

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2015.15.1.245>

IIBC 2015-1-32

LED 광원의 백 라이트에 대한 PWM 제어 및 구동 장치 설계

Design of a PWM-Controlled Driving Device for Backlights of LED Systems

엄기홍*

Kee-Hong Um *

요약 이 논문에서 LED로 구동되는 LCD 표시판의 백라이트 전체 화면의 밝기를 균일하게 제어할 수 있고, 필요에 따라 전체 화면 중 각 부분의 휘도 및 색의 특성을 정밀하게 제어할 수 있는 LED 백라이트용 제어 장치 및 백라이트용 구동 장치를 제시한다. 백라이트 제어 장치는 clock 신호에 따라 직렬 데이터를 시프트 시키면서 병렬 데이터로 변환하여 출력하는 직렬-병렬 변환 시프트 레지스터, 복수의 레지스터들, 카운터, 복수의 비교기들, 그리고 PWM 제어 신호를 출력하는 복수의 동기화 게이트들을 포함한다. 이 논문에서 백라이트 제어 장치 및 백라이트 구동 장치는 clock 주파수를 높이지 않으면서도 높은 분해능을 갖는 PWM 제어 신호를 생성할 수 있고 양자화 잡음을 분산하여 희석시킬 수 있는 PWM 제어 회로, 백라이트 제어 장치 장치를 제시한다.

Abstract In this paper, we present a design of PWM-controlled driving device for backlights in LED systems. The system can control either the brightness of the entire screen of backlights of LCD driven by LED or illumination or contrast of each partial segment of the entire screen. The PWM-controlled driving device includes the shift register that shifts the series data according to the clock signal prior to the generation of parallel data. It is also comprised of a number of registers, a number of counters, a number of comparators, and a number of synchronizing gates (producing the PWM-controlled signals). The proposed device for backlights in LED systems can generate the PWM-controlled signal with a high degree of resolution without the increase of clock frequency. It also contains the PWM-controlled circuit that disperses and restrains the quantized noise.

Key Words : Light emitting diode, Backlight, Cold cathode fluorescent lamp, PWM, TFT-LCD

1. 서론

광학 모듈레이터로서의 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display, LCD)는 광원으로부터의 빛을 편광시키고 액정 배열을 통해 빛의 위상을 변환하여 화소마다 원하는 빛은 투과시키고 원하지 않는 빛은 차단하는 기능을 하는

시스템이다. LCD는 후면에 조명을 두고, 전면에 액정을 두어 액정이 전기신호에 따라 빛을 차단하거나 통과시키는 방식으로 화면을 만들어낸다. 액정은 고체와 액체의 성질을 동시에 가지는 물질로, 평상시에는 액정이 불규칙적으로 배열되어 편광판을 통과한 빛의 방향을 비틀어 수직으로 세워진 편광판을 통과하게 하지만, 전류가 흐

