

네온용 전자식 안정기의 성능개선에 관한 연구

김승기, 김장성, 김석현, 이상운, 윤달환, 김기환, 송현선
 세명대학교 전자공학과

A study on the performance improvement of the electronic ballasts for neon

Kim Seungkee, Kim Jangsung, Kim Sukhyun, Lee Sangyun, Yun Dalhwan, Kim Kihwan
 Se Myung Univ. Dept. of Electronics Engineering

[Abstract]

네온용 전자식 안정기(EBN)의 출력선간 전자파방해(EMI)로 인한 네온관간의 신호상의 현상을 방지하는 회로를 설계하였다. 특히 네온관이 가까이 위치할 때 전자파유도로 인하여 네온발광이 상쇄되는 원인을 방지함으로써 EBN의 성능이 개선되는 결과를 얻었다. 또한 유도전압파를 방지함으로써 인체에 유해한 전자파를 차단하는 효과도 얻었다.

1. 서 론

전자식 안정기들은 전체적인 크기와 무게를 줄일 수 있는 장점이 있다. 기존의 네온용 전자식 안정기(Electronic Ballasts for Neon : EBN)는 네온관의 종류에 따라 콘덴서의 용량을 조절함으로써 관의 전류를 조절하였다. 따라서 네온관이 없는 경우나 합선이 발생하였을 때 고압은 계속 발생되어 감전사고는 물론, 소비전력이 높고 안정기 효율이 떨어져 네온관의 손상 및 위험이 따랐다.

반브리지(Half Bridge) 방식의 스위칭 회로를 이용한 EBN의 제작은 무부하시 과전압을 검출하여 스위칭 동작을 중지시키고, 고압출력을 방지하는 회로가 제안되었으나 용담속도가 지연되고 네온관 종류에 따라 출력전압 및 전류를 제어할 수 없게 됨으로써 불안정하고 정밀성이 결여되었다[7].

안정한 회로동작을 갖도록 시도한 설계가 스위칭 회로를 발진부로 구동시키고, 과부하나 무부하시 과전압을 감지하여 다이리스터로 발진신호를 정지시켜 고장이 생기지 않도록 하고, 감전요인을 사전에 방지하고 정밀성을 갖도록 하는 방법도 연구되었다[3,4].

최근에 사용되고 있는 EBN은 20 kHz 주파수를 출력선에 사용하고 있어 유도되는 EMI(Electromagnetic Interference) 문제가 심각하고, 네온관간의 6~10cm 정도로 가까이 할 경우 신호가 상쇄되는 현상이 발생한다[3-6].

본 논문의 MEBN(Modified EBN)은 최근 사용하는 EBN이 갖는 단점을 보완하기 위해 출력측에 유도 인덕터를 설치하고, 차폐선 선을 사용한다. 이때 출력측에서 발생하는 전자파 방해를 최소화하고, 네온관간의 신호소멸현상을 방지함으로써 EBN의 성능을 개선한다.

2. MEBN 의 설계

그림 1은 MEBN의 개략도를 나타내며, 동작개요는 다음과 같다. AC입력전원부의 보조전원(sub-source)회로는 입력펄스를 달아 잡음의 발생을 없애고, 멀티바이브레이터(multivibrator)에 구동전원을 공급한다. 이로 인해 발진기가 동작되어 스위칭회로(switching circuit)를 구동시킴에 따라 고압변압기에서 15kV의 고전압을 발생하게 된다.

이러한 고전압은 고전압 정류회로에서 안정된 후 출력되거나 부하인 네온관이 있을 경우, 과전압보호 회로는 동작하지 않고, 무부하나 과부하인 경우 동작하여 발진부의 출력회로를 정지(holding)함으로써 고전압 발생을 중단시킨다.

만일 발진기의 저항을 조절하여 펄스 폭을 조절하면, 스위칭

회로의 구동속도가 조절되고 고전압 변압기의 출력전압 및 전류를 제어할 수 있다. 일반적으로 사용하는 펄스주기값은 0.5μs를 사용하고, 약 20mA의 전류를 내도록 설계된다.

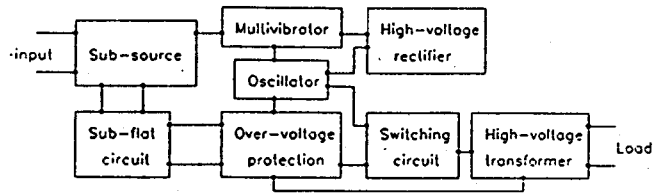


그림 1. MEBN의 개략도

20kHz의 주파수와 15kV 2차 유도전압은 출력선에서 전계측정기의 측정선 거리에 따라 다르지만, 대략 80 ~ 130V 크기의 전압을 유도한다.

