



## 자동 LED 테스트 및 컨트롤

By (David Johnson, Senior Staff Field Applications Engineer, Cypress Semiconductor Corp.)

LED (발광 다이오드 : Light Emitting Diodes)는 디스플레이 및 스테이터스(status : CPU 나 주변장치의 동작 상태)를 위한 현대 전자설계 및 시스템에 사용된다. 보드가 더욱 복잡해 짐에 따라 벤더들은 개별 부품 차원에서 더 많은 테스트 능력을 구하게 되었으며, 이는 완전한 BIST (Built-In Self Test)를 포함하기 위해 BST (Boundary Scan Test)로 진화되었다. 그러나 여전히 제한된 자동 테스트 기능을 가진 부품세트가 있다는 것이 과제로 남아있으며, 이러한 과제는 오류 탐지를 위한 매뉴얼 테스트 혹은 visual verification 에 달려있을 지도 모른다. LED 는 이러한 범주에 속해 있으며, 품질에 대한 고객들의 전반적인 인식과 고객 만족에 지대한 영향을 미칠 수 있다.

LED 의 오류는 2 가지 주요 경우 중 한가지로 나타나는 경향이 있다. 첫 번째 경우로 LED 가 프론트 패널 디스플레이나 다른 타이트한 틈 사이로 삽입됨에 따라 디바이스 오류, 보드 어셈블리 문제, 그리고 기계적인 어셈블리 손상을 초래할 수 있는 electrical open 과 short 가 있다. 두 번째 경우는 동일하게 예측된 스테이터스가 제대로 작동할 때 부근 LED 상의 컬러 및 광도에 있어 인지된 차이점들을 포함하고 있다. 첫 번째 타입의 오류는 BST 를 이용함으로써 다른 부품들을 규명할 수 있다. 통합 BST 는 분리된 LED 에서 실행할 수 없으며, 이러한 LED 는 테스트를 위한 LED 의 visual verification 을 사용하는 옵션만으로 제조 엔지니어들을 멀어지게 한다. Visual verification 은 기술자가 시각적으로 LED 를 관찰하고 모든 것들이 적절하게 작동되었는지를 리포트 함으로써 테스트 과정 동안의 인간의 상호작용을 포함하고 있다. 이러한 작업은 아주 반복적인 작업인 관계로 오류를 낼 수 있으며, 이는 테스트 하는 사람의 주위가 산만해지지 않는다는 것을 보장하기 위해 보다 복잡한 테스트를 만들어내는 결과를 초래할 것이다. 이는 테스트하는 사람과 테스트를 의뢰한 사람 모두에게 결코 바람직하지 않은 것이며 가치 없는 추가 작업이 된다.

LED 를 테스트하기 위한 대안의 방법을 모색하기 전에 일상적인 시스템 작동 동안 어떻게 LED 가 기능하는지를 관찰해 보는 것이 중요하다. 근본적으로 LED 는 다이오드에 기술게 하기 위해 전압이 가해질 때 밝게 될 것이다 (그림 1(a)). 전류 제한 저항은 핀의 전류 구동 제한 기능이 초과되지 않도록 하기 위해 다이오드의 비선형 반응 (non-linear response) 으로 인해 일반적으로 회로에 위치한다. 싱글 컬러 LED 는 보통 하나의 핀에 부착된 드라이버와 다뤄지며, 다른 핀은 GND 에 묶여있다. 이로써, 싱글 LED 를 컨트롤하기 위한 싱글 핀을 가능하게 해 준다. 멀티플 컬러는 서로 다른 컬러의 반응들과 함께 다른 LED 를 추가하고 분리된 핀에 출력을 연결함으로써 간단히 지원할 수 있다. 그림 1 의 (b)는 일반적인 GND 와 분리된 드라이브 연결을 가진 2 가지 컬러의 LED 구성의 간단한 실행 사례를 보여주고 있다. 두 가지 혹은 그 이상의 서로 다른 컬러를 혼합하는 것의 특징 중 하나는 두 LED 가 동시에 구동되며, 그로 인해 개별 LED 에 나타나는 컬러에 기반한 하이브리드 컬러가 생성된다는 점이다. 2 개 포트의 bi-color LED 를 구현하기 위한 또 다른 방법은 전면에 2 개의 LED 를 간단히 가지는 것이다. 이로써 하나 혹은 또 다른 LED 는 어느 것이 적절하게 편향되었는지에 따라 밝아질 것이다. 하이브리드 컬러는 충분히 빠른 비율로 두 개의 활성 상태 사이를 대체하기 위한 시스템을 필요로 하기 때문에 하이브리드 컬러가 요구될 경우엔