*정회원, 한세대학교 IT학부

접수일자 : 2014년 12월 30일, 수정완료 : 2015년 1월 28일
게재확정일자 : 2015년 2월 13일

Received: 30 December, 2014 / Revised: 28 January, 2015

Accepted: 13 February, 2015

*Corresponding Author: um@hansei.ac.kr
School of IT, Hansei University, Korea

를 때는 액정의 배열이 규칙적으로 변화하여 2차 편광판에서 빛이 걸러지게 된다. LCD의 화면을 표현하는 소자는 액정(liquid crystal: 液晶)이다. 수많은 액정을 규칙적으로 배열한 패널을 전면배치한 뒤, 뒤쪽에 위치한 백라이트(back light)가 빛을 가하도록 한다. 각 액정 소자는 외부에서 가해진 전기 신호에 따라 내부적인 분자의 배열이 변화하며 각각 일정한 패턴의 방향성을 띄게 된다. 발광 다이오드(Light Emitting Diode, LED)는 순방향 전압을 인가한 경우에만 전류가 흐르게 되어 방광하는 반도체 소자이다. 발광 다이오드는 반도체를 이용한 PN 접합 구조를 갖는다. 발광은 PN 접합에서 전자가 가지는 에너지가 직접 빛 에너지로 변환되기 때문에 나타나는 현상이다. 전극으로부터 반도체에 주입된 전자와 정공은 다른 에너지띠(전도띠나 원자가띠)를 흘러 PN 접합부 근처에서 재결합한다. 재결합할 때 에너지가 광자, 즉 빛으로 방출된다. 즉, 또는 청색 LED를 광원으로 사용하는 백라이트에서는 각 색의 광선을 일정한 비율에 따라서 광학적으로 조합하여 항상 일정 수준 색도의 백색광을 생성하여야 한다. 따라서 적, 녹, 청색의 광센서(photosensor)에 의해 각 색의 광량 검출을 하고 feed-back control에 의해 적, 녹, 청색을 일정한 비율로 합성하여, 소정의 색도의 백색광으로 조정하고 있다. 하지만, 종래의 백라이트 구동 장치는 백라이트 전체 화면의 밝기를 균일하게 제어할 수 있는 기능이 약할 뿐만 아니라 전체 화면 중에서 각 부분의 휘도(luminance) 및 대비(contrast)의 색 특성을 정밀하게 제어할 수는 없다. 또한, 일반적으로 LED 백라이트용 구동 회로로서 정전류 장치나 전류제어가 가능한 구동회로를 구성하여 LED에 인가한다. 이때 정전류 회로의 저항이나 transistor의 오차는 전류값의 차이로 나타남으로써 램프의 밝기(brightness)의 차이를 가져온다. 따라서, 정밀한 저항이나 규격이 정밀하게 제어된 transistor를 사용하여 차이를 감소시킬 수는 있지만, 근본적인 해결 방법은 아니다. 온도 등의 여러 요인에 의하여 휘도 및 특성이 달라지는 시스템에서는 전류를 제어가 복잡해진다. 따라서 보통 이를 수동 조절 장치에 의하여 값을 제어하기도 한다. 이 경우 제어되는 제어기의 전류를 하나하나 따로 측정하여 제어하여야 한다. LED의 성능이 다를 경우에는 일일이 수동작의 작업을 거쳐서 조절을 하여야 하므로, 이러한 기능을 대치 수행할 장치가 필요하다. 이 논문에서 우리는 clock 주파수를 높이지 않으면서도 높은 분해능을 갖

는 PWM 제어 신호를 생성할 수 있고 양자화 잡음을 분산하여 희석시킬 수 있는 PWM 제어 회로, 백라이트 제어 장치 및 백라이트 구동 장치를 제시한다.

II. 백라이트 제어 장치

이 논문에서 우리는 백라이트 제어 장치 및 백라이트 구동 장치 즉 백라이트 전체 화면의 밝기를 균일하게 제어할 수 있고 전체 화면 중 일부분의 휘도(luminance) 및 대비(contrast)의 색 특성을 정밀하게 제어할 수 있는 백라이트 제어 장치 및 백라이트 구동 장치를 제시한다. 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD)용 백라이트로는 형광 램프, 즉 냉음극 형광 램프(Cold Cathode Fluorescent Lamp; CCFL)타입이 주류지만, 친환경적으로 수은이 없는 제품이 요구되어 오고 있다^[1,2]. 형광램프의 일종으로의 CCFL은 필라멘트의 가열없이 저온에서 점등되기 때문에 열 발생률이 매우 낮다^[3]. 유리관 내벽에 형광물질이 도포되어 있으며 관 양 끝에 전극이 부착되어 있다. 관내에는 수십 토르(Torr)의 혼합가스와 수은이 들어 있다. 근래 CCFL에 대신하는 광원으로서 LED가 중요시 되고 있으며, 휴대폰, 모니터, LCD TV 등에서 사용된다. LED 백라이트는 환경적인 문제 이외에도 기존 광원에 비해 에너지 절감 효과가 뛰어나고 반영구적으로 사용할 수 있어 차세대 광원으로서 각광 받고 있으며, 휘도(luminance) 및 대비(contrast)의 색 특성 및 가격의 문제점이 개선되면서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 백라이트로 사용하기 위하여, 백색 LED를 사용하거나, 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED를 사용하여 상기 3원색을 광학적으로 합성 가법 혼합하여 백색광을 얻는다. 특히, 3원색 LED를 사용하는 방법은 색의 밸런스를 취하기 쉽기 때문에 널리 이용되고 있다.

