

무전극 형광램프 시스템의 서어지 특성 연구

(The surge characteristics research of an electrodeless fluorescent lamp system)

이 세 현*¹, 신 상 옥¹, 조 미 령¹, 황 명 근¹, 함 중 겐²

(Se-Hyun Lee*, Sang-Wuk Shin, Mee-Ryoung Cho, Myung-Keun Hwang, Jung-keol Ham)

한국조명기술연구소¹, 산업기술시험원²

Abstract

In this paper, we have investigated the inductive voltages, currents, frequencies of output line of electrodeless fluorescent lamp system as a surge is supplied and have analyzed the surge characteristics as a phase alteration of input voltage with a surge supplying. A result of measurement is that the inductive over-voltages(H-PE, N-PE) on output line of electrodeless fluorescent lamp system showed more high than inductive overvoltages of H(hot)-N(neutral) line. Therefore, designer of system will lay emphasis on a protective circuit with considering an overvoltage(H-PE, N-PE) or phase of input voltage.

1. 서 론

최근들어 광원 기술의 발달로 인한 여러 형태의 새로운 신광원이 개발되고 있으며, 이를 구동하기 위한 안정기 역시 다양한 형태로 연구되고 있다. 특히, 신광원 분야의 최근 동향은 반도체 기술을 활용한 반도체 광원과 전자기 유도법칙을 이용한 무전극 광원으로 크게 구분될 수 있다.

무전극 광원 기술은 페라이트 코어(ferrite core) 주위에 전선을 감은 후, 고주파 전류를 흐르게 하여 페라이트 코어내에 전자유도 자기(magnetic field)를 형성시킴으로서 벌브(bulb) 내부의 봉입가스(Ar, Hg) 등을 여기(exciting)시켜 발광하는 기술이다.

현재 무전극 광원 기술을 활용한 형광 램프로는 필립스社의 QL, GE社의 제누라(Genura), 오스람社의 엔듀라(Endura), 홍유안(Hongyuan)社의 LVD가 대표적인 제품으로서, 40[W]~200[W]사이의 다양한 제품이 상용화 되어있다. 특히, 6만 시간 이상의 장수명을 주장하는 이러한 제품들은 유지·보수가 힘든 터널, 공장 등에 설치되어 보수 인력 및 비용을 상당부분 감소시킬 것으로 예상된다.

이러한 무전극 형광램프 상용화의 활성화를 가능케한 근본 원인은 최근 급속하게 보급된 전자·정밀소자들로 인해 좀더 안정화된 고주파 전류를 발생시킬 수 있는 전자식 전원회로 제작기술의 확보에 있다. 특히, 수십 KHz에서 수백 MHz에

이르는 광대역의 고주파 전류를 활용함으로써 기존 형광 램프 이상의 높은 효율을 발휘하는 무전극 형광램프 시스템의 제작이 현실로 나타나고 있다.[1][2] 하지만 초정밀 반도체들로 구성된 이러한 고주파발생 전원회로는 전압변동, 순간정전, 주파수변동, 서어지(surge) 및 각종 노이즈들로 인해 여러 가지의 장애를 유발시킬 수 있으며, 심지어 회로 고장에까지 이르는 심각한 상황을 불러일으킬 수 있는 것이 현실이다.[3]

일반적으로 우리가 사용하는 전원은 수년전에 비하여 전력 품질은 크게 향상되지 못하였으나, 각종 장비에 사용되는 전자 부품은 점차 저전력·소형화에 따라 부품 내성이 약해짐으로서, 고가의 장비들이나 고신뢰성이 요구되는 설비들을 갖춘 업체 및 연구소에서는 서어지보호기(surge protector), 자동전압조정기(AVR), 무정전전원장치 등을 통과한 고품질의 전원을 사용하고 있다. 특히, 조명분야에 있어서 이러한 장애들은 램프의 발광에 직접적인 영향을 주는 요소들로서 병원, 연구소 등과 같은 정밀 작업장이나 기타 고신뢰성이 요구되는 장소에서 치명적인 손상을 입힐 수 있다.

