

전자식 안정기와 조명제어 신기술 동향

이진우 (호서대학교 전기공학과 교수)

1 전자식 안정기

조명시스템에서 램프수명에 영향을 주는 주요 요소는 램프의 시동과 점등시의 안정기와 램프 사이의 상호관계이다. 현재 안정기에서 사용하고 있는 시동과 점등 방법은 램프수명, 에너지 소비와 전체 시스템 비용 사이에서 균형을 이루고 있다. 사용자는 앞의 세 가지 요소를 평가한 후 사용 목적에 가장 적합한 시스템을 선택하는 것이 바람직하다. 초기 투자비용, 유지보수에 대한 고려와 재실검지센서 등의 제어장치의 사용이 디자인과 현대 조명의 프로세스를 결정하는 요소가 된다.

시스템 해결책-최적의 안정기와 램프 조합을 제공하기 위한 최근 산업의 접근 방법은 안정기와 램프 기술자가 시스템 설계에 함께 참여하여 몇 가지 새로운 기술을 만들어냈다. 마이크로 컨트롤러에 기초한 새로운 전자식 안정기는 재실검지센서를 사용하는 시스템에서 램프 수명에 지장을 주지 않는 한도 내에서 on/off 스위칭 횟수를 증가시키며, 램프수명을 개선하는 방법을 제안하였다. 또한 표준 전자식 안정기는 예전의 자기식 안정기에서 일반적으로 통용되던 고정 관념의 벽을 허물고 기동 성능을 개선할 수 있게 되었다. 현재의 개선방법은 과거에 하던 램프수명의 단축과 유지보수에 관련된 걱정을 피할 수 있는 조합들을 사용할 수 있도록 하였다. 다음은 각각의 사용처에 적합한 안정기를 선택하는데 필요한 사항이다.

1.1 램프 기동과 동작

형광램프는 아크가 형성되고 전류가 전극 사이에 흐르기 시작할 때까지 전압(무부하 전압)을 램프에 인가하기 위하여 안정기가 필요하다. 안정기는 아크가 형성될 때까지 무부하 전압(대개 매우 높은 전압이 필요)을 증가시키거나, 아크를 형성하는데 필요한 무부하 전압을 낮추기 위하여 전극 코일을 가열하여 전자 흐름을 만들기 위하여 사용된다. 한 번 동작한 안정기는 계속 전극 코일의 가열을 제어하며, 램프전류와 전력을 일정하게 한다. 짧은 스위칭 주기로 동작(15분/기동)하는 경우, 기동횟수가 램프 수명을 결정하는 주요한 인자이며, 긴 주기로 동작하는 경우, 전극 코일 가열이 중요한 역할을 한다. 전극 코일의 온도를 유지하는 것은 램프가 동작하는 동안 전극 코일 전자방출물질의 증발 비율을 감소시켜 램프의 수명을 연장시킬 수 있다.

인스턴트 스타트 안정기는 램프를 기동시키기 위하여 전극 코일을 가열하지 않고 램프에 고전압을 인가한다. 이러한 안정기는 높은 무부하 전압이 필요하며, 전극 코일이 별도로 가열되지 않는한 램프 수명 동안 커다란 부담을 준다. 예전 자기식 안정기의 경우, 이러한 방식은 자기식 안정기 설계의 한계에 때문에 램프 수명을 크게 감소시켰다. 그러나 램프를 짧은 시간(약 30~40(ms))에 기동시킬 수 있는 고주파 전자

식 안정기는 인스턴트 스타트방식이라도 대부분의 사용처에서 만족스러운 램프 수명을 제공한다. 전극 코일을 가열하지 않는 방식이 효율이 높아지며(전극 코일의 가열에 전력을 사용하지 않음), 안정기와 램프의 배선이 간단하여 지고, 램프가 병렬로 동작하는 경우 하나가 점등이 되지 않더라도 나머지는 계속 동작할 수 있다.

