

수행 내용 / 조립된 PCB 시험 생성하기



실험 목적

PCB가 제대로 조립되었는지를 확인하는 단계로 육안검사 후 V-I 특성, 부품 값 측정, 부품의 기능 시험 등의 전기적 시험을 수행하여 PCB에 대한 오픈/쇼트, 기준 값 등을 확인한다. 조립된 PCB 검사는 각종 부품의 단위 시험을 위해 선정된 테스트 포인트 등을 측정하여 PCB 건전성을 판단한다. 다량의 PCB 검사를 위해 검사 방법과 절차를 생성하고 양품과의 비교 시험의 경우 양품 데이터를 취득해 저장하는 방법을 학습한다.

재료 · 자료

- PCB (SYSTEM8 Training Board)

기기 (장비 · 공구)

- 보드마스터 8000+ 또는 보드마스터 External Case 모델
아래의 모듈 또는 액세서리를 준비한다.
 - VPS, MIS, ATM AICT modules.
 - 1x x1 oscilloscope probe.
 - 1x bdo cable.
 - 1x bdo ground clip.
 - 1x aict ground cable.
 - 2x multimeter probes.
 - 1x digital soic cable assembly.
 - 1x ATM 64 way test cable.
 - 1x 24way test cable.
 - 1x 16 pin or more conventional test clip.
 - 1x 20pin or more soic test clip.

수행 순서

1. PCB 시험 준비하기

1.1 PCB 검사 장비 준비 및 확인

- PCB 검사 장비인 보드마스터의 전원을 확인하고 준비한 기기 (장비·공구)를 확인한다.

1.2 검사 프로그램 시작

- PCB 검사 장비인 보드마스터의 운영 프로그램 Ultimate 소프트웨어를 실행하여 아래의 화면에서처럼

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

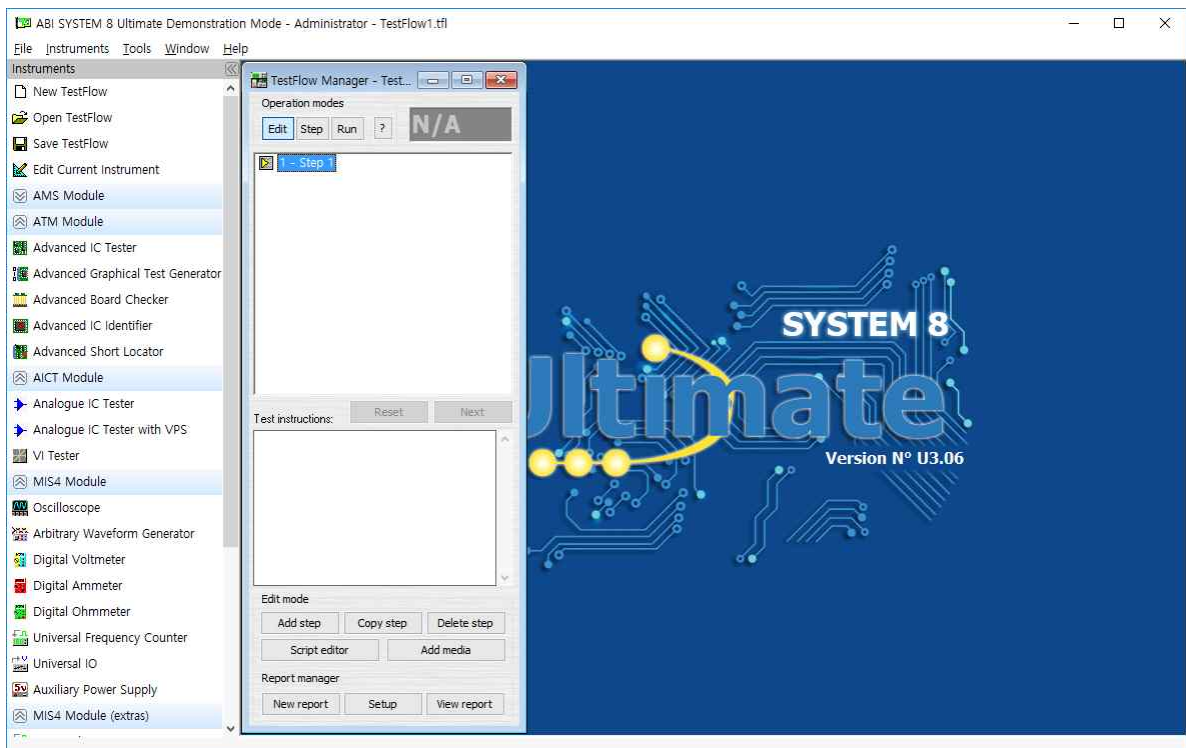
모듈에 오류가 없이 진단시험이 진행되는 것을 확인한다.