III. 구성 및 작용

1. 구성 및 작용

이 논문에서, 컬러 필터를 사용하지 않는 CFL-LCD(color filter-less LCD)에 쉽게 적용이 가능하고, LCD의 모션 블러링(motion blurring)의 방지를 위한 백라이트 구동 방식에 적용할 수 있는 LED 백라이트용 제어 장치,

백라이트 구동 장치와 백라이트의 각 부분의 휘도를 digital microcomputer 를 이용하여 자유롭게 제어할 수 있어 전체 전력의 소비를 줄일 수 있어 간단하고 효율적인 LED 백라이트용 제어 장치 및 구동 장치를 제시한다.

1. 구동 장치는, clock 신호에 따라 직렬 데이터를 시프트 시키면서 병렬 데이터로 변환하여 출력하는 직렬-병렬 변환시프트 레지스터, 직렬-병렬 변환 시프트 레지스터에서 출력되는 병렬 데이터를 저장하는 n -개의 레지스터, clock 신호의 clock을 카운팅하여 출력하고 reset 신호가 입력되면 재카운팅 동작을 수행하는 n -개의 카운터, 각 레지스터에 저장된 데이터와 카운터에서 출력되는 clock 을 비교하여 대소 관계를 나타내는 PWM 신호를 출력하는 n -개의 비교기, 입력되는 gate 신호에 의해 PWM 신호를 제어하여 PWM 신호와 duty ratio 가 동일하면서 일부가 off 되는 PWM 제어 신호를 출력하는 n -개의 동기화 게이트들을 포함하는 n -개의 게이트 제어신호를 갖는다.

D flip-flop은 광범위하게 사용되는 flip-flop 으로서 D 는 데이터(data) 또는 delay 의 의미이다. D flip-flop 은 입력 D의 값을 클럭의 edge 에서 캡처해서 Q에 반영한다. edge 가 발생하지 않는 시간에는 Q가 변하지 않고 유지된다^[45].

2. 동기화 게이트는, 게이트 신호가 인가되는 데이터 입력단, PWM 신호가 인가되는 clock 입력단 및 동기화된 게이트 신호를 출력하는 출력단을 갖는 D flip-flop, 동기화된 게이트 신호 및 상기 PWM 신호의 논리곱을 취하여 PWM 제어 신호를 출력하는 AND gate를 갖는다.

3. 서로 전기적으로 분리된 9 개의 발광구역들로 구성된 백라이트 부를 갖는다^[6]. 그 외에 전원 및 전압 제어 신호를 입력 받아 각 발광구역으로 제어된 전압을 개별적으로 출력하는 가변 전압 전원부, PWM 제어 신호를 입력 받아 각 발광구역으로 출력되는 전류의 진폭 및 duty ratio 를 개별적으로 조절하는 복 정전류 회로들을 갖는 정전류 구동부, 정전류 회로들의 단자 전압을 측정하는 단자 전압 측정부 및 백라이트 제어 장치를 가지며, 단자 전압 측정부에서 측정된 단자 전압을 기초로 전압 제어 신호를 상기 가변 전압 전원부로 출력하며, PWM 제어 신호를 상기 정전류 구동부로 출력하는 제어부를

포함하는 백라이트 구동 장치를 갖는다^[7].

4. 백라이트 구동 장치는 정전류 회로를 중 도전 (conducting) 상태의 정전류 회로를 선택하는 측정 채널 선택부를 내포한다. 각 발광구역의 밝기, 온도 또는 색도를 감지한 정보를 제어부로 전달하기 위하여 센서 회로를 추가한다. 각 발광구역은 적색, 녹색 및 청색 발광 다이오드 및 백색 발광 다이오드들을 포함할 수 있다. 가변 전압 전원부는 적색 발광 다이오드용 가변 전압 전원부, 녹색 발광 다이오드용 가변 전압 전원부 및 청색 발광 다이오드용 가변 전압 전원부로 구성되고, 각 정전류 회로는 각 발광 구역의 각 발광 다이오드들에 전기적으로 연결될 수 있다.