또한 국제적 시험규격인 IEC(International Electro-technical Commission)의 내성시험 중 기본항목인 서어지는 우리의 일상 생활에서 무수히 발생하고 있음에도 불구하고 이를 보호하는 소자나 장치들이 너무 확립적이며, 이러한 보호장비들에 대한 인식부족으로 인해 여러 가지 문제점들이 발생되고 있다.[4][5][6]

이에 본 논문에서는 현재 상용화되어 있는 무전극 형광램프 시스템(QL, 엔듀라)을 대상으로 1차측 전원회로에 IEC 규정 서어지를 인가하여 이를 효과적으로 보호하는 정도를 분석하였으며, 또한 인가된 서어지로 인해 무전극 램프로 공급되는 2차측 전압 및 전류 특성의 변화 및 서어지로 인한 2차측 유기 전압과 전류를 측정·분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법 및 장치 구성

본 연구에서는 크게 세 가지 실험을 진행하였다. 첫 번째는 측정 시료에 정격 전압을 인가하여 2차측에 출력되는 전압과 전류를 측정하였고, 두 번째는 측정 시료에 정격 전압을 인가한 후, 규정된 서어지를 1차측에 인가하여 측정 시료의 2차측에 유기되는 전압을 측정하였으며, 세 번째는 측정 시료에 정격 전압을 인가한 후, 규정된 서어지를 1차측에 인가하여 측정 시료의 2차측에 유기되는 전류를 각 위상별로 나누어 측정하였다.

2.1.1 시료 선정

측정 시료는 무전극 형광램프 시스템의 운용 주파수와 소비전력을 기준으로 선정하였으며 표 1에 나타내었다.

표 1 측정 시료

시료 구분	운용 주파수	소비 전력
A	250 [KHz]	150 [W]
B	250 [KHz]	100 [W]
C	2.65 [MHz]	85 [W]

또한 측정 시료를 형태에 따라 구분하면 A와 B는 환형, C는 전구형으로 구분할 수 있으며, 모든 측정은 주위 온도 25°C±5°C에서 100시간 에이징 후에 진행하였다.

2.1.2 IEC 서어지 내성 기준

서어지 내성 시험은 IEC 61000-4-5에 규정되어 있는 방법으로 시험하였으며, 인가되는 파형은 1.2/50[μs]전압 파형으로서 선간에는 500[V], 선과 접지간에는 1,000[V]를 인가하도록 하였다. 이러한 시험 기준을 표 2에 나타내었다.

표 2 서어지 내성(일반조명기구) 입력 AC전원에서의 시험기준

특 성	시험 기준
파형데이터 시험 레벨	1.2/50[μs]
- 선간	500[V]
- 선과 접지간	1,000[V]

2.1.3 장치 구성

실험 장치 구성은 측정 시료의 안정기 입력 단자(H, N, G)를 서어지 발생기쪽으로 연결한 후, 안정기의 2차측은 무전극 램프와 연결하였다. 그리고 측정을 위한 오실로스코프를 안정기의 2차측과 병렬로 연결하여 구동 전압, 구동 주파수, 실효치 등을 측정하였다.

또한 전류 프로브를 이용하여 2차측에 흐르는 구동 전류를 측정하였으며, 서어지에 기인된 유기 고전압을 측정하기 위하여 1:1000 고전압 프로브를 오실로스코프에 장착하여 측정하였다. 이러한 실험 장치 개념과 구성도를 각각 그림 1, 2에 나타내었다.

