

마이크로프로세서를 사용한 고효율 인버터 안정기에 관한 연구

(A Study on High Efficiency Inverter Ballast Using Microprocessor)

정재윤
(Jae-Youn Chung)

요 약

이 논문은 엽가형 마이크로프로세서를 사용한 고효율 인버터 안정기에 관해서 기술한다. 인버터 안정기내의 고속의 스위칭 주파수로 인한 심각한 스위칭 손실과 EMI문제를 줄이기 위해서 소프트-스위칭 기술을 제안한다. 또, 주위온도에 따라 형광램프의 점등특성을 개선시키기 위한 온도검출 회로와 기동전압 제어회로, 역률 개선, 램프의 수명연장 및 스위칭손실 경감을 위한 소프트 스위칭회로의 채용은 형광램프용 안정기로서 매력적인 특성을 제공한다.

본 연구에서는 이상과 같은 특성개선을 위한 인버터 안정기의 동작과 제어방법을 자세히 제시하고, 이를 입증하기 위한 실험을 했다. 실험결과, 입력전류의 낮은 중합고조파왜율(4.8%)과 램프전류의 높은 역률(98%) 및 -40°C에서도 기동이 원활한 우수한 특성을 얻을 수 있었다.

Abstract

This paper describes the high efficiency inverter ballast circuit using very cheap microprocessor, which has been developed by the author. A variety of soft-switching techniques have been proposed to reduce the switching losses and EMI problems that occur with higher switching frequencies in switched inverter ballast. The inverter ballast circuit, which employs a temperature sensing circuits has been also proposed to improve starting performance of the fluorescent lamps. That is, the inverter ballast circuit, which employs a soft-starting circuits and soft-switching techniques to implement the power factor correction and to mitigate of power-loss and increase a life time of the fluorescent lamps, has become an attractive performance for ballasting the fluorescent lamps.

In this paper, the operation and the control of the inverter ballast are described in detail and experimental results are presented. As the experimental results, when environment temperature is at -40°C, the inverter ballast circuit has low THD(4.8%) of the input current and large power factor(98%) of the lamp current. The proposed improved ballast circuit appears to be a good performance for ballasting fluorescent lamps.

*정회원 : 유한대학 제어측과 교수. 공박
접수일자 : 1999년 2월 23일

* 이 논문은 유한대학 학술연구비에 의하여 연구되었음.

1. 서 론

우리 나라 조명용 전력은 총 소비전력량의 약 18%에 달하며, 선진국은 약 20% 수준으로 집계되고 있다 [1]. 전 세계적으로 전기에너지절약 중 조명에너지절약을 위한 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 고효율 광원의 개발(관경 26mm, 32W), 고효율 전자식 안정기 개발, 고반사 등기구 개발 및 조명 기기를 총괄 제어 할 수 있는 조명제어시스템의 개발 및 보급이 시급한 과제로 남아있다[1].

특히 북미주, 일본, 독일, 호주 등 선진 공업국에서 고효율 조명 기기의 개발 및 보급을 위한 정부차원의 대책이 수립되어 있다.

그 예로 미국의 경우는 1992년 10월 "National Energy Policy Act" 계획을 통하여 고효율 광원 및 전자식 안정기의 개발과 보급이 시행되었으며, 캐나다에서도 1991년 10월 "Energy Efficient Lighting" 계획을 통하여 "Power Smart Specification for Electronic Ballasts"에서 전자식 안정기의 제반 성능기준을 정하고, 이 기준이상의 제품을 생산하도록 하고 있으며, 고효율 조명기인 컴팩트 형광램프, 고반사 등기구에 대해서도 생산과 보급을 장려하고 있다[1]. 이를 위하여 에너지소비효율 기준을 설정하여 기준이상의 고효율 조명 기기에 리베이트를 주어 고효율 제품의 보급을 확대하며, 최저 에너지소비효율 기준이하의 제품은 생산금지 시키는 제도도 채택하고 있다[1].