좀 더 복잡함이 더해진다. 이와 관련한 내용은 그림 1 의 (c)를 참조할 수 있다. 이러한 형태의 bi-color LED 는 가장 복잡한 경우를 대변하고 있기 때문에 논의될 것이다.

그림 1

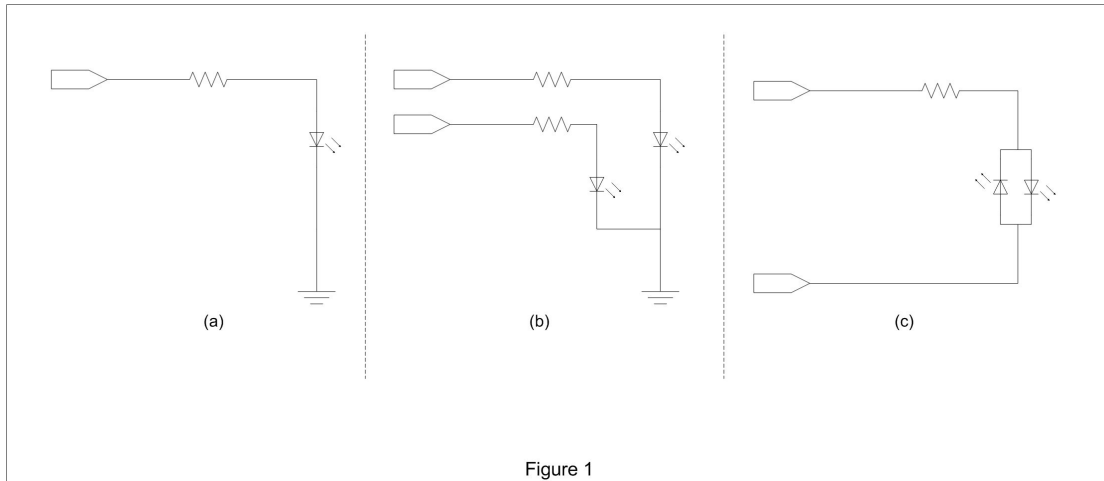


그림 2 에서 작동하고 있는 LED 를 보면, 핀 1 과 핀 2 모두가 같은 전압 (일반적으로  $V_{cc}$  또는 GND)에 놓여있다면 전류의 흐름과 회로의 모든 점은 동일한 전압으로 측정하지 않을 것이다. 전압이 측정될 수 있으면 LED 의 조건을 규명할 수 있으며, 이로써 개개의 LED 를 자동으로 테스트 할 방법을 제공할 것이다. 이는 제조 및 테스트에서 LED 와 함께 보여지는 대다수 오류의 규명을 가능하게 할 것이다. 따라서 가장 기초적인 차원에서 비교측정기가 각각의 LED 에 연결되고, 적절한 세트 포인트가 비교측정기에 또 다른 인풋으로 선택되었다면 LED 는 테스트될 수 있었을 것이다. 테스터는 이러한 유형의 테스트에는 아주 수동적인 관계로 LED 를 적당한 전자적 조건에 놓기 위해 LED 컨트롤러를 필요로 할 것이다. 이와 함께, LED 는 다양한 조건에서 테스트되어질 필요가 있기 때문에 비교측정기는 구성할 수 있는 세트-포인트를 가지고 있어야만 한다. 이는 결국 추가적인 부품을 필요로 할 것이다.