표 1은 본 연구에 따른 LED 광원의 백라이트 PWM 제어 및 구동 장치의 subsystem으로서의 백라이트 부의 발광구역의 구성을 나타낸다. 백라이트 부는 9개의 발광 구역들 (1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3A, 3B, 3C)로 구성되어 있다. 백라이트 부를 구성하는 발광 구역들의 개수 및 형태는 적용 조건에 의해 다양하게 변형할 수가 있다. 발광 구역들은 각 구역마다 LED 구동 회로 또는 LED 자체의 성능 불균일 등에 의하여 구역마다 밝기가 변할 수 있고, 또한 필요에 따라 밝기를 변경할 수 있다. 표 1의 9개의 발광 구역들이 95-105% 범위에서 서로 달리 나타내는 휘도이다.

표 1. 백라이트 부의 발광 구역의 구성

Table 1. Constitution of light-emitting domain of backlight system

1A 95%	2A 100%	3A 105%
1B 105%	2B 95%	3B 100%
1C 95%	2C 100%	3C 95%

그림 1은 우리가 제시한 구동 장치에 의하여 동작하는 백라이트가 적용될 수 있는 박막 트랜지스터 액정 디스플레이 (TFT-LCD; Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)의 화소를 나타낸다. 박막 트랜지스터 액정 디스플레이 (TFT-LCD; Thin Film Transistor-Liquid

Crystal Display)는 박막 트랜지스터 (TFT)기술을 이용하여 화질을 향상시킨 액정 디스플레이 (LCD)를 응용한 시스템이다. 박막 트랜지스터 액정 디스플레이는 평판 디스플레이와 프로젝터에 사용된다. TFT-LCD는 TFT 기관과 Color filter 기관을 협착한 후, 구동 회로를 부착하여 신호 구동이 가능한 상태로 제작한 LCD이다. 현재 모든 디스플레이에서 TFT-LCD가 주로 사용되고 있다^[8]. 액정 표시 장치의 각 화소는 데이터선 (D_m)에 소스 전극이 접속되고, 주사선 (S_n)에 게이트 전극이 접속된 TFT 와 TFT의 드레인 전극과 공통전극(V_{com}) 사이에 연결되는 액정 커패시터(C_1)와 TFT의 드레인 전극에 연결되는 스토리지(storage) 커패시터(C_{st})를 연결한다. TFT는 주사선 (S_n) 으로부터의 주사신호에 응답하여 데이터선 (D_m)으로부터 공급되는 데이터전압(V_d)을 화소 전극(도시하지 않음)에 제공한다. 화소 전극에 제공되는 데이터 전압 즉, 화소 전압(V_p)과 공통 전극(도시하지 않음)에 인가되는 공통전압(V_{com})의 차이에 해당하는 전계가 액정 커패시터(C_1)에 인가되며, 액정은 인가되는 전계의 세기에 대응하여 빛의 투과율을 조절한다. 스토리지(storage) capacitor (C_{st})는 액정 커패시터(C_1)에 제공되는 화소 전압을 다음 데이터 전압(V_d)이 공급될 때까지 유지시킴으로써 소정시간 동안 빛을 투과시키는 동작을 한다.

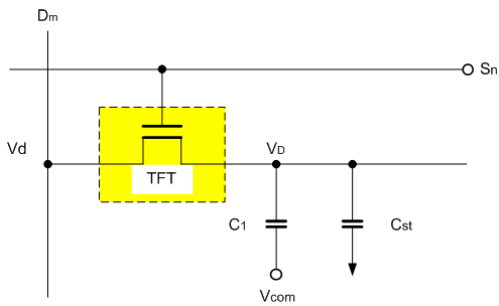


그림 1. 박막 트랜지스터 액정 디스플레이의 화소
Fig. 1. Pixel of TFT-LCD (Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)

그림 2는 백라이트 제어 장치의 구성을 도시하는 블록도이다.