2. 양품 PCB 비교 데이터 생성하기

2.1 PCB 검사를 위한 테스트플로우 시험 절차 생성하기

- PCB 검사를 체계적으로 수행하기 위해 테스트플로우 시험 절차를 생성한다. 프로그램에서 New TestFlow를 실행하여 새로운 작업을 생성한다. 아래의 화면과 같이 새로운 작업이 생성되었는지 확인한다.



NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

- 첫 번째 작업 스텝 이름을 List of equipment로 변경하고 시험에 필요한 기기 (장비 · 공구)를 기재하여 나열한다.

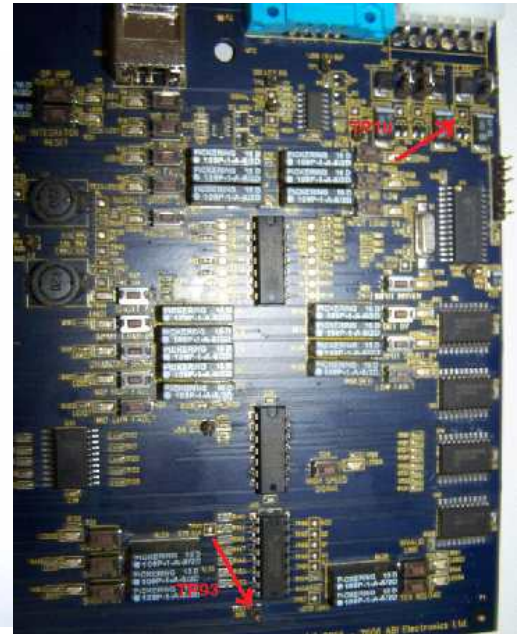
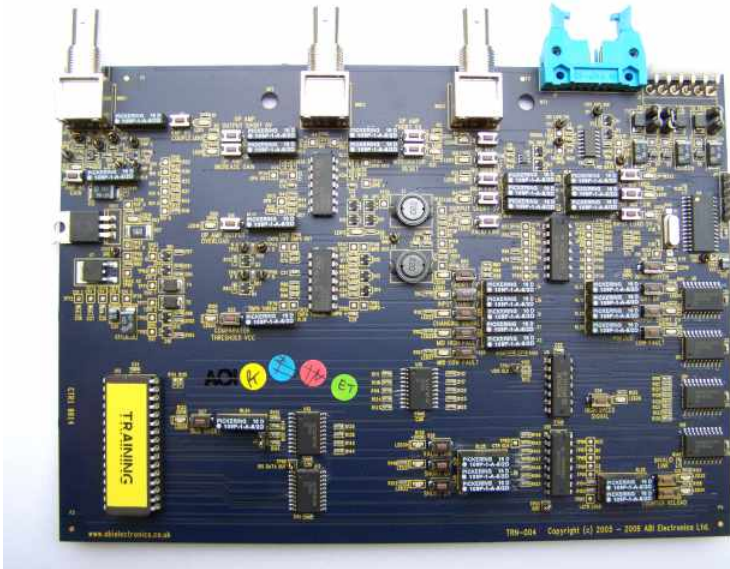
2.2 +5V 전압 측정 절차 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 시험 보드에 연결하고 +5V 전원 출력을 인가한다.
- MIS의 디지털 멀티미터를 실행한다.
- 멀티미터 채널 1의 Comparison에서 타겟 전압과 허용 오차를 설정하여 Pass/Fail 조건을 생성한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다.
- 커먼 단자는 test point 96에 그리고 채널 1을 test point 10에 연결한다.
- 측정된 전압이 Pass 상태인지 확인한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

2.3 +12V 전압 측정 절차 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 시험 보드에 연결하고 +12V 전원 출력을 인가한다.
- MIS의 디지털 멀티미터를 실행한다.
- 멀티미터 채널 1의 Comparison에서 타겟 전압과 허용 오차를 설정하여 Pass/Fail 조건을 생성한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다.
- 커먼 단자는 Test Point 93에 그리고 채널 1을 Test Point 9에 연결한다.
- 측정된 전압이 Pass 상태인지 확인한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

