2000년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2000.7.17-20

네온관 조명장치 시스템

박 찬 원, 김 진 영, 김 현 식
강원대학교 전기전자정보통신공학부

Neon Illumination Control System

Chan-won Park, Jin-young Kim, Hyun-sik Kim
Department of Electrical & Computer Engineering, Kangwon National University

Abstract - 본 연구에서는 마이크로프로세서를 이용하여 경제적인 하드웨어의 구성과 다양한 소프트웨어 알고리즘을 구현함으로서 기존의 아날로그방식이 아닌 디지털 신호처리를 이용하여 가변 주파수에 의한 휘도 조절로 음향 동기화조명제어가 가능한 네온관 조명장치 컨트롤러를 개발하였다.

1. 서 론

최근 멀티미디어와 게임관련 산업의 발전과 경기의 회복으로 각종 조명표시사업이 활발히 진행되고 있다. 특히 오래 전부터 야간의 간판표시 뿐만 아니라 최근에는 동적 화면에까지 조명표시로 많이 사용되고 있는 네온관은 다른 방전관들에 비해 비교적 높은 고전압에 의한 방전을 기본원리로 하고 있어 이를 제어하기 위해서는 기술적 요소뿐만 아니라 경제적 요소등 여러 가지 제약이 따른다.

네온관의 구조는 간단하고 점등방법이 다른 조명 장치에 비해 용이하면서 다양한 색상을 점등할 수 있는 반면 사용자가 원하는 형태의 표현을 위해서는 복잡한 조명 제어기술과 경제적 요소의 제약이 따른다. 현재까지의 네온관 조명제어장치는 단순 스위칭 동작만을 구현하는 수준이었다. 또한 고압의 네온관과 디지털회로의 사용은 고압의 간섭에 의한 디지털회로에 오동작의 문제와 절연비용의 증가로 경제적 손실을 가져올 수 있다.

본 연구에서는 단일칩 마이크로프로세서를 이용하고 주변회로를 간략화 함으로써 이와 같은 문제점을 해결하고자 했다. 우선 네온관 컨트롤러를 마이크로프로세서를 이용하여 과거 기계식 및 아날로그방식이 아닌 디지털 방식을 이용하였다. 또한 내장된 소프트웨어를 이용하여 상업적 이용을 위한 음향에 의한 동기화 조명도 가능하고 설정된 임의의 시간 동안 점등되는 비동기 모드 등 여러 가지 경우의 동작모드를 구현할 수 있도록 하였다.

2. 본 론

2.1하드웨어의 구성과 동작

그림 1은 본 연구에서 개발된 조명장치의 하드웨어의 구성도 이다. 각 부분의 개발 내용에 대한 설명은 다음과 같다. 외부의 상용전원을 인가 받아 정류를 수행하고 특정 크기의 전원으로 변환하여 시스템에 공급하는 전원부와 전원부에서 직류전원을 받아 교번적으로 스위칭 동작에 따라 고압전원으로 변환하여 출력하는 스위칭 및 출력회로, 외부의 선택 입력신호를 받아들이고 처리하는 입력회로부, 모드 입력과 신호처리부의 신호에 따라 출력 회로의 동작을 제어하는 마이크로 컨트롤러와 출력되는 디지털 미소전원을 고주파 고전압으로의 변환버퍼 단계로서의 버퍼부와 디지털 논리회로로 구성되어 있다.

전원회로는 상용 전원 220V을 인가 받아 네온관 점등 및 마이크로프로세서의 디지털 회로에 필요한 DC 5V를 공급하는 것을 기본으로 구성하였다. 한편 4×5 키 입력에 의해 입력받은 제어값은 마이크로 프로세서를 통해서 latch회로를 지나 7-segment나 LED로 표시된다. NVRAM은 사용자가 임의로 조명제어 프로그램의 변경이 가능하도록 하기 위해 사용하였고 output generator를 통해 기존의 네온관의 제어스위치를 대신하여 이용한다.

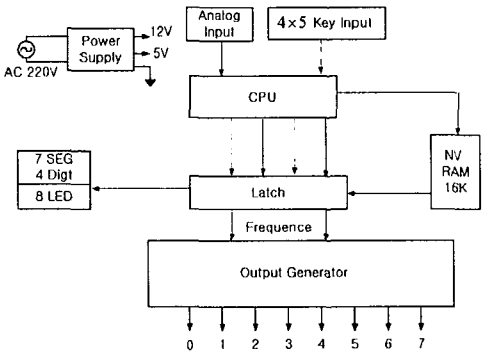

그림 1. 하드웨어의 구성도

또한 아날로그 입력부분에서는 콘덴서 마이크를 통해 입력된 음향신호를 증폭시켜 디지털 레벨로 변환한 후 디지털 레벨의 신호를 마이크로 프로세서의 타이머/카운터 T1으로 카운트하여 적절한 on/off time과 입력 주파수에 따른 출력 주파수를 변화시킨다.