또한 MOSFET, IGBT 등 전력용 반도체 소자의 급속한 보급과 마이크로프로세서의 다양한 개발, 확산으로 그 가격도 수년 전에 비하여 1/5이하로 급락하기에 이르렀다[2,4].

이런 추세에 맞추어 본 연구에서는 에너지 효율이 높고, 주위온도에 영향을 받지 않는 기동특성을 갖는 마이크로프로세서식 인버터 안정기를 개발한다.

본 연구에서 제안된 인버터 안정기의 주된 설계요건을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 40[kHz]정도의 고주파로 점멸 시킴으로 플리커 현상이 없고, 직렬 리액터를 극소화시킬 수 있다.
- (2) 소프트 스위칭회로를 사용하여 스위칭손실과 EMI노이즈 발생을 최소화 한다.
- (3) 종합고조파함유율을 최소화한다.
- (4) 입력 주파수(50Hz/60Hz 어디에서나)가 변화해도 조광특성에 영향을 받지 않는다.
- (5) 주위온도를 검출하여 주위온도가 저하하면 인버터

안정기의 기동시간을 연장시켜 주고, 예열 시간도 좀더 길게 인가하여 기동(점등)특성을 개선하도록 하여 준다.

이상과 같은 요건을 기초로 하여, 본 연구에서는 열가인 초소형 마이크로프로세서를 사용하여 고효율이면서, EMI 문제가 적고 형광램프의 수명을 연장시킬 수 있는 인버터 안정기를 개발 하고자 한다.

인버터 안정기내의 고속의 스위칭 주파수로 인한 심각한 스위칭 손실과 EMI문제[3]를 줄이기 위해서 소프트-스위칭 기술을 제안한다. 또, 형광램프의 기동특성이 저온에서도 양호하게 점등되도록 하기 위하여 기동(점등)보상 회로를 채용한다.

2. 인버터 안정기의 구성 및 동작모드

2.1 인버터 안정기의 구성

형광등용 안정기 중에서 자기식 안정기에 비하여 효율이 높고, 전자식 안정기 보다 주위환경(온도변화 및 조도 등)에 적응이 가능한 마이크로프로세서형 안정기를 그림 2.1과 같이 구성하고 그 동작을 기술한다. 그림 2.1에서 D_1, D_2 는 역회복 속도가 빠른 다이오드를 사용하여야 하며, Q_1, Q_2 는 스위칭 속도가 빠른 전력용 MOSFET(혹은 IGBT)를 사용한다. C_1 은 고주파 부스트 커패시터로, 부하 회로망에 널리 사용되는 L_1 과 C_6 로 구성된 병렬공진 회로이다.

커패시터 C_2 는 형광램프가 기동시에 예열을 시키기 위한 기동 커패시터이다.

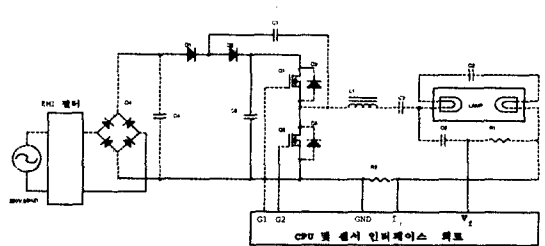


그림 2.1 마이크로프로세서에 의한 인버터 안정기 블록도

Fig 2.1 The block diagram of inverter ballast using microprocessor

2.2 CPU 및 센서 인터페이스 회로

CPU는 마이크로칩사의 PIC16C71을 채용 하였으며,

마이크로프로세서를 사용한 고효율 인버터 안정기에 관한 연구

교류회로의 전압전류를 검출하여 역률을 산출할 수 있고 이를 위하여 그림 2.2와 같이 전류, 전압의 위상, V_f 점 검출, 조도검출, 온도센서를 부착한다.

