

**특집 : 전력전자의 조명기술에의 응용**

# 최근의 형광등 안정기 신기술 동향

한 수 빈

(한국에너지기술연구원 책임연구원)

## 1. 서론

형광등용 전자식 안정기는 지난 20년간은 시장에 진입하면서 많은 시행착오를 걸쳐 90년대 중반이후 급속히 사용이 증가하였는데 그 이유는 초기의 불안정한 성능이 많이 개선되어 실제 필드에서의 문제가 상당부분 해결이 되었기 때문이다. 미국의 경우 형광등용 전자식안정기의 증가는 1995년부터 그 판매금액이 자기식 안정기의 판매가격을 넘어서기 시작하였고 이러한 추세는 가속화되고 있어 2010년 이전까지는 대부분 자기식 안정기는 사무용 및 산업용 건물에서는 거의 사라지게 될 것으로 전망하고 있다.

형광등용 전자식 안정기는 그림 1과 같이 기존의 60Hz로 형광등을 점등하는 자기식안정기에 비해 전력전자 기술을 적극적으로 이용하여 20kHz-60kHz의 고주파수로 형광등을 점등함으로써 점등효율이 실제적으로 높아지게 되어 에너지 절약 측면에서 큰 장점을 보이고 있다. 그림 2의 경우 형광등

구동 주파수에 따른 형광등의 효율이 증가하는 특성을 보여주고 있는데 1kHz-20kHz구간에서는 주파수의 증가에 따라 점등효율이 급격히 증가하고 20kHz이상부터는 효율의 증가가 거의 포화상태에 이르게 된다. 기타 자기식 안정기와 전자식 안정기의 성능비교는 표 1과 같다.

전자식 안정기는 표 2와 같이 다양한 형광등의 관전압, 전류에 적합하게 설계되어야 하는데 현재 우리나라의 경우 주된 형광등은 T10(관경32mm)에서 급속히 T8(관경26mm)로 대체되고 있는 추세이다. 한편으로는 T5(관경16mm) 램프가 개발되어 유럽을 중심으로 급속히 적용이 되고 있고 현재 10%이상의 점유율을 보이고 있다. 한편 컴팩트(Compact Fluorescent Lamp: CFL) 형광램프는 새로운 램프의 모양, 다양한 크기 및 성능의 향상 등으로 그 시장성이 지속적으로 성장할 것으로 전망된다. 그리고 고천장등 긴 수명이 요구되는 장소에서 사용되는 무전극 형광등이 상용화에 성공하였고 지속적으로 발전중이며 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예측되

