콤팩트 형광램프용 전자식 안정기의 주파수 제어에 의한 온도보상

論 文
48B - 1 - 5

Compensation of temperature characteristics by frequency control of an electronic ballast for a compact fluorescent lamp

宋相彬* · 郭宰榮** · 呂寅善***
(Sang-Bin. Song · Jae-Young Gwark · In-Seon Yeo)

Abstract - Compact fluorescent lamps are very sensitive to the variation of ambient temperature. This paper investigates the temperature characteristics of a 15[W] compact fluorescent lamp, and compensates the variation of light output by frequency control of its electronic ballast. Circuit parameters for the inverter of the electronic ballast are obtained by analyzing the *R-L-C* equivalent circuit for the inverter and the lamp. The optimum ratio of the two capacitance(C_1/C_2), which are connected with the lamp in series and in parallel, respectively, is determined with consideration of the temperature variation within a range of 10~35[℃]. As a result a value of 10 for the ratio is obtained at an operating frequency of 57[kHz], and with this value the frequency control works well for temperature compensation. Its validity is verified by investigating light output stabilization characteristics resulting from frequency control of the lamp at various temperatures.

Key Words : Electronic ballast, CFL(Compact fluorescent lamp), Temperature compensation by frequency control, Temperature characteristic of CFL

1. 서 론

콤팩트 형광램프(CFL)는 백열전구에 비하여 발광효율이 높고 긴수명을 가지고 있으며, 직관형보다 소형으로 제작이 가능하여 많이 사용되고 있다. 또한 콤팩트 형광램프에 전자식 안정기를 사용함으로써, 안정기를 소형·경량화하여 보다 더 램프와 안정기를 일체화시켰으며 램프가 즉시 점등되는 장점을 가지게 되었다[1][2]. 이렇게 형광램프를 콤팩트화하는데 고려할 사항은 좁은 공간에 내장될 발광관의 크기와 발광관의 온도상승에 의한 발광효율의 저하, 높은 관벽온도와 고부하 상태에 견디는 형광체의 개발 등이 있다. 특히 온도변화가 심한 장소에서는 콤팩트 형광램프의 성능이 램프의 최냉부 온도에 의해 결정되고, 그 최냉부 온도는 실내온도의 영향을 많이 받기 때문에 안정기의 설계 단계에서부터 이러한 온도특성을 고려할 필요가 있다[3][4].

본 연구의 주된 목적은 온도 변화시에 램프특성의 변화가 적으면서도 고효율을 유지할 수 있는 콤팩트 형광램프용 전자식 안정기의 회로상수 값을 결정하는 데 있다. 설계방법은 주위온도의 변화에도 램프의 안정화 및 광출력 특성을 최적으로 유지할 수 있고, 안정기의 주파수제어에 의하여 온도보상을 최적으로 할 수 있는 인버터부의 회로상수, 특히 램프와 직·병렬로 각각 연결되는 두 개의 커패시턴스 비를 구하는 것이다.

* 準 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 博士課程
** 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 客員敎授 · 工博
*** 正 會 員 : 全南大 工大 電氣工學科 및 RRC 敎授 · 工博
接受日字 : 1997年 10月 7日
最終完了 : 1998年 10月 26日

이를 위하여 전자식 안정기의 인버터부 회로를 분석하고 15[W] 콤팩트 형광램프를 대상으로 PSpice 시뮬레이션을 통하여 각각의 커패시터 비에 따른 하프브리지 인버터 방식의 전자식 안정기를 제작하였다. 제작된 안정기를 사용하여 램프를 점등시켰으며, 실제 공간내에서 사용온도 범위(15~35[℃])로 주위온도를 변화시켰을 때 램프의 시동 및 광출력 특성을 측정·비교하고 실험공간(항온조)내에서 동작주파수를 조절하여 온도보상을 시행함으로써, 최적의 커패시턴스 비를 구하고자 하였다.

2. 형광램프의 온도 특성

2.1 콤팩트 형광램프의 온도 특성

형광램프의 콤팩트화시 일반 형광램프와 같은 고효율을 유지하기 위한 최대의 과제는 좁은 관경으로 인한 수은 증기압의 과승을 방지하는데 있다. 일반적으로 콤팩트화가 진전되면 직관형보다 관벽부하가 커지고 열용량이 작아지며 열방사가 나빠져서 발광관의 온도가 상승하게 되어 수은증기압이 최적치 보다 높게 된다. 그 결과, 광량자의 재흡수확률이 증가하여 방사효율이 낮아진다[5].

예를 들면 관경 10[mm]인 콤팩트 형광램프는 base down 일 경우, 그림 1에서 보이는 것처럼 최냉부의 온도가 직관형(40[℃])보다 높은 온도(47[℃])에서 형광램프의 광속이 최대가 되며, 그보다 높거나 낮은 온도에서는 광속이 저하된다[6].

또한 광출력, 램프전력의 최대치가 되는 점이 다르고 떨어지는 기울기도 다르기 때문에 발광효율이 최대가 되는 온

도가 광출력이 최대가 되는 온도와 일치하지는 않는다.