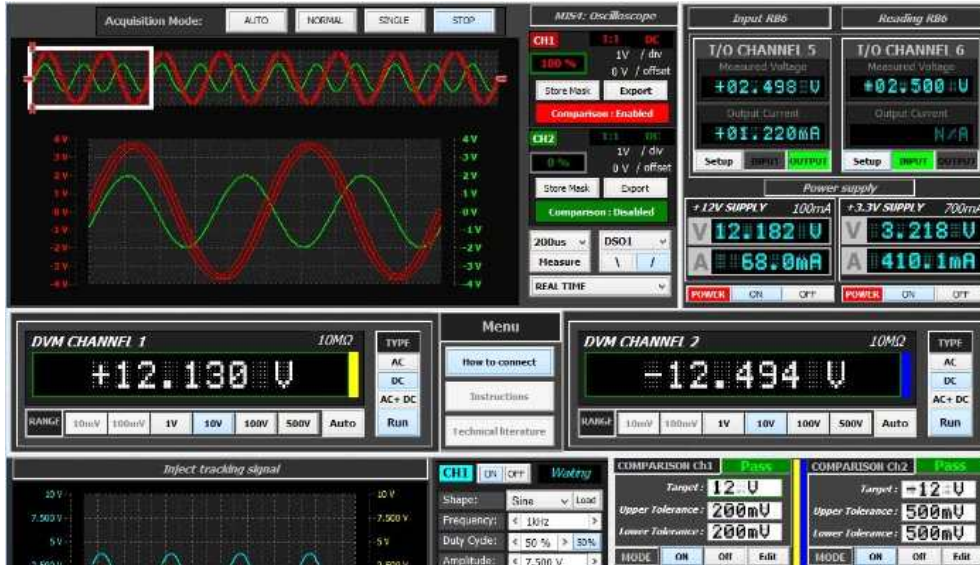
NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습



2.4 -12V 전압 절차 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 시험 보드에 연결하고 -12V 전원 출력을 인가한다.
- MIS의 디지털 멀티미터를 실행한다.
- 멀티미터 채널 1의 Comparison에서 타겟 전압과 허용 오차를 설정하여 Pass/Fail 조건을 생성한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다.
- 커먼 단자는 Test Point 93에 그리고 채널 1을 Test Point 8에 연결한다.
- 측정된 전압이 Pass 상태인지 확인한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

PC 기반의 오실로스코프, 소프트웨어 기반의 가상 계측기 장점



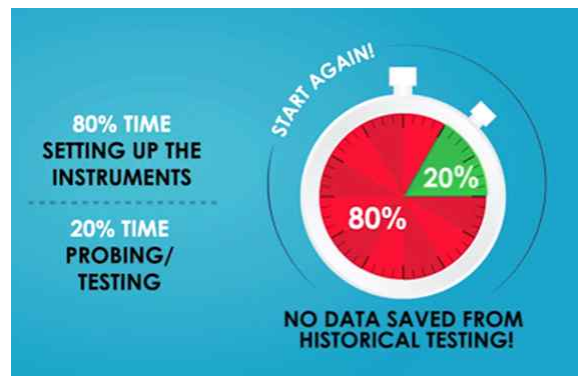
전자분야 시험에서 반복된 작업을 위해 계측기를 사용하는 것은 때때로 지루하고 고생스러울 수 있습니다. 소프트웨어 기반의 가상 계측기를 사용하는데 있어서 가장 큰 장점은 그동안 하던 것을 시스템이 자동으로 하도록 프로그램할 수 있다는 점입니다. 그로 인해 작업의 생산성이 높아지고 효율적으로 작업을 수행할 수 있습니다. 만일 여러분이 현장에서 일을 한다고 가정했을 경우 다음 사항을 검토해 보시기 바랍니다.

인적 오류 감소

작업자나 시험자가 반복적으로 시험을 수행할 경우 실수가 없게 하는 것이 매우 중요합니다. 여러분이 자동으로 측정을 수행할 수 있는 경우 이러한 인적 오류는 감소될 수 있습니다. 또한 측정이 올바르게 수행되었다고 보장할 수 있게 합니다.

시간 절약

수많은 시험들은 넓은 범위에서 반복된 측정을 요구할 때가 많습니다. 가상의 계측기를 이용할 경우 여러분은 이러한 시험에서 자동화 할 수 있어 더 빠르게 시험을 끝낼 수 있습니다. 또한 여러분이 수행하고 있는 각 측정 시험을 위해 물리적으로 계측기의 설정을 변경하거나 할 필요가 없습니다.



측정 및 시험 시나리오

소프트웨어는 다양한 계측기들이 상호 연동하여 동작하도록 조정할 수 있습니다. 그렇기 때문에 여러분은 다양한 신호들과 자동화된 복잡한 일들을 서로 협력할 수 있도록 만들 수 있습니다. 모든 계측기들은 필요한 시험에 대해 적절하게 사용될 수 있도록 배치되고 상호 연동과 설정을 통해 시험의 Pass/Fail을 결정

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

할 수 있습니다. 시험 순서 및 절차 등을 소프트웨어를 이용해 제작하고 해당 작업 단계에서 사용할 계측기와 설정 값과 Pass/Fail 조건을 지정함으로써 시나리오 기반의 시험프로세스를 생성할 수 있습니다.

