

전압변동 및 순간정전에 따른 무전극 형광등 시스템의 광속변화에 대한 연구

신상욱*, 김현숙, 이세현, 황명근
한국조명기술연구소

The research for the luminous flux variation of electrodeless fluorescent lamp system as a voltage drop and short interruption

Sang-Wuk Shin*, Hyun-Sook Kim, Se-Hyun Lee, Myung-Keun Hwang
Korea Institute of Lighting Technology

Abstract - In this paper, We have measured the luminous flux variation of electrodeless fluorescent lamp system reducing a power source to 70% and applying a short interruption caused by the power failure. So we can understand that the protective device for apparatus of power sources is important thing to control electrodeless fluorescent lamp system.

1. 서 론

최근들어 급속하게 보급된 전자·정밀기기의 보편적인 사용은 전력품질에 대한 수용가의 인식을 점차적으로 고조시키고 있다.⁽¹⁾⁽²⁾ 무엇보다도 전압크기의 품질은 수용가측에 직접적인 영향을 줄 수 있는 가장 중요한 전력품질 문제임에도 불구하고, 전력품질 부분에 대한 전력기술인들의 인식은 수년전에 비해 크게 향상되지 못하고 있는 것이 현실이다. 또한 초정밀 반도체들로 구성된 컴퓨터에 있어서의 전압변동 및 순간정전은 중요한 데이터들을 손상시킬 수 있는 치명적인 요소들로서, 이를 보호하고자 여러 가지 방안들이 제시되고는 있지만,⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾ 이러한 보호시스템에 대한 인식부족으로 인해 여러 가지 문제점들이 발생되고 있다.⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾

일반적으로 우리가 사용하는 전원은 여러 가지 원인으로 인해 전압변동, 순간정전, 주파수변동, 노이즈 등의 각종 장애를 일으킬 수 있는데,⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾ 이러한 장애들은 고가의 장비들이나 신뢰성이 요구되는 설비들의 성능을 저하시키며, 잦은 고장을 발생시키고 수명까지 단축시키거나 심지어는 중요한 데이터를 잃어버리는 결과를 초래할 수 있다. 특히, 조명분야에 있어서의 전압변동 및 순간정전은 램프의 발광에 직접적인 영향을 줌으로써 정밀 작업장이나 기타 고신뢰성이 요구되는 작업장에서 치명적 손상을 입힐 수 있다.

이에 본 논문에서는 기존의 무전극 형광등 시스템의 전원장치에 전압변동과 순간정전을 인위적으로 발생시켜 이로인해 나타나는 광속의 변화를 측정·분석하였으며, 이러한 데이터는 차후 무전극 형광등 시스템의 설계시 도움이 될 것으로 사료된다.

2. 본 론

2.1 순시전압변동 발생 메커니즘⁽¹²⁾

배전계통에서 순시전압변동이 발생하는 원인은 여러가지 있으나 사고제거를 위한 보호시스템의 동작에 의한 것이 가장 일반적이다. 가공배전선로에서 사고가 발생하면 계전기가 사고를 감지하여, 피더(feeder) 시각점의 차단기가 사고를 차단하며, 국내의 경우 1회 내지 2회의 재폐로 및 차단동작을 거쳐 영구적 사고일 경우 록아웃

[표 1] 스위칭 오동작에 따른 전압강하 및 순간정전의 발생률(자료출처: UNIPEDA study 91(1991 No.50.02))

크기 %	지속시간			
	10ms 이상 100ms미만	100ms이상 500ms미만	500ms이상 1s 미만	1s 이상 3s 미만
10이상~ 30미만	61	66	12	6
10이상~ 30미만	8	36	4	1
10이상~ 30미만	2	17	3	2
100	0	12	24	5

(lock-out) 상태를 유지하게 된다. 또한 재폐로 횟수가 증가할수록 사고선로 및 인근선로상에 순간정전 및 순간 전압강하 발생횟수도 증가하며, 수초의 시간간격을 두고 연속적인 순시전압변동이 발생함을 알 수 있다. 이러한 전원공급 시스템에서의 스위칭 오동작에 따른 전압강하 및 순간정전의 지속시간별 발생률을 표 1에 나타내었다.