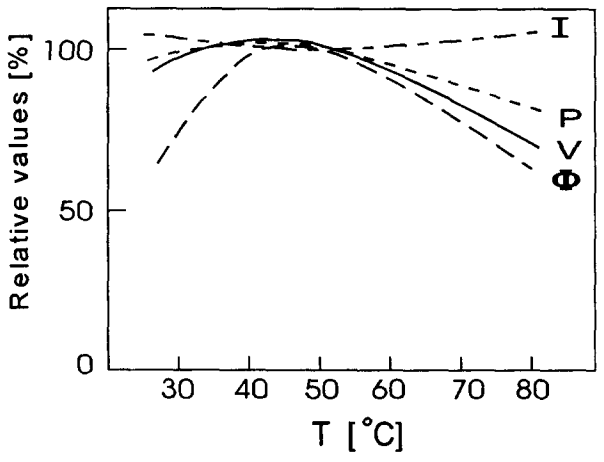


그림 1 콤팩트 형광램프의 최냉점 온도에 따른 램프전류(*I*), 램프전력(*P*), 램프전압(*V*), 램프광속(*Φ*)의 특성
(단, [%]는 최대 광출력이 나오는 온도를 기준으로 하여 표기)

Fig. 1 Influence of the coldest spot temperature(*T*) on the relative values of luminous flux(*Φ*), lamp voltage(*V*), lamp current(*I*), and lamp power(*P*) of a CFL
(Note : The 100[%] values are the ones at the temperature of the max light output)

2.2 안정기의 종류에 따른 형광램프의 온도 특성

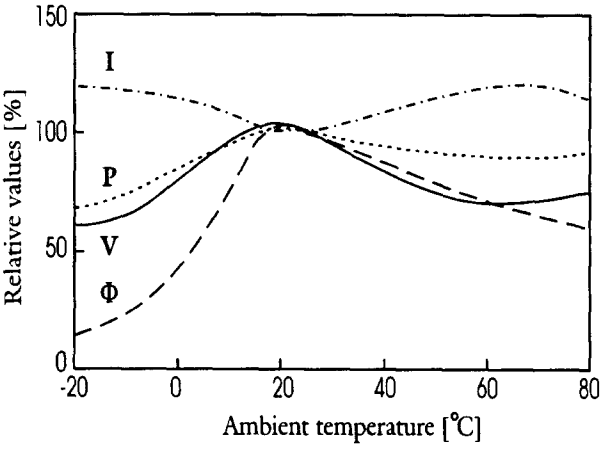
안정기의 종류에 따른 램프의 온도특성을 알아보면 그림 2와 같이 나타난다. 그림 2(a)는 유도성 회로의 안정기를 사용했을 경우 램프의 온도특성을 나타낸 것으로서, 주위온도의 변화에 따른 램프전류의 변화가 크게 나타나고 있다. 이것은 이 안정기의 성능이 유도성 코일 온도에 의존하며 주위온도에 많은 영향을 받기 때문이다. 또한 이러한 안정기 구조는 주위온도가 상승하면 최냉점의 온도가 40[℃](주위온도 25[℃])이상으로 상승하게 되고 공진방사의 재흡수가 급격히 증가하게 되어 광출력의 손실을 가져온다. 특히 고온의 주위온도에서는 램프의 전력손실이 크고 램프의 수명에 많은 영향을 미친다.

반면에, 그림 2(b)는 용량성 회로의 안정기를 사용했을 경우의 램프특성을 나타낸 것으로서, 주위온도의 변화에 따라 램프전류가 거의 일정하게 나타나기 때문에 안정기의 수명에 좋은 특성을 보이지만 램프의 광출력 변화가 비교적 크다. 그래서 램프전력이 램프전압에 거의 비례하기 때문에 낮은 온도에는 광출력이 낮은 단점이 있다[6][7].

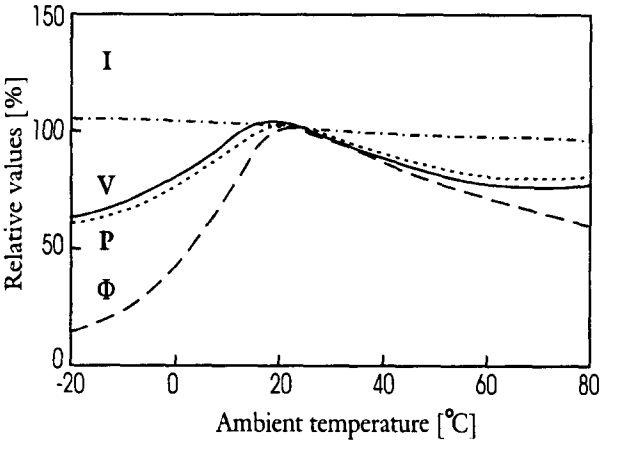
2.3 점등주파수에 따른 형광램프의 온도 특성

일반적으로 고주파점등방식(수십[kHz])은 전원주파수(60[Hz]) 점등방식보다 램프의 발광효율이 10~15[%] 이상이 된다는 사실이 알려져 있다.