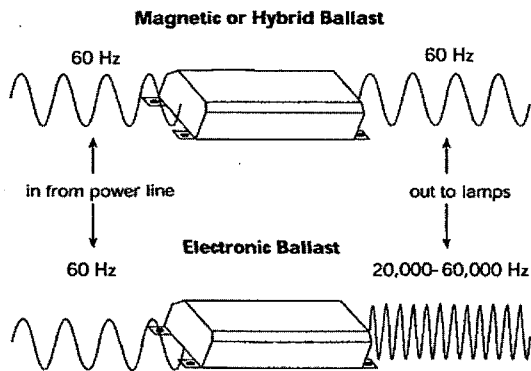


그림 1 점등주파수로 비교된 자기식 안정기와 전자식 안정기

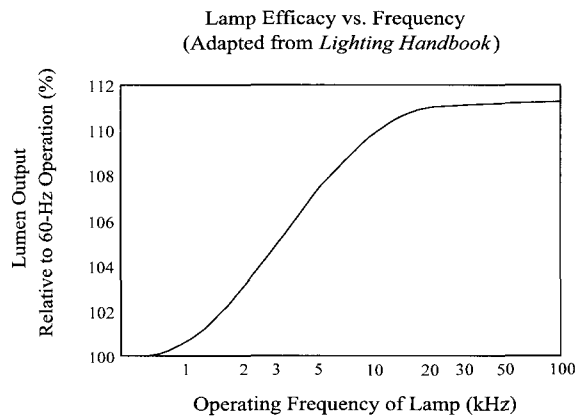


그림 2 구동 주파수에 따른 형광등의 점등 효율 특성

표 1 전자식안정기와 자기식 안정기 특성 비교

고려되는 특성	고효율 자기식 안정기	전자식 안정기
동작주파수	60Hz	20kHz-60kHz
동작램프	표준 형광램프	표준 형광램프
BF(Ballst Factor)	>0.925	0.73-1.3
BEF(Ballast Efficiency Factor)	1.1	1.15-1.56
PF(Power Factor)	>0.9	>0.9
THD (Total Harmonic Distorion)	20-35 %	대부분 <20 % 일부 5 %
에너지절약특성	기존의 자기식안정기 보다 10-15% 절약 효과	고효율 자기식 안정기 보다 15% 더 절약 (고주파 점등이므로)
추가적 장점	가격이 가장 저렴	- 1등에서 4등램프 동작 - 경량이라 생산 및 설치비용 절감 - 가청주파수잡음이 자기식의 75% 감소 - 플리커 감소 - 조광이 가능
한계점	- 동작이 1-3등램프까지 가능 - 잡음이 큼 - 플리커가 있음	- 일반적으로 자기식 보다 고가 - RFI/EMI의 발생
수명	45,000시간 (하루 12시간 동작)	45,000시간 (하루 12시간 동작)
가격비	1	1.5-100 (조광용인 경우 고가)

고 있다.

매년 새로이 등장하는 형광등과 안정기의 경우 그 특성에 있어서 서로 다른 다양성이 존재하지만 전자식 안정기 기술의 경우에는 보다 최적화되는 성능과 기능을 목표로 향상된 제품들이 계속 개발되고 있다. 특히 조광용의 안정기에 대한 연구 및 제품화가 최근 수년간 매우 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 기본적으로 요구되는 전자식 안정기의 주요 성능을 정리해보고 현재 진행되거나 상용화되고 있는 전자식 안정기의 최근의 동향 및 기술을 간략히 소개하고자 한다.

## 2. 전자식안정기의 주요 기술적 성능 현황

### 2.1 램프의 스타트방식에 대한 현황

#### 2.1.1 기존의 경우

스타트방식의 경우 시장에서는 3개의 주류가 존재하였고 자기식 안정기에서 많이 사용된 예열방식(preheat)과 래피드 스타트(rapid start)와 순시시동(instant start)이 있다. 전자식의 경우는 끝의 2가지가 주류를 이루고 있어 이에 대해서만 언급하기로 한다.

#### 가. 래피드스타트방식

이 경우는 램프를 시동하기 이전 일정시간 동안에 전극의 필라멘트에 2.5-4.4V사이, 통상적으로 약 3.5V의 전압을 인가하여 600℃-1000℃근처가 되도록 예열을 가하는 방식이며 (전극의 온도가 너무 높으면 전극의 코팅이 증발되고 낮으면 전극이 스퍼터링(sputtering)으로 코팅이 없어지게 됨) 이후 시동용 램프전압을 200V-300V로 인가하는 것으로 전

표 2 각종 일반 형광등의 특성

램프종류	직경	램프 Watts	베이스	램프길이 mm(inch)	시동을 위한 최소 RMS 전압	동작전류	동작전압
F32T8	25.40 (1)	32	Med. Bipin	1200(47.25)	200	265	137
FT36W/2G11RS	15.87(5/8)	38.1	2G11	419(16.49)	230 single lamp	430	110
CFL26	12.70(1/2)	26	G24d-3	169 (6.65)	198	325	105 prehe
T5	15.87(5/8)	28	Min. Bipin	1200(47.25)	375	210	107 prehe
T5/HO	15.87(5/8)	54	2G11	830(32.60)	425	400	135 prehe
40T12/ss	25.40 (1)	34-35	Med. Bipin	1200(47.25)	1 = 200; 2 = 256	460	79
96T12/ss (Slimline)	25.40 (1)	60	Single pin	2400(94.48)	565	440	157
96T12/HO/SS (Rapid start)	25.40 (1)	97	Recess D. C. G5 min. Bipin G5 Min. Bipin	2400(94.48) 1149(45.25) 1149(45.25)	296 2 lamps	830	126

극 가열부분에서 3-4W의 손실을 가져온다.

나. 순시시동방식

이 경우는 시동시 또는 점등시에 어떠한 전극의 가열이 없는 것으로 추가 손실이 없지만 높은 시동전압이 발생되어 램프의 수명을 단축하게 되고 재실감시센서를 사용하는 응용의 경우와 같이 빈번히 온-오프되는 상황에서 수명단축이 현저하게 나타난다. 순시시동방식과 래피드방식의 1시간 점등 그리고 20분 소등의 점등주기에 따른 수명을 비교하면 3시간마다 점등주기가 반복되는 경우 순시시동방식은 래피드방식보다 약 25%의 수명저하효과를 초래하게 된다.

