

고압 나트륨램프의 점등과 소등을 위한 제어기의 릴레이 접점의 용착 방지

論文
53P-3-8

The Prevention of Melting Contact in Accordance Relay of Controller for Turn on/off High Pressure Sodium Vapor Lamp

韓泰煥[†] · 禹天熙^{*}
(Tae-Hwan Han · Chun-Hee Woo)

Abstract - For turn on high pressure sodium vapor lamp, Starting Voltage is very important factor. This starting voltage supply to high pressure sodium vapor lamp as electric discharge lamp, Electric field is produced in electric discharge tube, So accelerative electron collide against vapor atom and second electron is generated, And rapidly the current flow to electric discharge tube. This starting voltage is high voltage and source for melting contact that relay is according as turn on/off high pressure sodium vapor lamp. Consequently, This paper propose that the prevention of melting contact in accordance relay of controller for turn on/off high pressure sodium vapor lamp.

Key Words :Starting voltage, Electric discharge lamp, High pressure sodium vapor lamp, melting contactor, controller.

1. 서론

가로등 및 보안등의 점등과 소등은 대부분 무선 원격제어 시스템을 이용하고 있는 실정이다. 그림 1과 같이 이 시스템에는 가로등과 보안등의 점등 및 소등에 릴레이가 담당하게 되는데, 이 릴레이는 원격의 무선 신호에 의해 동작하고 점등의 신호가 접점에 들어오게 되면 릴레이의 코일이 여자 되고 릴레이의 상시열린 접점이 동작하여 램프에 전원을 공급하게 된다. 이때, 안정기를 통해 램프에 시동전압을 인가하게 된다. ^{[1][4]} 이 시동전압은 고압으로 안정기 측에서 1차의 전원공급용 릴레이의 접점회로에 고전압이 유도된다. 이러한 현상은 램프가 연결되지 않은 상태에서 안정기 1, 2차측 전압 및 기동전압을 측정한 그림2와 안정기의 1차측 전압에 2차측의 기동전압이 유도된 그림 3을 통해 확인 할 수 있다.

즉, 그림 2는 시동전압이 매 주기마다 발생하는 것은 램프가 없는 조건으로 시동전압을 계속해서 발생시키는 현상이며, 정상적으로 램프가 회로에 연결된 경우라면 단 한번의 시동전압으로 급속한 전류의 증가와 함께 전압은 감소된다. 그러나, 이 경우 불량한 램프가 연결된 경우에는 계속해서 발생하는 시동전압으로 인해 안정기가 손상을 입게 되며 심한 경우에는 고압의 방전전압에 의한 절연과괴현상으로 누전 및 전기화재의 원인이 될 수 있다. 그림 3은 안정기의 1차측 전압만으로 정현파 전압 중에 에 급격히 돌출된 것은 안정기의 2차측의 시동전압이 1차측의 릴레이 접점회로에 유기된 전압으로써 릴레이 동작시점에 접점의 용착을 유발시키고 있음을

확인 할 수 있다.

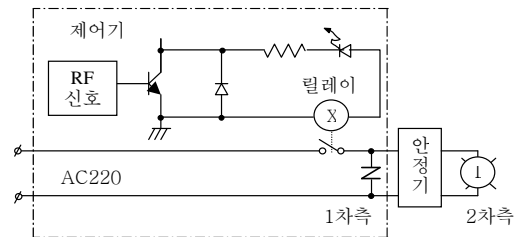


그림 1 제어기의 릴레이회로와 고압나트륨램프의 블록 다이어그램

Fig. 1 The block diagram of high pressure sodium vapor lamp and the relay circuit of controller

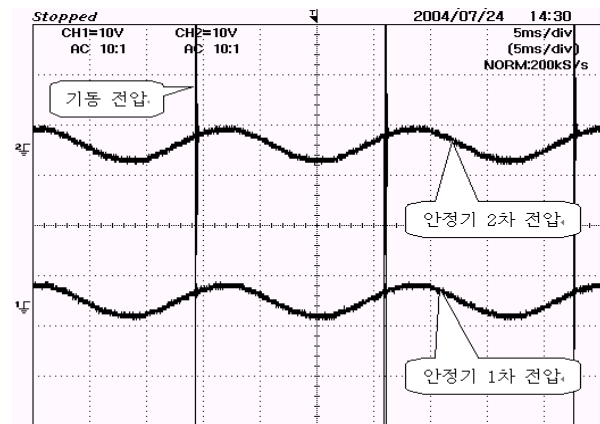


그림 2 안정기의 1차와 2차전압 및 기동 전압

Fig. 2 The starting, primary and secondary voltage of ballast

[†] 교신저자, 正會員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
E-mail : thhan@mail.mjc.ac.kr