그림 3은 각각의 점등주파수(*f*)에 대한 주광색 형광램프의 온도특성을 나타냈다. 램프의 광속은 주위온도의 상승에 따라 처음에는 증가하다가 주위온도 25[℃]에서 최대가 되고 그 이상의 온도가 되면 감소하는 특성이 있다. 또한 동일 온도에서 점등주파수가 높을수록 광속이 증가하는 데, 그림에서 상대광속은 점등주파수 20[kHz]보다 30[kHz]일 경우가 약 12[%], 45[kHz]일 경우가 약 20[%] 정도 높게 나타나고 있다[8].



(a)



(b)

그림 2 안정기의 종류에 대한 주위온도에 따른 형광램프의 램프전류(*I*), 램프전력(*P*), 램프전압(*V*), 램프광속(*Φ*)의 특성
(a) 유도성 안정기 (b) 용량성 안정기
(단, [%]는 최대 광출력이 나오는 온도를 기준으로 하여 표기)

Fig. 2 Influence of ambient temperature on the relative values of luminous flux(*Φ*), lamp voltage(*V*), lamp current(*I*), and lamp power(*P*) of a fluorescent lamp in regard to ballast type :
(a) Inductive ballast (b) Capacitive ballast
(Note : The 100[%] values are the ones at the temperature of the max light output)

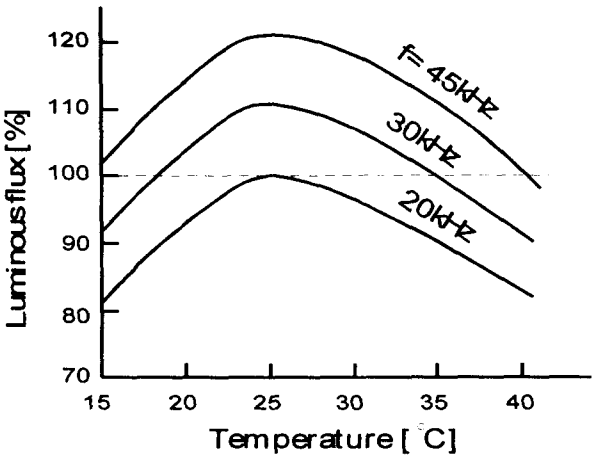


그림 3 각 점등주파수에 대한 형광램프 상대광속의 온도 의존성 (단, [%]는 최대 광출력이 나오는 온도를 기준으로 하여 표기)

Fig. 3 Temperature dependence on the relative luminous flux of a fluorescent lamp at various high frequencies (Note : The 100[%] values are the ones at the temperature of the max light output)

3. 주위온도를 고려한 전자식 안정기의 설계

3.1 전자식 안정기의 기본회로

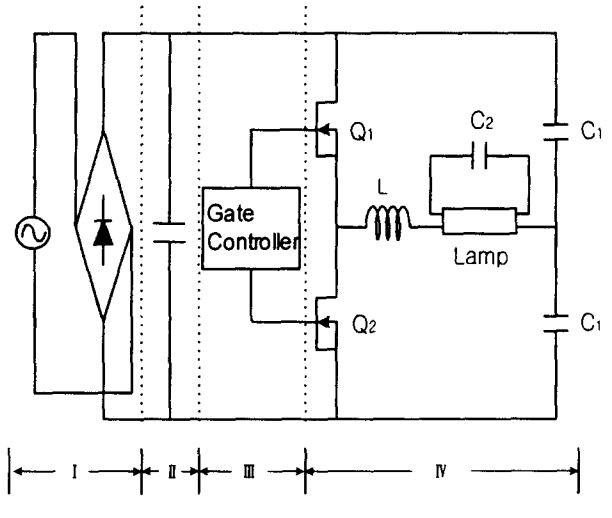


그림 4 고주파 점등형 전자식 안정기의 기본 회로 (I : 정류부, II : 평활부, III : 주파수제어부, IV : 인버터부)

Fig. 4 Basic circuit diagram of an electronic ballast of high frequency type (I : Rectifier, II : Buffer capacitor, III : Frequency control circuit, IV: Inverter circuit)

본 실험에 사용된 하프브리지 공진형 인버터 방식의 전자식 안정기의 기본 회로도를 그림 4에 보여주고 있다. 인버터 회로내의 Q_1과 Q_2는 스위칭 소자로서 게이트 제어회로를 수반하여 주파수제어를 할 수 있으며, C_1은 L과 더불어 램프전류를 제한하고 C_2는 시동과 방전유지를 담당한다. 여기에서 C_1/C_2비를 조절함으로써 시동특성 및 광출력 특성을 조절할 수 있다.

3.2 인버터부의 전압이득특성

전자식 안정기의 해석을 용이하게 하기 위하여, 그림 5처럼 램프를 등가저항으로 치환하여 인버터부를 R_{Lamp}-L-C_1-C_2인 등가회로로 변환하였다. 여기서 등가저항은 램프의 주위환경(램프의 점등위치, 점등주파수, 주위온도 등)에 영향을 받으며, 특히 주위온도에 따라서 변화가 심하게 나타난다.