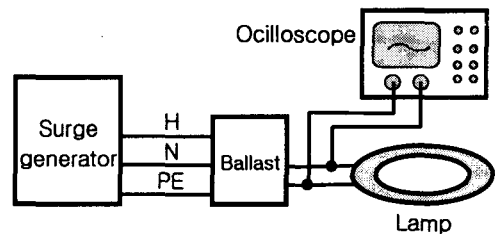


그림 1 실험 장치 개념도

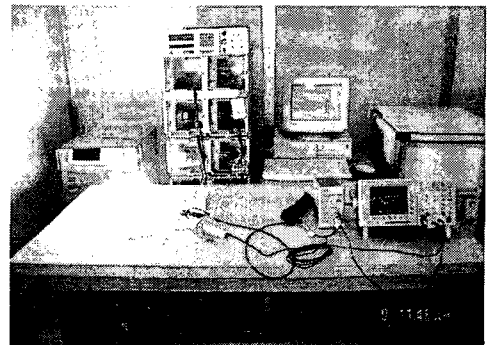


그림 2 실험 장치 구성도

또한 무전극 형광램프 시스템에 정격 전압(60Hz)을 인가한 후, 서어지의 인가 시간을 위상(phase)에 따라 구분하였다. 이렇게 하는 이유는 예를 들어 그림 3에서와 같은 전압 파형에서 90도와 180도에 각각 서어지를 인가하였을 때 220[V]의 전압차가 나타날 수 있으며, 서어지 인가 파형의 크기 또한 전자가 훨씬 크므로 이를 구분하여 실험할 필요성이 있다.

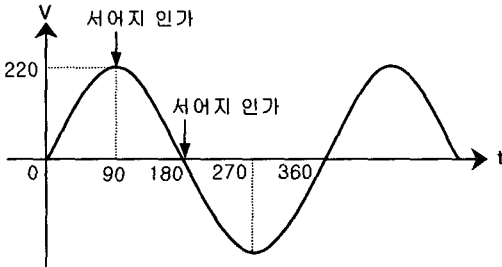


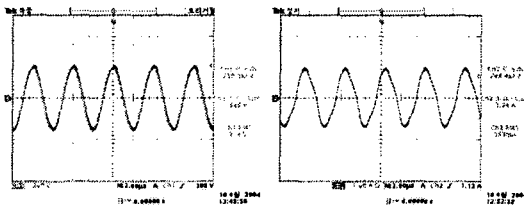
그림 3 입력 전압에서 위상(phase)별 서어지 인가

2.2 실험 결과 및 고찰

2.2.1 측정 시료의 2차측 전압과 전류

측정 시료(A, B, C)를 전원에 연결하고 정격 전압을 인가하여 형광램프가 안정화된 후, 고전압 프로브와 전류 프로브를 사용하여 2차측 구동 전압, 구동 주파수 및 전류를 측정하였다. 특히, 시료 C의 2차측 전압을 측정할 때는 높은 구동 주파수에 기인된 임피던스 불일치로 형광램프가 파괴되는 현상을 막기 위해 고전압 프로브의 접지단자를 시스템 접지(G, ground)가 아닌 보호 접지(PE, Protective Earth)쪽으로 연결하였다.[7]

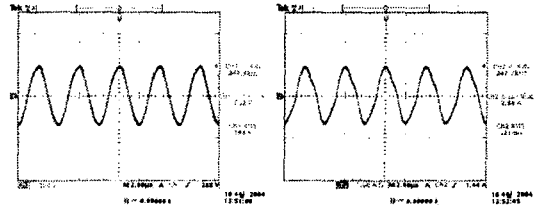
이러한 측정 시료별 2차측 전압 및 전류 파형을 그림 4~6까지 나타내었으며, 각 시료별 측정된 주파수, 전압 및 전류를 표 3에 나타내었다.



(a) 전압 파형

(a) 전류 파형

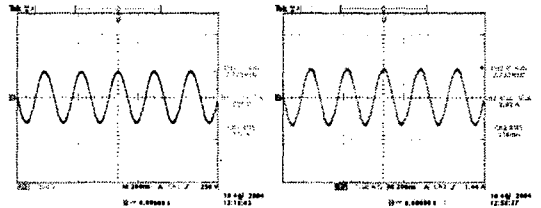
그림 4 측정 시료 A의 2차측 전압과 전류 파형



(a) 전압 파형

(b) 전류 파형

그림 5 측정 시료 B의 2차측 전압과 전류 파형



(a) 전압 파형

(b) 전류 파형

그림 6 측정 시료 C의 2차측 전압과 전류 파형

표 3 측정된 2차측 주파수, 전압 및 전류

시료 구분	전압 파형 주파수[KHz]	전압 실효치[V]	전류 실효치[mA]
A	250.3	214	983
B	247.8	196	921
C	2,723	174	935