^{*} 正會員 : 明知專門大學 電氣科 副教授 工博
接受日字 : 2004年 4月 7日
最終完了 : 2004年 8月 27日

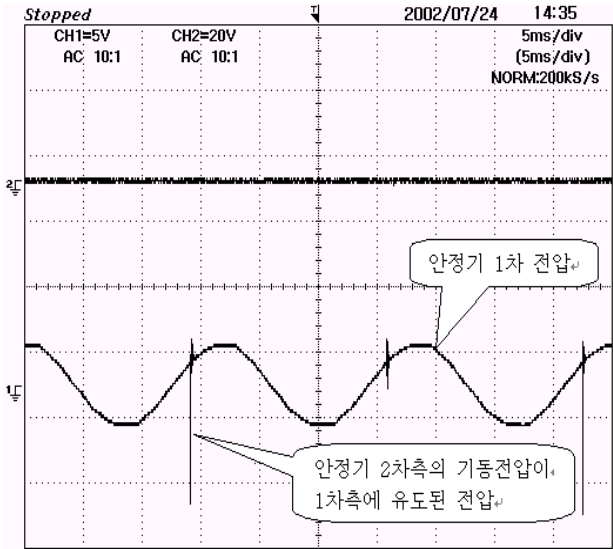


그림 3 안정기의 1차측 전압에 2차측의 기동전압이 유도된
 Fig. 3 The induced voltage at primary of ballast by starting voltage

이러한 릴레이 접점의 용착현상은 무선 원격점멸기의 제어기로서의 기능을 상실은 물론 가로등 및 보안등이 계속 점등된 상태로 낮 시간 동안 지속된다면 그로 인한 경제적 손실뿐만 아니라 사회적 불신감마저 초래시키는 결과를 가져올 수 있다고 할 수 있겠다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 찾아서 해결한 기술적인 내용을 제안하고자 한다.

2. 본 론

2.1 고압 방전등의 시동과 전기적 영향

고압 방전등은 고압가스나 증기증의 방전에 의한 발광을 이용한 것으로 수은등, 형광 수은등, 메탈 헬라이드등, 고압 나트륨등 및 크세논 등이 있으며, 방전등은 일반적으로 고휘도 광원이므로 HID(High Discharge Lamp)라 부른다. 이들 방전등은 시동용 크세논가스를 봉입 하고 있기 때문에 높은 시동용 펄스전압(0전위를 기준으로 한 펄스 첨두까지의 전위)이 필요하며, 통상 3000[V](KS C 7610 에서는 2500V±50V)정도의 펄스전압이 된다. 크세논가스 압력이 낮아지면 시동전압이 높아지게 되는 경향이 있다. 시동방법에는 안정기내에 시동장치를 내장한 'S'타입과 램프 내에 급속한 전압을 발생하는 시동장치를 설치한 'L'타입이 있다. 즉, 고압 방전등을 점등하려면 시동전압을 램프에 인가해주어야 한다.^[3] 국내에서는 안정기내에 시동장치를 내장한 'S'타입을 주로 사용하고 있으며, 이때 인가한 전압은 안정기 1차측에 220[V]를 공급한다.

본 연구에서는 점점의 용착을 방지하기위한 기법으로 그림 4와 같이 안정기 외함과 릴레이 접점사이에 시동용 펄스전압 흡수용 전자소자를 연결하였다. 안정기내에서 발생한 시동용 펄스전압이 안정기의 1차측 전원인 220[V]로 유도되는 고압 펄스전압을 흡수해서 다시 안정기 쪽으로 환원시켜주도록 구성한 것이다.^{[5][6]}