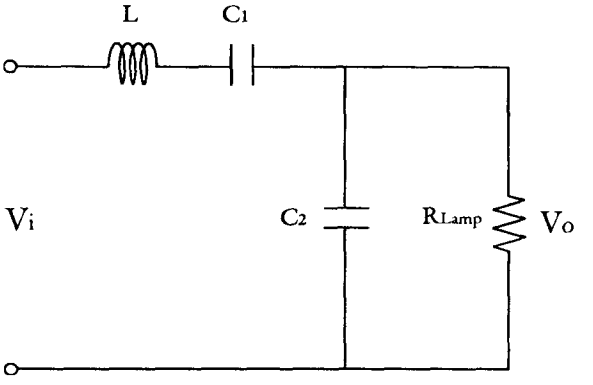


그림 5 인버터부의 등가회로

Fig. 5 Equivalent circuit of the inverter

또한 등가저항은 램프전압의 영향을 가장 많이 받기 때문에, 그림 1, 2에서 나타낸 것처럼 등가저항은 램프전압이 가장 크게 나타나는 온도에서 최고치를 나타낼 것이며, 주위온도가 그 온도에서 멀어지면 멀어질수록 작아지게 될 것이다. 이러한 특성은 주위온도에 대한 광속의 변화와 비슷한 특성을 보이고 있으므로, 등가저항이 최고치 일 경우의 주위온도가 최적임을 알 수 있다. 항온조내의 주위온도에 대한 15[W] 콤팩트 형광램프의 등가저항을 그림 6에 나타내었다.

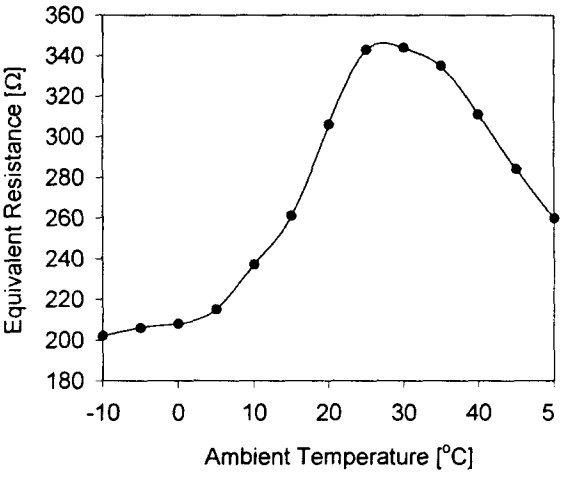


그림 6 주위온도에 따른 램프 등가저항의 변화

Fig. 6 Variation of equivalent resistance of a lamp according to ambient temperature

전자식 안정기의 인버터회로에서 램프의 등가저항 및 동작주파수의 변화에 대한 전압이득은 다음 식과 같이 표현된다.

1) 램프 시동중(R=∞)

$$\left|\frac{V_0(j\omega)}{V_i(j\omega)}\right| = \frac{1}{\sqrt{\left(C_S - C_S\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2}} \quad \text{---------- (1)}$$

단, $1+\frac{C_2}{C_1} = C_S$, $\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1+C_2}{LC_1C_2}}$, $Q = \frac{\omega_0 L}{R_{Lamp}}$

2) 램프 점등중(full load)

$$\left|\frac{V_0(j\omega)}{V_i(j\omega)}\right| = \frac{1}{\sqrt{\left(\left(1+\frac{1}{C_R}\right)-\frac{1}{C_R}\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$

단, $\frac{C_1}{C_2} = C_R$, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_1}}$, $Q = \frac{\omega_0 L}{R_{Lamp}}$

---------- (2)

결국, 그림 5의 등가회로는 L, C_1의 직렬공진과 L, C_2의 병렬공진의 장점을 취하면서 각각의 단점을 해결하는 회로이다. 즉 적당한 C_2를 선택하여 램프 시동시의 동작을 보장하고, C_1과 C_2의 비를 조정하여 정상동작시의 손실과 특성을 보장할 수 있다.

3.3 주위온도에 따른 인버터부의 특성

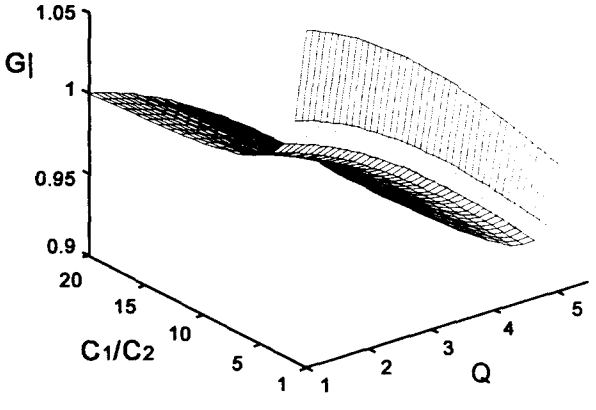


그림 7 Q값과 C_1/C_2의 변화에 대한 전압이득곡선 ($\omega/\omega_o = 1.05$)

Fig. 7 Plot of voltage gain curves at various C_1/C_2 and Q values ($\omega/\omega_o = 1.05$)