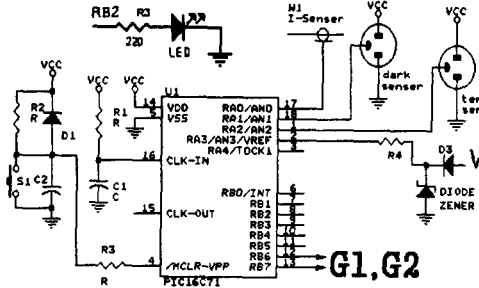


그림 2.2 CPU 및 센서 인터페이스 회로
Fig. 2.2 CPU and Sensor interface circuits

3. 인버터 안정기의 동작 모드

인버터 안정기의 동작은 6모드로 구분되며 각 동작 모드를 그림으로 표시하면 그림 3.1과 같다.

3.1 모드 0 : 동작경로는 그림3.1(a)와같은 경로로 동작하며, Q_1 이 on되어 C_5 에 축적된 에너지를 부하(램프 C_2 , C_6 가 병렬 접속된)를 통해 방전된다. 만약, C_5 양단전압이 공급전원전압보다 높으면 다이오드 D_1, D_2 는 역바이어스로 되어 off된다.

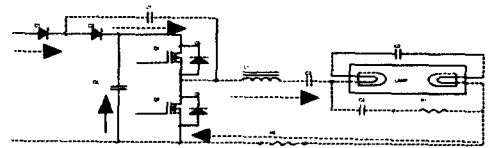
3.2 모드 1 : Q_1 이 on에서 off되는 직후 동작경로는 그림3-1(b)와 같이 D_1, C_1 을통해 특수부하 위상각을 갖고 모드 0에서와 같은 방향으로 데드타임동안 계속 동작하게 된다. 결과적으로 순시전원전압(C_4 양단전압)이 C_1 에 충전된다.

3.3 모드 2 : 동작경로는 그림3.1(c)와 같은 경로로 C_1 의 충전이 완료되어 데드타임이 끝나거나 역 방향 전류가 흐를 때까지 동작한다. 이 충전전류는 인덕터 L_1 전류가 역 방향이 되어 Q_1 을 off시킬 때(데드타임이 끝날 때)까지 흐르게 된다.

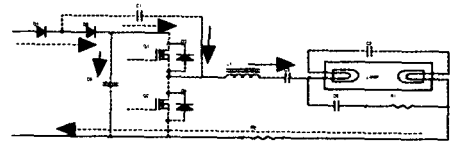
3.4 모드 3 : Q_2 가 on되어 L_1 에 축적된 에너지를 그림3-1(d)와 같은 경로(모드 2에서의 반대방향)로 흐른다.

3.1 모드 4 : Q_2 가 off된 직후 Q_1 이 동작하기 직전까지 데드타임을 그림3.1(e)와같은 경로로 만들어 준다. 이때 C_1 에는 역방향으로 C_5 에는 순 방향으로 에너지가 충전된다. 이때 C_5 는 C_1 에비해 용량이 크므로 완전히 충전되지는 않고 다음 모드 5에서 완전충전이 이행된다.

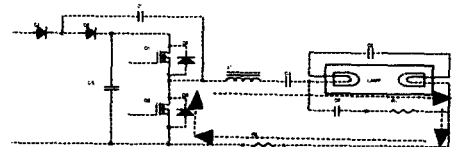
3.1 모드 5 : 공진 최대전압을 C_5 에 그림3.1(f)와 같은 경로로 완전 충전하게 된다.