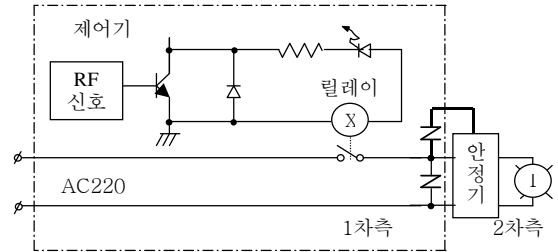


그림 4 전압 흡수용 소자를 부착한 고압 방전램프와 점멸기의 점등용 릴레이의 블록 다이어그램

Fig. 4 The block diagram of controller for turn on/off relay and high pressure discharge lamp with voltage absorber device

전기력이 미치는 영역을 전계 또는 전장이라고 하며, 대전체의 전하가 정지상태에 있을 때의 전계를 정전계라 한다. 여러 형태의 대전체에 따라 그 주위에 미치는 전기력이 다르므로, 이것을 양적으로 나타내기 위해 전계내의 한 점에 단위 전하(1 [C])을 놓았을 때, 단위전하에 작용하는 힘을 그 점의 전계의 세기라 한다. 여기서 단위전하를 갖는 전하가 전계 내에 들어오면 이 전하에 의한 전계 때문에 최초의 전계 분포가 변화하게 된다. 따라서 이러한 전계의 변화 없이 전계의 세기를 정의하려면 대단히 적은 전하량을 갖는 미소 전하에 의해 작용하는 단위 전하량으로 환산해야한다.^[7]

$\Delta Q[C]$ 를 전계내에 가져온 전하 변화량 및 $\Delta F[N]$ 를 ΔQ 에 작용하는 전기력의 변화량이라 하면

$$E = \lim_{\Delta Q \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta Q} [N/C] \quad (1)$$

전계의 세기는 E는 식(1)과 같다. 또한, 힘은 벡터량이므로 전계의 세기인 E 도 크기와 방향을 가지는 벡터량이 된다. 식 (1)을 시동 펄스전압으로 하면 그 전계의 세기 E는 다음의 식 (2)로 표현 할 수 있다.

$$E = \frac{F}{Q} [N/C] \quad (2)$$

식 (2)에서 전하량 Q가 증가 되면 전계의 세기를 줄일 수 있으므로 Q의 량을 증가시키는 전자소자를 사용해서 전계의 세기를 감소 시켜서 시동 펄스전압의 발생원인 안정기 외함으로 환원 시켜서 전원으로 유도되는 시동 유도전압을 줄일 수 있다. 그리고 전계의 세기와 전위의 관계는 식 (3)과 같다.

$$V = - \int_{\infty}^P E \cdot dl [V] \quad (3)$$

식 (3)은 전계내의 한 점을 P라 하면 P의 전위를 V [V]를 표시한 것이다. 그림 5와 7은 그림 1과 같이 전자소자가 없는 고압 나트륨 제어회로에서 안정기와 5Cm, 10Cm이 내의 거리에서 발생하는 유도기전력이고, 그림 6, 8은 그림 4와 같이 안정기 외함과 릴레이 접점 사이에 시동용 펄스전압 흡수용 소자를 부착한 회로에서 안정기와 5, 10Cm 거리에서의 유기전압이다. 그림 9는 안정기의 2차측 전선을 차폐선으

로 사용한 결과이며 안정기 1차측으로 유도되는 전압을 확실히 막을 수가 있었다.

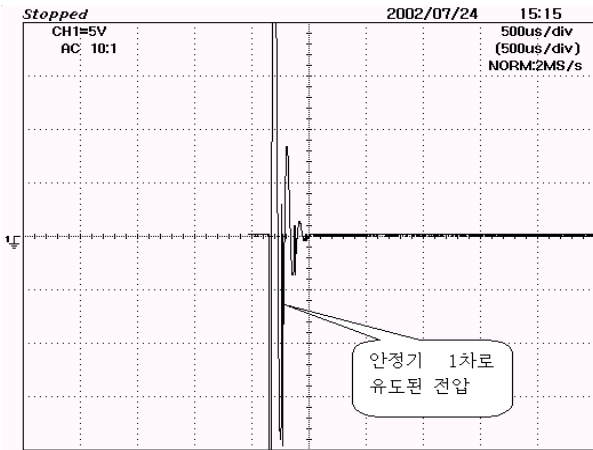


그림 5 전자소자 없는 경우 안정기와 5Cm이내 유도전압
Fig. 5 The induced voltage of distance 5Cm at ballast without electric device