백라이트 제어 장치는 직렬-병렬 변환 시프트 레지스터, n - 개의 레지스터들, 카운터, n -개의 비교기들, 그리

고 n -개 동기화 게이트들을 포함한다. 직렬-병렬 변환 시프트 레지스터는 clock 신호(CLK)에 따라 직렬 데이터 (DATA)를 시프트 시키면서 병렬 데이터로 변환하여 출력한다. 상기 직렬 데이터는 microcomputer 에서 생성될 수 있으며, 각 PWM 신호의 duty ratio에 대한 데이터이다. 복수의 레지스터들(1, 2, 3, ..., n)은 상기 직렬-병렬 변환 시프트 레지스터에서 출력되는 병렬 데이터를 저장한다. 저장된 데이터는 새로운 데이터가 입력될 때까지 계속 유지된다. 카운터는 clock 신호의 clock을 counting 하여 출력하고 reset 신호가 입력되면 재카운팅 동작을 수행한다. 비교기들 (1, 2, 3, ..., n) 은 각 레지스터에 저장된 데이터와 카운터에서 출력되는 clock을 비교하여 대소 관계를 나타내는 PWM 신호를 출력한다. 예컨대, 카운터에서 출력되는 값이 레지스터에서 출력되는 값보다 큰 경우 1을 출력하고 작은 경우 0을 출력할 수 있다. 이에 의해 출력되는 PWM 신호의 duty ratio를 서로에 대해 독립적으로 제어할 수 있다. 복수의 동기화 게이트들(1, 2, 3, ..., n)은 입력되는 게이트 신호에 의하여 PWM 신호를 제어하여 PWM 신호와 duty ratio가 동일 하면서 일부가 off 되는 PWM 제어 신호를 출력한다. 동기화 게이트들 (1, 2, 3, ..., n)에서 출력되는 복수의 PWM 제어 신호들은 표 1의 발광구역들에 각각 인가되거나, 각 발광구역에 구비되는 적색 LED, 녹색 LED 및 청색 LED에 각각 인가되거나, 한 pixel에 구비되는 적색, 녹색, 및 청색 LED에 각각 인가될 수 있다.

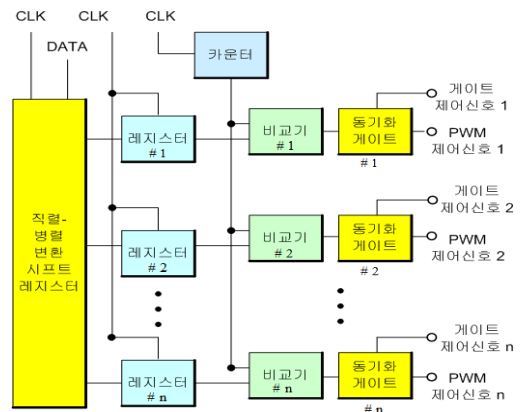


그림 2. 백라이트 제어장치의 구성
Fig. 2. Block diagram of backlight control system

그림 3은 그림 2에서 사용된 동기화 게이트의 구성을 나타내고 있다. 동기화 게이트(접선 내부)는 transistor

논리의 D flip-flop 및 AND gate를 포함한다. D flip-flop은 게이트 제어 신호가 인가되는 데이터 입력단(D), 상기 PWM 신호가 인가되는 clock 입력단, 및 동기화된 게이트 신호를 출력하는 출력단(Q)을 갖는다. AND gate는 동기화된 게이트 신호와 PWM 신호의 논리곱을 취하여 PWM 제어 신호를 출력한다.