한편 전체회로 설계에 사용된 마이크로프로세서는 ATMEL사의 EEPROM형인 89C51 8bit 마이크로 컨트롤러로서 클록 주파수는 24㎒의 고속으로 발진 주파수의 소프트웨어 구현에 여유를 주도록 하였다.

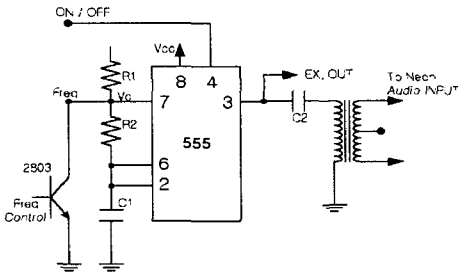

그림 2. 출력 발생부 회로

그림 2는 출력 발생부 회로이다. 출력발생부회로의 구동회로로 사용한 npn TR array인 2803 IC는 pnp TR array인 2903보다 가격이 저렴하고 구입이 용이하므로 7-segment와 LED display에 동일의 2803을 사용하여 각각의 논리가 일치할 때 LED가 구동되도록 하였다. 이러한 방식은 소비전력에는 불리하나 소규모 전력의 컨트롤러의 기능이 우선인 것을 고려할 때 전원 전류의 ripple이 적어져 오히려 동작 안정성이 우수한 장점을 가진다. CPU에서의 제어 신호는 래치 회로를 통해서 555

의 4번핀에 연결되어 스위칭 역할을 한다. CPU에서의 아날로그 입력신호에 따른 주파수값의 변화 또한 래치회로를 통해서 555로 전달된다. 7번핀에 연결된 주파수 제어 단자는 출력을 제어하는데 2803 TR array의 제어 동작으로 555의 발진 주파수에 관계되는 V_c전압을 $R_1=R_2$로서 1/2로 변화시킴에 따라 출력 주파수를 바꾸는 것을 기본 동작원리로 한다. 1차측을 통해 2차측 고압 네온관으로 전달된 신호는 네온관의 on/off를 제어하고 이때 선택된 주파수에 의해 네온의 휘도가 결정된다.

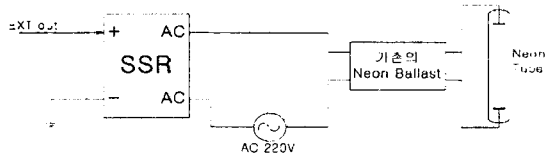

그림 3. SSR 출력 회로의 경우

한편 출력 단자는 본 연구의 선행과제로 개발된 전자식 네온변압기(특허등록 No.0262387호)를 연결할 경우 audio 입력 단자에 그림 2의 C_2와 IPT trans를 경유하여 연결되어 주파수 변환에 따른 휘도 변화 제어와 함께 on/off 조명 제어가 가능하고, 일반 시중의 전자식 네온 변압기와 철심형 변압기를 사용할 경우에는 그림 3의 extra output 단자를 SSR(Solid State Relay)에 연결하여 on/off control system을 구현할 수 있다.

본 연구에서 제작된 하드웨어는 사용 장소별, 용도별, 기능별로 다양한 기능과 성능을 접목하여 최대한 상호 호환성과 응용성을 고려하여 입력 변환 모델을 산정 하였으며, 특히 부하의 변화에 대한 안정성의 추구에 역점을 두었다. 따라서 다양한 기능이 함축된 단일칩 프로세서의 메모리 용량에 최적으로 구성되도록 하여 그 성능 평가를 반복 수행함으로서 디버그 과정을 수행하였다.

2.2 소프트웨어의 구성과 동작

본 연구의 소프트웨어의 흐름도를 보면 아래 그림과 같이 음향에 의한 동기화, 비동기화 및 사용자가 변경가능한 모드로 나누어 진다.