사용자 정의 보고 문서 생성

각 시험이 종료되면 측정된 결과를 토대로 사용자가 설정한 형태의 보고서를 생성할 수 있습니다. 고장 부품에 대한 상세한 정보뿐만 아니라 수리 과정에 소요된 시간도 확인할 수 있다. 이러한 것은 오류의 횟수를 관찰하기 위해서도 매우 유용합니다.

지능화된 시험의 개발

각 계측기의 값과 설정을 프로그램하여 수행되는 자동화된 시험은 결과가 얻어지는 것에 따라 서로 다른 행동이나 측정을 하도록 설정할 수 있습니다. 테스트플로우 매니저라는 소프트웨어를 이용하면 작업 단계별로 순서화되고 체계화된 절차에 따라 동일한 계측기를 서로 다른 시험 단계에서 각각 설정을 달리하여 반복해 사용할 수 있습니다. 시험에 따른 관련 도면, 이미지, 사진, 동영상, 문서파일 등을 해당 작업에서 유용하게 참고할 수 있도록 지정할 수 있어 더욱 지능화된 시험의 개발이 가능하게 합니다.



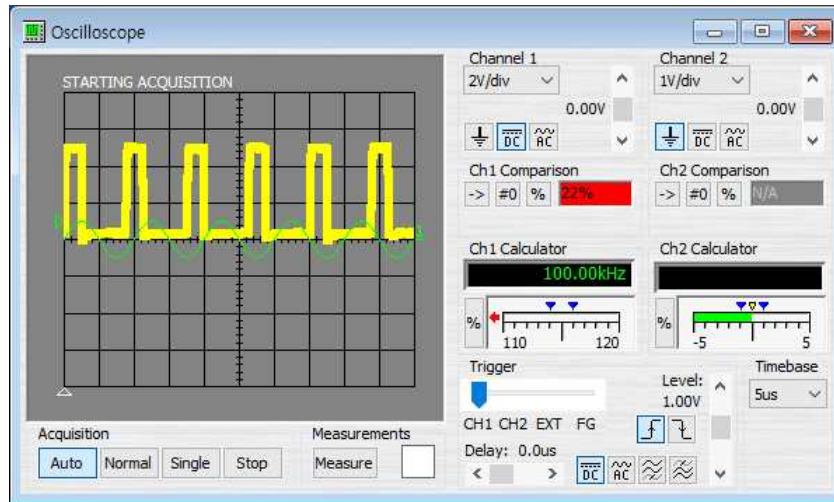
SYSTEM8 MIS4

ABI MIS 4는 8가지 고사양의 측정 및 시험용 계측기를 하나의 모듈에 탑재한 컴팩트하며 강력한 기능을 제공하는 통합 모듈입니다. 일반적으로 설계, 교육, 검사, 수리/정비, 유지보수 분야에서 유용하게 사용됩니다. PC 기반의 3채널 오실로스코프, 2채널 주파수생성기, 주파수계수기, 전압/전류 측정기, 저항측정기, 보조전원 및 사용자 지정 I/O를 제공합니다. 각 구성 요소는 가상의 계측기로 연결할 수 있어 사용자 필요에 따라 사용자인터페이스를 변경할 수 있습니다.

2.5 Clock 신호 측정 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행하고 +5V, +12, -12V 전원을 설정한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 시험 보드에 연결하고 전원 출력을 인가한다.
- MIS의 디지털 오실로스코프 인스트루먼트를 실행한다.
- 오실로스코프 프로브를 MIS의 채널 1에 연결하고 그라운드 클립을 tp93에 연결한다.
- 측정된 파형에 대해 Mask를 설정하여 양품 보드의 정상 비교 데이터를 생성하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습



2.6 LED 상태 확인 생성하기

트레이닝 보드상의 모든 스위치를 눌러서 모든 LED가 점등되는지 확인하고 (총 32개임) 작업 내용을 해당 스텝에 기록한다.