2.1.2 최근의 스타트 방식의 변화 동향

오랜기간 동안 래피드스타트방식은 램프필라멘트에 순시점등방식보다는 적게 손상을 주게 되므로 자주 램프가 점등 및 소등이 되는 용도에 사용되어 왔다. 그러나 현재 예열기간동안 필라멘트가 상당한 글로우 전류를 발생하고 있기 때문에 반드시 오랜 수명을 보장하지는 않다는 사실을 등기구 회사들은 경험하고 있다. 글로우 전류는 램프의 필라멘트를 소모시키고 램프양단에 흑화현상을 발생시킨다. 따라서 최근에는 프로그램 스타트방식이 개발되어 적용되고 있는데 이것은 램프가 점등하기 전에 예열기간동안 램프양단의 전압을 제어하여 글로우 방전을 어느 한계이하로 억제하면서 필라멘트에 적절한 가열을 하는 것으로 필라멘트에 미치는 충격을 최소화하기 위한 것이다. 또한 현재 많은 방식의 안정기가 에너지 절약측면에서 램프가 점등된 후에 필라멘트전압을 감소시키고 있다. 예를 들어서 MagneTek사의 AccuStart라는 방식은 예열기간동안 필라멘트에 영전압을 주어 글로우 전류를 제거한 것으로 오랜 수명이 보장됨이 보고되고 있다.

2.2 Ballast factor(BF)

BF는 대상 안정기에 의한 광출력/표준안정기에 의한 광출력으로 BF가 90%라면 그 안정기는 정격 광출력의 90%만 발생시키는 것이다. 같은 안정기라도 사용된 램프의 종류에 따라서 BF는 달라질 수 있고 통상적으로 시판되는 안정기의 경우 0.85-1.0을 유지한다. 구미의 경우 BF가 1이 넘는 안정기시스템이 고풍출력용으로 시판되고 있으며 이 경우 램프의 전류 및 에너지 소비가 증가하여 수명이 감소하고 광속의 시간적인 감소를 가속화시킬 우려가 있기도 하다. 또한 BF가 0.85이하인 안정기는 에너지 절약 측면에서 이용되기도 하는데 이 경우 역시 전극의 온도가 너무 낮아지게 되면 램프 수명이 단축될 수 있다.

2.3 역율과 고조파함유율

역율(PF: power factor)은 유효전력(Watt)/피상전력(Volt-amp)으로 낮은 역율은 배전시스템에 필요 이상의 설

비를 강요하게 되어 전력회사에서는 이를 제한하고 있다. ANSI(American National Standard Institute) 및 KS의 경우 0.9이상을 고역율로 규정하고 있다. 고조파함유율(THD: Total harmonic distortion)은 실제파형과 이상적인 정현파와의 차이를 나타내는 지표로서 이 것이 큰 경우 역율의 감소 및 전자기기의 동작에 간섭(interference)을 초래하게 되고 퓨즈, 회로 차단기, 릴레이 등 전력망의 보호기기에 오동작을 발생시키고 통신회로의 간섭, 전동기/트랜스포모/캐패시터/중성선 등의 과열의 원인이 되기도 한다. 따라서 ANSI는 전류의 THD를 32%이하로 규제하지만 실제적으로는 대부분의 경우 KS에서 정하고 있는 20%이하를 유지하도록 되어있고 특수한 경우 5%이하의 것도 있지만 이 경우는 돌입전류(Inrush current)가 커질 수도 있다.

2.4 램프와 안정기의 적합성(compatibility)

램프와 적합성이 결여된 안정기의 경우 불안정한 시동, 흑화현상, 수명의 감소 등을 초래하게 된다. 미국의 CBM(Certified Ballast Manufacturers Association)의 경우 ANSI 기준을 만족하는 라벨을 붙여 이에 대한 특성을 보증하고 있다.

2.5 돌입전류(Inrush current)

돌입전류는 시동시 3msec이하의 짧은 구간에서 발생하는 전류의 순간적인 서지현상이다. 20A가 넘는 높은 돌입전류는 회로 차단기(circuit breaker), 퓨즈, 과부하 릴레이 등을 오동작시킨다. ANSI는 이에 대한 제한은 없지만 안정기는 전기회로망에서 같이 사용되는 기기 및 센서에 대한 돌입특성 규격을 만족하여야 한다.

2.6 주변온도에 대한 특성

주위온도는 광출력과 형광등-안정기시스템의 소비전력에 모두 영향을 주는 데 각 시스템은 최대 광출력이 발생하는 최적온도가 존재하고 그 보다 높거나 낮은 온도에서는 광출력이 떨어진다. 통산 실내의 경우 등기구에 쌓여있기 때문에 과열상태로 존재하는 경우가 대부분이다. 전자식 안정기는 자기식 안정기보다 보다 높은 온도에서 광출력의 최대점이 존재한다. 자기식 안정기는 손실자체가 더 크기 때문에 열이 보다 많아 같은 등기구에 있는 경우의 전자식 안정기보다 램프출력이 보다 많이 감소한다.

