

## 15mm T-5 FH Linear Lamps 28Watt 전자식 안정기 개발

양병문, 장우진  
(주)화승전기, 서울산업대

### Development Electronic Ballast for 15mm T-5 FH Linear Lamps 28Watt

Byoung-Moon Yang, Woo-Jin Jang  
Hwa Seung Electric.Co.Ltd, Seoul National Univ of Technology

**Abstract** - T5 28 Watt 형광등용 전자식 안정기에 대한 제품설계 및 램프 수명 관계를 고찰하고 정확한 이해를 토대로 각 제품의 국제적인 기술 기준(IEC60928, 60929)으로 Fault Condition 시험, 램프 수명 테스트, 전자파장해 시험을 위주로 시험하여 분석하였다.

#### 1. 서 론

최근의 형광등용 전자식 안정기의 개발은 램프의 다변화로 인해서 급속도로 진행 중이며, 램프에 주류를 이루었던 T-12(관경38mm)에서 T-10(관경32mm)으로 그리고 T-8(26mm)에서 T-5(15mm)로 변하면서 전자식 안정기의 필요성이 절실해지고 있다. 현재는 램프 개발이 국가적인 개발사업으로 추진해서 에너지관리공단의 고효율기자재인증 품목으로 완료된 상태에서 등기구 개발을 서두르는 상황으로 종래의 자기식 안정기로는 T-5램프를 이용한 기구 개발이 어렵게 되므로서, 전자식 안정기의 개발은 필수불가결한 상황이 되었다. T-5 램프의 경우 효율이 좋고 콤팩트하여 기존의 조명 외에도 장식용 및 여러 분야에 확대될 것으로 전망되며, 기존 전구보다도 천장 높이를 낮출 수 있는 잇점은 있으나 램프 관 전압이 높고 여러 특이점을 보이고 있어서 안정기 개발에 차별성이 있어야 했다.

따라서 본 논문에서는 제품의 설계를 위한 램프 특성을 분석하고 안정기와 램프의 수명관계를 실험적으로 데이터화했으며, 또한 최근의 추세가 EMI & EMS를 강화하는 추세라서 전자파 강해시험과 내성시험을 위한 필터를 보강해서 국제규격에 통과될 수 있도록 했다. 이는 향후 T-5용 안정기의 수출을 위한 국내업체에 주요한 지침이 될 것으로 기대된다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 T-5 형광램프의 개발 및 상품화 현황

- 外國

1995년 4월 - T-5직관 시제품 발표(Hanover Messe, Philips, Osram) 발매중

1996년 10월 - T-5환형 개발(일본 TLT)발매중  
- 國內(금호전기)

1995년 6월 T-5 직관 형광램프 개발착수

1995년 10월 T-5 제조기술 특허 출원

1996년 3월 T-5 직관 형광램프(4종) 시제품 발표('96.Silight전시회)

1997년 1월 T-5 환형 형광램프 개발 착수

1997년 10월 T-5 환형 형광램프 공업기반개발사업 업체선정, 본격적인 개발

1998년 8월 T-5 직관 형광램프 에너지절약기술개발사업 업체 선정, 램프 성능 향상 및 개량 기술 개발

1998년 12월 T-5 직관, 환형 형광램프 출품전시(COEX '98특허기술대전)

1999년 2월 T-5 제조기술 특허 취득

##### 2.2 T-5 직관 형광램프의 특징

T-5 직관 형광램프는 최고의 효율과 기구의 소형화를 실현하도록 설계한 16mm형광램프이며, 적절한 전극 배열 조건을 갖는 전용의 전자식 안정기와 조합하여 동작한다. 특징은 첫째, 환경의 세관화로 기구효율을 향상시키고 슬림화가 가능하다. 둘째, 관장의 최적화로 Modular ceiling system에 설치가 용이하다. 셋째, 효율향상으로 에너지 절약이 T-8대비 약12.5% T-10 대비 약30%가 된다. 넷째, 35℃에서 최대 광출력이 되므로서 실내조명에서 효율 향상이 된다. 다섯째, 장수명으로 기존대비1.5배의 경제성을 높였다. 여섯째, 저수은 형광램프로 수은량 약 1/10로 적은 환경친화형 램프이다. 일곱째, 고주파 점등으로 회로 전력 손실 감소 높은 에너지 절약이 가능하다.