2.2.2 서어지 인가시 측정 시료에 유기된 2차측 유기 전압

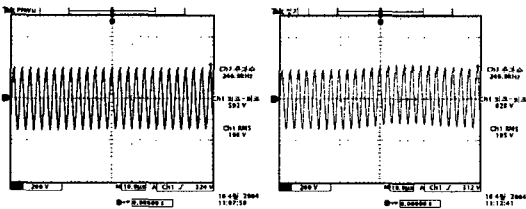
각각의 측정 시료(A, B, C)를 그림 1과 같이 서어지 발생기(surge generator)쪽으로 3선(H, N, PE)을 연결하고 정격 전압을 인가하여 형광램프가 안정화된 후, H(Hot)선과 N(Netrual)선 사이에 1.2/50[μs]의 전압 서어지를 500[V] 인가하여 2차측에 유기되는 전압 파형을 측정하였으며, H선과 PE선 사이에는 1,000[V]의 전압 서어지를 인가하여 2차측에 유기되는 전압 파형을 측정하였다.

특히, 전원 입력단에 서어지 인가시 위상(phase)을 그림 3과 같은 형태의 0. 와 90. 로 각각 구분하여 500[V]와 1,000[V]를 각 선(H, N, PE)에 인가함으로써 2차측에 유기되는 전압 파형에 얼마만큼의 영향을 발생시키는 지에 대하여 구분·분석하였다.

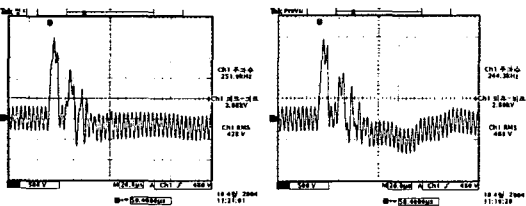
그림 7, 8은 측정 시료 A에 유기되는 전압 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 1,000[V]의 서어지 인가시 2차측에 유기되는 전압(peak-peak)은 대략 2,700 [V]정도를 나타내었다. 특히, 위상(0°, 90°)에 따라 유기된 전압은 대략 100[V]정도의 차이를 보이면서 H-PE(N-PE)선간에 좀더 높은 전압을 유기시켰다.

또한 그림 8의 경우 2차측으로 출력되는 정상 전압 파형이 대략 50[μs]동안 심하게 찌그러지는 현상을 보였으며, 2,700[V]로 유기된 2차측 전압(peak-peak)이 짧은 시간동안 그대로 안정기(ballast)를 통과하여 2차측에 유기되는 것을 보여주고 있다.

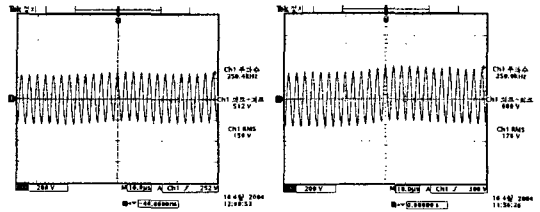
이는 대부분의 서어지 보호회로 제작시 사용되어지는 바리스터(varistor)의 성능에 기인된 현상으로서, 서어지가 바리스터에 유입되었을 때 효과적으로 동작하기까지 10[μs]정도의 시간이 소요됨으로서 이 짧은 시간동안에 유입되는 서어지는 그대로 전원 회로에 침투하여 부품이나 반도체 소자에 치명적인 손상을 입힐 수 있다. 따라서 서어지 보호 회로 설계자는 보호기 제작시 H-PE(N-PE)간에 유기되는 서어지를 효과적으로 줄이는 데 중점을 두어야 할 것이다.