2.7 안정기의 신뢰성

일반적으로 구미의 경우 3-5년을 보장하고 있다. 수명은 입력전압과 주변온도에 민감하고 또한 전압 서지와 과도현상에 대한 내성 특성이 중요한 요인이 된다. 램프의 적합성은 램프의 시동시 시동전압, 시동 전극 전압, 전극 예열시간 등이 만

족되어야 하고 점등 후는 램프전류 파고율, 램프전압 및 전류, BF등이 만족되어야 확보되었다고 말할 수 있다.

### 3. 회로 구조의 현황

전자식 안정기의 회로 구조는 여러 형태가 존재하지만 현재 시장에서는 그림 3의 2단 회로를 갖는 전자식 안정기가 주류를 이루고 있다. 즉 부스트 컨버터와 하프브리지 인버터의 직결연결된 상태로 DC링크 단계 비교적 큰 용량의 캐패시턴스가 존재한다면 이들은 서로 상호 작용을 고려할 필요없이 독립적으로 설계를 할 수 있게 되고 부스트 컨버터는 역을 제어

기로 사용된다. DC링크의 전압은 400V 근방이며 이 전압이 전원전압의 변화와 상관없이 일정하게 유지되는 장점이 있다. 그러나 이 방식은 부품의 수가 많아지게 되어 가격이 상

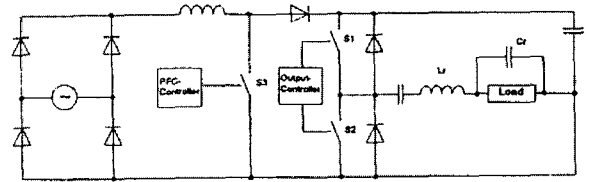
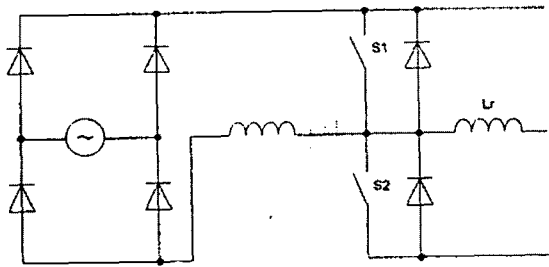
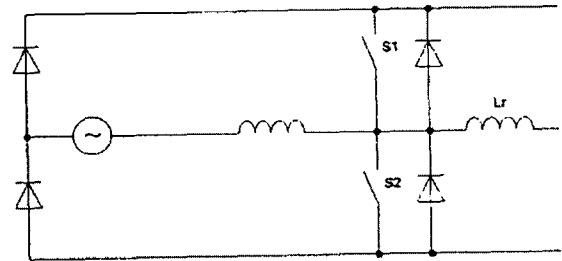


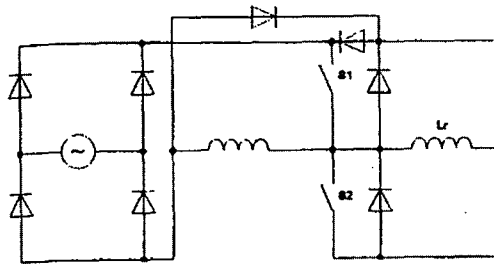
그림 3 2단 회로 구조의 전자식 안정기



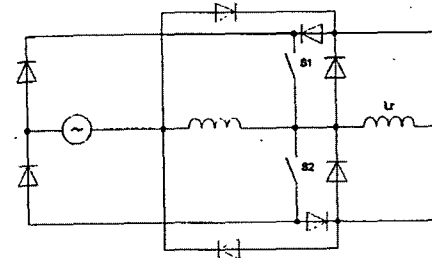
(a) 1개의 부스트 컨버터를 갖는 하프브리지



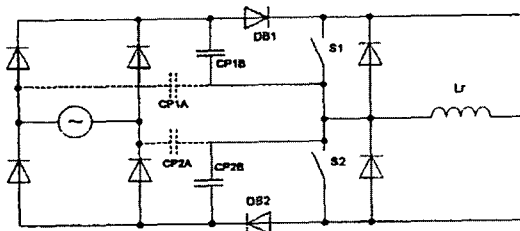
(b) 2개의 부스트 컨버터를 갖는 하프브리지



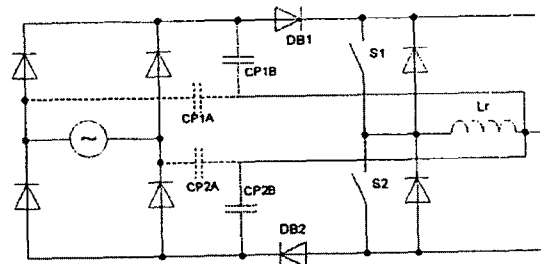
(c) 1개의 백-부스트를 갖는 하프브리지



(d) 2개의 백-부스트를 갖는 하프브리지



(e) 전압제어 charge pump의 하프브리지



(f) 전류/전압제어 charge pump하프브리지

그림 4 1단 회로 구조의 전자식 안정기

승하게 되는 단점이 있다.

