

압전 변압기를 이용한 LCD 백라이트 구동용 인버터 설계 절차

權基鉉[†], 曹成錄^{*}, 任永徹^{**}, 梁承學^{***}

Design Procedure of the Inverter for LCD Backlight using Piezoelectric Transformer

Gie-Hyoun Kweon, Sung-Koo Cho, Young-Cheol Lim, and Seung-Hak Yang

요 약

액정 디스플레이의 백라이트에 사용되는 냉음극 방전램프(CCFL: Cold Cathode Fluorescent Lamp) 구동을 위해 압전 변압기(Piezoelectric Transformer)를 사용하였으며, 최적 파라미터를 선정하여 실험을 통해 검증하였다. 적용한 압전 인버터로는 푸시-풀(Push-Pull)회로와 하프-브리지(Half-Bridge) 회로이며, 휘도 제어기법으로는 각각 아날로그(Analog) 방식과 버스트(Burst) 방식을 사용하였다. 푸시-풀 인버터의 경우 아날로그 제어방식으로 제어전압 2.5-4.5V에서 출력전류 1-6mA로 휘도 0-100% 특성을 보였다. 입력력 효율로 90.3%를 얻었으며, 하프브리지 인버터에 적용한 버스트 제어방식에서는 듀티비 5-50%에서 1-6mA의 제어 성능을 보였으며, 인버터의 입력력 효율은 82.1%를 얻었다.

ABSTRACT

Optimal parameters were selected to design an inverter circuit that drives a cold cathode fluorescent lamp for LCD backlight using a piezoelectric transformer and it was verified by an experiment.

In this paper, the applied inverter topologies are a push-pull type and a half-bridge type, and the dimming control methods of these drive system were used a analog control method and a burst control method each other.

When change a control voltage from 2.5V to 4.5V in the analog control method, the brightness 0-100% was seen in current 1-6 mA. And, the input/output efficiency were obtained 90.3%. Also, the control performance of 1-6 mA was seen in duty ratio 5-50% in the burst control method, and the input/output efficiency of the designed inverter got 82.1%.

Key Words : CCFL, Piezoelectric Transformer, Push-Pull, Half-Bridge, Dimming Control

1. 서 론

일반적으로 액정 디스플레이(LCD: Liquid Crystal Display)는 TV, Laptop PC, Monitor, Video Cam, Hand phone, Navigation 등 전자정보기기 전반에 걸쳐 사용되고 있다, 그러나 자체 발광능력이 없기 때문에 백라이트용 광원을 필요로 하며 냉음극 방전램프의 사용이 일반적이다. 방전램프는 구동하기 위해서는 고압의 교류전원이 요구된다.

냉음극 방전램프 구동용 인버터로는 권선 변압기를

[†]교신저자 : 정희원, 삼성전기 DM사업부 PS연구 선임연구원
E-mail : ghkweon@kist.re.kr

^{*}학생회원, 전남대 전기공학과 석사과정

^{**}정희원, 전남대 전기공학과 교수

^{***}정희원, 호남대 전기공학과 부교수

접수일자 : 2004. 3. 30 1차 심사 : 2004. 5. 6

2차 심사 : 2004. 8. 11 심사완료 : 2004. 8. 24

사용하는 것이 일반적이거나 이는 코어나 권선 손실에 의해 효율이 낮으며, 부피나 중량 또한 크다. 그리고 과열에 의한 화재의 위험성 등에 단점이 있다. 이를 대체하기 적합한 소자를 이용함으로써 압전 변압기가 있는데 고효율, 소형, 경량, 불연성, 저 EMI 등 많은 장점이 있는 반면 공진주파수가 있는 일종의 세라믹 소자로 주파수 의존도가 높고 깨지기 쉽다는 단점이 있어 인버터 설계 시 주의가 필요하다.

본 논문에서는 랩톱 컴퓨터의 화면사이즈가 14.1인치인 것을 기준부하로 선정하고 파워 스테이지는 푸시-풀과 하프-브리지를 적용하여 4.5W급 압전 인버터를 설계함으로써 압전 변압기 특성에 부합된 회로설계기법을 체계화하고자 한다.