기존의 네온관은 전자파방해로 인하여 신호상쇄를 유발하였고, 특히 영세한 생산업체들의 불규칙한 관압력 선택과 가스 주입은 관의 수명을 단축시키는 중요한 요인이 되었다. 따라서 최소한 신호상쇄를 방지하고 불규칙한 관의 압력에 적용하여 안정기의 성능을 개선하고자하는 방법으로 출력측 차폐선과 유도요일을 제안하게 되었다. 그림 2는 차폐선과 유도요일을 연결한 출력선측 회로를 나타낸다.

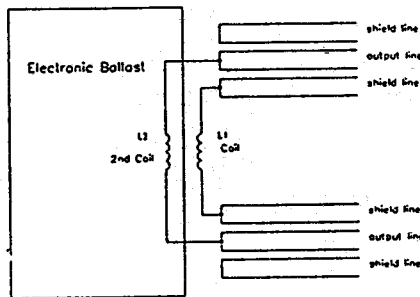


그림 2. 출력측 MEBN 회로

그림 2에서 차폐선간에는 단위길이당 인덕턴스와 커패시턴스에 대한 값을 고려한다[10].

출력선측에 차폐선과 유도요일을 연결은 상대적으로 부하의 증가를 가져와서 성능저하의 요인이 되기도 한다. 이러한 성능 저하를 보완하기 위해 부분평활회로를 제안하여 EBN을 재 설계한다.

출력선의 전기장은 분산커패시턴스로 표현되고 자기장은 분산인덕턴스로 표현된다. 이때 유도전압과 커패시턴스를 계산하면 다음과 같다[9].

$$V = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0 Z} \ln(a/b), \quad C = \frac{2\pi \epsilon_0 Z}{\ln(a/b)}$$

케이블 변수들은 선저항 $R(\Omega/m)$, 자기인덕턴스 $L(H/m)$, 누설컨덕턴스 $G(S/m)$ 및 커패시턴스 $C(F/m)$ 이고, 각 주파수의 정현파 신호에 따라 임피던스를 계산한다. 정현파 신호가 케이블에 입력되고, 전류와 전압파가 내은관에 도달된다. 내은관에서 신호전력을 흡수하지 못하면, 케이블을 따라 역으로 전압파가 반사되어 EBN을 손상시킬 수 있다[10]. 그림 3은 그림 1의 MEBN 회로중 제안된 부분평활회로를 상세히 나타낸 것이다.

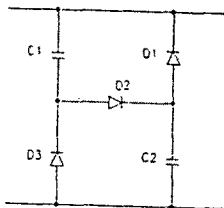


그림 3. 부분평활회로

그림 3에서 다이오드와 커패시터는 출력 측에서 EMI를 발생시키는 스파이크(spike) 전압을 유연하게 만들어 주며, 동시에 직류성분을 증가시켜 출력측 고전압유도를 지원한다.

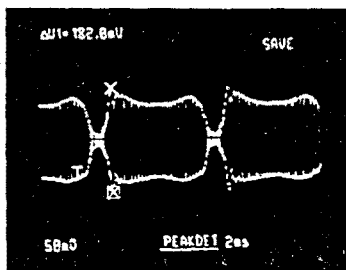
3. MBEN의 실험결과

MEBN의 성능실험은 기존의 내은용 전자식 안정기 정격을 그대로 이용한다. 이 때 실험방법은 먼저 관길이를 변화시켜 가며, 입력전압 220V, 입력전류 0.65A, 입력전력 135W, 2차 유도전압 15kV를 유지하도록 조정하며 실험한다.

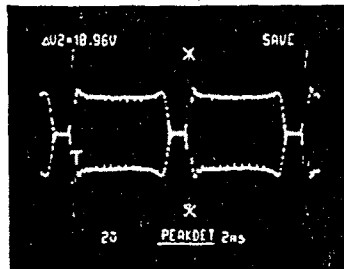
첫째, 성능실험은 출력선의 차폐선은 단위길이당 선택하여 두 종류로 실험하였다. 하나는 내선이 단선이고 $L=0.026$ [mH], $R=0.043$ [Ω], $G=0.046$ [$1/\Omega$], $C=3.6$ [μF]이다. 또 하나는 내선이 연선으로 $L=0.028$ [mH], $R=0.05$ [Ω], $G=0.046$ [$1/\Omega$], $C=3.5$ [μF]이다. 이때 연선은 신호의 유기면에서 단선보다는 크지만, 상대적으로 안정하고 임피던스가 적었다. 따라서 두 번째 선을 출력선으로 선정하여 실험하였다.

