

소방용 전원장치의 전력변환에 관한 연구

권성필 · 이장원 · 육길수*

한국소방산업기술원, (주)리더스테크*

A Study on Power Conversions of the Power Supply for Fire Safety Use

Kwon, Seong-Pil · Lee, Jang-Won · Yook, Gil-Soo*

KFI, Leaders-Tech Co., Ltd.*

요 약

최근 우리나라에서는 대형 화재사고가 빈번히 발생함에 따라 그로 인한 재산 및 인명 피해가 날로 증가하고 있는 실정이다. 따라서 건축물 내에서 화재가 발생할 경우 인명피해를 최소화하기 위하여 피난유도설비의 설치를 의무화하고 있다. 지금까지 일반적으로 가장 널리 사용되고 있는 피난유도설비로는 유도등이 있으며, 최근 들어 피난유도선의 설치도 다중이용업소를 중심으로 점차 확대되어가고 있는 추세이다. 피난유도설비는 평상시 이용되는 교류 상용전원에 의해서뿐만 아니라 비상시 이용되는 직류 비상전원에 의해서도 정상적으로 작동되어야 하기 때문에, 피난유도설비의 전원장치는 주어진 전원으로부터 주어지는 교류 또는 직류를 발광부에 맞게 일정한 전압과 주파수로 변환시켜주어야 한다. 실제로 LED(발광다이오드) 유도등은 상용전원으로부터 220V의 교류를 받아서 전원장치에서 정류변환을 통해 얻어지는 낮은 전압 24V의 직류를 이용하며, 대부분의 유도등 백라이트로 사용되고 있는 CCFL(냉음극형광램프)에는 상용전원으로부터 220V, 60Hz 교류를 인가받아 전원장치에서 정류·역변환을 통해 만들어진 100kHz의 고주파 교류가 공급된다. 더욱이 유도선의 전원장치에서는 상용전원 220V, 60Hz의 교류를 인가받아 정류·역변환 및 교류변환 과정을 차례로 거쳐 최종적으로 100V, 400Hz의 교류로 전환하여 TFEL(박막 전계발광) 소자로 전송하게 된다. 한편, 상용전원이 차단된 상태에서도 전원장치는 마찬가지로 비상전원으로부터 24V의 직류를 공급받아 인버터를 통해 역변환 하여 100kHz의 고주파 교류를 만들어 주거나 추가적인 교류변환을 거쳐 100V, 400Hz의 교류로 변환시켜 내보낸다. 본 연구에서는 상대적으로 복잡한 전력변환 회로들을 포함하고 있는 유도선의 전원장치를 개선하여, 전원장치의 연결가능길이를 기존의 60m에서 최대 100m까지 연장시킴으로써, 터널이나 지하도와 같은 곳에서 특히 경쟁력을 갖게 될 것으로 기대된다.

Key word : 전력변환(Power conversion); 전원장치(Power supply); 역변환(Inversion); 피난유도등(Evacuation guiding light); 피난유도선(Evacuation guiding line)

1. 서 론

최근 우리나라에서는 대형 화재사고가 빈번히 발생함에 따라 그로 인한 재산 및 인명 피해가 날로 증가하고 있다. 특히, 건축물 내에서 화재가 발생할 경우 인명피해를 최소화하기 위하여 재실자의 효과적인 피난을 유도해야 하며, 이를 위해 피난유도설비가 의무적으로 설치되고 있다. 대표적인 피난유도설비로는 피난유도등이 있으며, 피난유도등으로는 충분하지 않는 지역, 즉 사람들이 많이 모이는 지역에는 피난을 유도하는 유도설비의 추가적인 설치가 필요하다. 이를 위한 유도설비로는 유도선이 있으며, 그 것은 안전관리시스템, 자동 화재탐지설비, 무인감지 각종센서 등으로부터 수집되는 화재신호에 의해 작동된다. 피난유도설비가 충분히 설치되어 있지 않을 경우, 대구 지하철 참사에서와 같이 대형 화재는 엄청난 인명피해로 이어질 수 있다는 사실을 경험했으며, 결국 2009년 5월 15일 행안부령 제 83호에 의거 “다중이용업소 중 고시원업 또는 산후조리업의 영업장에 있는 통로 또는 복도에 설치해야 한다.”라고 하는 피난유도선의 설치에 관한 규정이 마련되었다. 이에 따라 유도선은 주로 고시원이나 산후조리원의 통로 또는 복도, 노래방이나 PC방 등과 같은 다중이용업소, 지하상가나 극장 등과 같은 장소에 설치되고 있다.