2. 압전 인버터 회로의 설계 절차

2.1 Step 1. 부하의 선정

냉음극 방전램프의 방전특성은 램프 양단의 전극에 고전압을 인가하면 전계에 의한 전자 방출이 일어나 내부에 삽입된 수은(Hg)을 여기하여 자외선을 발산하며, 이는 형광물질에 부딪혀 가시광선으로 빛을 발한다.

점등 특성으로는 점등 시 높은 전압과 점등 후 안정된 유지전압전류가 필요하다. 예로 랩톱 컴퓨터에서 14.1인치 모니터의 경우는 점등 시 약 1000[V]이상의 초기전압과 구동상태에서는 약 600-700[V] 정도의 유지전압이 필요하며, 최대 6[mA]정도의 출력 전류를 요구한다. LCD모니터 화면의 대형화, 슬림화에 따라 방전램프의 길이 또한 길어지면서 얇아지고 있어 더 높고 큰 초기 점등전압과 소비전류가 요구된다.

본 논문에서 상정한 부하는 시뮬레이션에서 저항 96K Ω 으로 등가화 하였고, 실험에서는 14.1인치용 CCFL 램프를 사용하였다.

2.2 Step 2. 압전 변압기 선정 및 특성 분석

2.2.1 압전 변압기^[1]

압전 변압기는 PZT계열의 세라믹으로 만들어지며, 두께와 길이 방향으로 분극을 하고, 정·역압전 효과를 모두 이용한 것으로, 고유 주파수의 입력전압을 구동부에 인가하면 역압전 효과에 의해 진동이 발생하고, 구동부에서 전달된 기계적 진동은 정압전 효과에 의해 다시 전기적인 에너지로 출력하게 된다. 이때 변환되는 에너지는 교류전압의 형태로 입력에 비하여 승압 또는 강압되어 나타난다. 승압용 압전 변압기의 승압비는 입출력의 임피던스에 따라 결정되는데 공진점에

서의 임피던스는 입력측에 대해 출력측이 훨씬 높은 값을 가진다.

압전 변압기의 높은 승압비를 얻으려면 공진주파수와 동일한 구동주파수의 선형적 교류전압을 인가하여야 하며, 부하에 따라 공진주파수의 차이가 있으므로 구동주파수의 매칭이 필수적이라 하겠다.

압전 변압기는 권선 변압기에 비해 소형, 경량, 고효율이며, 구조가 간단하고 높은 승강압비에 비해 경박 단소하고, 불연성, EMI 발생이 거의 없으며, 동선이 없어 전자기적 손실이 존재하지 않는 등 많은 장점이 있다. 그러나 충격에 약해 깨지기 쉬우며, 주파수 의존도가 높고 구동 주파수 대역폭이 좁아 회로 설계 시 주의해야 한다.

본 논문에서 사용된 압전 변압기의 크기는 5.8(W) × 29.9(L) × 2.5(T)[mm]이다. 변압기 전압 전달특성과 공진점을 보기위해 네트워크 분석기(HP3577A)를 사용해 측정된 결과는 그림 1과 같다. 특징으로는 $\lambda/2$, λ , $3\lambda/2$ 에서 공진 특성이 있으나 본 논문에서는 $\lambda/2$ 로 55kHz 부근의 공진주파수를 사용하였다. 이는 냉음극 방전램프의 세경화에 따른 고주파수 구동이 램프 포화를 야기하여 더 이상의 효율상승이 없기 때문이다.

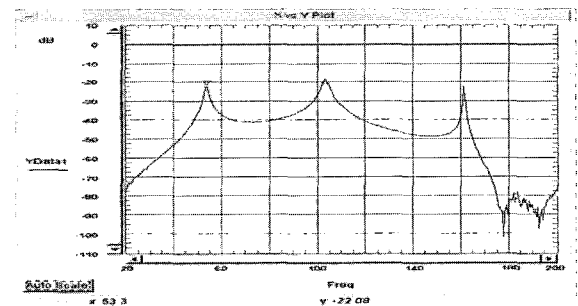


그림 1 압전 변압기의 전압전달특성

Fig. 1 Voltage transfer characteristics of the PT

본 논문에서 사용한 압전 변압기의 승압비는 최대 55배, 최소 40배이며, 효율은 최대 94%, 최소 88%이다.