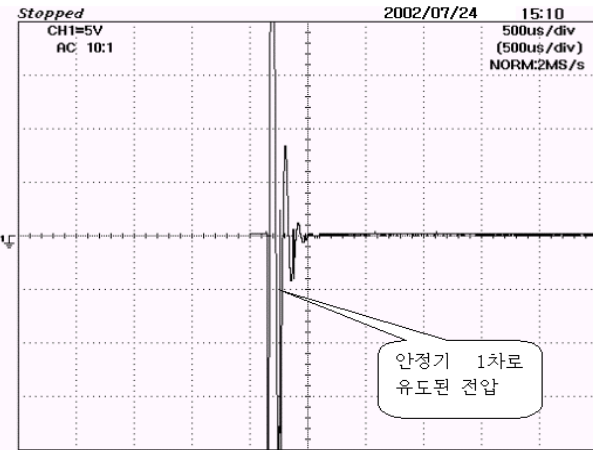


그림 6 전자소자 부착 경우 안정기와 5Cm이내의 유도전압
Fig. 6 The induced voltage of distance 5Cm at ballast with electric device

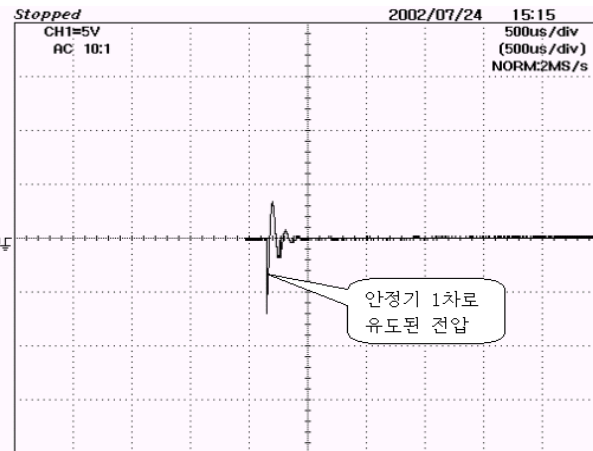


그림 7 전자소자 없는 경우 안정기와 10Cm이내 유도전압
Fig. 7 The induced voltage of distance 10Cm at ballast without electric device

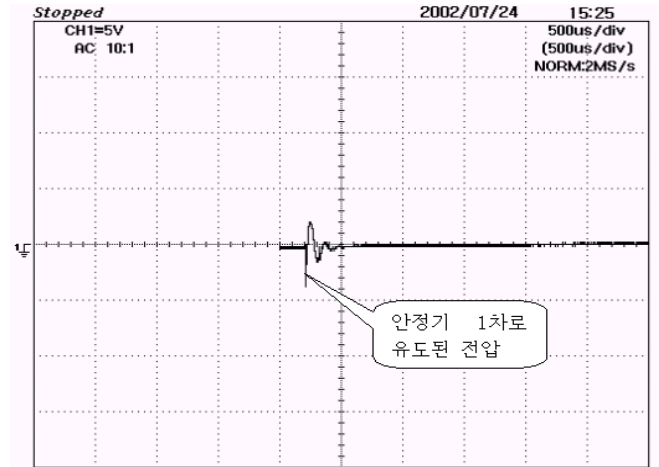


그림 8 전자소자 부착 경우 안정기와 10Cm이내 유도전압
Fig. 8 The induced voltage of distance 5Cm at ballast with electric device

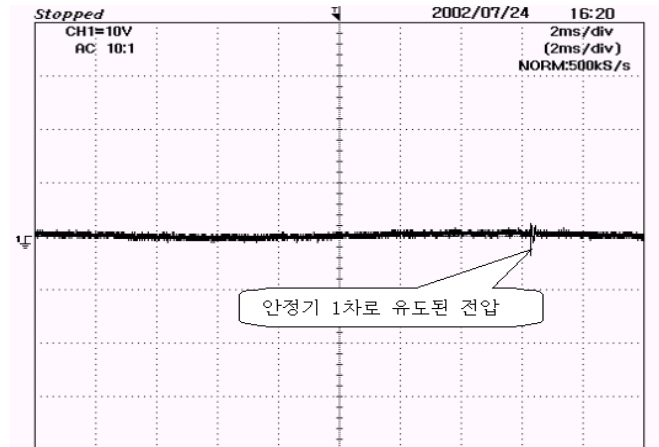


그림 9 안정기 2차측만 차폐선 이용한 경우의 안정기 1차측의 유도전압
Fig. 9 The induced voltage at primary of ballast using shield cable at secondary of ballast