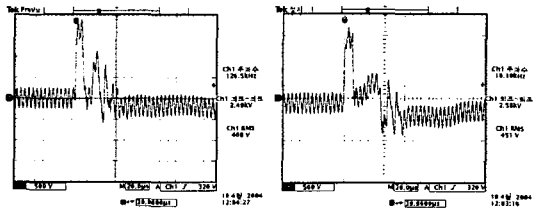
(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
그림 7 측정 시료 A의 서어지 500[V] 인가시
위상(phase)에 따른 유도 전압



(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
그림 8 측정 시료 A의 서어지 1,000[V] 인가시
위상(phase)에 따른 유도 전압



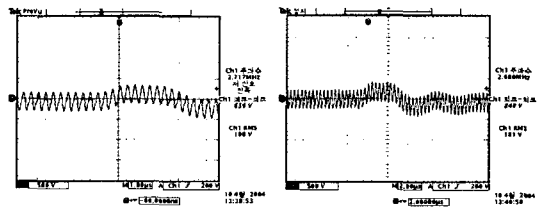
(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
그림 9 측정 시료 B의 서어지 500[V] 인가시
위상(phase)에 따른 유도 전압



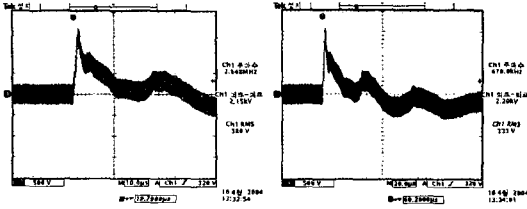
(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
그림 10 측정 시료 B의 서어지 1,000[V] 인가시
위상(phase)에 따른 유도 전압

그림 9, 10은 측정 시료 B에 유기되는 전압 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 500[V]의 서어지 인가시에는 약간의 영향을 받지만, 1,000[V]의 서어지 인가시에는 2차측에 유기되는 전압(peak-peak)이 대략 2,500[V]정도를 나타냄으로서, 시료 A와 같은 초기 서어지 특성을 보였다.

또한 위상(0°, 90°)에 따라 유기된 전압은 대략 100[V]정도의 차이를 보이면서 H-PE(N-PE)선간에 더 높은 전압을 유기시켰다.



(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
그림 11 측정 시료 C의 서어지 500[V] 인가시
위상(phase)에 따른 유도 전압



(a) 위상 0°의 전압 파형 (b) 위상 90°의 전압 파형
 그림 12 측정 시료 C의 서어지 1,000[V] 인가시
 위상(phase)에 따른 유도 전압

그림 11, 12는 측정 시료 C에 유기되는 전압 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 500[V]의 서어지 인가시 약간의 파형 미동이 있었으나, 1,000[V]의 서어지 인가시에는 2차측에 유기되는 전압(peak-peak) 대략 2,100[V]정도를 나타내었다.

특히, 그림 12의 전압 파형을 보면 측정 시료 A와 B보다도 좀더 긴 시간(20μs)동안 2,100[V]의 서어지를 통과시켰으며, 이는 전원 회로의 핵심 소자 및 무전극 램프에 좀더 강한 스트레스를 줌으로서, 심한 경우 고장에 이르게 할 수 있는 근본 원인으로 생각되어진다.

이러한 측정 데이터(그림 7~12)를 시료(A, B, C)에 따라 각 위상별로 구분함과 동시에, 이를 H-N선과 H-PE(N-PE)선간으로 각각을 구분하여 2차측에 유기되는 전압을 표 4에 나타내었다.

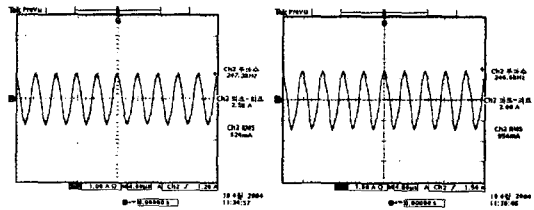
표 4 서어지 인가시 측정 시료에 유기된 2차측 Peak-Peak 전압의 구분

시료 구분		유기된 Peak-Peak 전압	
		H-N (500V 인가시)	H-PE(N-PE) (1,000V 인가시)
A	0°	529 [V]	2.68 [KV]
	90°	628 [V]	2.80 [KV]
B	0°	512 [V]	2.49 [KV]
	90°	600 [V]	2.58 [KV]
C	0°	839 [V]	2.15 [KV]
	90°	840 [V]	2.20 [KV]