유도선은 화재 시 사람들이 원활히 대피할 수 있도록 피난방향을 제시하는 피난유도설비로서, 피난을 유도하는 표시부와 그 것을 구동시키는 제어부로 구성되어 있으며, 제어부는 전원장치라고도 불린다. 표시부로는 EL(전계발광)이 널리 사용되고 있으며, 이를 구동시키기 위한 전원장치는 수습에서 수백 볼트의 전압으로 수백 헤르츠 주파수의 교류를 전송해야 한다. 더욱이 피난유도설비는 평상시 이용되는 교류 상용전원에 의해서뿐만 아니라 비상시 이용되는 직류 비상전원에 의해서도 정상 작동되어야 하기 때문에, 피난유도설비의 전원장치는 전원으로부터 주어지는 교류 또는 직류를 발광부에 맞게 전압과 주파수로 변환시켜주어야 한다. 한편 피난유도선의 경제성을 높여줄 수 있는 방법은 우선 표시부의 성능을 향상시켜 저전력에 의해 구동되는 고효율 발광체 제품을 개발하는 것이다. 이러한 새로운 첨단전기재료의 개발에는 엄청난 노력과 비용이 필요하며, 협소한 국내 시장을 고려할 때 경제성이 희박할 것으로 판단된다. 결국 표시부에 교류를 전송하는 전원장치의 성능을 높여줌으로써 연결가능길이를 늘리는 것이 바람직하다. 본 연구를 통해 상대적으로 복잡한 전력변환 회로들을 포함하는 유도선 전원장치를 개선하여, 전원장치의 연결가능길이를 기존의 60m에서 최대 100m까지 연장시킴으로써, 터널이나 지하도와 같은 곳에 유도선을 설치할 때, 특히 유용할 것으로 기대되어진다.

2. 전원장치의 전력변환

전원장치는 교류 상용전원을 받아서, 전압을 낮추고 주파수를 높여서 교류를 표시부에 공급한다. 그리고 상용전원이 차단될 경우, 직류 비상전원을 받아서 적절한 전압 및 주파수의 교류를 표시부에 공급한다. 공급전원을 TFEL(박막전계발광) 유도선의 요구에 맞는 교류로 전환하기 위해 여러 단계의 전력변환이 필요하며, 이러한 전력변환과 그 활용사례들을 [그림 1]에 일괄적으로 나타내었다. 우선 220V, 60Hz의 상용전원 교류를 받아서 정

류회로를 통해 낮은 전압 24V의 직류로 만든다. 예를 들어 소방용 LED유도등에서 사용되는 회로가 바로 이 변환회로이다. 저압의 직류는 다시 인버터회로를 통해 100kHz의 고주파 교류전류로 역변환되며, 여기까지의 과정이 모두 CCFL유도등에 들어 있는 회로이다. 이 고주파 교류전류는 다시 정류회로 및 인버터회로를 통한 교류변환에 의해 생성된 100V, 400Hz의 교류가 TFEL유도선의 공급전원으로 사용되게 된다.

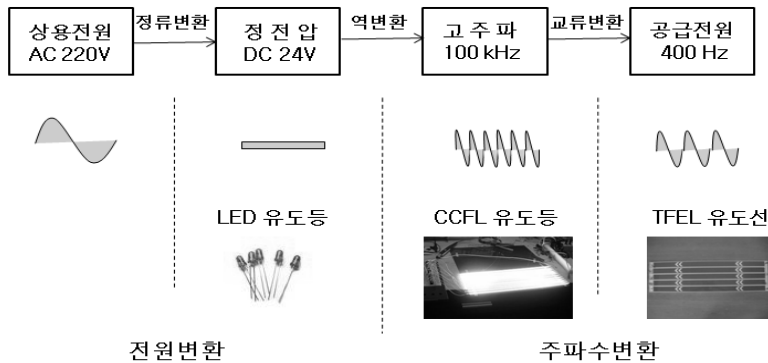


그림 1. 전원장치의 전력변환 및 응용사례

2.1 전력변압

전력변압기를 통해 승압이나 감압이 이루어지며, 승압장치의 출력 또는 2차 전압은 입력 또는 1차 전압에 비해 높고, 감압장치인 경우 그 반대이다. 라디오에 사용되는 전자부품들은 대부분 수 볼트에 불과한 전압을 사용하며, 이러한 부품들에 필요한 전원은 감압 전력변압기를 사용하여 얻어진다. 변압기의 물리적 크기는 전류에 따라 달라지며, 라디오 수신기용 변압기와 같은 제품은 아주 적은 전류와 전압을 필요로 해서 매우 작은 반면, 아마추어 무선 송수신기, 텔레비전 방송 증폭기용 변압기와 같은 것들은 크고 무겁다.