2.2. 고압 방전등의 시동과 릴레이 접점 용착 실험

그림 1과 그림 4의 블록 다이어그램에서 릴레이의 ON/OFF신호를 5초 간격으로 실시하여 릴레이 접점에 용착 현상이 발생하는지의 여부를 실험 하였다. 실험 방법은 9시간씩 2일 동안 실시하였으며, 이러한 실험은 5초에 1회 ON/OFF를 실시했기 때문에 실제적으로는 12,960회 ON/OFF한 것이고 1일 1회 ON/OFF하는 가로등이나 보안등의 경우를 적용한다면, 12,960일 즉 약 35년 동안 점멸기를 사용한 결과로 볼 수 있다.

그림 1의 시동 펄스전압의 환원용 전자소자가 없는 회로에서는 릴레이 접점의 용착 현상이 전원 투입 20분 만에 1회 발생하였으며, 5분 후 자체 복귀된 뒤인 40분에 또 한번 발생하였다. 또 하나의 실험 회로에서는 전원 투입 1시간 50분 만에 릴레이 접점의 용착 현상이 발생하였으며, 2분 후 자체 복귀된 뒤인 1시간 40분 만에 또 한번 발생한 반면에 본 연

구에서 제안한 그림 4의 시동 펄스전압의 환원용 전자소자를 부착한 회로는 릴레이 접점의 용착 현상이 없었다.

3. 결 론

고압 방전등의 점멸시 동작하는 릴레이의 접점이 고압의 시동전압으로 용착현상이 발생하는 문제점을 고찰하였으며, 본 연구에서 제안한 방식은 안정기 외함과 릴레이 접점사이에 시동용 펄스전압 흡수용 전자소자를 연결하여 안정기내에서 발생한 고압 시동전압이 안정기의 1차측으로 유도된 전압을 흡수해서 다시 안정기 쪽으로 환원시켜주도록 하는 회로를 보완함으로써 릴레이 접점이 용착되는 현상을 해결하였고 이러한 방법은 고압 시동전압이 유도되는 회로에 적용함으로써 유도전압에 의해 파생되는 이상현상들을 해결할 수 있었다. 또한, 그림 9와 같이 차폐선을 사용한 결과 더욱더 좋은 효과를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 중소기업청의 산·학·연 컨소시엄 사업에 의하여 이루어진 연구이며, 연구결과는 2002년도 특허 제 0332339호로 등록되었고 공동으로 연구에 참여해주신 국제전자제어 임직원 여러분께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] KSC 8108 “나트륨 램프용 안정기”
- [2] KSC 7610 “나트륨 램프”
- [3] 지철근외 2명 “조명설비 설계와 시공 가이드 북”도서출판 의제, pp.34~46, 2000년 8월
- [4] 지철근 “최신 전기응용” 문운당, pp.53~67, 2004년 1월
- [5] 木島 均 “通信器機における接地” 電気設備學會誌 平成 11年 10月
- [6] 岩本 昭夫 “電算機における接地” 電気設備學會誌 平成 11年 10月
- [7] William H. hayt, John A. Back “Engineering Electromagnetic” McGraw-Hill, PP.53~74, 2000.

저 자 소 개



한 태 환 (韓 泰 煥)

1956년 3월 18일생. 1980년 한양대 전기과 졸업. 1986년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1998년 충북대 전기공학과 졸업(박사). 1982~1999년 2월 LG산전 자동화사업부. 1999년 3월~2000년 2월 서울대 자동화연구소. 2000년 3월 ~ 현재 명지전문대학

전기과 부교수. 1999년 공업계측제어기술사

Tel : 02-300-1286

Fax : 02-300-1093

E-mail : thhan@mail.mjc.ac.kr



우 천 희 (禹 天 熙)

1961년 6월 5일생. 1985년 연세대 전기과 졸업. 동대학원 석사(1993). 동대학원 전기 컴퓨터 공학박사(2000). 1985-1995 현대중공업 중앙연구소 선임연구원. 1995-현재 명지전문대학 전기과 부교수. 관심분야: 디지털형 제어시스템, 실시간 제어

Tel : 02-300-1266

Fax : 02-300-1093

E-mail : chwoo@mail.mjc.ac.kr