'96 대한전기학회 하계학술대회 논문집 (1996. 7. 22~24)

Noise Cut Transformer의 노이즈 억제성능 분석

°이재복*, 허창수**, 이기철*, 명성호*, 하태현*
* 한국전기연구소, ** 인하대학교

Analysis of Noise Reduction Performance for Noise Cut Transformer

°Jae-Bok Lee* · Chang-Su Huh**, Ki-Chul Lee*, Sung-Ho Myung*, Tae-Hyun Ha*
* Korea Electrotechnology Research Institute, Inha University

Abstract

It is necessary to eliminate the broad band noise which frequency is in a few kHz to MHz in the AC line to supply the power to electrical and electronic control equipments. Because this kind of noise could damage the device or could be a source of malfunction, many devices like a filter and surge suppressor are developed to cut off the noise. But those device could not disconnected from the power line, so it remain some problem and can be used in limited area., In this paper, we present performance test results NCT(noise Cut Transformer) with excellent performance for reducing the high frequency noise and surge existing on the power line.

1. 서론

정보·통신·제어기기의 급속한 보급과 이들의 경량, 소형화 및 Digital 추세에 따라 각종 기기에 미약한 신호를 다루는 경우가 많아 상대적으로 고주파 잡음이나 써어지에 대한 기기의 내력이 점차 약해지고 있는 상황이다.

이와 같은 추세에 따라 기기로 부터 발생하는 EMI 억제 및 써어지에 대한 기기의 내성이 요구되어 이와 관련한 각종 규제안이 강화되고 있으며, 이와 더불어 전원의 안정화를 도모하기 위한 각종 잡음억제부품들이 개발되고 있거나 실용화되고 있다. 그런데 전원 Noise 억제용으로 널리 사용되고 있는 필터 및 Surge Suppressor와 같은 기존의 잡음억제부품들은 전력공급선과 잡음피해회로를 원천적으로 전기적 절연 분리할 수 없다는 측면에서 그 실효성이 한계가 있다.

본 고에서는 기존의 잡음억제부품들과 함께 최근 각광을 받고 있으며, 변압기의 변성작용을 가진 동시에 잡음억제 성능이 우수한 잡음 제거용 변압기 (Noise Cut Transformer)의 고주파 및 써어지 억제성능에 대해 기술하였다.

2. 전도잡음 관련규격

각종 전기, 전자, 통신기기에서 발생하는 전도잡음이나 방사잡음은 경우에 따라 다른 기기에 방해를 주거나 파손에 이르게 하기도 한다. 이와 같은 교란 현상을 방지하기 위해 세계각국에서는 자국의 내수 및 수출기기에 대해 EMI/EMS(Electromagnetic Interference/Electromagnetic Susceptibility)규격을 정하여 전자파에 대한 기기의 신뢰도를 확보하고 있다. 그 예로써 IEC산하 CISPR의 권고안과 미국의 FCC 및 독일의 VDE의 전도성 EMI 관련 규격이 있으며, 우리 나라는 CISPR규격을 채택하고 있다. 그림 1은 상업용(Class-A) 및 가정용(Class-B) 정보처리장치에 대한 각국의 전도잡음 허용치(준첨두치 기준)를 나타내고 있다.