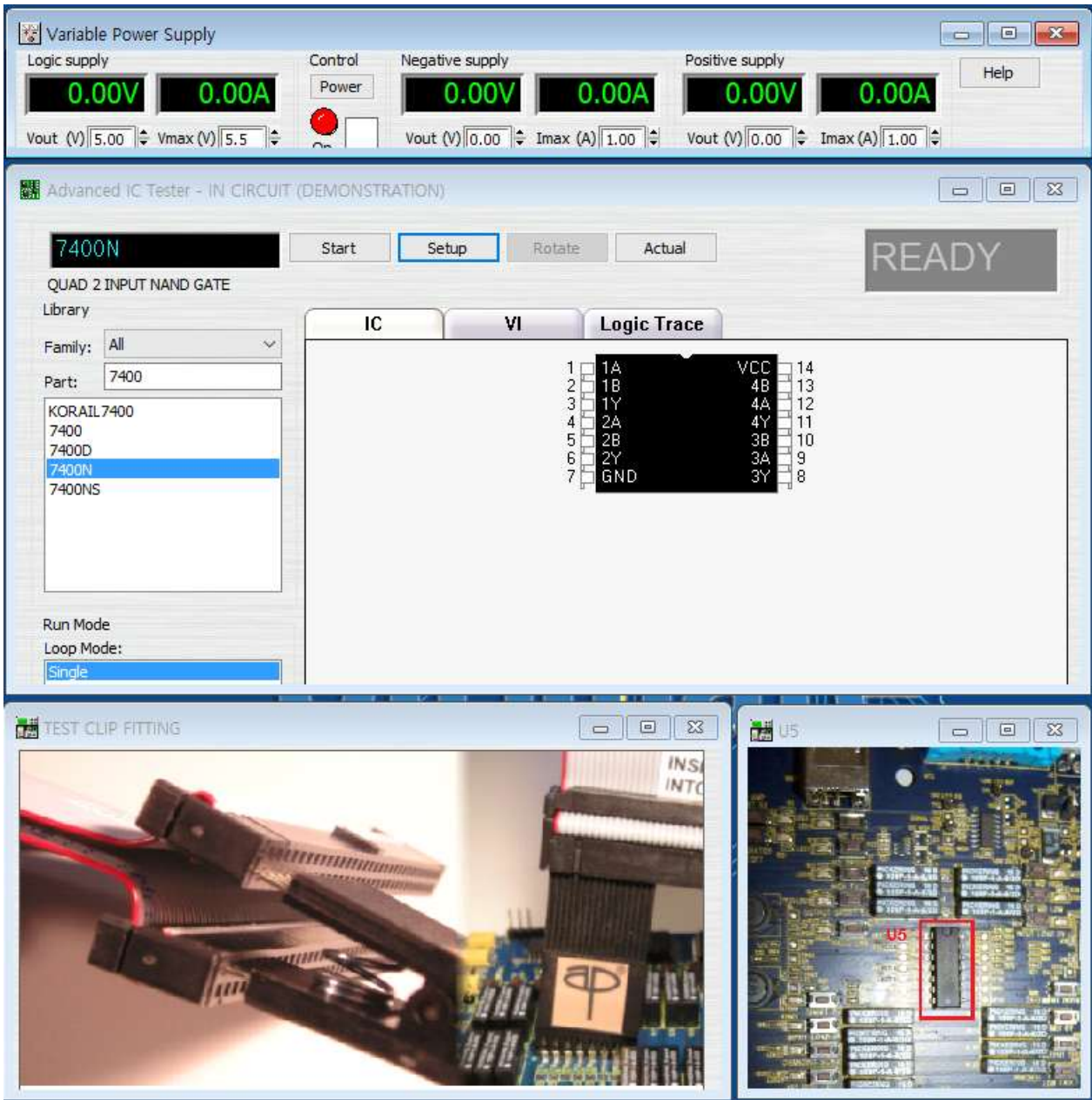
- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행하고 +5V, +12, -12V 전원을 설정한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

2.7 디지털 IC U5_74LS00N 기능 시험 생성하기

PCB에 있는 디지털 IC의 기능을 인서킷 시험을 수행하여 부품의 건전성을 확인한다. 일반적으로 디지털 IC의 기능은 진리표와 같이 동일하게 동작하는지를 판단한다. 추가적으로 보드상의 설계 특성과 다른 부품과의 관계 등에 의해 만들어 지는 Connection, Voltage, Digital V-I 시험을 활용하여 양품 보드의 정상 데이터를 취득하여 비교 시험에 활용할 수 있도록 시험 방법을 선택하여 절차를 생성한다.