따라서 부품수를 줄이고 성능을 유지하고자 하는 회로적인 노력이 계속되고 있는데 그 경향은 그림 4와 같이 출력의 인버터 스위치를 부스터 컨버터의 스위치로 중복 활용하는 1단 회로를 구현하는 것이다. 그림으로써 가격적인 유리함이 확보되지만 설계면에서는 보다 어렵게 된다. 현재는 부스트 또는 백-부스트 회로를 이용한 1단 안정기 회로와 charge pump 회로를 이용한 여러 회로에 대한 연구가 진행 중이다.

#### 4. 조광 기술 현황

##### 4.1 동작전압의 변화에 의한 방법

인버터의 경우 대부분 정류부에서 정류된 전압을 받아서 동작하게 된다. 따라서 인버터에 공급되는 전압을 변동시키면 결과적으로 인버터의 출력전압이 변동되어 램프에 공급되는 전압이 변동하게 된다. 결과적으로 램프전류의 값이 변화하게 되므로 인버터에 공급되는 직류전압을 변화시키는 것은 조광의 한 방법이 된다.

그러나 이 경우 조광이 가능한 범위에 제한이 있게 된다. 예로서 역율보상회로를 사용한 정류부의 경우는 보통 부스터의 구조를 갖게 되는데 부스트 구조는 출력전압이 반드시 입력 전압의 피크값보다 커야 된다. 이 경우 입력전압이 220V가 된다면 최소동작전압은 311V가 되며 입력전압의 10%변동을 감안하면 342V가 될 수 있다. 반면에 부스터 출력전압을 통상 400V 이상으로는 동작시키지 않는데 그 이유는 이 전압 이상의 경우 반도체스위치의 내압이 높아져야 하므로 제조가격의 상승이 불가피하게 되기 때문이다. 따라서 현실적으로 인버터에 공급되는 전압을 변동할 수 있는 범위는 넓지 않기 때문에 조광의 범위가 제한된다.

##### 4.2 동작주파수의 변화에 의한 방법

형광등에서 잘 알려진 조광의 방법은 인버터의 동작주파수를 변동시키는 방법이다. 이것은 인버터에 연결되는 매칭회로들의 특성이 주파수에 따라 변화하므로 명확한 방법이 된다. 그러나 만약 안정기에서 1% 정도의 매우 낮은 조광이 되도록 동작해야 한다면 또한 다양한 종류의 램프에 대해 사용하려고 한다면 넓은 주파수영역에서 변화가 가능하여야 한다. 예로서 최소 20kHz에서 200kHz이상의 주파수까지 동작이 되어야 된다. 그러나 이러한 주파수대역은 EMI문제, 스위칭 손실문제 그리고 마이크로콘트롤러 등 디지털구동방식을 사용할 경우 주파수에 대한 해상도의 문제 등이 발생하게 된다.

##### 4.3 펄스폭의 변화에 의한 방법

안정기에서 가장 많이 사용하는 하프브리지 형태의 회로 구조에서 고정된 고주파수의 전원의 발생과 관련하여 펄스폭을

변화시키는 2가지 방법이 있다.

한가지 방법은 하프브리지 스위치들의 온타임(on-time)을 동일하게 변화시키는 방법이고 이 경우 데드타임(dead time)의 변화가 매우 심하게 되어 모든 펄스폭에 대해 영전압 스위칭을 구현할 수는 없다. 또 다른 방법은 하프브리지 스위치들의 온타임을 각 다른 방법으로 변화시키는 것이다. 이 경우 데드타임이 최소로 변화하게 되어 PWM의 설정이 바뀌어도 영전압스위칭이 가능하게 된다.

통상적으로 일반 안정기의 응용에서 듀티비(Duty cycle)는 50%로 설정되지만 듀티비가 바뀌면 RMS전압이 바뀌게 된다. 이 경우 주파수의 변화는 없지만 전압의 크기가 바뀌게 되므로 결과적으로 매칭회로의 주파수 특성에 따라 램프전류가 변동하게 되어 조광이 가능하게 된다.