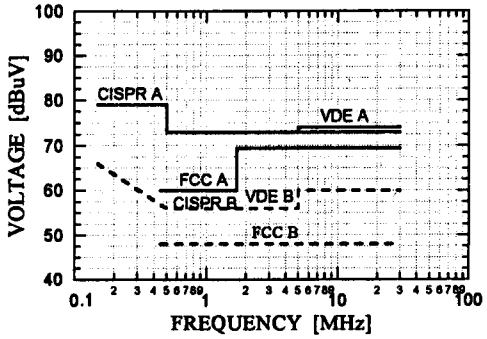


그림 1. 각국의 전도성잡음 허용치

NCT와 같이 AC 선로에서 전도잡음을 억제하기 위한 장비는 선로에서 발생 가능한 각종 써어지에 대한 내력을 갖는 동시에 이를 충분히 억제해야 한다. 국내외의 저압 AC계통에 적용하고 있는 뇌나 계폐작용에 의해 발생 가능한 전압, 전류파형은 다음과 뇌써어지를 대표하는 Combination Wave(1.2/50㎲ 개방회로 전압파형 + 8/20㎲ 단락회로 전압파형)와 개폐써어지를 대표하는 Ring-Wave (0.5㎲-100㎑, 개방회로 전압파형)를 대표적인 시험파형으로 정하고 있다. 이외에도 기기의 내력을 시험하기 추가적인 시험파형으로 릴레이 접점의 동작시에 발생하는 SWC Test Wave (1~1.5MHz) 시험파형과 고속의 스위칭기기에서 발생 가능한 써어지로써 EFT(Electrical Fast Transients) Burst파형이 있다.[1]

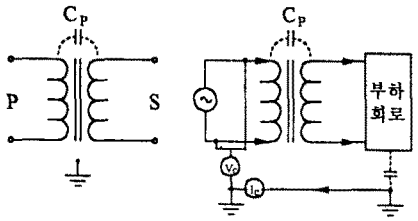
3. NCT의 특성

3.1 일반변압기의 잡음전파 특성

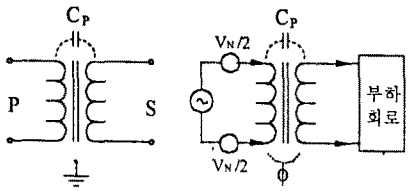
변압기는 기본적으로 자속에 의해 한 회로로부터 다른 회로에 에너지를 변환하고 전송한다. 이들 에너지 변환 전송메카니즘에는 자계만이 관여하며 전계는 필요하지 않다. 그러나 변압기 권선의 각부와 철심 및 대지간에는 누설용량과 누설자속이 존재하므로 1-2차간의 잡음전달 매개체가 된다. 여기서 누설용량은 Common-Mode Noise의 주된 통로를 형성하며, 누설자속은 고주

파 주자속과 더불어 Normal-Mode Noise의 통로를 형성한다.

그림 2, 3은 일반 복권변압기에 대한 두 Mode의 잡음전파 양상과 주파수응답특성을 보여주고 있다.



(a) 변압기 1-2차 권선간의 CMN의 전파



(b) 변압기 1-2차 권선간의 NMN의 전파

그림 2. 일반 변압기의 잡음 전파

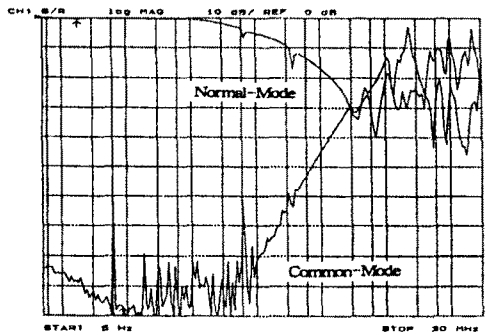


그림 3. 일반변압기의 주파수 응답특성

3.2 NCT의 잡음억제 원리

NCT에서 잡음을 억제하는 기본적인 원리는 일반 복권변압기에서 나타나는 두 가지 정수를 제어하는 것이다. 즉, 누설용량으로 인한 고주파잡음의 권선간의 결합인 용량결합(Capacitive Coupling) 억제하면 Common-Mode Noise를 억제할 수 있다. 이는 근본적으로 권선간에 정전차폐를 실시하거나 권선을 분리배치 함으로써 가능하다. 정전차폐 혹은 Faraday Shield의 기본 원리는 그림 4와 같이 도체 ①(1차권선)에 유기된 전하가 도체 ③(2차권선)에 유기되지 않고 도체 ②로 bypass 되도록 도체 ①의 외곽을 도전율이 높은 재료로 차폐하여 접지하는 것이다. 따라서 도체 ①과 ③의 정전용량은 $C_{31} = Q_3/V_1=0$이 되어 완전한 차폐가 이루어 진다. 그러나 이와 같은 완전차폐는 불가능하며, 현실적으로 도체를 차폐하는 과정에서 틈(Slot)이 있게 마련이다. 이 틈은 고주파잡음에 대해 슬롯안테나 역할을 할 수 있기 때문에 그림 5와 같이 코일 전체를 차폐체로 둘러싸는 소위 box차폐기법을 적용하여 누설용량이 작도록 해야 한다.[2-3]

일반적으로 변압기를 이용한 잡음의 억제방법에서 Common-Mode Noise 억제방법은 비교적 용이하다. 그러나 Normal-Mode Noise는 상용주파전력에 중첩되어 나타나므로 억제하기 어렵다.

