

논문 2018-2-9

# 오실로스코프를 이용한 라스터 디스플레이 교육용 보조교재 구성에 관한 연구

권성열\*, 이현창\*\*†

## A Study on the Constructing Education tool-kit for Raster Display using Oscilloscope

Sung-Yeol Kwon\*, Hyun-Chang Lee\*\*†

### 요 약

본 논문에서는 오실로스코프를 이용해 라스터 디스플레이 원리를 교육하기 위한 교재용 회로를 제시하였다. 이를 위해 라스터 디스플레이 신호와 오실로스코프의 각 기능에 대해 살펴보고 이들을 접속하기 위해 필요로 하는 회로 조건과 요소에 대해 고찰하였다. 제시한 회로의 성능을 확인하기 위해 실험용 회로를 구성하고 실험을 진행하였으며, 그 결과 오실로스코프에서 라스터 출력 화면이 표시되며, 또한 LCD 디스플레이 장치를 이용해 화면을 구성하는 것에 비해 매우 간단하면서도 세부사항들을 자유롭게 조절할 수 있는 특징이 있음을 확인하였다. 이에 따라 전기/전자 계열의 필수 장비인 오실로스코프를 라스터 화면 구성원리의 교재로 사용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

### Abstract

A circuit of education tool-kit for raster display using oscilloscope was presented. To achieve this, each function of the raster display signal and the oscilloscope were investigated, and condition and element for circuit needed to connect them were suggested. To verify the performance of the proposed circuit, the experimental circuit was constructed and tested and the raster image was displayed on the oscilloscope. In addition, this method was confirmed that it is very simple to configure the screen using the LCD display equipment, and it has the characteristics to freely adjust. As a result, we confirmed the possibility of using the oscilloscope, which is essential equipment in the electric & electronic field, as a educating tool-kit for raster display construction principle.

**한글키워드 :** 오실로스코프, 라스터, LCD, 디스플레이, 교육 보조교재

**keywords :** oscilloscope, raster, LCD, display, education tool-kit

\* 국립부경대학교 전기공학과

\*\* 국립공주대학교 정보통신공학부

† 교신저자: 이현창(email: hclee@kongju.ac.kr)

접수일자: 2018.11.30. 심사완료: 2018.12.12.

게재확정: 2018.12.21.

## 1. 서론

최근의 전자기기들은 TFT-LCD(Thin-Film Transistor Liquid Crystal Display), OLED

(Organic Light-Emitting Diode) 등의 디스플레이 장치들이 크게 발전하면서 IPTV, 스마트-TV, 스마트-폰을 비롯해 차량의 네비게이션이나 홈-오토메이션 화면 등 각종 전자기기들에서 화면을 통한 정보표시의 비중이 매우 높아졌으며, 최근의 IoT(Internet of Things)와 융합기술 등의 발전에 힘입어 이러한 추세는 더욱 가속화 될 것으로 보인다[1].

디스플레이 장치는 과거에 대부분을 차지했던 CRT(Cathod-Ray Tube)로부터 시작해 LCD와 PDP(Plasma Display Panel) 등을 거쳐 현재에 이르게 되었으며, 디스플레이의 형태가 발전함과 동시에 신호의 규격 또한 컴퍼지트(composite) 신호에서 VGA(Video Grid Array), DVI(Digital Visual Interface), HDMI(High-Definition Multimedia Interface) 등으로 발전하였지만 기본적인 영상신호 전송의 원리는 화면의 동기신호와 데이터 신호를 이용한 라스터(raster) 표시 방식이라는 점에서 변화가 없다[2].

이와 같이 디스플레이 장치의 확산에 비해 디스플레이의 원리 및 제어를 교육하기 위한 장비는 거의 존재하지 않는데, 디스플레이 장치는 다른 장치들에 비해 규모가 크고, 디스플레이 장치의 신호규격을 정확히 준수해야 표시가 가능하며, 특히 기존의 디스플레이 장치들을 이용해 교육 및 실험 장치를 구성하려면 상당한 고주파 신호와 회로가 필요하므로 실제로 구성하기 어려운 문제점이 있다.