2.2.2 압전 변압기의 등가회로

압전 인버터 설계에 필요한 요소로는 시뮬레이션에 이용할 수 있는 전기적 등가회로가 있다. 본 논문에서는 임피던스 분석기(HP4194A)를 이용하고 G-B에 의한 어드미턴스 궤적법을 사용하여 구하였다.

어드미턴스 궤적법을 통한 압전 변압기의 등가 방법은 입·출력단을 교차적으로 단락시킨 후 임피던스 분석기로 각각의 변수 값을 얻는다.

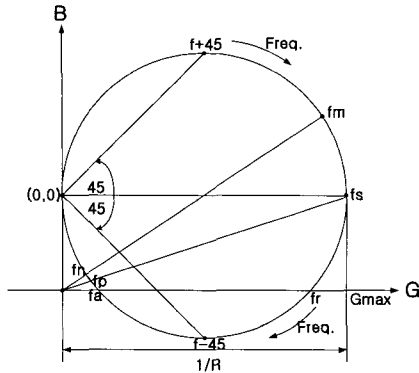


그림 2 어드미턴스 궤적법
Fig. 2 Admittance-Circle methode

그림 2에서 어드미턴스 Circle은 G (Susceptance) - B(Conductance)로 표현되며 w_s 는 $2\pi f_s$ 로 구할 수 있으며 f_{-45} , f_{+45} 는 G, B(0,0) 지점에서 45° 를 기준으로 나타낸 값을 말한다^[2].

그림 2는 압전 변압기의 어드미턴스 궤적으로 G-B 성분이 정원에 가까울수록 정확성이 높아진다.

$$R = \frac{1}{B_{MAX}} \tag{1}$$

$$Cd = \frac{B_s}{w_s} \tag{2}$$

$$C = \frac{1}{2\pi R} \cdot \frac{f_{-45} - f_{+45}}{f_{-45} \cdot f_{+45}} \tag{3}$$

$$L = \frac{R}{2\pi} \cdot \frac{1}{f_{-45} - f_{+45}} \tag{4}$$

식 (1)~식 (4)는 압전 변압기의 등가화를 위한 수식으로 입출력 어드미턴스 궤적을 통해 측정된 값을 대입함으로써 그림 3과 같은 전기적인 등가 회로를 얻을 수 있다.

회로 설계 시에 중요 인자로서 입·출력 측 커패시턴스 값(C_{d1} , C_{d2})과 승압비(1:N)가 있다. 보통 C_{d1} 은 수십-수백[nano]이며, C_{d2} 는 수[pico]이다.

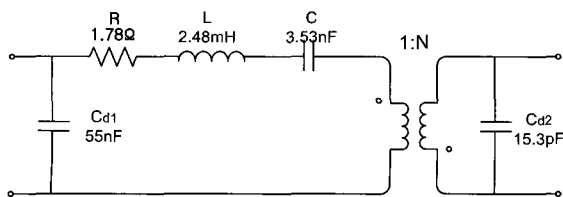


그림 3 압전 변압기의 등가회로
Fig. 3 Equivalent circuit of PT

2.3 Step 3. 인버터 적용 토폴로지 선택 및 설계

2.3.1 전력변환 토폴로지 선택^[3]

백라이트 구동을 위한 인버터는 다음과 같이 세 가지의 조건이 필수적이다. 첫째로 다양한 직류입력에 대응하기 위한 DC/DC 변환기가 있어야 한다. 이는 일반적인 랩톱 컴퓨터의 경우, 배터리와 어댑터의 출력이 다르기 때문이다. 둘째로 고압의 정현파에서 최대 효율로 램프를 구동하기 위한 DC/AC변환기가 필요하다. 마지막으로 모니터의 화면 밝기 조절을 위한 회도 제어기가 있어야 한다. 이외에 부가적으로 부하의 손상 시 과전압보호, 저전압 입력방지 그리고 온/오프 회로 등이 필요하다.