주위온도의 변화에 따라서 등가저항 R_{Lamp}가 변화한다는 것은 램프 점등중의 전압이득식에 의해 Q값이 변화하는 것이 되므로, 전압의 이득이 온도에 따라서 변화한다고 볼 수 있다. 또한 인버터내의 C_1/C_2값에 따라서 이러한 주위온도 특성이 다르게 나타남을 알 수 있다. 따라서 각각의 C_1/C_2값에 따른 주위온도 특성을 알아보기 위해, 점등주파수를 공진주파수의 1.05배(최적의 주파수)로 하고 Q값을 1~5까지 변화시키면서 전압이득을 구하여 그림 7과 같이 나타냈다. 이 그림에서, C_1/C_2값이 1~10미만일 경우에 출력전압의 변동이 심하고 C_1/C_2값이 10이상일 경우에 변동이 적음을 알 수 있다.

3.4 동작주파수에 의한 온도보상 특성

램프의 정상동작시의 전압이득식에서 동작주파수가 변화한다면 전압이득이 변화되기 때문에, 주위온도에 대한 전압이득의 변화를 동작주파수의 조절로 보정할 수 있다. 또한 이러한 주파수 특성은 각각의 C_1/C_2값에 따라 다르게 나타난다. 이에 따른 최적의 주파수 특성을 나타내는 C_1/C_2값을 알아보기 위해서, Q값을 고정시키고 C_1/C_2값과 동작주파수를 변화시켜 전압이득식에 대입하면 그림 8과 같이 나타난다. 이 그림에서, C_1/C_2값이 높아질수록 주파수 변화에 따른 전압이득의 변화가 적음을 알 수 있다. 즉 C_1/C_2값이 적을수록 램프에 인가되는 전압의 변화가 커짐을 알 수 있다.

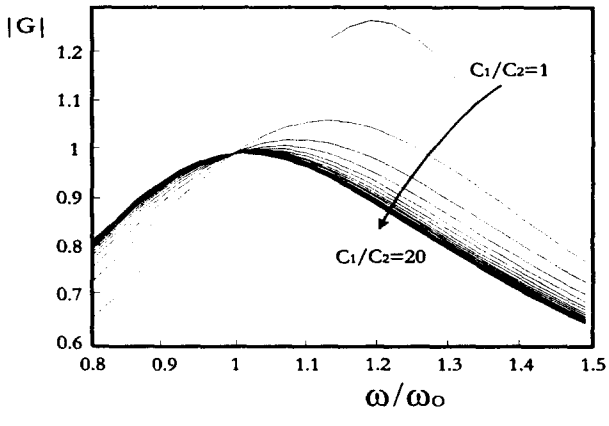


그림 8 C_1/C_2와 주파수의 변화에 대한 전압이득곡선(Q=2)

Fig. 8 Plot of voltage gain curves at various C_1/C_2 and frequency values(Q=2)

3.5. PSpice에 의한 인버터부의 회로상수 결정

전자식 안정기회로의 C_1/C_2값에 따른 회로상수를 결정하기 위하여, 먼저 15[W] 트리플형 콤팩트 형광램프가 최대로 발광할 때의 램프전압 및 전류값을 측정하여 램프의 등가저항(R_{Lamp})을 구하였다. 그리고 충분한 램프 시동전압을 공급하여 램프 점등이 가능하도록 하기 위해서, 시동시 전압이득식인 식(1)의 $\omega_0 = \sqrt{\frac{C_1+C_2}{LC_1C_2}}$, $Q = \frac{\omega_0 L}{R_{Lamp}}$에 대해 충분히 큰 Q값(1~5)과 R_{Lamp}값 (364[Ω]), 공진주파수(55[kHz])를 대입하여 각각의 Q값에 대한 C_1/C_2값(2, 5, 10, 20)에 따른 L, C_1, C_2를 구하였다. 이렇게 구해진 값에 대해 램프 정상동작시 특성을 만족시키기 위해서, 앞에서 구한 각각의 회로상수(L, C_1, C_2)값과 공진주파수의 1.05배가 되는 동작주파수 57[kHz]로 그림 9에 표현된 회로도에 의한 PSpice시뮬레이션을 시행하였다. 그 결과 램프전력이 15[W]가 되는 회로상수 값을 최적의 값으로 결정하였다.

그림 10은 PSpice시뮬레이션과 실제 실험에 의한 램프의 전압·전류을 나타내고 있으며, 매우 유사한 결과가 나타남을 알 수 있다. 그리고 표 1은 각각의 C_1/C_2값(2, 5, 10, 20)에

대해서 최적의 Q값과 회로상수 L, C_1, C_2의 값을 나타내고 있다[9].