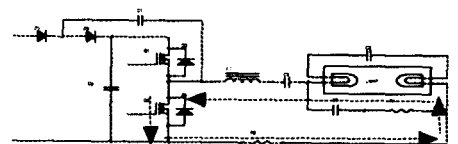
(a) 동작 모드 0, (a) Operation mode 0



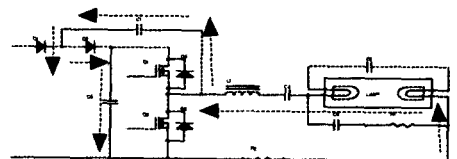
(b) 동작 모드 1, (b) Operation mode 1



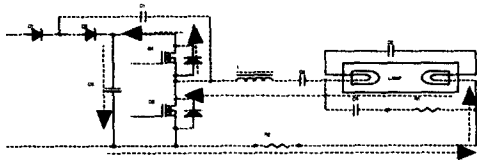
(c) 동작 모드 2, (c) Operation mode 2



(d) 동작 모드 3, (d) Operation mode 3



(e) 동작 모드 4, (e) Operation mode 4



(f) 동작 모드 5, (f) Operation mode 5

그림 3.1 인버터 안정기의 동작 모드
Fig. 3.1 Operation mode in the inverter ballast

4. 인버터 안정기의 설계

4.1 역률 개선 회로의 설계

역률 개선회로(Power Factor Collection Circuit)의 채용으로 회로의 역률개선 및 고조파 발생을 억제하고, 입력변환 변동에 따른 출력변동을 최소화 하고자 하였다. pF(Power Factor), THD(Total Harmonic Distortion)의 상관관계에서 p.F가 높을 수록 T.HD가 낮아짐을 알 수 있다. 따라서, 역률 개선 회로의 채용에 의하여 회로역률 p.F 98[%]이상, T.HD는 4.8[%] 이하로 한다.

고 역률을 달성하기 위하여, 그림 2-1로부터 전원의 1사이클동안 C_1 에 축적되는 에너지는 전원에서의 공급전력과 같으므로 다음 식(4-1)과 같이 표현된다.

$$P_T = V_i^2 \cdot C_1 \cdot f_b = \frac{1}{2} V_i I_p \cos(\phi) \quad (4-1)$$

여기서, P_L 은 부하와 손실의 합인 공급전력의 총합이며, V_i 는 공급전압의 실효값, f_b 는 인버터 안정기의 스위칭 주파수, V_s 는 중심점 전압의 기본파 스위칭 주파수 성분, I_p 는 인덕터 L_1 을 흐르는 피크부하전류, ϕ 는 부하 위상각 이다.

고 역률 동작을 위한 회로인 C_1 의 충전 에너지는 데드타임 동안에 방전되어야 한다. 이때 C_1 에 축적된 전압 V_i 는 식 (4-2)와 같이 표현할 수 있다.

$$V_i = \frac{I_p}{\sqrt{2\pi f_s C_1}} \sin \phi_d \cdot \sin \phi [V] \quad (4-2)$$

$$\phi_d = t_d \cdot f_b \cdot \pi \quad (4-3)$$

여기서, ϕ_d 는 데드타임 t_d 의 반에 대응하는 각이다. 위 식(4-1), 식(4-2), 식(4-3)로부터 부하 위상각 ϕ 는 다음 식(4-4)와 같이 유도된다.

$$\phi = \tan^{-1} \left(\pi \frac{V_s}{\sqrt{2} V_i \sin \phi_d} \right) \quad (4-4)$$

일반적으로 대형파의 중심점 전압 V_s 는 식(4-5)로 주어진다.

$$V_s = \frac{2 \sin \phi_d}{\pi \phi_d} V_{dc} \quad (4-5)$$

식(4-4)를 간략히 하면, 다음 식(4-6)과 같이 된다.

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{2} V_{dc}}{V_i \phi_d} \right) \quad (4-6)$$

영전압 스위칭(zero-voltage switching) 결과 회로 손실은 전력용 반도체 소자의 도통손과 기타 부품 손 (P_0)으로 구성되어 있다. 이 손실은 부하전류에 의해서 저항에서 발생한다. 이때 종합손실전력은 다음 식(4-7)과 같이 된다.

$$P_t = P_0 + \frac{1}{2} I_p^2 \cdot R_e \quad (4-7)$$

식(4-7)에 식(4-2)을 대입하여 부하전류 I_p 를 부하 지연각 ϕ 의 함수로 표시하면 다음 식(4-8)과 같이 유도할 수 있다.

$$I_p = V_s \frac{\cos \phi}{2 R_e} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{8 R_e P_0}{V_s \cos \phi}} \right] \quad (4-8)$$