압전 변압기를 이용한 전력변환 토폴로지는 매우 다양하다. 특징으로는 다음과 같은 것들이 있다.

Pre-transformer single methode는 간단한 구조와 제어가 쉬운 반면에 높은 품질 계수와 큰 공진 인덕터를 요구하고 ZVS(Zero Voltage Switching)설정이 어렵다는 단점이 있다. 풀-브리지의 경우는 높은 전력변환효율과 저전압 구동시 좋은 특성이 있으나 많은 스위칭 소자의 사용과 회로가 복잡해지는 단점이 있다. 푸시-풀과 하프-브리지의 변환기는 ZVS 설정이 용이하고 변환효율도 우수하며 제어 용이성 등의 장점이 있으나 푸시-풀의 경우 공진 인덕터의 동일한 용량이 요구되고 주파수 변화에 따른 데드타임 설정에 주의해야 하며, 하프-브리지의 단점은 upper side의 공진전압을 이용하므로 변압기의 노화가 일어날 수 있고 스위칭 소자 구동 시 주의를 요한다.

본 논문에서는 푸시-풀과 하프-브리지형을 응용하여 설계하고, 그 특징을 비교하여 최적의 조건을 알아본다. 구성도는 그림 4와 그림 5에 나타내었다.

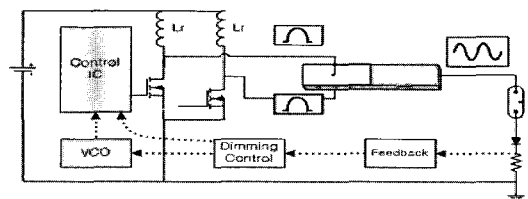


그림 4 푸시-풀 압전 인버터
Fig. 4 Push-Pull piezoelectric inverter

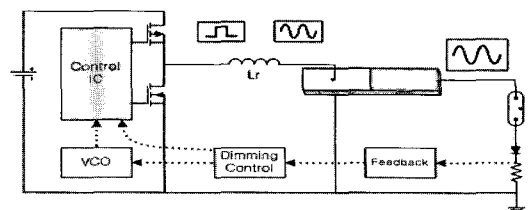


그림 5 하프-브리지 압전 인버터
Fig. 5 Half-Bridge piezoelectric inverter

2.3.2 구동 주파수 선정

압전 변압기는 그림 1에 나타냈듯이 특정 주파수에서 동작하기 때문에 주파수 선정이 매우 중요하다. 따라서 주파수 변조방식(PFM)을 많이 이용하며, 또한 입력전압과 휘도제어전압에 따라서 구동주파수가 변화해야 한다. 전압제어 주파수 변조(VCO: Voltage Controlled Oscillator)방식의 사용이 일반적이며, 구성은 그림 6과 같다. 그림 6은 제어 IC의 주파수 선정 부분이며, V_{comp} 는 IC의 비교기 출력 전압이다. 전류 I의 크기에 따라 RC공진에 따른 발생 클럭의 주파수가 변화된다. R_t , C_t 는 주파수를, R_r 는 범위 설정을 위한 소자이다.

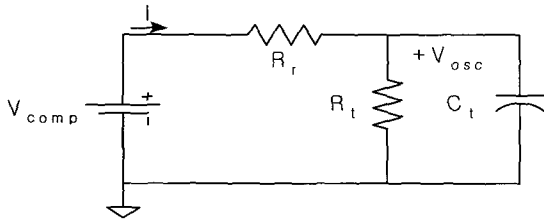


그림 6 VCO 설정
Fig. 6 Programming of the VCO

초기상태에서 방전시간 t 는 고유응답의 시정수를 통하여 구할 수 있으며, 식 (5)는 마디방정식과 전압방정식이다. 이를 이용하여 시정수를 구하면 식 (6)과 같이 방전시간을 구할 수 있다.