시간에 따른 램프 광속의 변화 특성

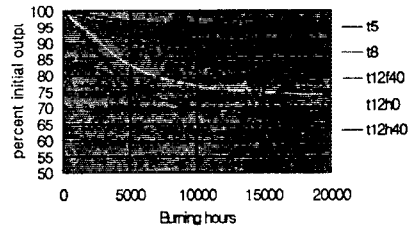


그림1에서 T-5램프는 T-8램프보다도 20,000시간 기구로 시간에 따른 광속 유지율이 95%로 T-8램프의 90%보다5%이상 높고, 동작 시간이 증가할수록 광속이 감소하는 현상이 다른 형광램프와 비교해서 매우 적으며, 오랜 시간동안 안정된 광속을 유지하는 조명환경을 만들 수 있다.

##### 2.3 T-5 직관형 형광램프의 전기적특성 및전광속.

(광원색EX-L)

항목 \ 규격	14W	21W	28W	35W
램프 전력(W)	13.9	20.7	28.3	35.4
램프 전류(mA)	164	153	159	160
램프 전압 (V)	85	137	184	221
광속 (lm)	1253	2045	2860	3570
효율 (lm/W)	90	99	101	101
색온도 (K)	2990	2980	2980	2970
평균연색평가수 (Ra)	86	85	86	85
수명 (Hrs)	16,000	16,000	16,000	16,000

주)1. 색온도, 평균연색평가수는 3파장전구색(EX-L)기준  
2.3파장주광색(EX-D), 주백색(EX-N), 백색(EX-W)

## 2.2 T-5 직관 형광램프의 규격

(형식승인)

규격		FHF14ST	FHF21ST	FHF28ST	FHF35ST
치수	전경(mm)	549±1.5	849±1.5	1149±1.5	1449±1.5
	관경(mm)	15.5±0.6	15.5±0.6	15.5±0.6	15.5±0.6
	Base	G-5	G-5	G-5	G-5
전기적 특성	음극전류(A)	0.210이하	0.210이하	0.210이하	0.210이하
	시동 시험에 의한 음극 예열전압(V)	6.0	6.0	6.0	6.0
	장격입력전압	167	246	329	413
	시동시험전압	230	350	375	450
	램프전력(W)	13.7	20.7	27.8	34.7
	램프전류(A)	0.170±0.01	0.170±0.01	0.170±0.01	0.170±0.01
	램프전압(V)	82	123	167	209
	광속	EX-D 1000(940)	1600(1504)	2200(2068)	3000(2820)
광학특성	100lm	EX-N 1150(1081)	1800(1692)	2450(2303)	3120(2933)
	EX-W	1200(1128)	1870(1758)	2580(2425)	3250(3055)
	Hr-	EX-L 1200(1128)	1870(1758)	2580(2425)	3250(3055)
	EX-L	1200(1128)	1870(1758)	2580(2425)	3250(3055)
광속 유지율 및 수명	광속 유지율(%) 500Hr정동후	80이상	80이상	80이상	80이상
	수명(Hrs)	8000이상	8000이상	8000이상	8000이상
	장격입력전압(V)	167	246	329	413
표준 안정기	기준전류(A)	0.170	0.170	0.170	0.170
	임피던스(Ω)	500±3	725±3	950±5	1200±7
	역률	0.98이상	0.98이상	0.98이상	0.98이상
BASE	G-5 Base(IEC61, 7004-52-5참조)				
HOLDER	최소430Vrms승인원G5 Holder(IEC61참조)				
최대램프 Base 온도	120℃이하(IEC 1195 참조)				

\*전광속의 ( ) 내는 100Hr에서 94% 이상의 값이다.

\*T-5 직관램프는 전량 3파장 고주파형 램프이다.

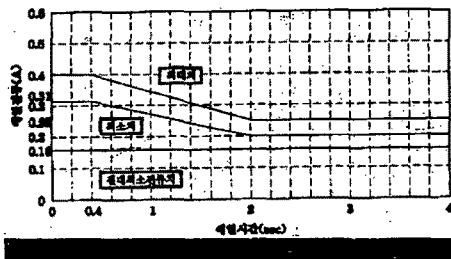
## 2.3 T-5 직관 형광램프의 안정기 설계기준

### 2.3.1 램프의 시동특성

일반 형광램프와 같이 T-5 직관램프에서 충분한 예열하면 램프의 방전 개시에 필요한 열전자를 방출하는 전자방사물질(Emitter)이 방출한다. 적절한 시동조건에서는 램프로의 인가전압을 램프가 방전개시하는 값까지 상승시키기전에 전극을 충분한 온도까지 예열해야한다.

### 2.3.1 램프의 예열조건

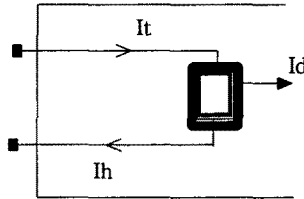
전류제어 예열방식의 경우 T-5램프는 전극시동시의 예열 시간에 대한 예열 전류의 최소치 및 최대치를 (그림 2)에 나타냈다.