부스트 캐패시터 C_1 의 값은 다음 식(4-6)과 같이 유도된다.

$$C_1 = \frac{P_0 + \frac{1}{2} I_p^2 R_e}{V_i^2 f_s} \quad (4-9)$$

역률 pF는 식(4-10)으로 표현되고[3],

$$pF = \frac{P_{in}}{V_{ACrms} \cdot I_{ACrms}} = \frac{I_{fundrms}}{I_{totalrms}} \quad (4-10)$$

종합고조파함유율 THD는 다음식과 같다.

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_{fund}} = \frac{\sqrt{1 - pF^2}}{pF} \quad (4-11)$$

4.2 소프트 스위칭 회로

소프트 스위칭 회로(Soft Switching Circuit)에서는 스너버로서 스너버 캐패시터 전압을 0[V]까지 방전시키는 충, 방전형 스너버를 사용하여 스너버에서 흡수한 에너지는 에너지회수회로에서 직류전원으로 회생하고 있다.

이 구성에서는 턴온 시에는 배선 인덕턴스에 의하여 전류의 상승률 di/dt 를 억제하고, 턴오프 시에는 스너버 캐패시터에 의하여 전압의 상승률 dv/dt 를 작게하는 방식이다. 그 결과 하드 스위칭에 비하여 발생 노이즈가 적고, 소자 스위칭 양단 전압이 존재하고 있는 동안에 전류를 흐르게 하는 영역이 좁아지기 때문에 스위칭손실은 대폭적으로 적어지고 효율로 된다.

소프트 스위칭방법으로서의 고주파인버터 등에서 부하와의 공진을 취하는 영전압 스위칭과 영(零)전류 스위칭방법이 있으나 인버터용으로는 손실저감효과나 신뢰성 면에서 아직 실용화 단계에 도달하지 못하고있으며, dv/dt 나 di/dt 를 감소시키는 방법으로서 게이트와 직렬로 저항을 접속하여 게이트 용량의 충방전을 서서히 실행시키는 방법인데 이 방법은 스위칭손실을 증가시키는 방법이기 때문에 좋은 방법이 아니다.

다른 방법은 PWM인버터에 사용이 가능한 직류링크 공진형, 초퍼 회생형, 자연회생형이 있고, 이중에서 부품 수가 적고 경제적인 직류링크 공진형을 채용한다. 이 방식에서는 그림 2.1의 상하의 스위칭소자 Q_1, Q_2 가 교대로 온, 오프동작을 반복하는 것이 조건으로 되어 있다. 상측 스위칭소자 Q_1 이 턴온시 캐패시터 C_5 에 축적된 에너지를 L_1 에 충전시켜 주고, 이어서 부스트 캐패시터 C_1 에도 충전시킨다. 상측 스위칭 소자가 턴오프되고 하측 스위칭소자가 턴온인 시간에 리액터 L_1 에 충전되어 있던 에너지를 하측 스위칭소자 Q_2 가 턴온되는 기간에 부하를 구동하고 이어서 C_1, C_5 로 회생시켜 공진을 반복유지하게하여 ZVS(Zero Voltage Switching)동작을 가능하게 한다.

만약 주위 온도변화 등으로 소자들의 파라미터가 변화하여 공진상태가 파괴되는 것을 막기위하여 을 그림 2-1에서와 같이 V_r, I_r 를 마이크로프로세서가 항상 감시, 보상해 준다. 이와 같은 ZVS동작은 반도체에서 발생하는 스위칭손실을 극소화시킬 수 있다.