한편, 전기/전자를 교육하는 실험, 실습실에서는 기본 장비로서 오실로스코프를 갖추고 있으며, 이 장비는 사실상 파형을 표시하는 디스플레이 장치이므로 원리적으로 현재의 디스플레이 장치들과 동일하다. 따라서 Lee 등[3]은 오실로스코프를 이용해 디스플레이 장치의 기본적인 표시원리인 라스터 디스플레이 교육용으로 활용할 수 있는 방안에 대해 고찰한 바 있으며, 이에 따라

몇 가지 사항만 고려한다면 실제 디스플레이 장치를 이용하는 것 보다 오히려 더 효과적인 디스플레이 원리를 교육하는 도구로 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

이에 따라 본 논문에서는 전기/전자 계열 실습실에 기본적으로 구비되어 있는 오실로스코프를 활용해 라스터 디스플레이 교육장치로 활용할 수 있는 구체적인 방법 및 회로를 제시하고자 한다. 이를 위해 디스플레이 장치의 기본적인 원리와 오실로스코프의 원리를 각각 살펴보고 이들을 인터페이스 할 수 있는 조건을 살펴보고, 이에 따라 실험을 통해 구성된 회로와 그 결과를 확인하고자 한다.

## 2. 라스터 디스플레이와 오실로스코프

### 2.1 라스터 디스플레이의 원리

라스터 디스플레이의 기본 원리를 그림 1에 나타내었다. 그림에서 H.Sync(Horizontal Synchronization) 신호가 입력되면 수평축으로 소인(sweep)이 시작되며, 소인이 진행되는 중에 해당 위치에 표시 데이터를 점멸하며 진행한다[4].

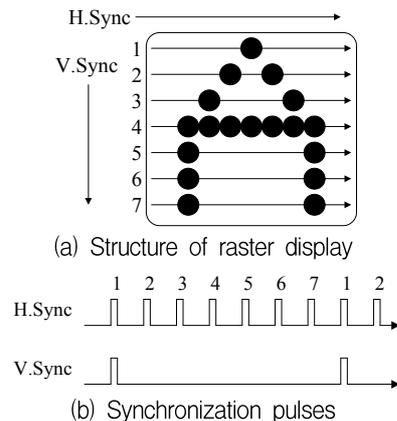


그림 1. 라스터 디스플레이의 신호들  
Fig. 1. Signals of raster display

그림 1의 1번 소인이 완료되면 소인의 위치가 아래로 진행하고 다음 H.Sync 신호에 의해 2번 소인이 시작되는 과정을 반복하며, 이 때 화면 전체의 소인이 시작되는 신호로서 V.Sync 신호를 입력한다. 따라서 라스터 디스플레이는 H.Sync, V.Sync와 화면의 dot 정보를 위한 Video 신호로 구성된다. 이 때 dot 정보를 표시하기 위한 주파수는 식 (1)과 같이 구해진다.

$$f_{dot} = N_H \times N_V \times fps \quad (1)$$

여기서,  $N_H$ 는 한 줄 내에 표시되는 dot수를 나타내는 수평 해상도,  $N_V$ 는 수직 방향으로 나열되는 소인의 수를 나타내는 수직 해상도,  $fps$ 는 초 당 프레임 수(frame per sec)이다.

화면을 구성하는 실험을 위해 기존의 LCD 모니터를 이용한 경우, 모든 신호는 모니터의 규격에 맞춰야 하는데, 최근 모니터의 최하 해상도는  $640 \times 480$ 이므로 교육용으로 사용하기에는 해상도가 높아 회로가 대규모로 구성되고 매우 복잡해지며, 특히  $60 \text{ fps}$ 로 구성된 경우 식 (1)에 의해 dot 신호는  $18.432 \text{ MHz}$ 가 되므로 실험을 위한 주파수로는 매우 높아 다루기 어렵다.

설령 화면의 구성은 큰 도트로 한다 할지라도 H.Sync, V.Sync 신호의 주파수 규격은 여전히 모니터와 동일해야 하며, 모니터 단자와의 접속을 위한 커넥터 등 물리적 규격 또한 일치시켜야 하는 복잡성이 존재한다.

## 2.2 오실로스코프 화면의 구성

오실로스코프의 화면 구성요소를 그림 2에 나타내었다[5]. 화면은  $x$ -축과  $y$ -축으로 이루어진 면으로 구성되고,  $z$ -축으로 구성된 화면 밝기신호로 이루어진다. 오실로스코프는 측정 장비이므로 모든 측정요소들을 사용자가 조절할 수 있도록 구성되며,  $x$ -축은 Time/Div,  $y$ -축은 Volt/div, 그

리고  $z$ -축은 Intensity로서 조절할 수 있다.