FHF14, FHF21, FHF28, FHF35의 모든램프는 이 범위에서 제어할 필요가 있다.

## 2.3.3 안정점등시의 LEAD선전류

양호한 점등상태를 유지하기 위해서는 점등중의 램프의 Emitter를 적당한 온도로 유지해야한다. T-5램프는 방전전류가 적합하게 설계되어있다. 전극가열전류는 Zero가 이상적이지만 이를 늘리는 경우에는 전극Spot온도의 상승을 방지하기위해서 전극가열전류(Ih) 및 Lead선에서의 합성전류(It)를 (그림3)같은 범위내에서 설정하는 것이 바람직하다.



Id : 방전전류(램프전류), Ih : 전극가열전류  
It : Lead선에서의 합성전류 (It=Id + Ih)

점등 Mode	Id(A)	It(A)	It(A)
정격점등	0.13 - 0.22	0.16이하	0.140<It<0.250

(그림 3)

주의1 : 표의값은 모두 실험값이다.

주의2 : 이값의 범위에 있어도 어느 주기에서 유지기간을 갖고 계속적으로 높은 Peak를 갖는 경우에는 조기후화와 단수명의 원인이 된다.

주의3 : 전극가열전류(Ih), Lead선의 합성전류(It)가 [그림3]의 값을 넘는 경우에는 조기후화와 단수명의 원인이 된다.

### 2.3.4 시동전후의 인가전압

다음표는 각 램프의 시동전후에 필요한 인가전압을 나타내고있다. 이 인가전압은 Inverter의 개방회로 전압을 설정하는 목표가된다.

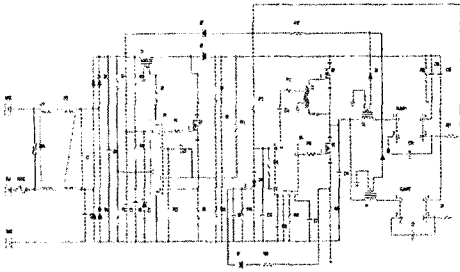
종 별	인가전압실효치(V)	
	예열이 불충분할경우	정상 시동시
FHF14	130이하	230이상(+10℃일때) 230이상(+10℃일때)
FHF21	200이하	230이상(+10℃일때) 230이상(+10℃일때)
FHF28	240이하	230이상(+10℃일때) 230이상(+10℃일때)
FHF35	275이하	230이상(+10℃일때) 230이상(+10℃일때)

## 2.4 T-5 28W 전자식안정기의 설계 와 특성치 고찰

현재 수요가 많은 28W 1등, 2등을 기준으로 제품 설계를 실시했다. 그리고 설계 기준에서도 예열전류와 EMI를 중점적으로 실시 했으며, 램프 수명 관련 실제 자료를 얻는데 주력하였다.

### 2.4.1 안정기 회로 결정 및 EMI 필터 설계

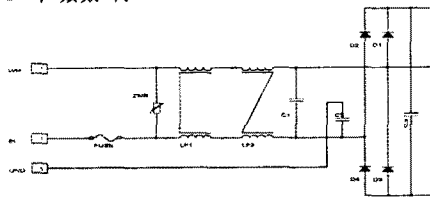
220V 28W 2등용의 회로도를 이용 실험적인 접근을 실시했다. <회로1>은 전체적인 회로도이고 실험을 위해서 회로를 세부분으로 나누었다. 첫째, 전원부와 필터부이고 둘째, 스위칭부와 음극 예열부로, 셋째, 출력 램프부로 나누었다.



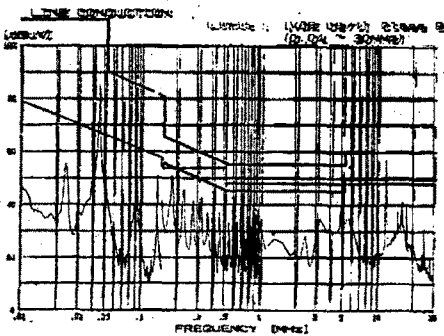
<회로1>

### 2.4.1.1 안정기 전원부와 필터

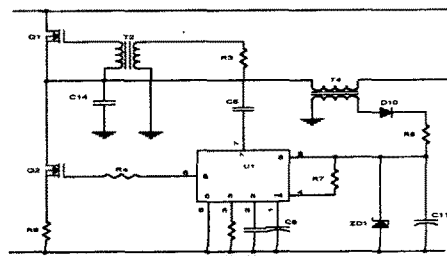
전원부는 정전력형IC인 모토롤라의 MC33262P를 사용해서 DC전압을 400V로 설계했다. 그리고 제일 중요한 문제로 사회적인 인식이 넓어진 EMI필터는 신중할 필요가 있었다.