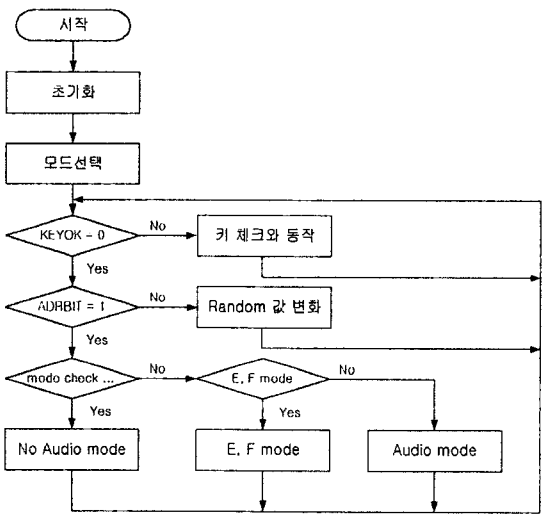

그림 4. 전체 프로그램흐름도

키 입력은 16가지 경우의 모드를 가지고 있다. 비동기 모드는 아날로그 입력 단을 통해 들어오는 신호에 상관없이 일정한 주기에 의해 네온관이 on/off되는 모드가 8가지 있다. 각각의 모드마다 on/off되는 순서가 다르게 조절된다. 동기모드는 입력신호에 동기 하여 on/off되는 모드이다. 어느 일정 시간 동안 아날로그 입력이 100개 이상이 입력되면 내부타이머의 동작으로 동작 루틴 상에서 어드레스가 하나씩 증가하여 새로운 조명패턴으로 동작하게 프로그램 되어있다. 동기모드에서 마지막 두 개의 경우는 특수 모드로서 E 모드의 경우 수동으로 점등 동작이 가능하며, F 모드의 경우에는 번지에 값을 입력할 수 있다. 아래 그림은 F모드에서 메모리 과정을 블록도로 나타낸 것이다.

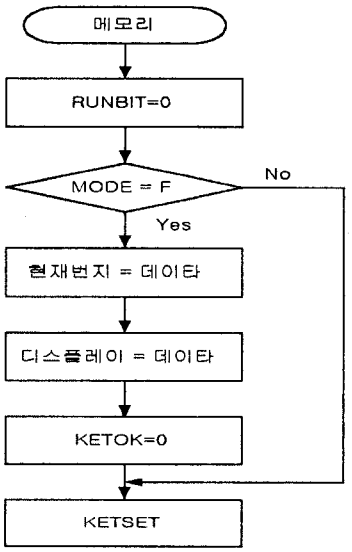

그림 5. F mode의 메모리과정

키 입력을 통해 F 모드로 설정되면 데이터를 NVRAM에 저장한다. 사용자는 각각의 번지에 데이터를 저장할 수 있고 200개의 번지에 써넣을 수 있다. F 모드에서 저장된 데이터들은 D 모드에서 입력 신호와 동기 되어 네온관을 점등한다. 이 부분이 사용자가 직접 on/off를 설정할 수 있는 기존의 네온 컨트롤러와 다른 점이다.

마이크로 프로세서의 타이머 인터럽트는 8bit 자동 재적재 모드이고, 타이머/카운터 0는 내부 타이머에 의한 인터럽트를 발생시킨다. 타이머/타운터 1는 입력 아날로그 신호의 주파수의 값을 측정하는데 사용하여 입력신호에 따라 동작한다. 그외 키 입력을 통해서 속도를 조절할 수 있다.

2.3 개발된 장치의 주요 동작 모드

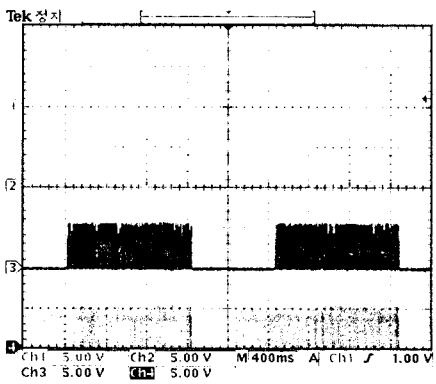

그림 6. Mode 6번의 동작 파형

그림 6은 비동기 모드에서의 출력부의 신호를 4ch 오실로스코우프로 측정한 것이다. 비동기 모드에서는 네온램프를 정해진 패턴으로 점등하는 동작만 하는데, 수동조작으로 속도와 작동 패턴을 조절할 수 있다. 필요에 의해서는 다른 패턴을 프로그램으로 수정할 수도 있다.

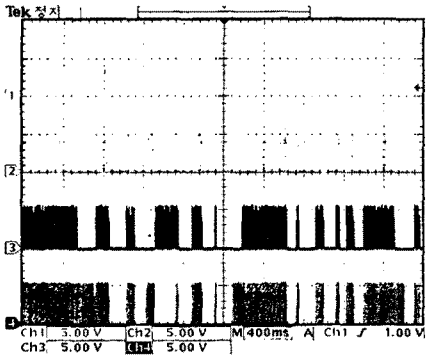

그림 7. Manual Mode의 동작 파형

그림 7은 사용자 입력(manual)모드로서 사용자가 쉽게 원하는 형태로 네온관의 출력 패턴을 입력할 수 있다. 이는 입력되는 음향에 따라 동기화되는 모드와 비동기화 모드의 두가지가 있다.