$$\frac{V_{osc}}{R_t} + C_t \frac{dV_{osc}}{dt} = 0, V_{osc} = V_{osc0} \times e^{-\frac{t}{R_t C_t}} \quad (5)$$

$$t(V_{osc}) = R_t C_t \times \ln\left(\frac{V_{osc}}{V_{osc0}}\right) \quad (6)$$

V_{osc0} 은 초기 전압이고 V_{osc} 는 방전 후 최종전압이다. 식 (7)-(9)는 선정된 VCO의 방전 특성식으로 이를 이용하여 방전시간을 구할 수 있다. 방전시간은 식 (8)에 나타냈다. 발진기 주파수는 충전시간과 방전시간의 합으로 표현되며, 그 시간은 같은 것으로 보고 주파수 설정은 방전시간의 2배의 역수로 식 (9)와 같이 표현된다. 식 (5)-(9)를 이용하여 공진 주파수에서의 R_t , C_t , R_r 를 구할 수 있다.

$$V_{osc}(t) = [V_{osc}(0) - (R_t // R_r)I] e^{-\frac{t}{(R_t // R_r)C_t}} + (R_t // R_r)I \quad (7)$$

$$\alpha (R_t \times R_r)I = V_{comp}$$

$$t(V_{comp}) = \frac{R_t \times R_r \times C_t}{R_t + R_r} \times \ln \left[\frac{V_{osc}(R_t + R_r) - V_{comp} R_r}{V_{osc0}(R_t + R_r) - V_{comp} R_r} \right] \quad (8)$$

$$Frequency = \frac{1}{2 \times t(V_{comp})} \quad (9)$$

2.3.3 공진회로 설계^[4]

그림 4, 5에 나타낸 토폴로지에서 보다 정현파에 가까운 파형을 만들 때에 조절 가능한 부분은 인덕터 뿐이다. 이는 압전 변압기 제작 시에 모든 상수 값들이 정해지기 때문이다. 따라서 인덕터의 선정이 공진회로 매칭의 핵심이다. 고려되어야 할 사항으로는 높은 품질계수와 온도 안정성 그리고 푸시-풀의 경우에는 동일한 용량값 등이 있다.

LC 공진 주파수는 반드시 스위칭 주파수보다 커야 하므로 인덕터의 용량은 다음의 식 (10)과 (11)을 통하여 구할 수 있다. 스위칭 주파수가 55kHz 부근이고 C_{d1} 이 55nF이므로 인덕터 용량은 152uH 보다 작은 값으로 선정하여야 한다. 작은 용량은 고조파에 의해 정현파가 되지 않으며 입력전류의 증가로 효율 또한 내려간다. 큰 인덕터의 경우는 입력전류의 감소로 인해 충분한 출력을 얻기 힘들다. 따라서 선정한 인덕터의 용량으로는 100uH이다.

$$f < \frac{1}{2\pi \sqrt{L \cdot C_{d1}}} \quad (10)$$

$$L < \frac{1}{4\pi^2 \cdot f^2 \cdot C_{d1}} \quad (11)$$

2.4 Step 4. 제어 및 보호회로 설계

2.4.1 휘도 제어

LCD 백라이트용 인버터의 필수 요건중 하나로 화면의 밝기 조절이 있다. 본 논문에서는 이를 위하여 아날로그 제어방식과 버스트(Burst)제어방식을 사용하였다. 아날로그 제어방식은 밝기조절을 위해 직류 기준 값을 조정하는 것으로 매우 간단하나 수동소자(가변저항)를 사용한 방법으로 현재는 거의 사용되지 않는다. 버스트제어방식은 가변펄스폭 방법으로 인버터의 온/오프를 디지털적으로 제어하며, 보편화되어 있다.

본 논문에서 설계한 푸시-풀 압전 인버터에서는 아날로그 제어방식을 이용하여 제어전압이 2.5-4.5V에서 출력전류 1-6mA의 특성과, 하프-브리지 압전 인버터에서는 버스트제어방식을 사용하여 듀티비 5-50%에서 1-6mA의 제어 성능을 보였다.