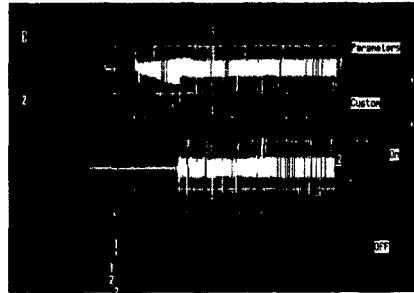
<회로2>는 콤팩트모드와 노멀모드의 2중 필터를 이용 국제규격 및 KS규격을 만족시키는 설계를 실시했고 다음과 같은 결과를 얻었다.



### 2.4.1.2 안정기 스위칭부와 음극예열부



스위칭부의 핵심적인 것은 자려발진과 타려발진의 두종류로 나누는데 여기서는 Fairchild KA7541 IC이용 타려발진을 사용하였다.

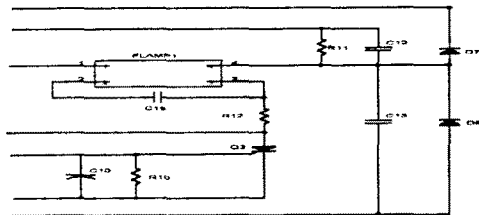


실험결과 음극 예열전류를 충분히 흘릴수록 램프 수명은 길어졌다. 또한 국내 및 외국 램프에 대한 가혹 테스트로 램프의 수명을 측정했다. 측정 결과는 다음과 같았다.

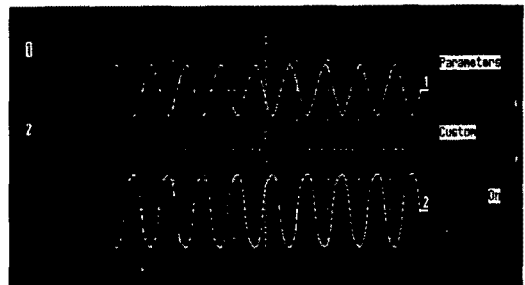
	A사(O)	B사(P)	A사(G)	A사(H)
시료#1	36,010회	36,200회	31,200회	23,240회
시료#2	25,900회	27,200회	29,200회	15,200회
시료#3	36,800회	36,770회	30,200회	23,700회
시료#4	27,050회	26,900회	28,200회	22,600회
시료#5	37,600회	37,250회	36,860회	30,100회

측정방법 : 현재 한전 고효율조명기기 시험에서 실시하는 방법으로 50초 OFF 10초ON 으로 시료를 각사 램프별로 실시했다.(동일 시료사용)

### 2.4.1.3 안정기 추력부와 보호회로부



출력램프 전압파형과 오결선등의 보호회로로 3상4선식 때 380V의 과전압에 견디도록 설계했으며,오결선시에도 제품의 손상이 발생치 않도록 설계하였다. 출력램프 파형은 다음과 같다.



\* IEC60928의 Fault condition 에서의 테스트 결과 고장모드시험의 정류체 단락(주위온도: 27℃)시험, 절연체 단락시험(주위온도: 27℃),전해콘덴서 양단단락시험 결과 양호한 결과가 나왔다.

### 3. 결 론

본 시험 결과로 볼 때 램프수명은 음극에열 전류를 충분히 흘려주면 수명은 오래간다는 사실이다. 향후 T-5 램프 보급이 확대될 것이며, 현재 일부 지하철차장에 시범적으로 적용되고 있다. T-5램프도 T-8램프에서 시행착오를 했던 겨울철의 적화현상에 따른 대책이 필요할 것으로 생각되며, 다양한 인테리어용 제품의 개발이 기대된다. 기존의 전자식 안정기보다 기구물의 공간이 작은 관계로 제품의 슬림화와 SMD부품의 활용이 필요할 것으로 사료되며, 향후 전자식 안정기 설계에 더 많은 노력으로 세계 시장에 진출할 수 있기를 기대한다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] Oslam/Sylvania Lamp/Ballast Catalog,1999
- [2] Phillips Lamp/ Ballast Catalog,1999
- [3] dr Chr.Meyer and ir H.Nienhuis , "DISCHARGE LAMPS" , Phillips Technical Library
- [4] IEC60928,IEC60929"관형형광램프용교류전원전자식 안정기"
- [5] 한국표준협회,KS C7601,KS C8100,2001.7
- [6] 한국전기시험연구원, 통권제23호,"전기전자기술"
- [7] 김규덕,한수빈,유승원,장봉만,박석인,정학근,대한전기학회 하계학술대회 논문지,"최근의 T-5안정기의 성능에 대할",