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행하고 +5V, +12, -12V 전원을 설정한다.
- ATM의 Advanced IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 7400N을 선택한다.
- 시험 항목을 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I를 선택한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습



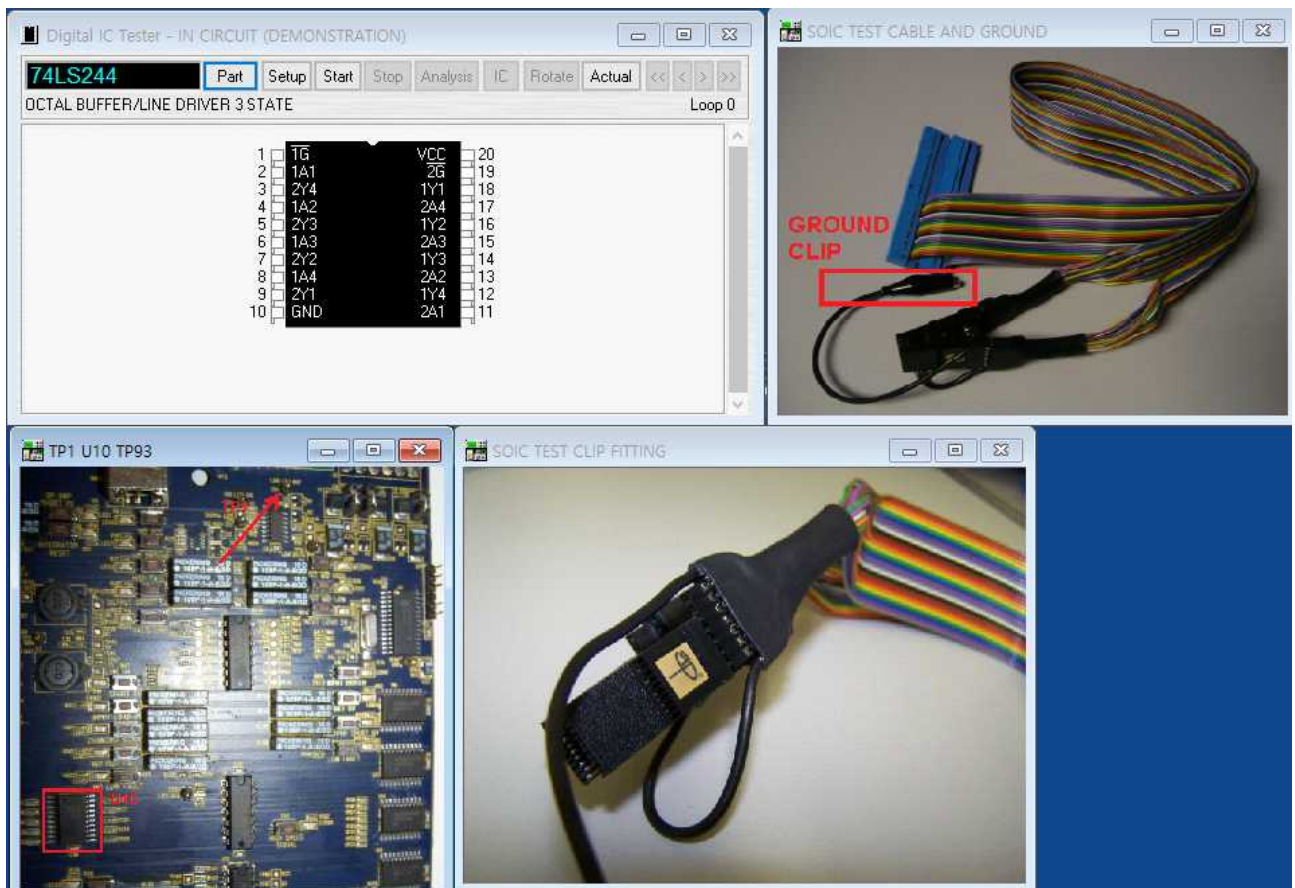
2.8 디지털 IC U15_74LS161 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 인스트루먼트를 실행하고 +5V, +12, -12V 전원을 설정한다.
- ATM의 Advanced IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 74161을 선택한다.
- 시험 항목을 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I를 선택한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

2.9 디지털 IC U10_74LS244 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 INSTRUMENT를 실행하고 +5V, +12V, -12V 전원을 설정한다.
- ATM의 Advanced IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 74244을 선택한다.
- 시험 항목을 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I를 선택한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.