4.3 온도보상회로 설계

온도보상회로는 그림2.2에서와 같이 A/D변환기가 내장된 CPU에 온도센서를 설치하여 주변온도를 검출하고 주변온도가 안정기 기동(점동)에 영향을 미치는 온도변화의 변곡점을 찾는다. 즉 주위온도의 저하는 같은 기동특성을 얻기 위해서는 기동(점동)전압을 공진 전압까지 높여 주어야하고 이 기동전압을 얼마동안 인가시켜 기동시킬 것인가를 결정해 주어야한다. 기동 시에 스위칭 주파수를 회로의 공진 주파수까지를 높여 주는 것은 이런 이유이다. 공진 주파수는 회로정수로 정해지며 이는 식(4-9)에서 적합한 C_1 값을 구한바 있다. 그러나 기동전압을 인가시켜주는 시간은 주위온도에 따라 비선형적으로 결정된다. 이는 실험을 통하여 주위온도가 +40°C에서 -40°C까지 변화했을 때 적절한 시간을 결정하도록 한다.

5. 실험결과 및 검토

실험에 사용된 회로는 그림 2-1 및 그림 2-2를 사용하고 이 회로 정수는 다음과 같이 선정한다.

- $L_1 : 950 \mu H, C_1 : 0.047 \mu F,$
- $C_2 : 0.0047 \mu F, C_3 : 0.1 \mu F, C_4 : 22 \mu F$
- $C_5 : 10 \mu F, C_6 : 0.0057 \mu F$

표 5.1 제안된 인버터 안정기의 특성
Table 5.1 characteristics of proposed inverter ballaster

특성	항 목	시험용 안정기	시제품
1차측 특성	정격입력전압[V]	220	220
	정격주파수[Hz]	60	60
	입력전류[A]	142	151
	입력전력[W]	31.13	33.21
	입력역률[%]	98	92
	고조파함유율THD[%]	4.8	4.65
2차측 특성	파고율	1.5	1.55
	필라멘트에 열전압[V]	3.6	2.8
광학적 특성	관전압[V]	146	140
	전광속[lm]	2940	2931
	발광효율[lm/W]	91.23	88.26
Ballast Efficacy Factor[%]		1.04	1.01
Ballast Factor[%]		84.2	83.9

개발된 안정기의 전기적 광학적 특성은 아래와 같다. 안정기의 특성은 표 5.1에 나타난다. 성능시험결과

입력전력이 31.13W, 역률 98.2, 고조파 함유율 4.8, 파고율은 1.5로 측정 되었으며 또한 필라멘트 예열전압은 시동시에 2.0V와 2.8V였다.

다음으로 램프가 점등되며 점등이 시작되면 램프에 전류가 흐르기 시작하고 이때 램프에 큰 전류가 흐르고 이어서 점점 정상점등상태로 천이 된다. 점등시 램프양단 펄스 피크전압은 약 400V까지 올라가며 실효치는 140V선을 유지하고 있다. 전류 값은 피크치가 약 400mA 실효치는 250mA정도 흐른다.

이때, 평광램프를 豫熱 없이 순간적으로 점등시키게 되면 전극에 과도한 Peak Current가 흘러서 전극에도 포되어 있는 전자 방사 물질의 파인방출 및 음극손상으로 인하여 Lamp의 조기 흑화는 물론 수명을 단축시킨다.

이런 문제점을 해결하기 위하여 주위온도에 따라 적절한 예열 시간과 기동전압 인가시간을 조정하여 결정해 주어야 한다. 이때 점등개시 기동주파수는 76kHz, PWM duty 50%로 예열 시간은 0.3초 ~ 0.5초 사이에 기동전압 인가시간은 0.3초~0.6초 동안 인가시켜 주는 방식으로 기동전류를 흑화 직전 값으로 제한하여 준다. 이때 주변온도와 예열시간 및 기동전압 인가시간은 마이크로프로세서 PIC16c71의 프로그램에 의하여 처리한다. 이때 주위온도가 낮게(-40℃)되면 기동전압 인가시간은 더 길게(0.6초)하며, 높게되면 더 짧게(0.3초) 마이크로프로세서에 의해 조절하여준다. 표 5-2은 기동전압과 주위온도와의 관계를 보여주고 있다.