이와 같은 3개 축 가운데  $x$ -축의 경우 trigger 신호만 입력되면 화면의 좌측에서 우측으로 소인하는 회로는 이미 내장되어 있고, Time/div 단자는 소인 속도를 조절하도록 구성된다.

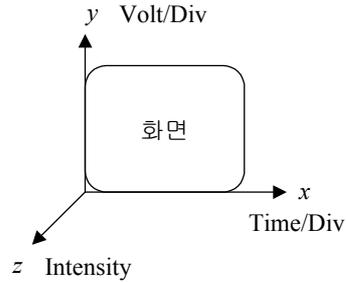


그림 2. 오실로스코프의 화면 구성  
Fig. 2. Structure of oscilloscope screen

## 3. 오실로스코프로의 적용 방안

### 3.1 H.Sync

H.Sync 신호는 화면의 수평축으로 진행이 시작되도록 하는 펄스이므로 이를 오실로스코프의 트리거 신호로 인가하면 오실로스코프 내부의 기능에 의해 소인이 진행되므로 디스플레이에서와 동일한 기능을 구현할 수 있다.

### 3.2 V.Sync

V.Sync 신호는 수직축으로 진행이 시작되도록 하는 펄스형태의 신호이지만, 오실로스코프의 수직축은 전압에 의해 위치가 결정되는 구조이므로 한 줄의 소인이 종료될 때 마다 아래로 진행될 수 있도록 전압이 변화되어야 한다. 따라서 그림 3에 나타낸 바와 같이 소인 시작신호인 H.Sync 신호를 카운터를 이용해 카운트 한 후 카운터 값을 디지털-아날로그 변환[6]에 의해 전압신호로

오실로스코프의 전압입력으로 인가하면 한 줄 소인 때 마다 식 (2)와 같이 화면의 수직축으로 이동이 가능하다.

$$V_{vert} = \sum_{n=1}^b \frac{D_n}{2^n} \cdot V_{ref} \quad (2)$$

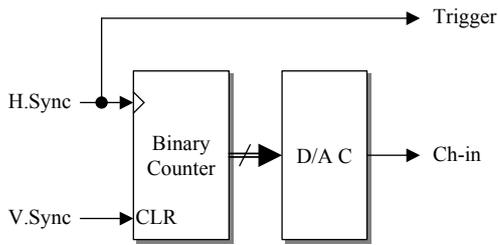


그림 3. 수직신호 발생 원리  
Fig. 3. Principle of vertical signal generation

한편, V.Sync 신호 본연의 역할은 수직축의 시작신호이므로 V.Sync 신호를 카운터의 초기화 신호로 인가하면 V.Sync 신호가 입력되었을 때는 화면의 수직축 초기위치로 귀환하므로 디스플레이에서의 V.Sync 신호와 동일한 기능을 구현할 수 있다.

### 3.3 Video 신호

Video 신호는 화면의 점을 표시하는 데이터가 전송되는 것이므로 오실로스코프 화면 점의 밝기를 조절하도록 구성되어야 하며, 일반적인 오실로스코프의 경우 뒷면 패널에 z-축 입력 기능을 내장하고 있다. 따라서 이를 활용하면 화면신호를 인가할 수 있다. 그러나 오실로스코프의 z-축 입력의 경우 입력전압 범위가 크기 때문에 일반적인 TTL 레벨 전압을 인가하면 화면의 휘도가 크게 변화하지 않으므로 (+)와 (-) 전압으로 구성된 큰 전압신호로 변환하는 것이 바람직하다.

$$V_O = V_H \cdot (2 \cdot D - 1) \quad (3)$$

또는,

$$V_O = V_H \cdot (1 - 2 \cdot D) \quad (4)$$

여기서,  $V_H$ 는 고전압,  $D$ 는 dot의 비트값으로서 0 또는 1이다.

예를 들어  $V_H = 12V$ 일 때 dot 데이터가 0이라면 출력전압은  $-12V$ , dot 데이터가 1이라면  $+12V$ 의 출력전압을 얻을 수 있다.