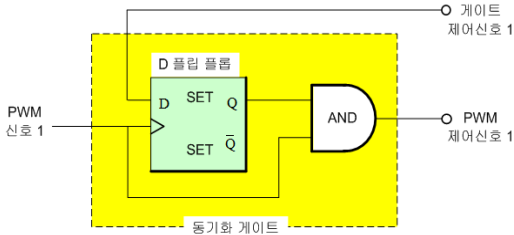


그림 3. 동기화 게이트 (점선내부) 에 입력되는 신호
 Fig. 3. Signal applied to the synchronizing gate

그림 4는 그림 3의 동기화 게이트에 입력되는 신호, 동기화 게이트 내부 신호 및 동기화 게이트로부터 출력되는 신호를 예시하는 파형도이다. 그림 3 및 4를 참조하면, 비교기에서 출력되는 duty ratio가 지정된 된 PWM 신호가 D flip-flop의 clock 입력단에 인가되고, PWM 신호를 한 주기 단위로 On-Off 제어하기 위한 gate 신호가 D flip-flop의 데이터 입력단(D)에 인가된다. 그러면, PWM 신호에 동기화된 gate신호가 D flip-flop의 출력단(Q)으로부터 출력된다.

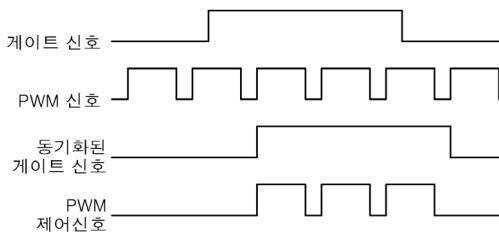


그림 4. 동기화 게이트에 입력되는 신호
 Fig. 4. Signal applied to the synchronizes gate

PWM 신호 및 동기화된 게이트 신호가 AND gate에 인가되어 PWM 제어 신호가 출력된다. PWM 제어 신호는 상기 PWM 신호와 duty ratio가 동일하면서 주기 단위로 일부 주기가 off 되는 특징을 갖는다. Duty ratio가 일정하게 유지됨으로써 상기 PWM 펄스의 on-off를 제

어하는 gate 신호를 인가할 수 있다. PWM제어 신호는 입력 신호 및 변환 신호를 합하여 가산 신호를 출력하는 가산기; 상기 가산기로부터의 가산 신호를 양자화하여 양자화 신호를 출력하는 양자화기를 갖는다^[9]. 양자화된 신호로부터 가산 신호를 감산하여 감산 신호를 출력하는 감산기; 상기 감산 신호를 일정한 대역폭으로 필터링하여 주파수를 제한시키고, 상기 감산 신호를 변환하여 상기 가산기에 변환 신호를 출력하는 필터; 및 입력되는 게이트 신호에 의해 상기 양자화 신호를 제어하여 상기 양자화 신호와 duty ratio가 동일하면서 일부가 off 되는 PWM 제어 신호를 출력하고, 게이트 신호에 의해 가산기, 양자화기, 감산기 및 필터의 작동을 일시 정지시키는 동기화 게이트를 포함한다. 표 1은 9개의 발광구역들로 구성되는 백라이트부에 있어서, PWM 신호의 duty ratio를 제어함으로써 전체 발광구역들의 휘도를 90%로 동일하게 제어할 수 있음을 보여 주고 있다.

표 1. PWM 신호의 DR에 의한 LED의 휘도 90% 제어
 Table 1. Control of 90% due to the PWM signal

구역	LED 효율%	LED 공급전력(DUTY 비율)%	전체 LED 휘도%
1A	95	94.7	90
2A	100	90	90
3A	105	85.7	90
1B	105	85.7	90
2B	95	94.7	90
3B	100	90	90
1C	95	94.7	90
2C	100	90	90
3C	95	94.7	90

표 2는 전체 외부의 게이트 신호로서 9개의 PWM 펄스 중 5개만 on 되는 PWM 제어 신호를 생성하는 제어 신호를 인가함으로써 각 발광구역마다 상이한 휘도를 제공하는 게이트 신호를 인가함으로써 전체 광구역들의 휘도를 50%로 제어할 수 있음을 보여 주고 있다.