표 5.2 주위온도와 예열시간, 기동시간과의 관계

Table 5.2 preheating time, starting time via environment temperature

주위온도 시간(초) ℃	+40	+20	0	-10	-20	-40
예열 시간(초)	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
기동 시간(초)	0.25	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6

이때 기동시간을 너무 짧게 잘못 선정하면 기동이 안되고 예열 시간을 너무 짧게 잡으면 램프의 수명이 단축된다. 본 연구에서는 기동 후 마이크로프로세서에 의하여 그림 2.2에서 볼수 있는 조도센서(ods)를 사용하여 기동후 기동이 안되어 밝기가 일정값 이하로 되면 재기동을 시키는 프로그램(3회반복)을 추가하여 기동 실패를 방지하였으며, 3회이상 기동을 시도하여 기

동불가로 판정되면 램프교체 LED(적색)을 점등하여 램프수명이 완료되어 교체시기가 되었음을 알린다. 기존의 기동불가상태로 방치하여 쓸데없는 전기소모를 방지할 수 있게 하였다.

그림 5.1은 현재 시중에서 시판되는 전자식 안정기를 사용한 스위칭동작을 보여주는 파형으로 안정기 입력전압, 전류파형을 보여주고 있으며, 그림 5.2는 본 연구에서 고안된 마이크로프로세서를 사용한 인버터 안정기의 입력전압, 전류의 위상차가 거의 없이 일치되어 역률(pF)이 거의 1(98%)에 가까움을 입증해 주고 있다.

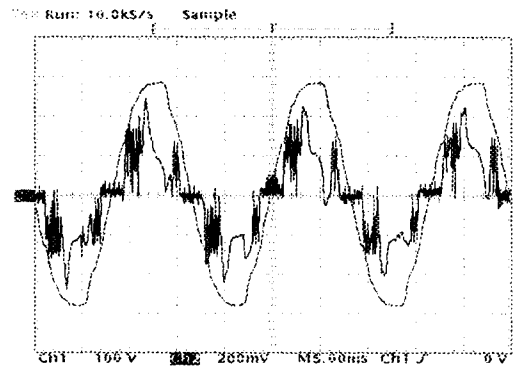


그림 5.1 시중의 전자식 안정기의 스위칭동작 파형

Table 5.1 switching operation waveforms of present electronic ballast

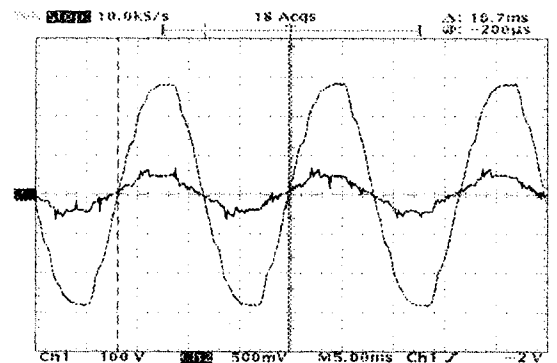


그림 5.2 본연구에서 제안된 인버터 안정기 사용시 스위칭동작 파형

Table 5.2 switching operation waveforms of proposed inverter ballast

그림 5.3은 기존 시중 전자식 안정기의 입력전류의 스펙트럼을, 그림 5-4는 본 연구에서 고안된 마이크로 프로세서식 인버터 안정기의 입력전류 스펙트럼을 voltech power analyzer PM3300으로 측정된 결과를 보여주고 있다. 이 스펙트럼을 비교할 때 그림 5.4는 그림 5.3에 비하여, 고조파함유율이 크게 감소하여 THD가 크게 개선되었음을 보여주고 있다.