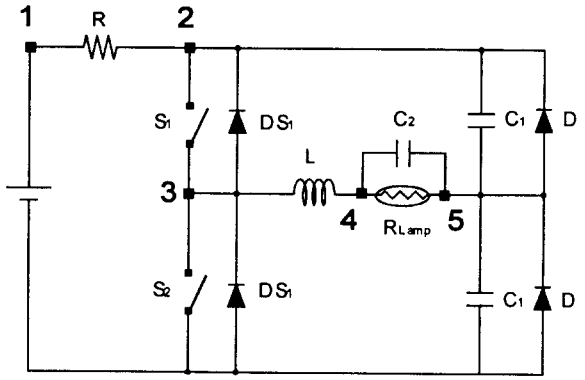
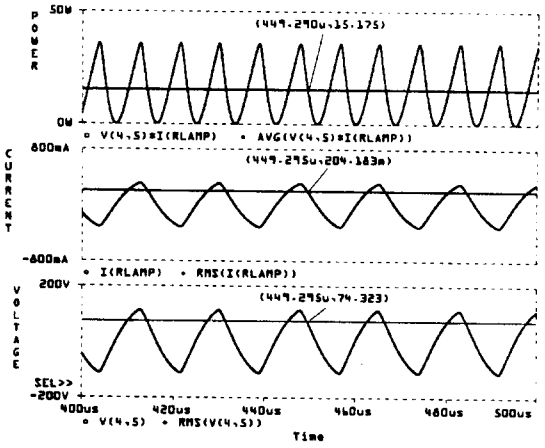
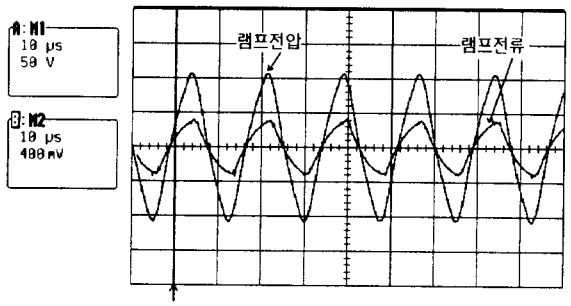


그림 9 PSpice 시뮬레이션에 의한 인버터 회로도
Fig. 9 Inverter model for PSpice simulation



(a)



(b)

그림 10 램프전압과 램프전류 파형
(a) PSpice 시뮬레이션 결과 (b) 실험 결과
Fig. 10 Waveforms of lamp voltage and lamp current (a) Results of PSpice simulation (b) Experimental Results

표 1 PSpice 시뮬레이션을 통한 인버터 회로의 회로 상수 값

Table 1 Inverter circuit parameters determined from P-Spice simulation

C_1/C_2	Q	L[mH]	C_1[nF]	C_2[nF]
2	2.18	2.29	11.0	5.48
5	2.03	2.13	23.6	4.71
10	1.95	2.05	44.9	4.48
20	1.93	2.03	86.7	4.34

4. 실험 및 결과

시뮬레이션 결과로 얻어진 각각의 회로상수를 이용하여 각각의 C_1/C_2값에 따른 전자식 안정기를 설계하였다. 설계된 각각의 안정기를 이용하여 실제 사용공간인 실험실(폭 4.0[m], 길이 6.5[m], 높이 2.6[m])내에서 램프의 시동 및 광출력 특성을 측정하였고, 항온조(폭 45[cm], 길이90[cm], 높이 70[cm])에서 인버터부의 주파수 제어를 통한 온도보상을 행하였다.

4.1 주위온도에 따른 콤팩트 형광램프의 온도 특성

실험실내에 주위온도를 변화시켰을 경우, 각각의 C_1/C_2값에 관계없이 거의 일정한 시동특성을 나타내었다. 그중에서 C_1/C_2=10에 대한 시동특성을 발광광속 상대치로 그림 11에 나타냈으며, 직관형 램프의 최적 주위온도(25[℃])보다 높은 온도에서는 빠르게 최대광출력에 도달한 다음 큰 폭으로 광출력이 떨어지면서 정상상태에 도달하고, 그 보다 낮은 온도에서는 비교적 느리게 최대 광출력에 도달하지만 적은 변동폭으로 정상상태에 도달함을 보이고 있다. 이 사실로부터 주위온도가 25[℃]이상일 경우에 콤팩트 형광램프는 그 특성이 매우 나빠짐을 알 수 있다.

표 2는 실험실내에서 주변온도에 따른 C_1/C_2값 변화시의 램프 특성을 나타냈다. 여기서 직관형의 최적 주위온도(25[℃])보다 낮은 온도에서 광출력과 발광효율이 높게 나타나는데, 이는 콤팩트 형광램프의 주위온도 상승에 따른 발광관 온도 상승이 직관형보다도 높게 나타나기 때문이다. 또한 C_1/C_2=2일 때는 전체적으로 점등이 불안하며 광출력이 상대적으로 낮고, C_1/C_2=5일 경우는 광출력은 높으나 주위온도에 따른 광출력의 변화폭이 크다. 반면, C_1/C_2=10, 20일 경우는 비교적 양호한 광출력을 나타내고 있다. 또한 발광효율은 C_1/C_2=10, 20일 경우가 효율이 가장 높고 C_1/C_2=2는 효율이 가장 나쁨을 보이고 있다.