2.10 디지털 IC U17_74LS244 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 INSTRUMENT를 실행하고 +5V, +12V, -12V 전원을 설정한다.
- ATM의 Advanced IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 74244을 선택하고 케이블을 연결한다.
- 시험 항목을 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I를 선택한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

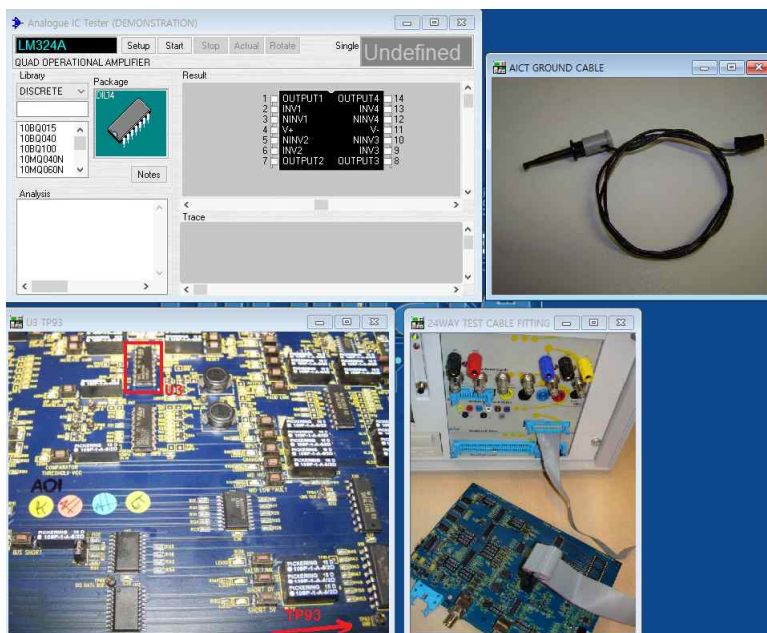
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

2.11 디지털 IC U13_74LS244 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 INSTRUMENT를 실행하고 +5V, +12V, -12V 전원을 설정한다.
- ATM의 Advanced IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 74244을 선택하고 케이블을 연결한다.
- 시험 항목을 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I를 선택한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

2.12 아날로그 IC U3_LM324 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 INSTRUMENT를 실행하고 +5V, +12V, -12V 전원을 설정한다.
- AICT의 Analog IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 LM324A를 선택하고 케이블을 연결한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.



2.13 아날로그 IC U6_LM339 기능 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- VPS 프로그래머블 가변 전원공급기 INSTRUMENT를 실행하고 +5V, +12V, -12V 전원을 설정한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

- AICT의 Analog IC Tester를 실행한다.
- 부품 라이브러리에서 LM339A를 선택하고 케이블을 연결한다.
- 시험을 수행하여 양품 데이터를 취득하여 저장한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에 추가한다.

V-I 시험 방법에 대하여 알아봅시다.

Introduction

V-I 시험은 PCB상의 오류를 발견할 수 있는 유용한 방법이다. 회로도나 설계문서가 부족한 상태에서 PCB 상의 부품 고장이나 이상을 확인하기는 어려우며 이러한 경우에 V-I 시험은 매우 효과적으로 사용될 수 있다. 일반적으로 V-I는 Analogue Signature Analysis 이라고도 잘 알려져 있으며 점검하려는 디바이스에 전원을 인가하지 않은 상태로 시험할 수 있는 방법을 제공한다. 그렇기 때문에 전원을 공급할 수 없는 고장 상태의 전자 보드나 카드, 모듈을 점검할 수 있는 유용한 시험 방법이다. V-I 시험은 전류 제한을 하면서 AC 신호를 측정 소자에 인가하며 이때 측정되는 특성 임피던스에 대하여 Voltage에 대응하는 Current를 X-Y 그래프로 표시한다. (이때 X 축은 일반적으로 전압을 표시하며, Y축은 전류를 표시한다.)

아날로그 V-I 시험은 앞으로 설명하겠지만 매우 단순한 기술이다. 그렇다고 고장을 분석하는 도구로 강력하지 않다는 것은 아니며 V-I 시험을 이용하면 Leaky components, Internally damaged components, Incorrect value components, Inconsistent components, short and open circuits과 같은 고장을 검출할 수 있다. V-I 시험의 기본적인 개념은 아래의 그림과 같이 Stimulus Waveform이 전류 제한을 위한 저항을 통해 시험대상 부품소자(Device under test, DUT)에 인가된다.

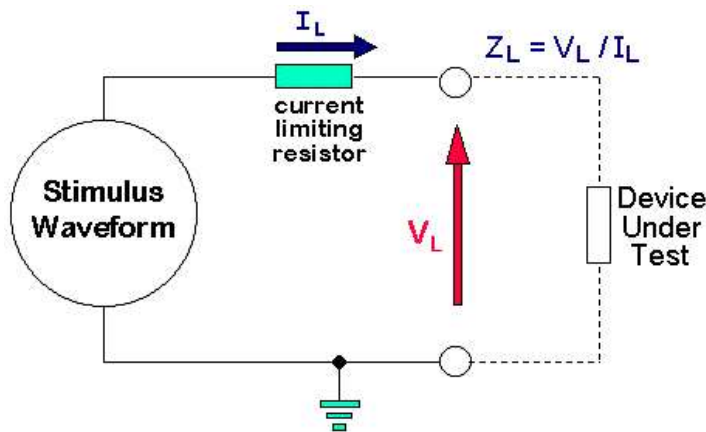


그림 12. 시험회로 구성

DUT에 인가되는 전압 (수평 축)에 대한 대응하는 전류 (수직 축) 값이 그래프 형태로 그려진다. 옴의 법칙 (Ohms law - $Z=V/I$)에 의해 DUT 임피던스에 대한 결과 특성을 볼 수 있다.