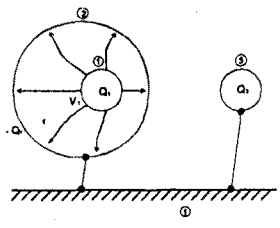
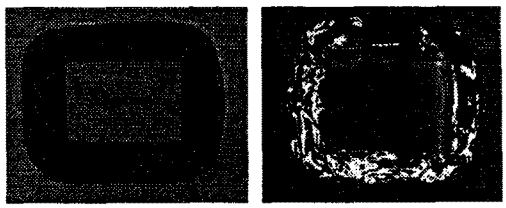


그림 4. 정전차폐 개념

Normal-Mode Noise을 억제하는 기본방법은 주파수의 증가에 따른 투자율의 감소폭이 큰 재료인 강자성체를 사용하여 고주파 자기결합(Inductive Coupling) 억제하거나 분로커패시터의 적용 및 누설리액턴스를 증가시켜 잡음의 Shunt Effect를 향상시키는 방법이 있다.



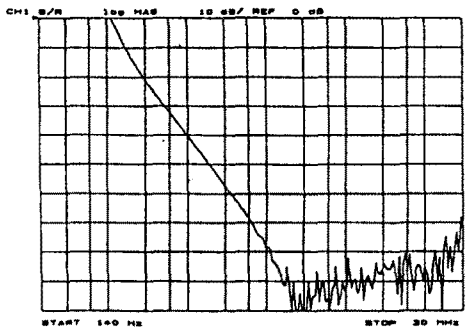
(a) 차폐전 (b) Box 차폐후

그림 5. NCT 정전차폐 외형

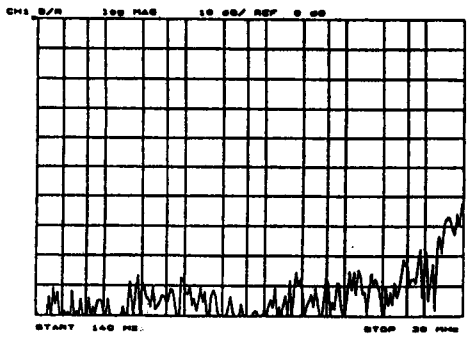
5. NCT의 노이즈 억제성능

NCT는 Normal-Mode와 Common-Mode잡음으로 나타나는 고주파잡음과 써어지를 감쇠억제시키는 기기로 그 성능을 평가하는 방법이나 규격 등은 특별히 정해져 있지 않다. 그러나 일반적으로 저압 전기전자기기에서 적용하고 있는 고주파응답특성과 써어지 응답특성으로서 그 성능을 평가할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서는 주파수 응답특성을 측정하기 위해 Network Analyzer을 이용하였으며, 써어지 응답특성은 Surge Generator를 이용하여 뇌임펄스전압(1.2/50㎲)과 감쇠진동파형인 Ring Wave 및 SWC(Surge Withstand Capability Test) Wave를 NCT에 인가하여 잡음에 대한 감쇠정도를 측정하였다.

그림 6, 7은 이들 계측기로 부터 측정한 NCT 주파수 및 써어지 응답특성을 보여 주고 있으며, 그림 8은 싸이리스터로 제어되는 Dimming형 조광기로부터 발생되는 고주파잡음에 대한 NCT의 탁월한 감쇠성능을 보여주고 있다.