그림 2

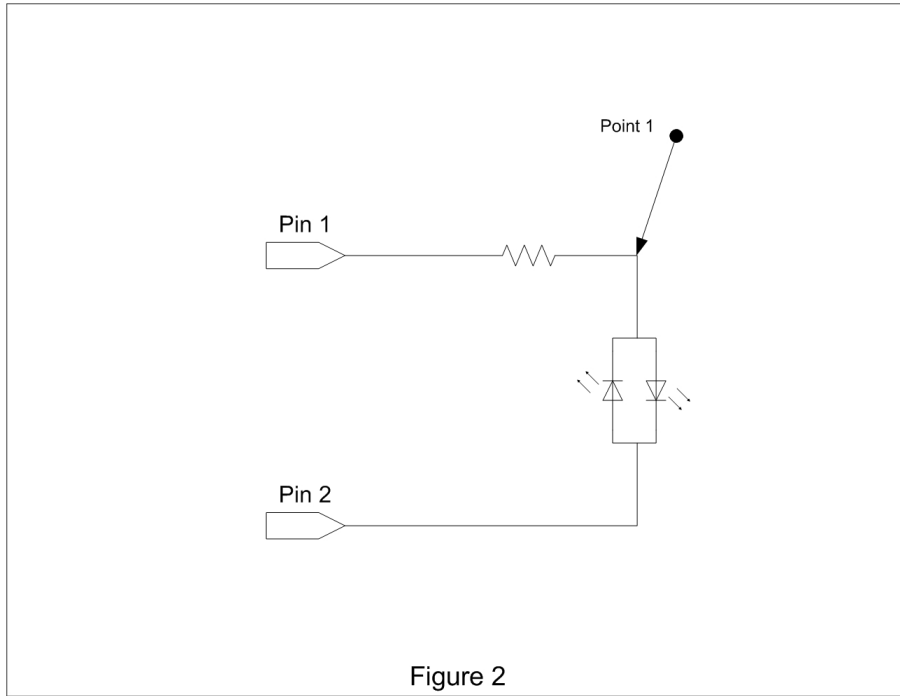


Figure 2

약간 더 통합된 솔루션은 모든 테스트 포인트의 견본을 뽑기 위한 멀티플렉싱을 가진 멀티플 A/D 디바이스를 사용할 것이다. 이로써 일부 형식의 공정상의 요소에 대한 결과를 제공한다. 이러한 작업은 전압 수준이 테스트에서 전류 LED 구성을 위해 적절히 측정되었는지에 대한 결정을 할 수 있게 해 준다. 비록 이러한 작업이 부품 수를 줄여줌에도 불구하고 테스트 포인트로부터 데이터를 인수하고 가공하는 등의 작업을 처리 하기 위한 멀티플 부품이 여전히 필요하다. 보다 더 통합된 실행방식은 아날로그 기능을 가진 마이크로컨트롤러를 사용하는 것일 것이다. 이는 A/D 샘플링과 프로세싱 모두를 하나의 단일 기기로 통합하는 것을 가능하게 할 것이다. 예를 들어, 싸이프레스의 CY8C24794-24LFXI 는 LED 와 연결된 최고 48 전압 테스트 포인트의 측정을 할 수 있으며, 이로써 테스트의 결과를 결정하기 위한 공정작업을 수행할 수 있다. 이러한 작업은 가장 높은 수준의 통합 기능을 제공해 준다.