#### 5. 안정기 IC화 및 모듈화 현황

안정기 회로의 구조가 결정되면 구동 및 제어회로들을 IC화 함으로써 부품수를 줄이고 가격을 낮추게 된다. 현재 가장 많이 쓰이는 구조인 그림 5와 같은 회로 토폴로지에 적합한

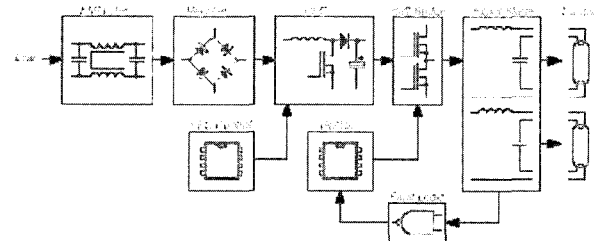


그림 5 전자식 안정기의 회로 구조 및 관련 IC 구성

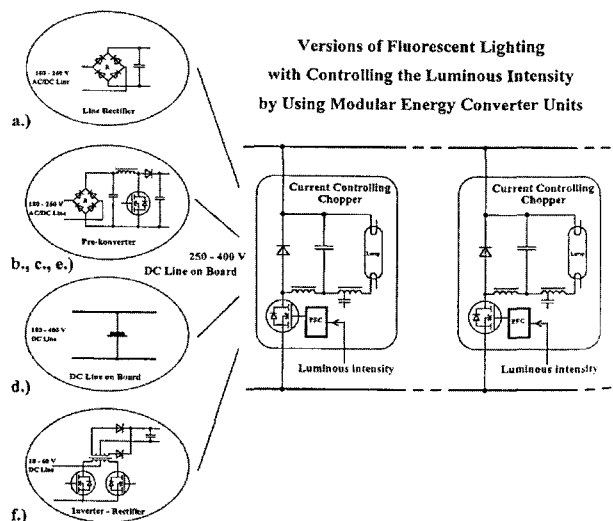


그림 6 인버터 구동 모듈

IC들이 IR(International Rectifier)외에 많은 반도체회사에서 개발하였고 현재도 성능이 추가 혹은 향상된 IC들이 계속 개발되고 있다. 이 경우 안정기가 모듈화되어 설계가 간편하여지고 제품 개발 주기가 단축되는데 모듈화의 추세는 역을 제어용 IC를 중심으로 하는 종류와 출력 인버터 구동 IC를 중심으로 하는 2가지로 요약된다. 물론 최근 IR사의 경우와 같이 이 모두를 단일 IC화하는 경향이 존재하지만 현재 시장은 2가지 모듈로 제품이 개발되고 있다.

모듈화하게 되면 여러 목적에 대해 중복되는 모듈을 사용하게 되어 편리하게 되며 이를 구체적으로 살펴보면 그림 6과 같이 인버터 구동 모듈에 대해 통상적 정류기만으로 사용하여 정류 전압을 300-500V를 얻고 출력 인버터로서 광속을 제어하게 할 수 있거나, 고역율이 요구되는 경우 전처리기로서 부스터를 사용하는 모듈을 정류측에서 사용할 수 있으며, 직접 180-260V의 직류를 사용할 수도 있고, 축전지와 같이 저전압의 직류인 경우 인버터-정류기를 사용하여 300-400V의 직류전압을 얻을 수 있다.

안정기의 IC화로 편리성이 확보되게 되나 아직도 보다 저가격의 제조를 위해 개별적 부품을 사용하여 안정기를 개발하는 것을 유지하는 업체도 존재한다. 따라서 IC화의 저가격을 위해서 경제적인 표준 패키지, 최소화된 핀수 유지, 보다 적은 내부 접착, 최소화된 IC 부피 등에 대해 계속 기술이 진행되고 있다.

### 6. 무전극 형광등용 안정기 기술

1990년초 무전극 램프가 오스람, 필립스, GE 등 주요 조명 회사로부터 개발되어 발표된 이후 꾸준히 주목을 받아오고

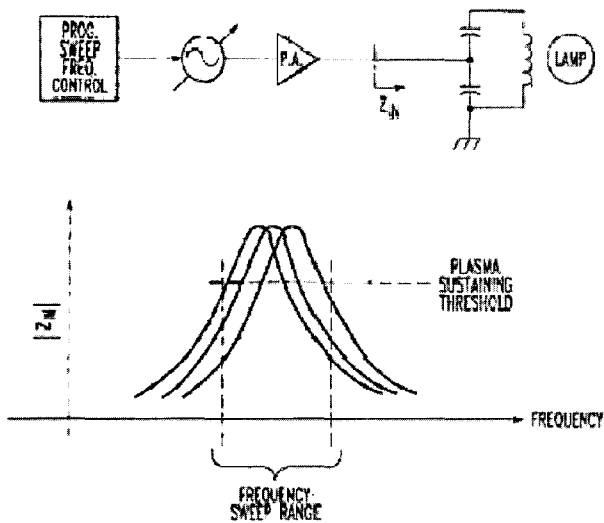


그림 7 선형증폭기를 사용하는 방식

있다. 무전극 램프는 형광등이나 기타 HID등과 달리 필라멘트나 전극이 없이 발광된다. 전극이 없는 무전극 램프에서는 전자유도법칙의 원리를 이용하여 가스를 방전시켜 발광한다. 따라서 전극으로 인한 수명의 영향이 없어서 통상적으로 6만 시간 이상의 동작이 가능하게 된다.