2.2 직류로의 변환

교류를 직류로 변환하는 것을 정류라 한다. 교류를 직류로 바꾸기 위해서는 다이오드를 이용하여 양(+)과 음(-)의 전압이 교대로 나타나는 교류로부터 양(+)의 전압만 걸러 내면 양(+)의 전압을 갖는 직류를 얻을 수 있고, 만약 음(-)의 전압만을 걸러 내면 음(-)의 전압을 갖는 직류를 얻을 수 있다. 다이오드는 반도체 성질을 이용하여 만든 소자로, 전류가 한 방향으로만 흐르도록 하게 하는 특성이 있다. 전원공급기는 교류 전원을 전기 및 전자 소자들을 이용하여 필요한 직류 전압으로 변환시키는 장치로서, 이에는 정류 다이오드, 중간탭 전파 정류회로, 브리지 전파 회로, 전압 체배회로, 필터링 회로 등이 포함된다.

2.3 교류로의 변환

인버터는 직류 전원에서부터 교류를 만들어 내는 장치로서, 직류 전원에 4개의 스위치 적절히 연결한 후 교차로 2개를 한 쌍으로 교대로 On-Off함으로써 간단한 단상 교류를

얻어낼 수 있다. 이때 일반적으로 On의 길이를 조절하여 전압을 제어하는 PWM(파폭변조)가 사용되며, 파폭의 시간을 결정하는 기본이 되는 주파수를 캐리어 주파수라 부른다. EL인버터는 EL램프에 전원을 인가하는 부분으로 EL의 성능 및 수명에 직접적인 영향을 미친다. 하지만 계기조명 및 소형 광고패널 등에 사용되는 소형 EL램프의 경우, 단가를 낮추기 위해 간단한 구조로 만들어진다. 100W급 EL램프 구동에는 고전압 입력형 인버터를 사용하며, DC/AC 부분은 가능한 한 적은 MOSFET 소자 및 간단한 구동회로 구성을 위해 하프브리지 타입의 인버터가 사용된다.

3. 전원장치의 성능시험

본 연구를 통해 최대 100m 떨어진 거리에서도 유도선의 무기 EL소자를 안정적으로 구동시킬 수 있도록 하기 위하여 전송되는 전류의 전압 및 주파수를 적절히 높여줄 수 있는 전원장치를 개발하였다. 이 전원장치를 이용해서 무기 EL 기반 유도선의 응용범위를 한층 더 넓혀나갈 수 있도록 했다. 개발된 제품의 성능을 평가하는 방법은 국내에 설치되고 있는 모든 유도선에 적용되는 성능시험기준(피난유도선의 성능시험기술기준)에 기반을 두고 있으며, 특히 [표 1]과 같이 설정된 목표와 평가방법에 따라 시험하였다.

표 1. 전원장치의 평가방법

평가항목	단위	전체항목에서 비중(%)	국내성능수준	개발목표치	평가방법
연결길이	m	30	60	100	표시부를 100M까지 연결 가능 여부
회도측정	cd/m ²	25	20	40	방향표시 부분의 회도가 20cd/m ² 이상 여부
반복시험	회	25	2,500	2,500	상용전원 점등, 비상전원 점등, 소등 순으로 각각 20초간 실시를 1회로 시험
유효점등시간	분	20	60	60	비상전원에 의해 유효한 회도로 점멸가능 시간

4. 결론

본 연구에서는 연결가능길이가 100m에까지 이르는 유도선 전원장치를 개발하였으며, 성능시험기준(피난유도선의 성능시험기술기준)에 따른 시험을 통해 그 성능을 입증하였다. 다양한 전력변환 회로들을 포함하고 있는 유도선 전원장치는 반복적인 시행오차 과정을 거쳐서 원하는 전압과 주파수를 얻을 수 있었으며, 전원장치의 연장가능길이를 늘림으로써, 터널이나 지하도와 같은 곳에서 특히 경쟁력을 갖게 될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 권성필, 육길수, *et. al.* (2011). “장거리 전송용 유도선 전원장치 개발”, 최종보고서, (재)강원테크노파크 방재산업사업단.