2.4.2 보호회로 설계

사용된 보호회로는 부하오픈 시 과전압 방지와 저전압 입력시 자동 오프 기능 등이다. 과전압은 압전 변압기의 특성 상 무부하시 최대 승압비를 나타내므로 갑작스런 부하개방상태가 되면 발진이 계속 커져 과진동으로 인한 파손을 방지하여야 한다. 저전압 입력시 구동 방식은 VCO 동작에 의해 최대 공진점 즉 최소 임피던스에서 동작할 수 있기 때문에 이를 막아 과전류 입력으로 인한 변압기의 손상을 보호하기 위함이다.

3. 실험 결과

설계된 인버터의 효율은 그림 7과 같은 시스템을 구성하여 측정하고 식 (12)-(14)를 이용하여 계산하였다.

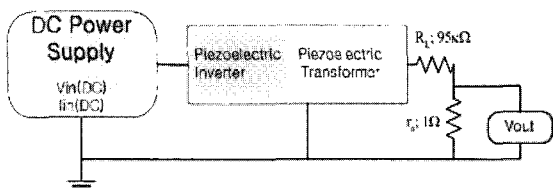


그림 7 압전 인버터 효율 측정 시스템
Fig. 7 Measurement system for piezoelectric inverter

$$P_{in}[W] = V_{in} \times I_{in} \tag{12}$$

$$P_{out}[W] = R \times I_{out}^2 \tag{13}$$

$$Efficiency[\%] = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \tag{14}$$

설계된 푸시-풀, 하프-브리지 압전 인버터에서의 특성 값은 아래의 표 1과 같다.

표 1 실험결과
Table 1 Experimental results

ITEM	Calculated		Experiment
Vin		3-13V	7-13V
VCO	Rt		22kΩ
	Ct		470nF
	Rr		160kΩ
	Frang	43-61kHz	55-60kHz
Lr		152uH	100uH
Load		95kΩ	14"
Dimming	Analog	0-100%	0-4.5V
	PW		5-50%
Efficiency (Max)	Push-Pull		90.3%
	Half-Bridge		82.1%

압전 인버터의 특성 및 결과로 최대 휘도 일때의 효율과 제어성능은 푸시-풀 인버터일 경우 그림 8에서 입력전압이 7V~13V로 가변하고 휘도는 최대일 때 인버터 효율을 나타내었다.

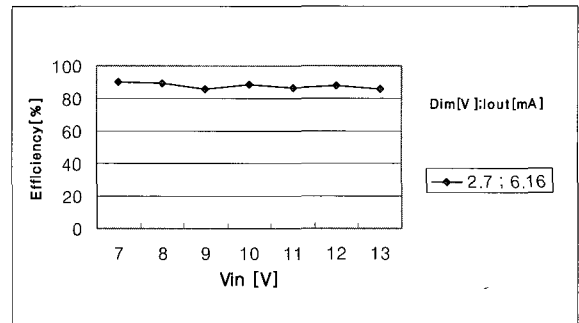


그림 8 인버터 효율(푸시-풀)
Fig. 8 Inverter efficiency by Vin and Vdim

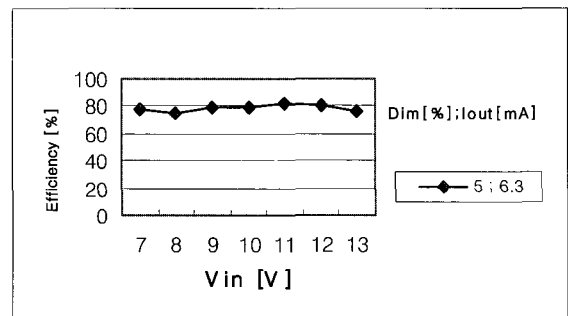
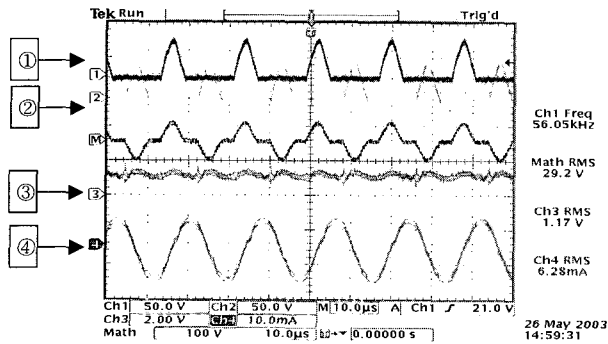