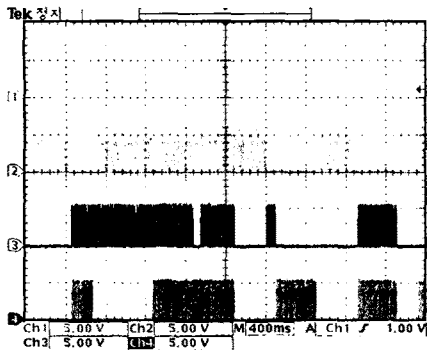

그림 8. Random Mode의 동작 파형

그림 8은 random 모드로 아날로그 입력에 따라 신호가 변하지만 어떤 규칙 없이 내부 클럭에 의해 동작되는 형태이다.

2.4 시제품의 제작

그림 9는 제작된 네온관 컨트롤러의 외형이다. 전면에는 모드변환 키와 사용자 입력을 위한 여러 가지 기능키들이 있으며 이를 7-segment를 이용해 표시한다.

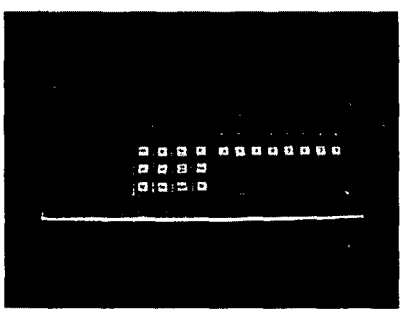

그림 9. 제작된 네온관 조명장치 외부 입출력부

그림 10. 네온관 조명장치의 내부

그림 10은 네온관 컨트롤러의 내부로서 그림 위의 부분이 전원부와 출력부이고, 그림 밑 부분이 입력부이다.
그림 11은 실험에 사용된 네온관표시장치이다.

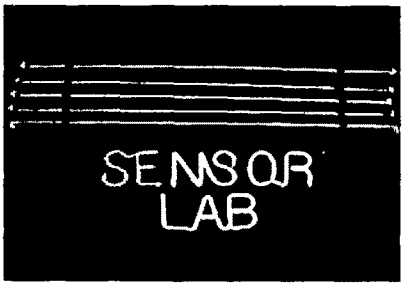

그림 11.실험에 사용된 네온관 표시장치

3. 결 론

다기능 고성능 네온관용 네온관 컨트롤러 회로를 설계, 제작하고 실험과 측정에 의해 동작안정성과 과부하 보호특성, 그리고 성능의 개선과 추가변경이 가능한 제품을 개발하였다. 아울러 마이크로프로세서를 이용한 응용기능을 추가할 수 있는 기종도 함께 개발하여 소프트웨어 변환에 의하여 여러 응용기능 등이 추가되어 다양한 시장수요와 판매의 활성화에 기여 할 수 있도록 제품 다양화도 추진하였다.

본 연구의 성공적 수행으로 네온관 컨트롤러 시장에서 현재 단순하고 성능과 기능이 불안정한 국산품과 값비싼 수입 외제품에 대한 생산 및 수입대체 효과에도 크게 기여함은 물론, 국내 보급률을 향상시켜 기존의 네온관 컨트롤러 대체수요 효과도 크게 높일 수 있을 것으로 기대된다.

[참고문헌]

[1] T.H. Yu, H.M Haung, T.F.Wu, "Self Excited Half-bridge Series Resonant Parallel Loaded Fluorescent Lamp Electron Ballasts", IEEE Trans. on Industry Applications, pp. 657-664, 1995.
[2] W.R. Alling, "Important Design Parameters for Solidstate Ballasts", IEEE Trans on Indestry Applications, vol. 25, No. 2, pp. 203-207, 1989.
[3] 高橋 久, パワーデバイスの 使い 方と 實用制御回路 設計法, 總合電子出版社, 1989.
[4] James T.Humphries and Leslie P.Sheets, Industrial Electronics, Delmar Publishers Inc, 1993.
[5] Ronald J.Tocci and Frank J.Ambrosio and Lester P.Laskowski, Microprocessors and Microcomputers Hardware and Software, Prentice-Hall. Inc, 1997.
[6] David M. Auslander & Paul Saques, "Microprocessor for Measurement and control", ch.5, Mcgraw-Hill, 1981.