2.2 전압변동 및 순간정전⁽¹³⁾

전기·전자 기기는 전원의 순간 전압 강하, 순간 정전 또는 전압 변화에 의하여 영향을 받게 되는데, 순간 전압 강하 및 순간 정전은 회로망에서나 설치상의 오류 또는 부하의 급격한 큰 변화에 의해 발생되며, 어떤 경우에는 두 개 이상의 연속적인 순간 전압 강하 또는 순간 정전이 발생할 수도 있다.

전압변화는 회로망에 접속하여 연속적으로 변화되는 부하가 원인이 되고 있으며, 이 현상들은 그 양상이 불규칙적이며, 또한 정격 전압 및 지속 시간의 변화에 따라 특성화될 수 있다. 다음에 전압변동 및 순간정전의 몇가지 예를 보였다.

· 공장 내의 일부 또는 어느 일정 지역 내에서 대형의 전원 회로망이 끊어지게 되면 전압은 전원 회로망에 접속된 여러 회전 기기들 때문에 점진적으로 감소만 하게 되고 짧은 시간 동안 그 회전 기기들은 회로망 쪽으로 전원을 공급하는 발생기의 역할을 하게 된다. 어떤 장비들은 급격한 변화보다는 이같이 점진적인 변화에 더욱 민감하여 손상을 입을 수 있다.

· 대부분의 데이터 처리 장치들은 내부 기억 소자에 데이터를 저장하고 보호하기 위한 전원 고장 감지기들을 내장하고 있는 데 전원 전압이 다시 회복되면 장치가 원래대로 작동하도록 되어 있다. 어떤 전원 고장 감지기는

전원 전압의 점진적인 감소에 대하여 신속히 반응하지 못하므로 손상을 입을 수 있다.

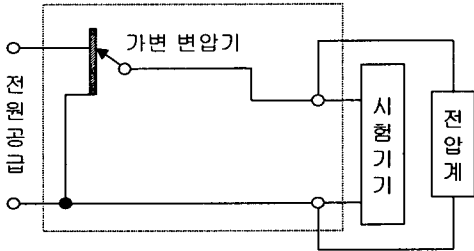
· 증폭기(amplifier)는 충분한 전원을 공급받아야 입력되는 신호를 제대로 증폭시킬 수 있다. 하지만 증폭기 내부에 공급되는 전원이 모자라게 되면 전압이 내려가게 되어 충분한 힘을 갖지 못해서 출력이 저하하게 되고 불필요한 왜음이 증가하게 되는 것이다. 이렇게 되면 잡음이 생기고 재생음 또한 어딘가 모르게 박력감이 없어지게 되는 것이다.

2.3 실험방법 및 장치구성

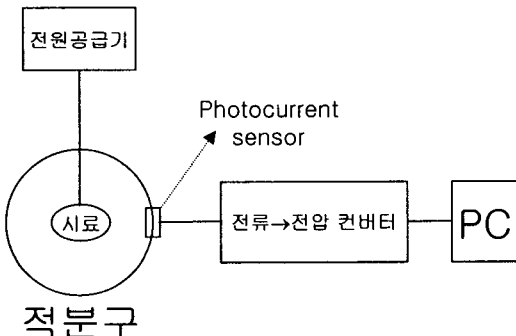
2.3.1 전압변동 및 순간정전

무전극 형광등 시스템의 전압변동 및 순간정전에 따른 광속변화를 측정하기 위해 적분구 중앙에 무전극 램프를 설치하고 구동안정기를 적분구 외부에 설치하였다. 이는 적분구 내부에서 발생할 수 있는 측정오차를 줄이기 위한 방법으로 안정기의 2차측 전선의 길이에 따른 광속 영향은 무시하였다. 먼저 전압변동에 따른 광속변화의 측정을 위해 정격전압(220V)을 인가한 후, 시스템이 안정화 될 때까지 충분히 에이징 시켰으며, 전원공급장치에서 인가전압을 인위적으로 30% 하강시켜 154V로 인가한 후, 초기상태와 중간상태의 광속변화를 관찰하였으며 중간상태의 광속변화는 10분 정도의 지속시간을 두면서 광속변화를 관찰하였다.