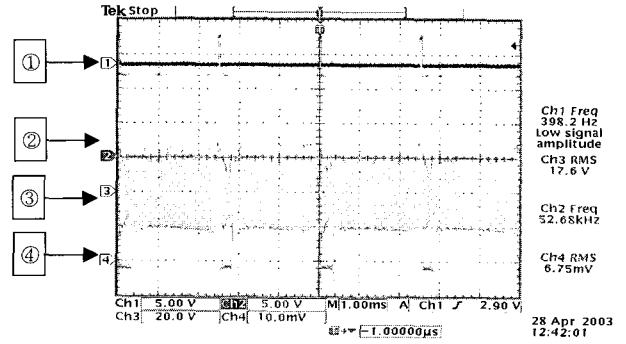
그림 9 인버터 효율(하프-브리지)
Fig. 9 Inverter efficiency by Vin and Vdim

그림 10에서는 푸시-풀 인버터에 휘도 제어 아날로그 방법을 사용한 결과 파형으로 DC 전압을 인가하여 램프 출력 전류를 조절하도록 하였다. 그래서 그림 10의 ①과 ②는 푸시풀 방식을 적용시 스위칭에 의해 발생된 전압이 인덕터를 통해 압전 변압기 입력으로 들어가는 파형이며 ③은 휘도 제어전압으로 0~4.5V를 이용하여 아래에 있는 ④의 램프 전류를 조절하여 휘도를 제어한다. (a)가 휘도의 최대일 때 (b)는 최대에서 제어전압을 증가시켜 휘도를 감소시켰을 때 파형으로 전류의 양이 조절됨을 확인할 수 있다.

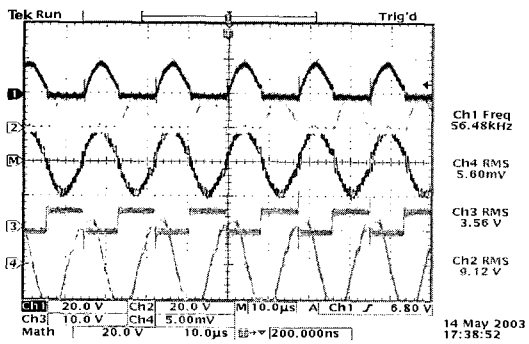
하프-브리지 인버터는 그림 9에서도 역시 입력 전압이 7V~13V일 때 효율을 나타내었으며, 그림 11에서는 버스트 제어 방식을 사용함으로써 PWM 신호를 이용해서 기준 전압과 비교하여 펄스 폭 만큼 휘도가 제어되도록 하였다. ①의 구형파의 펄스폭을 조절함으로써



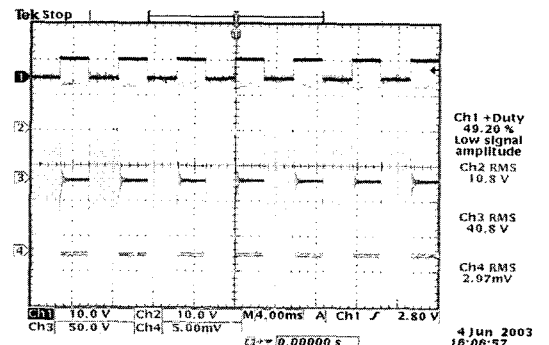
(a) 휘도의 최대



(a) 휘도의 최대



(b) 휘도의 감소



(b) 휘도의 감소

그림 10 휘도 제어(푸시-풀)
Fig. 10 Dimming Control(Push-Pull)

그림 11 휘도제어(하프-브리지)
Fig. 11 Dimming Control(Half-Bridge)

써 ④의 램프 전류의 양이 조절되도록 하여 (a)는 최대 휘도일 때 이며 (b)는 최대에서 펄스폭을 늘려서 전류가 감소됨을 확인할 수 있다. 두 인버터의 최대 휘도 기준은 인버터 출력 전류는 6mA이다.