래피드 스타트 안정기는 전극 코일을 가열하는 동시에 램프에 무부하 전압을 인가한다. 전극 코일 가열은 램프를 기동시키는데 필요한 무부하 전압을 감소시키나, 전극 코일은 기동 후에도 계속 가열되어 부가적인 전력을 소모한다. 이러한 사실이 래피드 스타트 안정기가 동일한 광출력에 대하여 인스턴트 스타트 시스템과 비교하여 더 많은 에너지를 소비하게 한다. 그러나 아주 긴 램프 수명이 필요한 사용처에서는 전극 코일 가열이 필요한 래피드 스타트 안정기가 하루 12시간의 전형적인 동작 주기의 경우 최장 램프 수명을 얻을 수 있다. 또한 부가적인 전극 코일 회로를 사용하는 래피드 스타트 방식은 추가적 비용의 증가를 초래한다.

전자식 안정기에 의하여 실용적으로 만들어진 새로운 기동 방법이 프로그램 스타트(혹은 프로그램 래피드 스타트)이다. 이러한 안정기는 전극 코일이 최적의 동작 온도에 도달할 때까지 필요한 시간 동안 램프에 인가되는 전압을 제어하며, 전극 코일이 최적 동작 온도에 도달하면 무부하 전압을 인가하여 최소의 부담으로 램프를 기동시켜 램프 수명을 단축시키지 않으면서 가능한 스위칭 주기의 횟수를 크게 증가시킨다. 유지되는 전극 코일의 온도가 램프 수명과 에너지 효율 사이의 균형을 검토하여 최적화 되어야 한다.

1.2 성능 고찰

램프 수명 대 에너지와 시스템 설치 비용에 대하여 고찰하여 보겠다.

재실검지센서를 사용하는 경우, 예전의 상식은 스위칭 주기를 증가시키기 위하여 전극 코일의 상태를 제어할 수 있는 래피드 스타트 안정기를 사용하여야 한다는 것이었다. 그러나 현재에는 인스턴트 스타트 전자식 안정기를 사용하는 것도 가능하게 되었다. 재실검지센서를 적용하는 경우(15분 on / 5분 off), 여러 독립적인 연구기관의 조사는 인스턴트 스타트와 래피드 스타트 안정기 모두에서 15,000~17,000회의 스위칭 주기를 제공하는 것으로 나타났다. 이들 두 가지 시스템에서 램프 수명은 시동 횟수에 의하여 제한되는데, 이러한 경우 15분 주기에서 16,000회 시동횟수는 4,000시간의 램프 수명으로 변환되는데, 이러한 사실로부터 재실검지센서를 사용하는 경우에는, 인스턴트 스타트와 래피드 스타트 방식 중 어느 것을 선택하여도 결과는 비슷하게 된다는 것이다.

그러나 주기 시간이 증가하여 전형적인 하루 12시간 사용하는 경우에는, 전극 코일 가열이 중요한 역할을 하게 된다. 래피드 스타트 혹은 프로그램 스타트 안정기는 증가하는 전력소비를 상쇄할 정도로 램프 수명을 증가시킨다. 여기에는 운전비용의 균형이 램프 유지관리 비용과 함께 비교 검토되어야 한다.

표 1. 사용주기에 따른 T8 형광램프의 수명

(단위 : 시간)

사용주기	15분	30분	3시간	12시간
T8 인스턴트 스타트	4,000	7,000	15,000	24,000
T8 래피드 스타트	4,000	7,000	20,000	28,000
입력 전력 : 3-램프 인스턴트 기동		87[W]		
3-램프 래피드 기동		92[W]		

표준인 하루 12시간, 연간 4,000시간 사용하는 경우, 래피드 스타트 안정기는 램프 수명이 7년인 반면, 인스턴트 스타트 안정기는 램프 수명이 6년이다. 전극 코일 가열전력 5W의 비용은 3등용 안정기의 경우 연간 2,000원(전력요금 100원/[kWh])로 계산) 혹

은 연간 램프당 670원이 된다. 7년 동안 램프당 4,690원이 램프 수명 동안 부가적으로 사용하는 전력비가 된다.