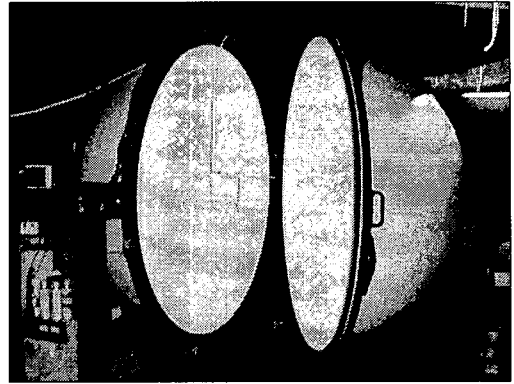
순간정전에 따른 광속변화를 측정하기 위해 정격전압을 인가한 후 시스템이 안정화 될 때까지 에이징 시킨 후, 1초부터 2분까지 수차례에 걸쳐 인가전압을 차단시킴으로서 발생하는 광속변화를 관찰하였다. 이러한 전압변동에 대한 시험장비의 회로도 및 측정시스템의 개념도를 그림 1, 2에 나타내었으며, 측정모습과 측정장비들을 그림 3,4에 각각 나타내었고, 시험실의 환경조건은 표 2에 의해 조절한 후 시험하였다.



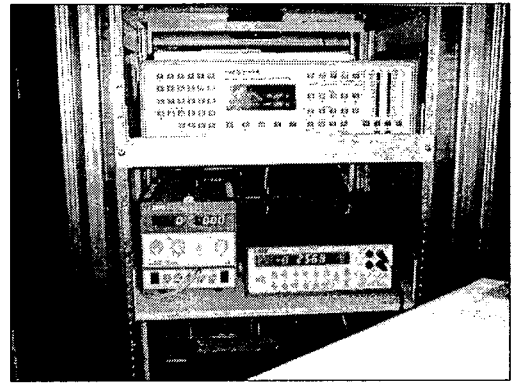
[그림 1] 전압변동에 대한 시험 장비의 회로도



[그림 2] 전압변동 및 순간정전에 의한 광속변화 측정 시스템의 개념도



[그림 3] 전압변동 및 순간정전에 따른 광속변화의 측정모습



[그림 4] 광속값 측정을 위한 장비들

[표 2] 시험실 환경조건

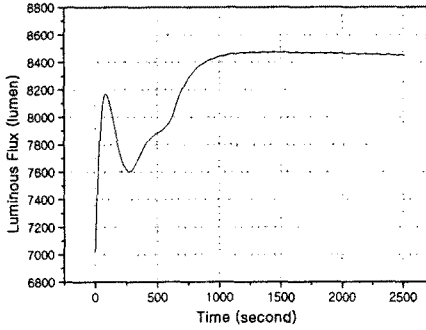
	내 용
온도	15 ~ 35℃
습도	25~75%
기압	86~106kPa (860~1060mbar)
전압	정확도 2%이내 유지

2.4 실험결과 및 고찰

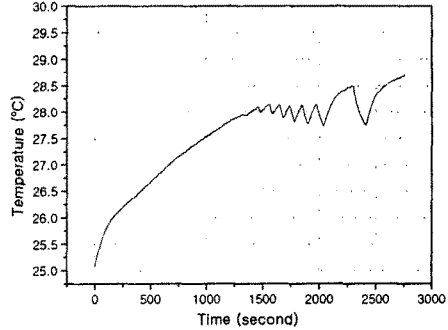
2.4.1 전압변동에 따른 광속변화

전압변동에 따른 광속변화는 무전극 형광등 시스템이 안정화 되기까지 약 20분을 에이징한 후, 정격전압(220V)의 30%를 전압강하시켜 154V를 유지시켰다. 그 후 154V의 전압을 10분간 유지시키면서 광속변화를 관찰하였으며, 10분 후 다시 정격전압으로 전압을 상승시킨 후, 10분간 전압을 유지시키면서 광속변화를 관찰하였다.