하프브리지 인버터가 푸시-풀 인버터에 비해 낮은 효율은 변압기 입력전압은 높는데 반해 고조파의 영향과 upper side만의 구동에 기인한 것으로 보인다. 압전 변압기를 이용한 인버터에서의 설계절차는 1)부하의 선정, 2) 압전 변압기 선정 및 특성 분석, 3) 인버터 적용 토폴로지 선정 및 설계, 4) 제어 및 궤환 회로 설계로 하였다.

설계절차에 따라 디자인된 인버터에서 특성 값을 비교 분석한 결과 이론과 실험이 거의 일치함을 보였다.

4. 결 론

1. 압전 인버터에서의 설계절차는 1)부하의 선정, 2) 압전 변압기 선정 및 특성 분석, 3) 전력변환 토폴로지

선택 및 설계, 4) 제어 및 궤환회로 설계로 하였다.

2. 공진 인덕터는 스위칭 주파수를 고려하여 선정하되 적은 용량은 고조파에 의해 정현파가 되지 않고 입력 전류의 증가로 효율이 내려가고, 큰 인덕터의 경우는 입력전류의 감소로 인해 충분한 출력을 얻기 힘들므로 적절한 값의 선택이 중요하다.

3. 푸시-풀 인버터의 경우 동일한 인덕터의 사용과 공진 시 데드타임 설정이 중요하고, 하프-브리지 압전 인버터의 경우에는 공진시 변압기의 upper side만 구동되므로 노화에 주의해야 한다.

4. 향후에는 보다 높은 전력전달 특성과 높은 효율을 갖는 다양한 토폴로지의 설계절차를 제시하고 디자인하여 장단점을 비교 분석하고자 한다.

본 연구는 한국과학재단 지정 전년대 고품질전기전자부품 및 시스템 연구센터의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- [1] 35-th ICAT Smart Actuator Symposium : Conference Note. April 18-19, 2002.
- [2] Chih yi Lin, "Design and Analysis of Piezoelectric Transformer Converters", Academic Press, 1997.
- [3] G. H. Kweon, Y. C. Lim, S. H. Yang. "An analysis of the backlight inverter by topologies" IEEE, ISIE-2001,
- [4] Data sheet & User's Guide Note, Multi-Topology Piezoelectric Transformer Controller, Texas Instrument. January 2002.

저 자 소 개



권기현(權基鉉)

1976년 2월 11일생. 1998년 서남대 전기공학과 졸업. 2000년 전남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 3월 동 대학원 전기공학과 박사과정. 2001년 8월~2003년 6월 한국과학기술원 연수. 2003년 7월~현재 삼성전기 DM사업부 PS연구 선임연구원.



조성구(曹成鈺)

1976년 3월 24일생. 2003년 초당대 정보통신공학과 졸업. 2003년~현재 전남대 전기공학과 석사과정.



임영철(任永徹)

1953년 4월 23일생. 1975년 전남대 전기공학과 졸업. 1977년 고려대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 1997년 호주 모나시대학 Visiting Scholar. 현재 전남대 전기공학과 교수. 한국과학재단 지정 전남대 고품질 전기전자부품 및 시스템 연구센터 소장.



양승학(梁承學)

1958년 12월 6일생. 1982년 전남대 계측공학과 졸업. 1984년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1993년 일본 동경대 대학원 전기전자공학과 졸업(공박). 현재 호남대 전기공학과 부교수. 호남대 광 응용연구소 소장. 당 학회 국제이사.