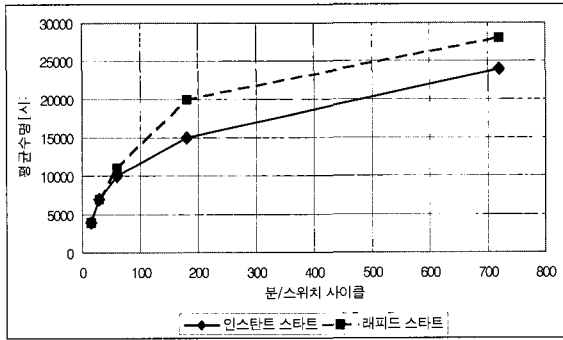


그림 1. 사용주기에 따른 형광램프의 평균수명 변화

유지보수 비용이 많이 드는 장소에서는 인건비와 재료비가 최선의 선택을 하기 위하여 부가 전력과 안정기 가격을 대한 부분을 신중히 고려할 필요가 있다. 실제 생활 주기에 필요한 원가분석이 적절한 시스템 선택하는데 필요하다.

또한 에너지, 설치 가격과 시스템 유지보수 비용 사이의 균형이 맞아야 하며, 이들은 사용자가 적합한 시스템을 선택하는데 고려하여야 하는 문제들이다.

또한 재실감지센서를 사용하는 경우, 프로그램 스타트 안정기는 새로운 대안이 될 것이다. 이 새로운 안정기는 현재 50,000회 스위칭 주기(15분 on / 5분 off)까지 허용되며, 이러한 상태에서 램프 수명을 10,000시간까지 개선하였다. 또한 전극 코일 가열은 에너지를 절약하기 위하여 기동 후에는 감소시켜 부가적인 전력 비용을 상쇄시키도록 하고 있다. 이 새로운 안정기는 현재 시장에 소개가 되고 있으며, 앞으로 새로운 시스템에 대한 갱신이 이루어질 것이다.

1.3 제품동향

선진국의 안정기는 스마트 파워 방식을 사용하여

전원전압 변동에 무관하게 출력 변동률이 3[%]정도 인 것과, 줄무늬가 생기지 않고 동작하는 점을 강조한 제품이 시판되고 있으며, 고주파 스위칭 영역에서 이상적인 프리커가 발생하지 않는 워 스타트 방식을 사용하고 있다.

상품 중에는 특별한 제어시스템을 사용하여 에너지 소비를 60[%]까지 감소시킨 것도 선전되고 있다.

IC를 사용하여 전극을 개별 독립적으로 제어하는 α -콘트롤 방식을 사용하여 램프 수명이 조광에 무관하도록 하며, 모든 조광 동작시에 안정적 램프 점등을 보장하고, 조광시 에너지 절약을 최대화한다.

세이프티 스탑 방식을 사용하여 램프 이상시 5초 내에 자동으로 회로를 정지시키고, 이상램프를 교환 하면 자동으로 리셋되도록 한다.

보호회로로는 입력전압초과와 오결선을 방지하기 위한 유니트를 사용하고 있다.

주광과 연결된 설비와 원격제어 시스템을 사용하는 설비들이 소개되고 있으며, 비상시 백업을 위해 직류 전원으로 구동이 가능한 제품들도 나와 있다.

제품의 추세는 지속적인 소형 경량화와 고효율화를 추구하며, 가격의 계속적 하락을 도모하고 있다.

제품 성능 중에는 돌입전류를 제한하고 있으며, 제한하는 값은 최대전류값과 기준 임피던스에서 최대전류값의 반이 되는 시간이다(예 : 18[A]/250[μ s]로 표시).

T2 형광램프를 사용한 액센트조명, 그래픽 패널과 캐비닛 내부 조명등이 램프 수명말기 검출회로를 채택하여 개발되고 있다.

오스람에서는 HVIC칩을 사용하여 안정기를 소형 경량화하고 있다. 이러한 경향은 램프가 슬림화됨에 따라 안정기 소형화가 필요하기 때문이다.

프로그램 스타트 기술을 사용하여 T8 형광램프는 50,000회, T5 형광램프는 100,000회까지 on/off 하는 것이 가능한 제품도 시판되고 있다.