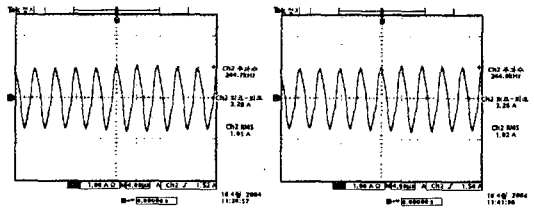
2.2.3 서어지 인가시 측정 시료에 유도된 2차측 유도 전류

측정 시료(A, B, C)를 전원에 연결하고 정격 전압을 인가하여 형광램프가 안정화된 후, 전류 프로브와 전류신호 증폭기를 사용하여 2차측 구동 주파수 및 전류를 측정하였다. 특히, 각 측정 시료(A, B, C)에 따른 2차측 유도 전류(peak-peak)의 차이가 크게 나타나지 않을 것을 고려하여 측정 시료 A와 B는 40 [μs]시간 동안, 측정 시료 C는 2[μs]시간 동안의 전류 실효치(rms)를 분석함으로써 서어지 인가시에 따른 유도 전류를 좀더 정밀하게 측정·분석하려 하였다. 여기서 측정 시간을 시료에 따라 구분한 이유는 구동 주파수에 기인된 것으로서, 시료 A와 B는 250 [KHz] 근처에서, 시료 C는 2.65[MHz] 근처에서 구동 주파수가 형성되기 때문에 실효치 구간의 변화가 발생하게 된다.

또한 전원 입력단에 서어지 인가시 위상(0°, 90°) 별로 구분하여 500[V]와 1,000[V]를 각 선(H, N, PE)에 인가함으로써 2차측에 유도되는 전류 파형에 얼마만큼의 영향을 발생시키는 지에 대하여 분석하였다.



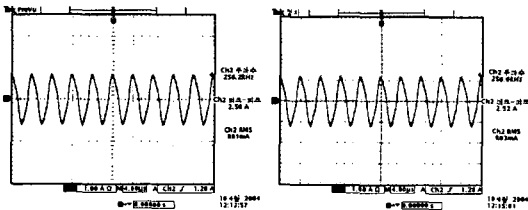
(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형
 그림 13 측정 시료 A의 서어지 500[V] 인가시
 위상(phase)에 따른 유도 전류



(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형
 그림 14 측정 시료 A의 서어지 1,000[V] 인가시
 위상(phase)에 따른 유도 전류

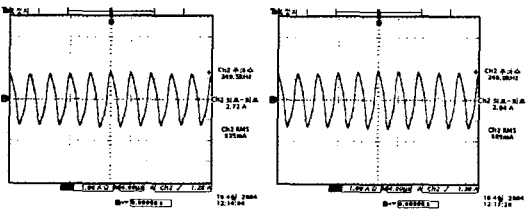
그림 13, 14는 측정 시료 A에 유도되는 전류 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 500[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)가 대략 2.7[A]정도이며, 1,000[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)는 대략 3[A]정도로 나타났다. 또한 위상(0°, 90°)에 따라 유도된 전류를 H-N선과 H-PE(N-PE)선간으로 구분하여 측정하되 측정값의 차이가 미흡하여 일정시간(40μs, 2μs)동안의 실효치(rms)를 측정하여 정상상태에서의 실효치 값과 비교·분석하였는데, 서어지 1,000[V]인가시에 대략 200[mA]정도의 실효치가 정상상태의 실효치 값과 차이를 보였으며, 500[V]의 서어지 인가시에는 거의 영향을 받지 않는 것으로 측정되었다.

또한 위상(0°, 90°)에 따라서 유도되는 전류의 값 역시 대략 수십 mA정도의 차이를 보였다.