전압강하에 따른 광속의 변화는 데이터상으로 크게 차이가 나타나지 않는 것을 볼 수 있었다. 특히, 전압강하의 초기부분이나 전압상승의 초기부분에서는 전압변동에 의한 과도현상(transient)으로 인해 발생한 서지 및 돌입전류 등에 의해서 광속에 상당한 영향을 미칠 것으로 예상하였으나, 측정된 데이터상에서는 큰 차이를 찾아볼

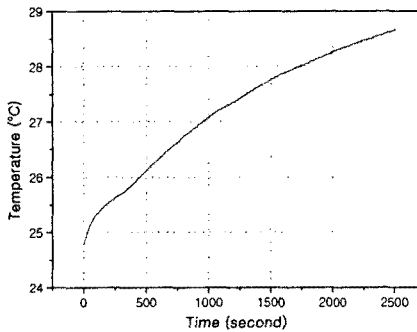


[그림 5] 전압변동에 따른 램프의 광속변화



[그림 8] 순간정전에 따른 적분구 내부의 온도변화

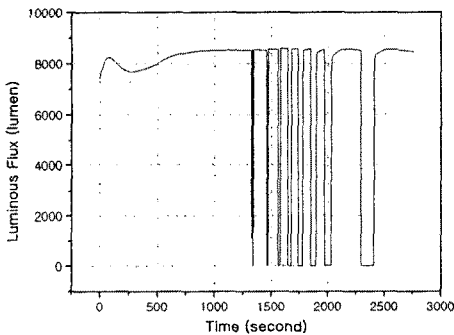
로 생각되어진다. 이러한 측정 데이터를 그림 5에 나타내었으며, 측정 중 적분구 내부의 온도변화를 그림 6에 나타내었다.



[그림 6] 전압변동에 따른 적분구 내부의 온도변화

2.4.2 순간정전에 따른 광속변화

순간정전에 따른 광속변화는 무전극 형광등 시스템이 안정화되기까지 약 20분을 에이징한 후, 8번의 순간정전을 인가하였으며, 각각의 인가 시간간격을 표 3에 나타내었다. 순간정전을 여러번 인가한 이유는 각 시간별로 나타나는 광속의 재현성을 알아보기 위한 것으로서 특히, 첫번째 인가시에는 0.5초 간격으로 3회를 연속하여 전압을 차단하였으며, 두 번째부터는 전압 차단시간을 10초씩 증가함으로써 시험을 실시하여, 일곱 번째 전압차단은 1분간 실시하였다. 그 후 여덟 번째 인가시는 약 5분의 에이징 시간을 거친 후, 2분정도의 전압을 차단하여 재현성 정도를 관찰하였다.



[그림 7] 순간정전에 따른 램프의 광속변화

수 없이 광속이 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 무전극 형광등 시스템의 안정기 특성에 기인된 안정기 내부의 전압안정화 장치 및 기타 보호장치의 역할에 의해 전압이 안정화 되었기 때문으로 생각된다.

또한 약 10분동안 전압강하된 154V에서도 광속변화가 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있었는데, 이는 전압강하시 안정기의 전류가 712.1[mA]에서 1.01[A]로 증가하여 시스템의 전력을 일정하게 유지시켰기 때문으로

순간정전에 따른 광속값의 변화는 정격전압 차단시 광속이 거의 나타나지 않는 것을 볼 수 있었으며, 차단 스위치의 온/오프시 나타날 수 있는 과도현상에도 크게 반응하지 않는 모습을 확인하였다. 이는 무전극 형광등용 안정기의 특성에 기인된 것으로 생각되어지며, 서지 또는 갑작스런 돌입전류를 차단하기 위한 회로가 안정기 내부에 별도로 장착되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

특히, 정전시간이 50초 이상되었을 때의 광속의 재현성은 램프가 안정화된 후 측정되었던 8,450[lm]이 다시 측정되기까지 일정한 시간이 소요되는 모습이 측정되었다. 이는 정전시간 동안 램프내 가스가 안정화되면서 나타난 현상으로, 정전시간이 길어지면 질수록 램프 안정화 시간도 어느 정도는 길어지는 모습을 확인할 수 있었다. 이러한 측정 데이터를 그림 7에 나타내었으며, 측정시 적분구 내부의 온도변화를 그림 8에 나타내었다.