필요한 조도를 맞추어 에너지를 절약하는 조광용

전자식 안정기의 조광범위가 1~100[%]인 제품도 소개되고 있다.

조광용 HID 램프용 전자식 안정기는 프리커를 제거하기 위하여 130[Hz]의 주파수를 사용하며, 조광은 20~100[%] 범위가 일반적이다. 전원전압 변동의 영향을 배제하고 램프기동을 빠르고 적절하게 제어하여 기존 제품에 비하여 램프 수명을 20~30[%] 연장시킨 제품도 시판되고 있다.

HID 램프의 보호회로로는 수명말기 램프의 사이클링 현상을 방지하기 위한 셀프스탑핑 회로, 최적의 수명말기 보호회로 등이 사용되고 있다. 크기는 계속 소형화를 추구하고 있으며, 케이스는 알루미늄, PCB와 ABS 등이 사용되고 있다.

판매되는 HID 램프용 전자식 안정기의 전력은 아직까지 150[W] 이하가 일반적이다.

2. 조명제어

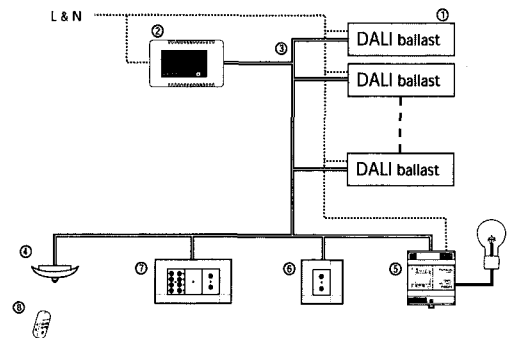
DALI(Digital Addressable Lighting Interface)가 조명제어 시스템에 대한 새로운 국제표준(IEC 929)로 채택되었다. 다음에서 DALI 스탠다드의 중요한 특징에 대하여 살펴보도록 하겠다.

DALI의 개별 유닛은 고유의 개별 어드레스를 갖고, 램프를 개별적으로 제어한다. 하나의 제어케이블이 몇 개의 다른 램프그룹을 제어하는 멀티 채널링이 사용된다. 제어 시스템 명령을 사용하여 램프를 조광하거나, 스위치를 켜거나 끌 때, 메인스위치를 사용하지 않는다. 연결케이블에서 정보의 흐름은 양방향성이며, 케이블은 제어기의 명령을 수송할 뿐 아니라 램프 동작상태의 정보도 운반하는 백 채널링을 사용한다. 시스템의 모든 유닛은 토폴로지에 제한을 거의 받지 않는 하나의 단순한 2심 케이블을 사용하여 간단하게 연결되며, 최대 케이블 길이인 300[m]에는 64개의 장치가 연결될 수 있다. 시스템의 조작은 하드웨어의 변경없이 신속하게 바꿀 수 있는 쉬운 재

구성법을 사용한다. 조명시스템이 확장될 필요가 있는 경우, 새로운 컴포넌트를 DALI 케이블의 어느 곳에라도 더하여 연결할 수 있으며, 기존 유닛도 적합한 사용 패턴에 따라 쉽게 재구성할 수 있도록 쉬운 변경법을 사용한다.

장차 DALI를 사용한 지능형 조명제어시스템이 조명제어 시장을 지배할 것으로 예상되어 이에대한 많은 연구가 필요할 것이다.

DALI Command MultiDim intelligent lighting control system MultiDim Systems



- ① 형광램프용 전자식 안정기, ② 파워 서플라이, ③ 저가격 케이블, ④ 멀티센서 연결장치, ⑤ 백열전구용 조광기, ⑥ 단 일그룹 패널, ⑦ 복수 패널, ⑧ 적외선 원격제어기

그림 2. DALI 시스템의 일례

◇ 저 자 소 개 ◇



이진우(李鎭雨)

1961년 2월 4일생. 1984년 서울공대 전기공학과 졸업. 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1990~1994년 세명백트론(주) 연구실장. 1994년~현재 호서대학교 전기공학과 교수. 본 학회 조사이사.