표 2. PWM 신호의 DR 에 의한 LED의 휘도 50 % 제어
Table 2. Control of 50 % due to the PWM signal

구역	LED 효율%	LED 공급전력 (DUTY 비율)%	게이트 신호 on 펄스수/전체 펄스수	전체 LED 휘도%
1A	95	94.7	5/9	50
2A	100	90	5/9	50
3A	105	85.7	5/9	50
1B	105	85.7	5/9	50
2B	95	94.7	5/9	50
3B	100	90	5/9	50
1C	95	94.7	5/9	50
2C	100	90	5/9	50
3C	95	94.7	5/9	50

IV. 실험 및 측정결과

그림 5 는 종래 PWM 발생 회로에서 발생하는 양자화 잡음을 나타내고 있다. 분해능이 8~10 bit 정도의 시스템에서 양자화 잡음으로 인해 PWM의 출력에서 발생하는 잡음이다. 양자화 잡음은 주기적 광출력으로 나타나고 광신호가 LCD의 주사 주기와 겹쳐지게 되면 여러 부작용이 나타나게 될 뿐만 아니라 전기 신호에서는 불필요한 복사의 주요 원인이 되고 있다.

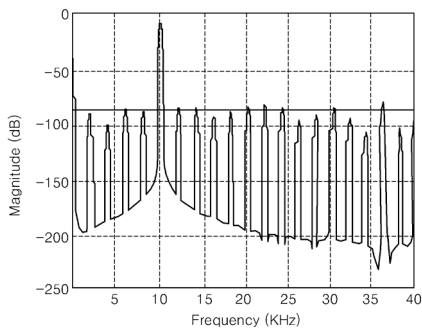


그림 5. 종래 PWM 발생 회로에서 발생하는 양자화 잡음
Fig. 5. Quantized noise generated from conventional PWM circuit

그림 6에서는 PWM이 단순히 직류뿐만 아니라 10 kHz의 PWM 신호를 구현하고 있는 신호의 파형이다. 이 논문에 따른 PWM 제어 회로를 이용하면 잡음이 제거된 양질의 PWM 신호를 구현할 수 있음은 물론이고 고분해

능의 성격을 가진 신호를 생성할 수 있다. 양자화 잡음이란 입력과 출력의 차이를 뜻하는 말이므로 이 파형에서는 출력이 입력의 16비트 이상의 디지털 값이 출력 되고 있음을 의미한다. 즉 -100 dB로서 신호와 잡음을 비교하면 거의 16 bit 이상 정도를 구현하는 회로가 됨을 알 수 있다. 이러한 양자화 잡음의 희석은 엄밀히 말하자면 잡음의 제거가 아닌 다른 주파수대로 잡음을 희석시키는 것이다. 그림 5를 참조하면, 잡음의 노이즈 레벨이 -200 dB 이하 까지 내려가는 것을 볼 수 있다. 이러한 노이즈 레벨은 의미가 없고, 오히려 -80 dB 정도의 노이즈가 시스템에 끼치는 영향이 크다. 따라서 궁극적으로 clock pulse 의 진폭값을 상승시켜야 되지만, 과표본율을 조절하여 양자화 잡음을 저감할 수 있다.

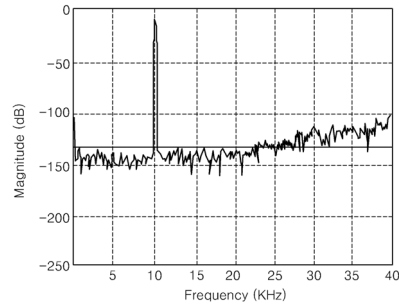


그림 6. 10 kHz의 PWM 을 구현하고 있는 신호의 파형
Fig. 6. Signal waveform realizing the PWM of 10 kHz

V. 결론

이 논문에서 컬러 필터를 사용하지 않는 CFL-LCD (color filter-less LCD)에 쉽게 적용이 가능하고, LCD의 모션 블러링의 저감을 위한 백라이트 구동 방식에 적용할 수 있는 LED 백라이트용 제어 장치 및 백라이트 구동 장치와 백라이트의 각 부분의 휘도를 디지털 microcomputer 를 이용하여 자유롭게 제어할 수 있어 전체 전력의 소비를 줄일 수 있어 간단하고 효율적인 LED 백라이트용 제어 장치 및 백라이트 구동 장치를 제시하였다. 백라이트 제어 장치 및 백라이트 구동 장치는 clock 주파수를 높이지 않으면서도 높은 분해능을 갖는 PWM 제어 신호를 생성할 수 있고 양자화 잡음을 분산하여 희석시킬 수 있는 PWM 제어 회로, 백라이트 제어 장치 및 그를 포함하는 백라이트 구동 장치를 제시한다.