무전극 램프의 경우 형광등과 같은 기존의 광원과 관련하여 전원장치에서 가장 다른 점은 높은 점등 주파수에 따른 설계에 있다. 기존의 형광등의 경우 전자식안정기의 경우 20kHz~50kHz의 주파수로 램프를 점등하였는데 무전극 램프의 경우는 엔두라의 경우 250kHz, QL의 경우 2.56MHz, sulfur lamp의 경우 2.5GHz, 기타 13.56MHz, 200MHz~800MHz에서의 점등시도가 되고 있다.

이 때 문제가 되는 것은 기존의 안정기와 동일한 방식을 사용하는 경우는 높은 주파수에 의한 스위칭 손실의 증가로 인한 문제가 심각하여지기 때문에 반도체소자의 과열에 의한 파괴와 효율의 심각한 저하가 우려된다. 따라서 2.5GHz의 주파수로 동작되는 sulfur lamp의 경우는 일반 전원장치로는 이 주파수대에서 높은 전력을 발생시킬 수가 없기 때문에 마그네트론을 사용하며 램프를 구동하는데 필요한 점등장치가 아닌 마그네트론을 구동하기 위한 점등장치를 필요로 하게 된다.

1MHz이하에서의 전원장치는 비교적 형광등용 전원장치와 흡사하게 구성되는 스위치모드방식의 전원을 사용하게 된다. 즉 정류하여 직류전압을 만들고 이를 인버터로 원하는 주파수의 전원으로 교류화하여 램프에 공급하는 방식이다. 상용 전원에 대한 역을 및 고주파등의 규제가 보편화되어 있으므로 이를 만족하기 위해서 역을제어회로를 정류기와 인버터사이에 삽입하게 되는데 역을제어를 용이하게 하는 상용 IC들이 여러 종류가 판매되고 있으므로 이를 이용할 수 있다. 무전극등의 인버터의 제어는 기존의 형광등용 안정기용 IC를 그대로 사용하기에는 회로구조 및 주파수 등 여러 조건에서 적합하지 않게 되는 경우가 있으므로 이부분에서는 개발시 개별적 접근이 필요한 것으로 보인다.

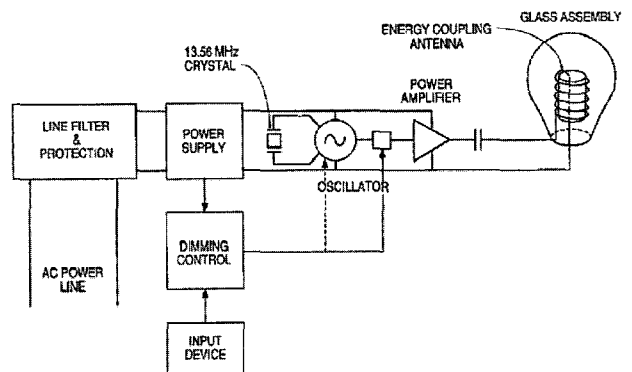


그림 8 선형증폭기로 구현된 전원장치 구성

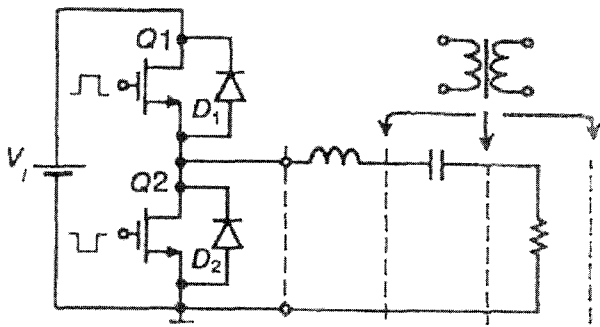


그림 9 공진방식의 인버터와 임피던스 정합회로

1MHz에서 10MHz대의 경우는 스위치모드방식과 선형방식의 증폭기를 사용하는 것이 모두 가능하며 제품마다 그 선택은 각각이다. 선형방식의 증폭기는 기존의 통신용 기기의 rf신호를 발생시키는 기술에서 사용하는 것으로 그림 7과 같이 필요한 주파수의 정현파신호를 오실레이터로부터 발생시키고 이를 증폭기로 증폭시키는 방식이다. 이때 부하에 에너지를 잘 전달하기 위해 인터페이스용 정합회로를 사용하게 된다. 정합회로는 일종의 필터역할을 하게 되면서 어느 주파수에서 증폭이 최대가 되고 나머지 주파수에서는 증폭율이 떨어지게 된다. 이러한 선형방식의 증폭기를 갖는 무전극 전원의 전체구성은 그림 8과 같이 형성된다.