(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형

그림 15 측정 시료 B의 서어지 500[V] 인가시 위상(phase)에 따른 유도 전류



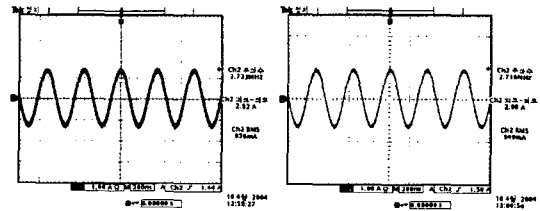
(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형

그림 16 측정 시료 B의 서어지 1,000[V] 인가시 위상(phase)에 따른 유도 전류

그림 15, 16는 측정 시료 B에 유도되는 전류 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 500[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)가 대략

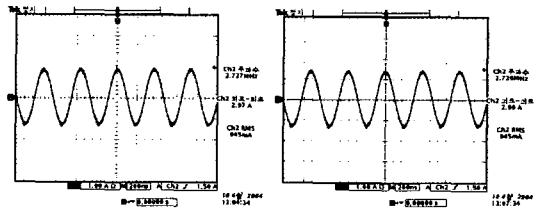
2.5[A]정도이며, 1,000[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)는 대략 2.75[A]정도로 나타났다. 또한 위상(0°, 90°)에 따라 유도된 전류를 H-N선과 H-PE(N-PE)선간으로 구분하여 측정한 결과 H-PE(N-PE)선간에 유도된 전류(peak-peak) 값이 수십 mA 정도 크게 나타났다.

각 위상(0°, 90°)별 실효치 분석에서도 H-N 선간보다는 H-PE(N-PE)선간에 유도된 전류(rms)의 값이 수십 mA 정도 크게 측정되었다. 이는 일반적으로 선간(H-N)에 유도되는 전류보다 접지와 선간에 유도되는 전류의 값이 더 크게 나타나는 현상으로서, 위상에 따라서도 유도되는 전류의 값이 상당부분 영향을 받는 것으로 판단된다.



(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형

그림 17 측정 시료 C의 서어지 500[V] 인가시 위상(phase)에 따른 유도 전류



(a) 위상 0°의 전류 파형 (b) 위상 90°의 전류 파형

그림 18 측정 시료 C의 서어지 1,000[V] 인가시 위상(phase)에 따른 유도 전류

그림 17, 18은 측정 시료 C에 유도되는 전류 파형을 위상(phase)과 서어지 인가전압(500V, 1,000V)에 따라 구분하여 측정한 것으로서, 500[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)가 대략 2.9[A]정도로 측정되었으며, 1,000[V]의 서어지 인가시 2차측에 유도되는 전류(peak-peak)는 대략 3[A]

정도로 나타났다. 각 위상(0°, 90°)별 실효치 분석에서도 H-N 선간과 H-PE(N-PE)선간에 유도된 전류 (rms)의 값이 서로 유사하게 나타남으로서 거의 영향이 없는 것으로 추정되며, 정상상태의 실효치값과는 대략 10[mA] 정도의 차이를 나타내었다.

이러한 측정 데이터(그림 13~18)를 시료(A, B, C)에 따라 각 위상별로 구분함과 동시에, 이를 H-N선과 H-PE(N-PE)선간으로 각각을 구분하여 2차측에 유도되는 전압(peak-peak)과 실효치 전류를 각각 표 5, 6에 나타내었다.

표 5 서어지 인가시 측정 시료에 유기된 2차측 Peak-Peak 전류의 구분

시료 구분		유기된 Peak-Peak 전류	
		H-N (500V 인가시)	H-PE(N-PE) (1,000V 인가시)
A	0°	2.58 [A]	3.28 [A]
	90°	3.00 [A]	3.28 [A]
B	0°	2.50 [A]	2.72 [A]
	90°	2.52 [A]	2.84 [A]
C	0°	2.90 [A]	2.97 [A]
	90°	2.92 [A]	2.99 [A]

표 6 서어지 인가시 측정 시료에 유기된 2차측 실효치 전류의 구분

시료 구분		유기된 실효치 전류	
		H-N (500V 인가시)	H-PE(N-PE) (1,000V 인가시)
A (40 μ s)	0°	824 [mA]	1,010 [mA]
	90°	954 [mA]	1,020 [mA]
B (40 μ s)	0°	801 [mA]	835 [mA]
	90°	803 [mA]	885 [mA]
C (2 μ s)	0°	936 [mA]	949 [mA]
	90°	945 [mA]	945 [mA]

3. 결 론

본 논문은 현재 상용화 되어있는 무전극 형광램프 시스템을 대상으로 전원 입력단에 서어지(surge)가

유입되었을 때 안정기(ballast) 2차측에 유기되는 전압 및 전류를 각 위상(0°, 90°)에 따라 측정하여 이에 대한 각각의 특성 및 원인을 분석함으로써 시스템을 서어지 및 각종 노이즈로부터 성능향상 시키는 데에 그 목적이 있다.