[표 3] 순간정전 인가시간 및 유지시간

	1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회
순간정전 시간	1	10	20	30	40	50	60	120
정전후 에이징 시간	1	60	60	60	60	60	300	300

단위: second

3. 결 론

본 논문에서는 전원계통상에 발생할 수 있는 전압변동 및 순간정전에 대해 무전극 형광등용 시스템이 얼마만한 영향을 받을 수 있는가에 대한 연구를 하였으며, 전압변동은 정격전압(220V)의 30%를 강하여 인가한 후 나타나는 광속변화를 관찰하였고, 순간정전은 1초부터 2분까지 8회에 걸쳐 인가전압을 차단함으로써 램프에 나타나는 광속변화값을 측정하였다.

전압변동에 따른 광속변화는 램프의 안정화 이후 8450(lm)를 일정하게 유지함으로서 거의 차이가 나타나지 않는 것을 볼 수 있었는데, 이는 무전극 형광등용 안정기의 특성에 기인한 것으로 안정기 내부의 전압안정화 장치 및 기타 보호장치의 역할에 의한 것으로 생각된다.

순간정전에 따른 광속변화는 전압차단에 따라 광속이 거의 나타나지 않다가 전원인가시 다시 나타나는 광속의 재현성을 관찰하였으며, 50초이상의 전압차단 이후 다시 인가된 정격전압에 대해 광속값의 재현성이 점차 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 또한 순간적인 전압강하를 위해 사용된 차단 스위치의 동작으로 발생할 수 있는 서지 및 돌입전류 등에 의한 영향은 거의 나타나지 않는 것을 볼 수 있으며, 이는 안정기 특성에 기인한 것으로 생각된다.

본 논문에서 제시된 측정 자료는 무전극 램프 안정기나 기타 관련장치 설계시 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Math H.J.Bollen, "Understanding Power Quality Problems: voltages sags and interruptions", IEEE Press, 1999.
- [2] R. Chiumeo; C.Pincella; P.Zanotti; G.Mascia and L.Tonelli, "Development of an electronic based power conditioning prototype to improve power quality", CIREN, 1995.
- [3] Igarashi, Y.; Izumi, T.; Yokoyama, T.; Haneyoshi, T., "A study of instantaneous value control with voltage variation compensation for UPS inverters", Proceedings of the Power Conversion Conference - OSAKA - Volume 2, pp.653-658, 2002.
- [4] Tokuda, N.; Furuya, M.; Kikuoko, Y.; Tsutui, Y.; Kumamoto, T.; Kanno, T., "Development of a redox flow (RF) battery for energy storage", Proceedings of the Power Conversion Conference - OSAKA - Volume 3, pp.1144-1149, 2002.
- [5] Byoungwoo Ryu; Jaesik Kim; Jaeho Choi; Changho Choi, "Design and analysis of output filter for 3-phase UPS inverter", Proceedings of the Power Conversion Conference - OSAKA - Volume 3, pp. 941-946, 2002.
- [6] Ronald B.Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John wiley & Sons Inc, pp. 309-344, 1989.
- [7] M.E. Baran, W. Tocharoenchai, K. Craven, A.W. Kelley, "Effects of power supply surges on personal computers", 2000 EEE on Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference, pp.141-146, 2000.
- [8] M.E. 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, pp.284-288, 2000.
- [9] C. Qingheng, H. Jinliang, Z. Wenjun, S. Qi, "Overvoltage protection for computer serial

communication", 2000 Proceedings International Conference on Power System Technology, Vol. 2, pp.959-964, 2000.

- [10] P.F. Okyere and L. Helnemann, "Computer aided analysis and reduction of conducted EMI in switched mode power converter", IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, Vol. 2, pp. 924-928, 1998.
- [11] G. Antonini; S. Cristina and A. Orlandi, "EMC Characterization of SMPS devices: circuit and radiated emissions Moel", IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, Vol.38, No.3, pp. 300-309, 1996.
- [12] Ronald B.Standler, "Protection of Electronic Circuits from Overvoltages", John wiley & Sons Inc, pp. 3-54, 1989.
- [13] IEC 61000-4-11, "Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests", 1994.