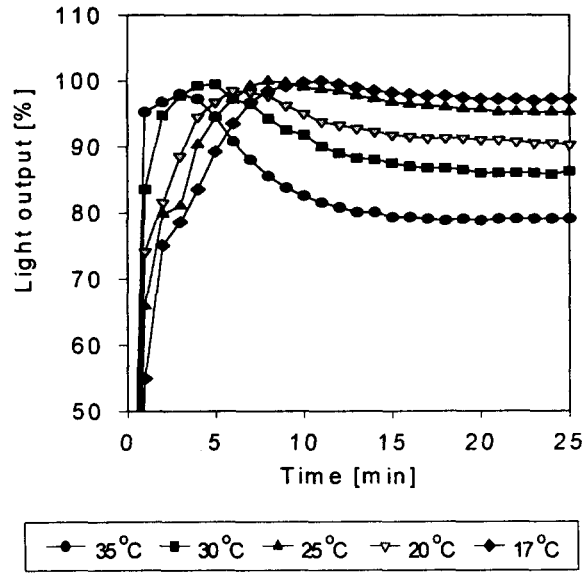


그림 11 C_1/C_2일 경우에 주위온도 변화에 따른 광출력 안정화 특성

Fig. 11 Stabilization characteristics of light output according to the variation of ambient temperature at C_1/C_2=10

표 2 주위온도에 따른 C_1/C_2값 변화시 램프특성

Table 2 Characteristics of compact fluorescent lamp according to the variation of ambient temperature at various C_1/C_2 values

주위온도 [℃]	C_1/C_2	램프전압 [V]	램프전류 [A]	광출력 [%]1)	발광효율 [%]1)
17	2	72.6	0.217	104	95.5
	5	73.3	0.219	109	99.8
	10	73.9	0.209	108	99.6
	20	73.9	0.208	109	100
20	2	71.5	0.221	101	94.5
	5	71.2	0.218	106	98.8
	10	71.8	0.210	106	101
	20	71.7	0.208	106	101
25	2	69.2	0.222	98.6	97.1
	5	68.9	0.215	99.7	99.0
	10	70.5	0.208	100	100
	20	70.4	0.207	101	100
30	2	66.2	0.217	90.9	95.3
	5	66.3	0.216	95.3	99.8
	10	66.7	0.213	95.6	102
	20	69.8	0.207	99.2	100
35	2	63.8	0.219	84.2	91.1
	5	63.2	0.217	86.5	93.4
	10	64.5	0.213	87.6	96.6
	20	63.8	0.207	86.5	96.2

주) 1. 주위온도 25[℃], C_1/C_2=10일 때를 기준으로 한 것임

4.2 주파수 제어를 통한 콤팩트 형광램프의 온도 특성

콤팩트 형광램프가 온도에 민감하게 반응하는 것을 앞에서 설명하였다. 이에 비교적 안정된 램프특성을 보이는 항온조내에서, 전자식 안정기의 인버터내 스위칭 소자의 동작주파수를 기준 동작주파수보다도 낮추어 램프에 전달되는 전력을 증가시켜 최적의 전력(15[W])이 되도록 하여 온도보상을 시행하였다.

표 3은 항온조내에서 주위온도에 따른 C_1/C_2값에 대한 온도 보상시의 특성을 나타낸 것으로, 실험실내에서의 특성과 매우 비슷한 특성을 나타내고 있다. 그러나 주위온도가 25[℃]일 때 최적의 전력(15[W])과 최대 광출력이 나타나고, 35[℃]일 때 발광효율이 최대가 되는 점이 다르다. 이는 항온조내의 송풍기에 의한 공기의 흐름으로 최냉점온도가 콤팩트 형광램프의 열복사에 의한 영향이 적어져서 일정한 온도로 유지되어, 항온조내에서 최대 광출력이 나오는 주위온도가 실험실내에서 나타나는 주위온도보다 높게 나타나기 때문이다.

또한 주위온도 0[℃]과 35[℃]일 경우에, 주파수 제어를 행하여 램프전력을 증가시켜 온도보상을 시행하였는데, C_1/C_2=2일 경우에는 주파수에 따른 전력 변화가 크게 나타나지만 광출력과 효율이 낮고, C_1/C_2=20일 경우에는 주파수 변화에 대한 전력 변화가 적게 나타나고 있다. 결국 시뮬레이션에서 살펴본 바와 같이 C_1/C_2=10일 경우가 발광효율과 광출력면에서 가장 최적임을 알 수 있다.

표 3 주위온도에 따른 C_1/C_2값 변화시 주파수제어를 통한 온도보상

Table 3 Compensation by frequency control according to the variation of ambient temperature at various C_1/C_2 values

주위온도 [℃]	C_1/C_2	주파수 [kHz]	램프전압 [V]	광출력 [%]1)	입력전력 [W]	발광효율 [%]1)
0	2	57	65.0	31.2	12.5	37.4
		47(보상)	61.4	46.7	15.0	46.7
	10	57	63.6	30.2	12.1	37.4
		45(보상)	59.8	48.3	15.0	48.3
	20	57	63.5	31.3	12.1	38.8
		42(보상)	58.3	48.4	15.0	48.4
25	2	57	77.4	96.4	15.2	95.2
	10	57	77.6	100	15.0	100
	20	57	77.2	101	15.0	100
35	2	57	73.5	94.3	14.1	100
		54(보상)	72.1	101	15.0	100
	10	57	73.3	97.9	14.1	104
		53(보상)	70.3	104	15.0	104
	20	57	73.3	98.6	14.1	105
		52(보상)	70.3	104	15.0	104

