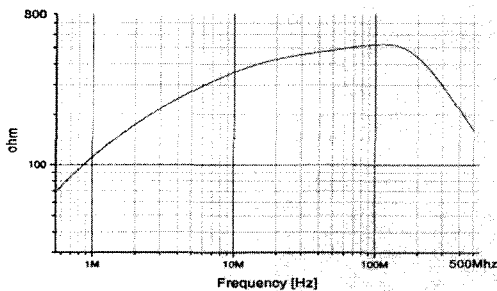


그림 8. 설계된 인덕터의 주파수별 공진 특성(턴수 4회 일 때)

Fig. 8. Resonance characteristics for various frequency of the designed Inductor(4 turns).

EMI는 일정한 값을 갖지 않기 때문에 최소한 3 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ ~ 4 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 의 마진을 가져야만 전자파 적합 승인을 받을 수 있다. 팩시밀리와 PSTN 사이에 삽입한 페라이트 코어의 턴 수를 1회로 하였을 때, 전자파 복사 방출기준치 30dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 이하인 것을 그림 7(a)를 통해 알 수 있다. 그러나 이는 충분한 마진을 갖지 않으므로 적합하지 않다. 페라이트 코어를 두 개 이상 사용하면 코어의 단면적이 증가되어 인덕턴스의 값이 증가되기는 하지만, 턴 수를 증가시키는 것이 더욱 경제성이 있다. 따라서 본 논문에서는 하나의 페라이트 코어에 턴 수를 4회로 한 Common mode용 환형 인덕터를 적용함으로써 6 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 의 마진을 가졌다. 표 6의 계산치는 그림 5(a)의 복사 방출기준치를 벗어나는 95MHz에서의 전계강도 33 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 와 표 4의 95MHz

에서의 EMI 감쇠량과의 합이고, 실험치는 그림 7에서의 각 턴 수별 95MHz에서의 전계강도를 나타냈다. 그림 9는 표 6을 그래프로 나타낸 것이며, 실험치가 계산치와 오차가 생기는 이유는 그림 7에서 보는 바와 같이 10 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ ~20 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 사이에서 광대역 노이즈가 존재하기 때문이다.

표 6. 실험치와 계산치의 비교
Table 6. Comparison of the measured data and ideal value.

턴 수[회]	비교	실험치 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$]	계산치 [dB $\mu\text{V}/\text{m}$]
0		33.00	33.00
1		27.09	23.68
2		25.56	17.88
3		24.01	12.72
4		23.05	8.49

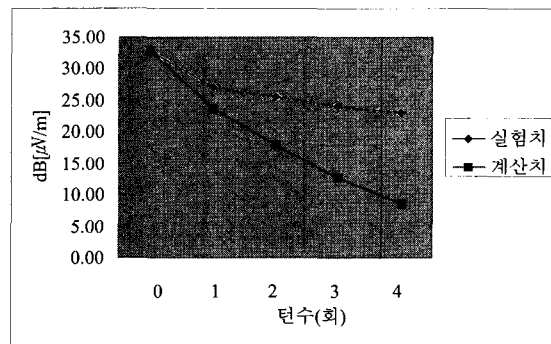


그림 9. 실험치와 계산치의 비교

Fig. 9. Comparison of the measured data and ideal value.

V. 결 론

본 논문에서는 팩시밀리에서 발생하는 EMI를 제거하기 위해 $N_i - Z_n$ 개 EF-TC18A-152B 페라이트 코어를 사용한 필터 기술을 적용하였다. EMI가 발생하는 팩시밀리와 PSTN 사이에 Common mode용 인덕터를 삽입하여 전자파 복사 방출기준치인 30dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 이하로 감쇠시켰다. 페라이트 코어의 갯 수와 턴 수를 조절하여 EMI 감쇠량을 측정된 결과 한 개의 페라이트 코어에 턴 수를 4회로 하였을 때, 전계강도가 9 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 감쇠됨으로서 6 dB $\mu\text{V}/\text{m}$ 의 노이즈 마진을 가졌다. 페라

이트 코어를 두 개 이상 사용하여 EMI를 감소시킬 수
도 있으나, 페라이트 코어를 한 개 사용하고 턴 수를
증가시키는 방법으로 경제적인 이득을 고려하였다.

대부분의 정보통신기기가 고속화되어지고, 외관이
금속성에서 플라스틱 재질로 바뀌어 가면서 접지면의
부족 현상이 두드러지게 일어나고 있다. 이것이 EMI
발생의 원인이 된다. 산업현장에서는 여러 가지 EMI
제거 방법들이 행해지고 있으나 그러한 방법들이 대부
분 경험에 의한 것이고, 이론화되지 않고 체계화되지
못한 실정이다.

향후에 필터기술로 제거하기가 어려운 광대역 노이
즈를 제거하기 위한 방법을 연구하고, 또한 EMI 감쇠
를 위한 방법을 이론적으로 정립하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 김종훈, "전파 패키징 기술과 EMC 대책," 한국
과학기술원, 1998

[2] 정보통신부, 전자파장해방지기준, 1999
[3] Chris. Bowick, *RF Circuit Design*, Howard
W. Sams & Co., Inc. 1982.
[4] 오재희, "적층형 칩 인덕터용 페라이트의 저온소
결 및 자기적 특성," 인하대학교 무기재료공학과
[5] 충주전자, "EMI Suppression Core," 1998
[6] 윤영중, 고창호, 김승현, '98 전자파 장해 기술 세
미나, 한국전자파학회, 1998
[7] 김관중, NOISE(EMI)방지대책, 과학기술정보연구
소, 1991
[8] Bernhard E. Keiser, *Principles of Electromag-
netic Compatibility*, Artech House, Inc, 1987.
[9] 전파연구소, EMC 전문 기술 교육, 1999

저 자 소 개

尹 基 邦(正會員) 第 37 卷 SP編 第 2 號 參照
현재: 시립 인천전문대학 전자과 교수
관심분야: 전자파 측정, 신호처리

金 基 斗(正會員) 第 33 卷 B編 第 2 號 參照



俞 燦(正會員)
1996년 2월 국민대학교 전자공학과
졸업 (공학사). 2000년 2월 국민대학
교 대학원 전자공학과 (공학석사).
관심분야: 전자파 측정, 디지털 신호
처리