실험 결과로부터 아래 사항을 얻었다.

- 각 서어지 인가시 시스템의 2차측에 유기되는 이상전압(peak-peak)은 다음과 같다.
 - 500[V] 서어지 인가시 : 512[V]~840[V]
 - 1,000[V] 서어지 인가시 : 2.15[KV]~2.8[KV]
- 각 서어지 인가시 시스템의 2차측에 유도되는 유도전류(peak-peak) 및 실효치는 다음과 같다.
 - 500[V] 서어지 인가시 : 2.5[A]~3.0[A]
 - 1,000[V] 서어지 인가시 : 2.72[A]~3.28[A]
 - 500[V] 서어지 인가시의 전류 실효치
 - ☞ 801[mA]~954[mA]
 - 1,000[V] 서어지 인가시의 전류 실효치
 - ☞ 835[mA]~1,020[mA]
- 서어지 인가시 유기되는 이상 파형은 선간(H-N)보다 접지와 선간에 유기되는 파형이 2,000[V]이상의 훨씬 큰 값으로 나타났으며, 측정 파형 역시 서어지 인가 시간동안에 상당한 찌그러짐 현상을 보였다. 따라서 보호회로 제작시 설계자는 접지와 선간에 유기되는 이상 파형을 줄이는 데 중점을 두어야 한다.
- 각 위상(0°, 90°)에 따른 2차측 유기 전압 및 전류는 90°위상에서의 유기 전압 및 전류가 10~20[%]정도 더 유기되는 것으로 나타났으므로 보호회로 설계시 고려되어야 할 것이다.
- 시료 A와 B의 경우 1.2/50[μ s]의 전압 서어지에 대해 초기의 10[μ s]정도는 보호하지 못하여 대략 2[kV]의 서어지 전압이 안정기쪽으로 그대로 유입되었으며, 시료 C의 경우 20[μ s]정도의 시간동안 보호하지 못하여 서어지가 회로쪽으로 유입되었다. 따라서 고신뢰성이 요구되는 장소에 설치되는 시스템의 경우 이러한 사항을 고려하여 설계하여야 할 것이다.

이상의 결과 자료는 각종 무전극 형광램프 시스템의 제작시 설계자가 쉽게 간과할 수 있는 사항을 시스템에 적용함으로써 좀 더 안정적인 무전극 형광램프 시스템의 개발에 쓰일 수 있을 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 박석인, 한수빈, "CL 램프 및 안정기 특성에 대한 고찰", 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, pp.219~222, 2003
- [2] 한수빈, 박석인, "엔듀라 무전극 램프용 전원장치 연구", 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, pp.15~18, 2002
- [3] 신상욱, 이세현, 황명근, "전압변동 및 순간정전에 따른 무전극 형광등 시스템의 광속변화에 대한 연구", 2002년도 대한전기학회 EMECS학회 추계학술대회 논문집, pp.207~210, 2002
- [4] Ronald B.Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltates", John wiley & Sons Inc, pp.3~54, 1989.
- [5] Harish Chandra, "Mitigation of Electromagnetic Interference in Low Power Compact Electrodeless Lamps", CE Lighting, Noble Rd, Nela Park Cleveland, 1975
- [6] ME, Baran, T. Warong, K. Craven, D. Reitfort, "Surge protection capabilities of uninterruptible power supplies", 2000 Proceedings, Ninth International Conference on Harmonics and Quality of Power, Vol. 1, 2000, pp.284-288
- [7] 이승철, 이복희, "접지의 핵심 기초 기술", 의제, pp.1-36, 2002