주) 1. 주위온도 25[℃], C_1/C_2=10일 때를 기준으로 한 것임

5. 결 론

온도변화에 따른 콤팩트 형광램프의 전자식 안정기의 설계를 최적화 하기 위하여, 안정기의 인버터 회로를 등가회로로 치환하고 PSpice 시뮬레이션을 수행한 결과 각각의 C_1/C_2값에 대한 가장 적절한 회로상수와 주파수 제어 값을 구할 수 있었다. 이를 토대로 하프브리지 공진형 인버터 방식의 안정기를 제작하고, 주파수제어를 수행하여 주위온도 변화시 램프출력을 안정화시키는 방법을 제안하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 온도변화에 따른 콤팩트 형광램프의 발광효율과 광출력 특성을 안정화시키는 데 있어서, 전자식 안정기내 인버터부의 주파수제어 방식이 가능함을 확인하였다.
2. 실제공간에서의 전자식 안정기 인버터 회로상수 C_1/C_2값이 10이상일 경우가 광출력과 발광효율이 좋고 온도에 따른 광출력 변동률이 적음을 알 수 있었다.
3. 전자식 안정기의 인버터 회로상수 C_1/C_2값이 10이하일 경우 동작주파수(45~57[kHz])에 대한 온도보상이 효율적임을 알 수 있었다. 이때 고온과 저온에서의 램프의 발광효율과 광출력특성이 10%이상 향상되었다.
4. 앞의 결과로서, 전자식 안정기의 인버터 회로상수 C_1/C_2값이 10일 경우가 주위온도 변화에 따른 램프의 특성 변화가 적으면서도 주파수 제어에 의한 온도 보상시 가장 안정적인 특성을 보이고 있음을 알 게 되었다.

앞으로, 주위온도 변화가 심한 장소나 더 많은 장소에 응용이 가능할 것으로 기대되며, 주파수제어를 통한 최적의 온도보상을 할 경우, 실용화를 위하여 정격의 램프 출력 전력에 반응하여 램프전압의 주파수를 제어할 수 있는 경제적인 시스템을 개발하여야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] Y. Ji and R. Davis, "Starting Performance of High-Frequency Electronic Ballasts for 4-Foot Fluorescent Lamps", IEEE Ind. Appl. Soc. 30th Annual Meeting, pp. 2083-2089, 1995.

[2] W. R. Alling, "Preserving Lamp Life Using a Low Cost Electronic Ballast with Compact Fluorescent Lamps, a New Approach", IEEE Ind. Appl. Soc. 28th Annual Meeting, Vol. 3, pp. 2247-2253, 1993.

[3] A. W. Serres, "Reducing the Length of an Integrated Compact Fluorescent Lamps", J. Illum. Engng. Soc., pp. 26-30, 1994.

[4] A. Laperriere and R. Martel, "Performance of Compact fluorescent lamps in Exerior Lighting Fixtures at Cold Temperature", IEEE Ind. Appl. Soc. 28th Annual Meeting, Vol. 3, pp. 2305-2308, 1993.

[5] 지철근, 여인선, "절전형 형광램프의 이론", 조명전기설비학회지, Vol. 10, No. 2, pp. 3-13, 1996.

[6] C. Meyer and H. Nienhuis, *Discharge Lamp*, Philips Technical Library, pp. 69-138, 1988.

[7] D. J. Cotter, R. Y. Pai and Mark B. Sapcoe, "Subminiature Fluorescent Lamps", IEEE Ind. Appl. Soc. 28th Annual Meeting, Vol. 3, pp. 2266-2271, 1993.

[8] 關享士郎, 志田純一, 村上孝一, "感溫インベータによる螢光ランプの溫度依存性改善法", 計測自動制御學會論文集, Vol. 23, No. 6, pp. 98-99, 昭和 62년.

[9] 여인선, 곽재영, 송상빈, "콤팩트 형광램프용 Dimming형 전자식 안정기의 회로정수 결정", 조명·전기설비학회지, Vol. 9, No. 2, pp. 29-34, 1995.

저 자 소 개

송 상 빈(宋 相 彬)

1969년 10월 1일생. 1994년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1997년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 전남대학교 대학원 전기공학과 박사과정 및 고품질 전기전자부품및시스템연구센터(RRC) 연구조원.

곽 재 영(郭 宰 榮)

1963년 11월 12일생. 1989년 전남대 공대 전기공학과 졸업. 1991년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1996년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 전남대학교 공과대학 전기공학과 객원교수

여 인 선(呂 寅 善)

1957년 6월 11일생. 1979년 2월 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1981년 2월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1989년 8월 서울대 대학원 전기공학과 졸업(공박). 현재 전남대 공대 전기공학과 및 고품질전기전자부품및시스템연구센터(RRC) 교수.