둘째, 관의 길이, 부분평활회로, 차폐선과 유도코일 등을 설치하면서 결과를 비교한다. 이때 관전류를 20 mA를 유지하고, 관길이를 4.6 m로 실험한 결과 소비전력은 83.7 W, P.F는 91.4, C.F(crest factor = 최대관전류/실효치전류)는 1.93, 조도는 33.6을 얻었다. 여기서 파고율은 크기가 작을수록 관의 수명을 길게 한다. 따라서 기존의 안정기 조건과 비교할 때 소비전력은 75.5 W에 비해 약간 증가하고, P.F는 92.1이 비해 고효율을 유지하며, 파고율과 조도는 각각 1.97과 34.4에 비해 다소 개선 되었다.

MEBN의 경우, 출력측에 차폐선과 유도코일, 부분평활을 사용함으로써 관이 걸질 때까지도 신호상위가 거의 발생하지 않았다. 이때 유도주파수는 거의 20.9 kHz를 유지하였고, 기존의 주파수 20 kHz에 거의 가깝게 유도된 것을 알 수 있다. 그림 4는 기존안정기를 대상으로 관길이가 9 m를 선택하여 측정 한 경우의 (a) 전류 파형과 (b) 전압 파형을 나타낸다.



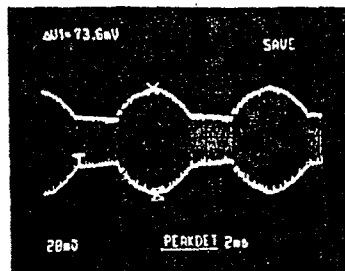
(a) 전류 파형



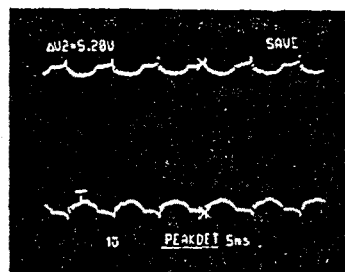
(b) 전압 파형

그림 4. 전류와 전압 파형

그림 5는 관길이 9 m, 부분평활회로, 차폐선 및 유도코일을 사용한 MEBN의 (a) 전류 파형과 (b) 전압 파형을 나타낸다.



(a) 전류 파형



(b) 전압 파형

그림 5. 전류와 전압 파형

내은관의 신호상위를 유기하는 원인은 그림 4에서 (X)표시된 스파이크(spike) 때문이다. 따라서 스파이크 현상을 제거하기 위해 부분평활회로와 출력 측에 필터를 사용하면 그림 5처럼 정현파에 가까운 전류 파형과 직류에 가까운 전압 파형을 얻음으로써 기존전자식 안정기의 단점을 개선하였다.

4. 결 론

내은용 전자식 안정기의 출력선측에서 발생하는 EMI를 방지함으로써 관간 신호상위현상을 제거하는 개선된 전자식 안정기(MEBN)을 설계하고 성능을 실험하였다. 기존의 전자식 안정기 규격과 비교하여 본 논문이 제안한 MEBN은 관이 교차해도 신호상위현상이 거의 발생하지 않았다. 또한 인체에 유해한 전자파인 EMI를 사전에 차단함으로써 관의 수명을 연장시키기도 얻었다.

[참 고 문 헌]

[1] P.K. Sood, T.A. Lipo, "Power Consideration Distribution System using

- a Resonant High frequency AC Link", IEEE- IAS Annual Meeting Conference Records, pp.533-656, 1986
- [2] D.M Divan, "Design Considerations for Very High Frequency Resonant Mode DC/DC Converters", IEEE- IAS Annual Meeting Conference Records, pp.640-647, 1986
- [3] W.R. Alling, "Important Design Parameters for Solidstate Ballasts", IEEE Trans. on Industry Applications, vol. 25, No. 2, pp203-207, 1989
- [4] J. Spangler, B. Hussain, A.K. Berhera, "Electronic Fluorescent Ballast using a Power Factor Correction Techniques for Loads Greater Than 300 Watts", APEC-91, pp393-399, 1991
- [5] Sam Ben-Yakov & Michael Gulko, "Design and Performance of an Electronic Ballast for High pressure Sodium(HPS) Lamps", IEEE, pp665-669, 1995
- [6] E.E hammer, "High Frequency Characteristics of Fluorescent Lamp up to 500kHz", Journal of the IES, pp70-76, 1991
- [7] T.H. Yu, H.M Haung, T.F.Wu, "Self Excited Half-bridge Series Resonant Parallel Loaded Fluorescent Lamp Electron Ballasts", IEEE Trans. on Industry Applications, pp657-664, 1995
- [8] "Power Factor Corrector Application Manual", SGS-THOMPSON Microelectronics, 1995
- [9] P. Hammond, J.K. Sykulski, "Engineering Electromagnetism Physical Processes and Computation", Oxford Science Pub. 1993
- [10] 윤달환, "정보통신공학개론", 제2장, 1996