1. PWM 펄스의 duty ratio 제어 및 on-off 제어를 동시에 적용함으로써 LED 백라이트 전체 화면의 밝기를 균일하게 제어할 수 있고, 필요에 따라 전체 화면 중 각 부분의 휘도 및 색도를 정밀하게 제어할 수 있다.
2. 백라이트용 제어 장치 및 그를 포함하는 백라이트 구동 장치는 컬러 필터를 사용하지 않는 대신에 백라이트의 적, 녹, 청의 LED 를 각 pixel마다 구비시켜 LCD 표시에 동기화시켜 이들을 순차적으로 on-off 시키는 CFL-LCD (color filter-less LCD) 에 적용이 가능하다.
3. 백라이트용 제어 장치 및 그를 포함하는 백라이트 구동 장치는 모션 블러링 현상을 방지하기 위하여 전체 시스템의 LED 를 LCD 의 영상의 표시 시간에 따라 각 부분의 백라이트를 세밀하게 on-off 제어하는 구동 방법에 적용이 가능하다.
4. 백라이트의 각 부분의 휘도를 digital microcomputer를 이용하여 자유롭게 제어할 수 있으므로 전체 전력의 소비를 줄일 수 있으며, 간단하고 효율적으로 전체 시스템의 생산성을 높일 수 있다.

- **Acknowledgements** : The author wishes to express his thanks to Drs. Kwan-Woo Lee (Osung Mega Power Co., Ltd.) and Soo-Yeup Yoo (Amotech Co., Ltd.). Without their help and guidance, this work would have been impossible to complete.
- **Remarks** : This work is modified, extended, and advanced from the conference presentation at ISAAC 2014 International Conference held on Nov. 13 until Nov. 14, 2014, Jeju Island, Korea.

References

- [1] W. S. Im, Y. H. Choi, C. H. Won, B. H. Koo, L. K. Kim, "LCD Backlight Drive Using the Piezoelectric Transformers", Journal of Korean Institute of IEIE, vol. 15, no. 2 pp, 28-33, Mar., 2003.
- [2] I. J. Park, K. T. Lee, "A Study on Frequency Response in LED-LED Communication", Journal of IIBC, vol. 12, no. 1, pp. 115-122, Feb., 2012.

- [3] <https://www.nelt.co.jp/english/products/ccfl/about.html>.
- [4] A. P. Volnei, Digital electronics and design with VHDL, Morgan Kaufmann. p. 329. ISBN 978-0-12-374270-4. 2008.
- [5] http://www.ee.usyd.edu.au/tutorials/digital_tutorial/part2/flip-flop02.html.
- [6] www.epnc.co.kr/pdf/2005/200505/01200505080.pdf.
- [7] S. F. Barrett, D. J. Pack, "Timing subsystem", Microcontrollers Fundamentals for Engineers and Scientists. Morgan and Claypool Publishers. pp. 51 - 64. ISBN 1-598-29058-4, 2006.
- [8] <http://www.pchardwarehelp.com/guides/lcd-panel-types.php>.
- [9] M. G. Robert, L. N. David, "Quantization", IEEE Transactions on Information Theory, vol. IT-44, no. 6, pp. 2325 - 2383, Oct. 1998.

저자 소개

엄기홍(정회원)



Academic background

- Hanyang University, Electronics Dept.(B.S.)
- NYU (New York University), Polytechnic Institute of Engineering, Dept. of Electrical & Computer Engineering (M.S.)
- New Jersey Institute of Technology (NJIT), Dept. of Electrical & Computer Engineering (Ph.D.)

Work experience

- TA, RA, and Lecturer at NJIT (New Jersey, USA)
- Researcher at RS Microwave Company Inc. (New Jersey, USA)
- Researcher at Physics Department, Princeton University (New Jersey, USA)
- Adjunct Professor at NJIT (New Jersey, USA)
- Currently, Full-time Professor at IT Dept., Hansei University

<Research areas : Antennas, Microwaves, and Electro-materials>