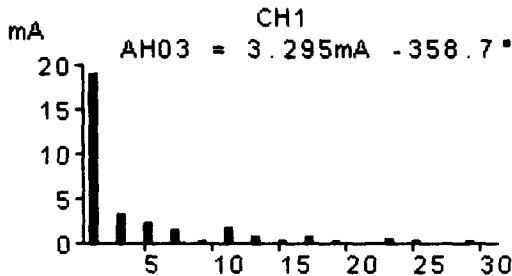


그림 5.3 종전의 전자식 안정기의 전류 스펙트럼
Fig. 5.3 The Spectrum of present electronic ballast

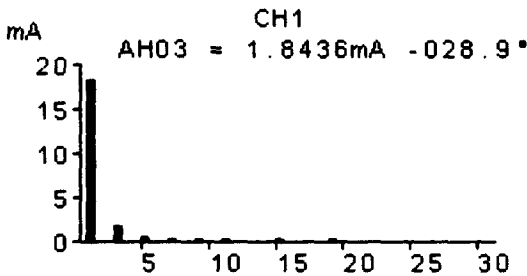


그림 5.4 본 연구에서 고안된 마이크로프로세서식 인버터 안정기의 전류 스펙트럼
Fig. 5.4 The Spectrum of proposed inverter ballast using microprocessor

6. 결 론

이 논문은 염가인 초소형 마이크로프로세서를 사용하여 고효율 인버터 안정기에 관해서 기술하였다. 마이크로 프로세서를 채용함으로써 점등이 실패했을 때 3회 재 점등 시도가 가능하며, 주위온도가 변화하여도 기동(점등)시간 및 예열 시간을 마이크로프로세서에 의

하여 자동조정되도록 하였다. 또, 인버터 안정기내의 고속의 스위칭 주파수로 인한 심각한 스위칭 손실과 EMI문제를 줄이기 위해서 소프트-스위칭 기술을 제안 한다. 또, 형광램프의 수명을 연장시키기 위하여 소프트 스타트회로를 채용 한다. 본 연구에서 개발된 안정기의 전기적 광학적특성은 표 5.1에 이미 제공 되었다. 표 5.1은 제안된 인버터 안정기와 시중품과의 비교특성을 나타내고 있으며, 표 5.2는 본연구에서 실험을 통하여 선정된 주위온도에 따라 램프의 예열시간, 기동전압 인가시간을 보여 주고 있다.

성능시험결과 입력전력이 31.13W, 역률 98, 고조파 함유율 4.8, 파고율은 1.5로 측정되었으며, 또한 필라멘트 예열전압은 시동시에 1등용 경우 2.0V와 2.8V였다. 형광 램프의 수명을 연장시키기 위한 주위온도 보상 스타팅 회로와 역률개선을 위한 소프트 스위칭회로의 채용은 형광램프용 안정기로서 매력적인 특성을 제공한다.

본 논문에서는 마이크로프로세서를 사용하여 주위온도 변화에도 기동특성이 우수하며, 3회 재점등 알고리즘을 채용하여 에너지 절약효과를 높이고, 수명을 연장시킬 수 있는 인버터 안정기의 설계 및 제작과 실험결과를 제공한다. 실험결과, 저온에서도 기동특성이 우수하고, 입력전류의 낮은 종합고조파 함유율(4.8%)과 높은 역률(98%)을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- (1) 조성권의 7명, "高效率 電子回路式 安定器 開發 研究" 등 상산업부 보고서, pp.1-3, Aug. 1995.
- (2) Nanjou Aoike, "Electronic Ballast for Fluorescent Lamp Lighting System of 100 lm/W Overall Efficiency," Journal of IES, Vol.10, pp.204-210, Jul. 1981.
- (3) E.E. Hammer, "Peak and RMS Starting Voltage Procedure for Standard/Low Energy Fluorescent Lamps," Journal of IES, Vol.10, pp.204-210, Jul. 1981.
- (4) Hassan Cherradi, Deepakraj M. r Divan, "Impact of IGBT behavior on design optimization of soft switching inverter topologies," IEEE-IND. APPL., VOL.31,NO. 2, MARCH/APRIL, 1995.

◇ 저자소개 ◇

정재륜 (鄭載倫)

1950년 1월 3일생.1978년 중앙대학교 전기공학과 졸업.1980년 중앙대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1984년 중앙대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 유한대학 제어계측과 교수.