스위치모드방식의 경우는 기본적으로 공진방식의 인버터를 사용하는 것이 일반적이며 그림 9는 직렬공진 컨버터를 예로 보았다. 스위치모드 방식에서는 반도체 스위치는 on/off로만 동작되지만 선형 전원장치와 동일하게 적합한 정합회로가 필요하게 된다. 그림 9의 동일한 인버터에 다양한 정합회로가 가능하며 램프의 임피던스와 관련하여 특정의 정합회로가 다른 정합회로보다 효과적일 수 있게 된다. 따라서 정합회로에 대한 고려는 무전극 램프전원장치에서는 매우 비중있는 사항이 되고 있다. 스위치모드 방식에서 전기적인 절연이 필요한 경우는 고주파 트랜스포모를 사용하여 전원장치를 구성하기도 한다. 이 때 고주파와 비교적 높은 전력에서 정상적인 동작이 가능하기 위한 설계 및 제작기술이 또한 중요한 문제가 되고 있다.

효율은 기본적으로 주파수에 따라 달라지지만 수MHz까지의 경우에서는 85-90%가 가능한 것으로 보인다. Fusion lighting에서는 60W급으로 수백MHz로 동작하는 무전극 램프를 개발하기도 하였는데 이 주파수대역에서는 현재기술로는 선형방식의 전원만으로 전원장치의 구현이 가능하며 효율은 70%대인 것으로 발표되고 있다. 이는 기존의 선형 전원장치의 효율보다 좋다고 볼 수 있지만 역시 많은 손실을 감수하여야 하므로 궁극적으로는 무전극 광원이라도 주파수를 높

이는 것이 시스템 효율면에서는 바람직하지 않은 결과를 초래할 수 있다.

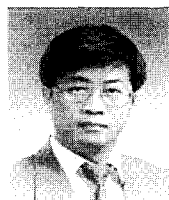
무전극 램프에서의 조광에 관한 것은 현재 기술이 개발 중에 있지만 상용화된 것은 없다. Endura의 경우는 조광방식은 코아에 또다른 권선을 감아서 그 권선에 주입되는 또 다른 전원모듈을 사용하여 램프에 전달되는 에너지를 제어하는 것도 있지만 별도의 전원이 필요한 것이 단점이 될 수 있다. 따라서 형광등의 경우와 같이 하나의 전원장치로 조광을 하는 방식이 보다 선호되게 될 것이다.

## 7. 결론

현재의 안정기는 기존의 안정기에서 개선되어야 할 문제를 해결하기 위해 보다 성능이 최적화되도록 회로가 설계되고 있다. 실제 램프의 동작시 광출력은 안정기에 따라 차이가 발생된다. 어느 안정기는 정해진 특정램프에 대해서 설계되기도 하고 또는 여러종류의 램프에 동작할 수 있도록 설계되기도 한다. 중요한 것은 제조회사에 의해 요구되는 안정기 사양이며 램프와 안정기의 부정합의 경우 광속 및 효율 그리고 수명에 문제가 발생된다. 또한 안정기의 규격화된 수명은 약 45,000시간인데 사실 이것은 온도에 영향을 받고 있다. 규격된 동작온도 90℃에서 10℃의 온도가 증가하는 경우 수명이 50%로 감소한다.

결론적으로 최근의 형광등용 전자식안정기의 시장은 이미 성숙된 단계라 볼 수 있고 선진국에서의 기술 추세는 첫 번째로는 새로운 형광등의 경우 자기식을 배제하고 처음부터 전자식안정기를 사용하는 것으로 접근하고 있으며 두 번째로는 가격절감, 신뢰성 및 수명의 향상을 위한 기술 개발이 집중화되고 있다. 안정기의 제어용 IC칩 세트의 개발에 의한 모듈방식의 설계가 이미 정착화 되어가고 있고 조광용 안정기에 대한 관심도 서서히 증가하고 있다. 회로구조로는 기존의 2단회로 방식이 주된 제품화 방향이나 1단회로 방식 등의 새로운 회로들이 연구되고 있다. 향후 이들이 실제 제품에 어느 정도 채용될지는 실제 제품화 때 신뢰성과 가격에 의해서 결정될 것이다. ■

## 〈 저 자 소 개 〉



### 한수빈(韓秀彬)

1958년 6월 9일생. 1977년 한양대 전자공학과 졸업. 1986년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(석사). 1997년 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학). 현재 한국에너지기술연구원 전기·조명연구센터장, 당 학회 편집이사.