이와 같은 양극성 고압출력을 발생시킬 수 있는 방법으로는 연산증폭기의 증폭회로를 고려해볼 수 있으나, 주파수가 상당히 높아진 경우 응답특성이 떨어질 수 있고, 특히  $0V$ 와  $+5V$ 로 변화하는 전압을  $+12V$ ,  $-12V$ 와 같은 양극성 전압으로 변환하려면 오프셋을 변화해야 하므로 회로가 다소 번거로울 수 있다. 따라서 RS-232C 드라이버용 소자[7]를 이용한다면 식 (3)과 같은 특성을 따르면서 매우 간단히 양극성 전압으로 변환할 수 있고, 고속인 경우에도 우수한 주파수 응답 특성을 얻을 수 있다.

## 4. 실험 및 결과

### 4.1 실험회로의 구성

제시한 회로의 결과를 확인하기 위해 그림 4와 같은 회로를 구성하였다.

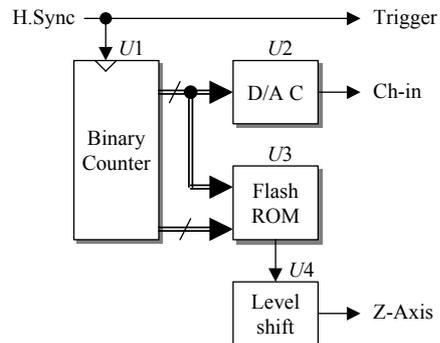
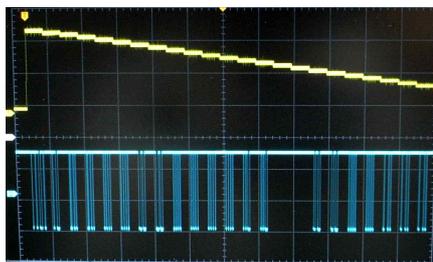


그림 4. 실험회로의 블록도  
Fig. 4. Block diagram of experimental circuit

회로에서 U1은 8-비트 binary up-counter[8]이며, 이의 상위 4-비트는 U2 디지털-아날로그 변환기와 화면 데이터가 저장된 U3 플래시 메모리로 접속되고, U1의 하위 4-비트는 U3 플래시 메모리로 접속하며, 플래시 메모리 출력은 U4 75188 RS-232C 드라이버 소자에서 전압변환 후 오실로스코프의 z-축 입력으로 접속된다. 플래시 메모리에는 각 수직위치와 수평위치에 해당하는 화면 데이터 1-비트를 출력하도록 구성되었다. 따라서 수평 해상도 16도트, 수직 해상도 16라인의 화면이 구성되며, 이 회로의 경우 카운트 값이 자동으로 0으로 귀환되므로 수직 동기신호는 필요치 않다. 그림 5에 그림 4 회로의 각 부 파형을 나타내었다. 그림 5(a)와 (b)는 각각 시간축 간격을 달리해 관측한 것으로서, 상측 파형은 수직 구동을 위한 디지털-아날로그 변환기 출력전압이고, 하측 파형은 화면의 휘도를 제어하는 z-축 입력신호이다.



(a) Time/Div = 10.0mS



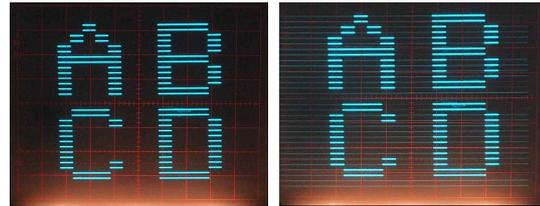
(b) Time/Div = 2.0mS

그림 5. 각 부의 파형

Fig. 5. Waveforms of circuit output  
Volt/Div Ch1 = 2.0V, Ch2 = 10.0V

#### 4.2 실험 및 결과

그림 4 회로의 동작 결과를 그림 6에 나타내었다. 그림 6(a)는 오실로스코프의 intensity를 줄인 상태로서, 이 때는 해당 패턴만 화면에 나타난다.