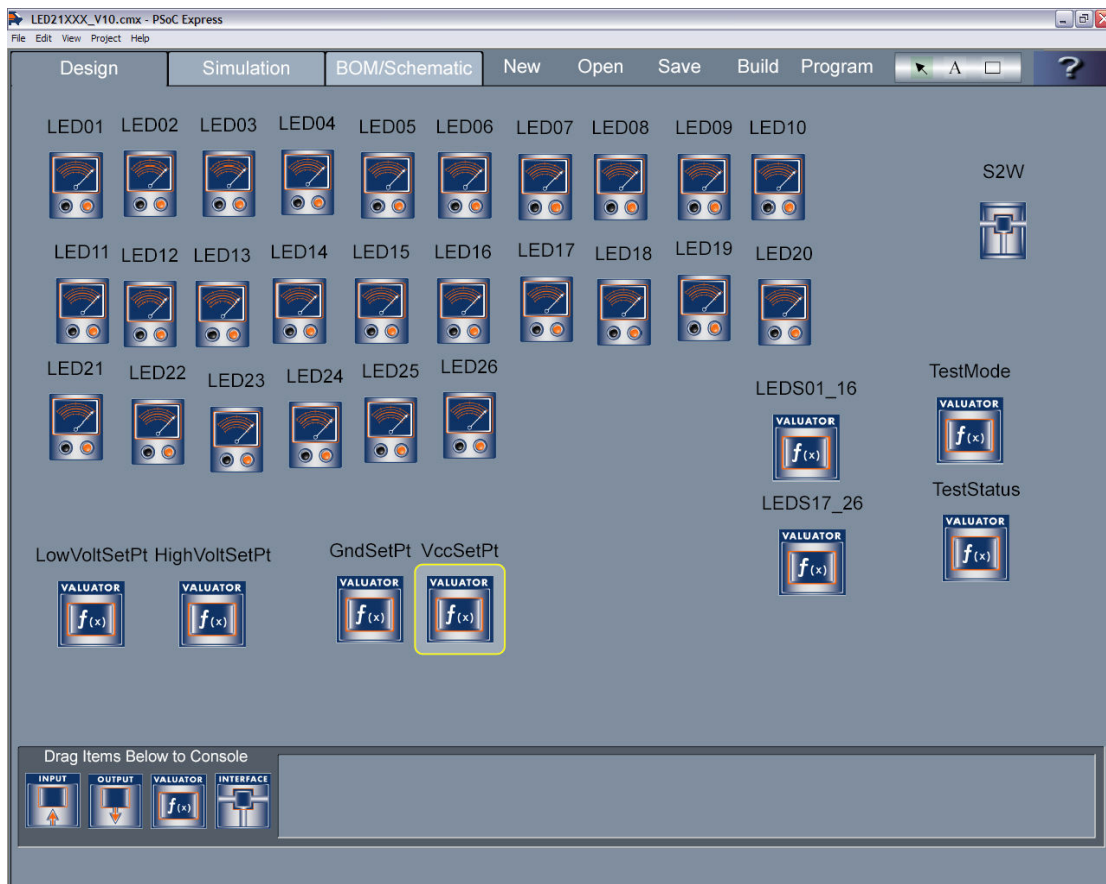
실질적인 테스트 과정은 다른 보드 테스트와 유사한 방식을 고려할 필요가 있다. LED 활동 규명만의 단일 테스트는 테스트 스위트가 개발될 필요가 있음에 따라 적절한 작동을 보장하기에는 충분치가 않다. Bi-color LED 세트의 사례는 다음과 같다;

1. All LEDs off (both pins connected to Vcc) – detects shorts to GND
2. All LEDs off (both pins connected to GND) – detects shorts to Vcc
3. All LEDs on (color 1) – detect fault in the color 1 circuit path
4. All LEDs on (color 2) – detect fault in the color 2 circuit path
5. All LEDs off (adjacent LED traces alternating between Vcc and GND) – detect shorts between the LED traces

## 6. Reverse test 5 to test the reverse path

이러한 6 가지 측정방식을 완료함에 따라 LED 는 모두 잘 작동하고 있으며, 디폴트가 없다 는 자신감을 가질 것이다. 측정 장비는 포인트 1 에서 전압 수준이 오류 테스트 대비 통과 테스트를 나타내는 동안 LED 의 전류 “예상” 상태를 잘 이해해야 한다. 그림 3 은 26 개의 LED 를 모니터하고 I2C 인터페이스를 통해 전반적인 시스템에 인터페이스 하기 위해 개발된 싸이프레스 PSoC 의 구성을 보여주고 있다. 이는 시스템이 주어진 테스트를 위한 모든 세트-포인트를 구성하고 어떤 테스트가 다음 테스트로 진행되어야 하는지의 표시 기능을 가능하게 해 줄 것이다. I2C 를 통한 인터페이스는 외부 시스템이 각 각의 LED 성능에 대한 상세한 내용들 뿐만 아니라 어떠한 부여된 테스트 결과를 결정할 수 있도록 해 준다.