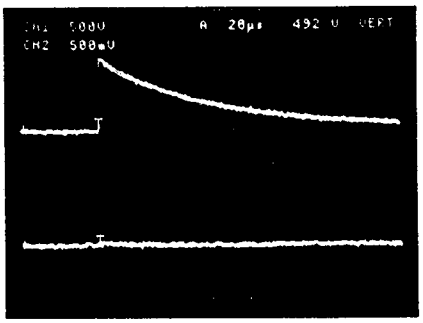


(a) Normal-Mode

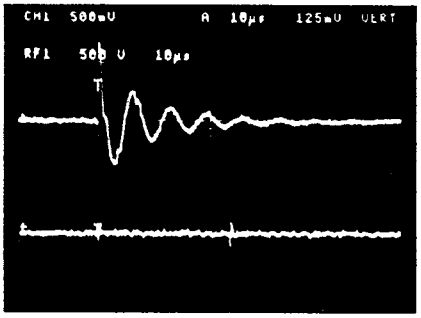


(b) Common-Mode

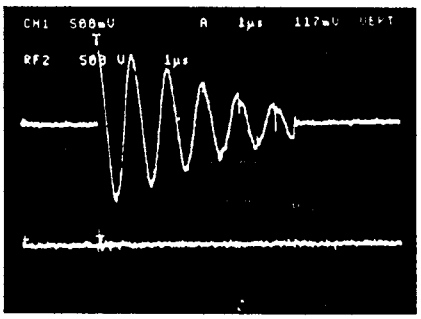
그림 6. NCT의 CM, NM 주파수응답특성



(a) Common-Mode



(b) Normal-Mode

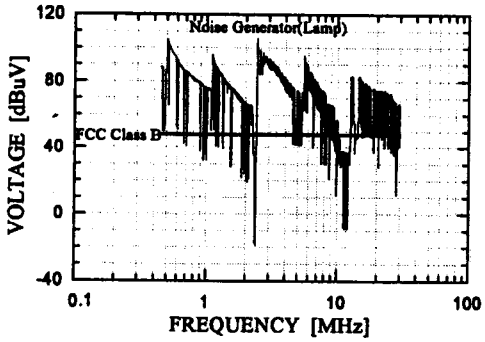


(c) Normal-Mode

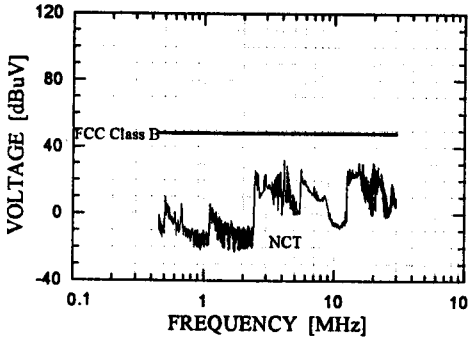
그림 7. NCT의 CM 및 NM 써어지 응답특성

6. 결론

본 고에서는 전원선에 존재하는 각종 전도잡음을 억제하기 위한 대책부품으로써 변압기의 고유기능인 전압변성작용을 가지고 있으며 동시에 전도잡음의 억제기능을 가진 새로운 개념의



(a) 조광기 설치시의 고주파 잡음양상



(b) NCT설치시의 잡음억제 효과

그림 8. NCT의 고주파잡음 억제효과

전원잡음 대책용 NCT(Noise Cut Transformer)의 잡음억제원리와 그 성능에 대해 검토하여 다음과 같은 주요 연구 결과를 얻었다.

(1) 코일배치는 잡음 억제측면에서 유리한 1-2차 분리배치를 지향한 구조이며, 분리배치된 코일과 철심상에 3중 차폐구조(1차권선-> Box차폐, 2차권선-> Box차폐, 1-2차 권선간->차폐판)를 적용하였다.

(2) 시작품의 성능시험 결과 전도잡음의 주파수 대역인 10kHz~30MHz범위에서 Normal-Mode 및 Common-Mode 감쇠특성은 평균 80dB로 나타났으며, 써어지응답특성은 평균 60~80dB의 감쇠특성을 나타내었다.

NCT는 최근 국내외적으로 전자파 규제안이 강화되고 있는 실정을 감안하면 EMI/EMS 대책기기로 널리 사용될 전망이며, 컴퓨터 및 정밀 제어계측기기등의 단독전원에 사용하거나 AVR이나 UPS와 같은 전원안정화장치에 NCT를 적용하면 그 기대 효과는 매우 클것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] IEEE Guide on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage AC Power Circuits. IEEE Std. C52.45.-1992.

[2] Ralph Morison, "Grounding and Shielding Techniques in Intrumentation", 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., Chapter 4, 1986.

[3] 이기철외 13인, "10kVA급 전원노이즈 대책용 NCT개발", 한전자금 생산기술사업 연구보고, 1993.