(a) At low intensity (b) At high intensity

그림 6. 오실로스코프 결과화면

Fig. 6. Result screen of the oscilloscope  
Time/Div = 2.0mS, Volt/Div = 1.0V

그림 6(b)는 intensity를 높인 상태로서, 각 화면을 구성하는 주사선이 함께 나타나며, 따라서 라스터 화면의 구성 원리를 확인할 수 있다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 오실로스코프를 이용해 라스터 화면 디스플레이 원리를 교육하기 위한 교재용 회로를 제시하였다. 이를 위해 라스터 디스플레이 신호와 오실로스코프의 각 기능에 관해 살펴보고 이들을 서로 접속하기 위한 회로 조건에 관해 고찰해 회로를 제시하였다. 제시한 회로의 성능을 입증하기 위해 간단하게 구성된 화면 표시용 회로를 구성하고 실험을 진행하였으며, 그 결과 LCD 디스플레이 장치를 이용해 화면을 구성하는 것에 비해 매우 간단하면서도 세부사항을 조절할 수 있는 오실로스코프에서 라스터 화면이 표시됨을 확인하였다.

이상의 결과에서, 오실로스코프를 라스터 교육용으로 활용할 경우 다음과 같은 장점을 얻을 수 있다. 첫째, 주파수 자유도가 매우 크다. LCD 모

니터의 경우 정해진 주파수 규격에 맞춰야만 정상적인 출력을 얻을 수 있지만, 오실로스코프의 경우 자유롭게 주파수를 설정할 수 있다. 둘째, 해상도에 대한 자유도가 매우 크다. LCD 모니터는 정해진 해상도에 따라 화면을 출력해야 하므로 모니터에 실험회로를 맞춰나가야 하지만, 오실로스코프의 경우 실험회로에 맞도록 오실로스코프를 조절할 수 있다. 셋째, 회로와의 접속이 매우 간단하다. LCD 모니터는 정해진 커넥터 규격에 맞춰 회로를 접속해야 하므로 커넥터 접속에 관한 준비가 필요하지만 오실로스코프의 경우 본래부터 오실로스코프 프루브를 통해 외부입력을 수신할 수 있도록 구성되어 있으므로 접속이 매우 편리한 장점이 있음을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, Marimuthu Palaniswami. "Internet of Things (IoT): A Vision, architectural elements, and future directions", Future Generation Computer Systems, pp. 1645-1660, Vol. 29, No. 7, Sep. 2013. DOI:10.1016/j.future.2013.01.010.
- [2] John B. Peatman, Design with Micro-controllers, pp. 341-349, McGraw-Hill, 1989. ISBN: 0-07-049238-7
- [3] Hyun-Chang Lee, Kyu-Tae Lee, Seo-Ik Kang, Sung-Yeol Kwon, Min-Young Kim, "A Study on the Constructing Education tool-kit for Raster display using Oscilloscope", 29'th Conference of Korea Software Assessment and Valuation Society, pp.157-158, Nov. 2018.
- [4] 이현창, 이종연, 멀티미디어 회로, 상학당, pp. 274-277, Sep. 2011. ISBN: 978-89-6587-012-8
- [5] 이현창, 실용전자측정, 상학당, pp. 154-158, Sep. 2010. ISBN: 978-89-93383-91-1

- [6] John Watkinson, Art of Digital Audio 2nd ed. Focal Press, pp.196-274, Apr. 2013. ISBN: 978-02-4051-320-1
- [7] Texas Instruments, MC1488, SN75188 Quadruple Line Drivers, May, 2004. www.ti.com/lit/ds/symlink/sn75188.pdf
- [8] Texas Instruments, SN74LS160A thru SN74LS163A Synchronous 4-bit counters, Mar. 1988. www.ti.com/lit/ds/symlink/sn54ls161a.pdf

### 저 자 소 개



권성열(Sung-Yeol Kwon)

1990 수원대 전자재료공학과 학사  
 1993 경북대 전자재료전공 석사  
 2000 경북대 센서공학과 박사  
 1994~1998 안동과학대학 전자계산과 조교수  
 2000~현재 국립 부경대학교 공과대학 전기공학과 교수  
 <주관심분야 : MEMS sensor, 전자재료, 전기제어계측, 신재생에너지 >



이현창(Hyun-Chang Lee)

1986.2 단국대 전자공학과 학사  
 1989.8 단국대 전자공학과 석사  
 1996.2 단국대 전자공학과 박사  
 1996.3~2004 국립 천안공업대학 정보통신과 부교수  
 2005.3~현재 국립 공주대학교 공과대학 정보통신공학부 교수  
 <주관심분야> 멀티미디어 회로, 전동기 제어회로, 마이크로프로세서, 임베디드 소프트웨어