그림 3. 싸이프레스 PSoC Express 스크린 샷



마이크로컨트롤러 통합 설계를 위한 또 다른 하나의 가능성은 동일한 디바이스로 컨트롤과 테스트 모드를 결합하는 것일 것이다. 일반적으로 사용된 포트 익스팬더는 디자인의 LED 컨트롤 부분을 위해 구현될 수 있다. 따라서 디바이스의 아날로그 기능은 테스트 실행을 위해 동시에 사용될 수 있다. 이러한 통합 수준은 설계를 단순화



시켜준다. 또한 추가 핀과 소프트웨어 복잡성으로 인해 추가적인 하드웨어의 필요조건들이 있다. 그러나 이러한 것들은 제조 테스트와 정상적인 시스템 작동시 LED 컨트롤 시스템 프로세서의 작동을 방해 할 수도 있다.

결론적으로, 현재 많은 LED 가 비주얼 검사로 테스트되고 사람들의 실수를 유발할 수 있음에도 테스트를 위한 많은 대체 방법들이 있다. 이러한 방식들은 테스트의 신뢰성을 높일 뿐만 아니라 테스트 진행시 사람들의 직접적인 상호작용을 없애고 테스트 자동화 분야의 장점을 가질 수 있다. 또한, 비용을 줄이며, LED 를 어셈블리 과정이나 보편적인 start-up sequence 의 일환으로 언제라도 테스트하는 것을 가능하게 해 준다. 이러한 모든 기능은 현재의 LED 테스트에서는 가능한 것들이 아니다.



Cypress Semiconductor  
198 Champion Court  
San Jose, CA 95134-1709  
Phone: 408-943-2600  
Fax: 408-943-4730  
<http://www.cypress.com>

© Cypress Semiconductor Corporation, 2007. The information contained herein is subject to change without notice. Cypress Semiconductor Corporation assumes no responsibility for the use of any circuitry other than circuitry embodied in a Cypress product. Nor does it convey or imply any license under patent or other rights. Cypress products are not warranted nor intended to be used for medical, life support, life saving, critical control or safety applications, unless pursuant to an express written agreement with Cypress. Furthermore, Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress products in life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

PSoC Designer™, Programmable System-on-Chip™, and PSoC Express™ are trademarks and PSoC® is a registered trademark of Cypress Semiconductor Corp. All other trademarks or registered trademarks referenced herein are property of the respective corporations.

This Source Code (software and/or firmware) is owned by Cypress Semiconductor Corporation (Cypress) and is protected by and subject to worldwide patent protection (United States and foreign), United States copyright laws and international treaty provisions. Cypress hereby grants to licensee a personal, non-exclusive, non-transferable license to copy, use, modify, create derivative works of, and compile the Cypress Source Code and derivative works for the sole purpose of creating custom software and or firmware in support of licensee product to be used only in conjunction with a Cypress integrated circuit as specified in the applicable agreement. Any reproduction, modification, translation, compilation, or representation of this Source Code except as specified above is prohibited without the express written permission of Cypress.

Disclaimer: CYPRESS MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARD TO THIS MATERIAL, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. Cypress reserves the right to make changes without further notice to the materials described herein. Cypress does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein. Cypress does not authorize its products for use as critical components in life-support systems where a malfunction or failure may reasonably be expected to result in significant injury to the user. The inclusion of Cypress' product in a life-support systems application implies that the manufacturer assumes all risk of such use and in doing so indemnifies Cypress against all charges.

Use may be limited by and subject to the applicable Cypress software license agreement.