시험 파형은 일반적으로 커패시터와 인덕터와 같은 컴포넌트에 의존된 사인파이며 임피던스는 주파수와 관계된다. 그러므로 이러한 부품에 대한 시험을 위해서는 다양한 주파수 파형이 요구된다.

그것은 또한 전류 제한 저항과 DUT로 인한 분압을 이루는 것을 볼 수 있다. 바람직한 시험 결과를 얻기 위해서는 전류감지 저항은 주파수에 따른 DUT에 걸리는 임피던스와 같은 크기 순서여야 한다. 그러므로 다양한 종류의 DUT에 대해 이 기술을 사용하기 위해서는 그만큼 넓은 범위의 전류 제한을 두는 저항과 소스가 요구된다.

고장 분석을 위해 아날로그 V-I 시험을 사용할 수 있는 기술 이상의 이해가 필요 하지는 않다. 대부분 고

장진단 및 수리에서 비교의 방법으로 아날로그 V-I 시험을 사용할 수 있다. 실제 보드에 대한 고장진단의 상황에서는 많은 부품 소자들이 연결되어 있을 것이며 특정 노드/부품에 대한 아날로그 V-I 특성은 개별 부품 소자들의 아날로그 V-I 특성이 만들어 내는 것들의 복잡한 조합에 의해 생성되는 결과일 것이다. 이러한 상황에서 V-I 커브 또는 시그니처의 세부적인 의미와 특성을 이해하는 것은 매우 어렵다.

화면의 표시 내용 이해

V-I에서 표시되는 좌표 중 가로/수평 축은 디바이스에 인가되는 전압을 표시하고 세로/수직 축은 디바이스 시험에서 흐르는 전류 값이 아래 그림과 같은 형태로 표시된다. 서로 다른 특성을 지닌 디바이스는 다른 형상을 생성하게 되는데 이것은 디바이스에 전압을 변화시켜 인가하는 과정에서 디바이스를 통해 흐르는 전류의 크기에 의존된다.

단락회로 (short circuit)의 예를 들면, 수직 라인만 표시된다. 이러한 현상은 모든 인가된 전압에 대해 단락상태에서의 흐르는 전류는 이론적으로 무한대이기 때문이며 개방회로(open circuit)의 경우에는 반대로 모든 인가된 전압에 대해 흐르는 전류가 항상 0이기 때문에 아래의 그림과 같이 표시된다.

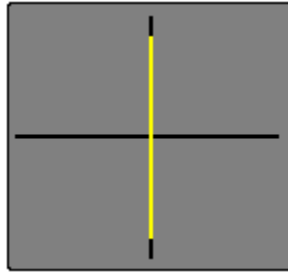


그림 13. Short Circuit

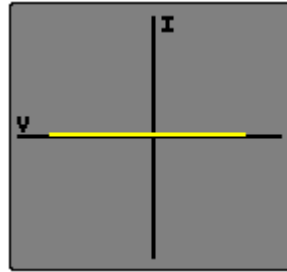


그림 14. Open Circuit

순수한 저항은 인가된 전압에 전류가 비례하기 때문에 기울기가 저항에 비례한다. 커패시터나 인덕터, 그리고 다이오드나 트랜지스터와 같은 비선형 부품들과 같이 주파수에 의존적인 부품들의 경우 좀 더 복잡한 커브를 얻는다. 때로는 매우 V-I 커브가 매우 복잡할 수 있는데 V-I 시험 기술을 위해서 이러한 복잡한 커브를 다 이해할 필요는 없다

상태가 좋은 보드로 알려진 것과 의심스러운 보드 간의 커브 비교는 최소의 지식으로도 종종 고장을 찾을 수 있는 방법을 제공한다. 일반적인 회로에서 표시되는 V-I 커브는 병렬로 수많은 부품이 연결된 상태에서의 정보라는 것을 명심해야 한다. 아날로그 V-I 시험의 운영에 대해서 좀 더 이해를 높이기 위해서는 잘 알려진 부품을 대상으로 회로 외부에서 단독으로 시험을 수행해보면 된다.

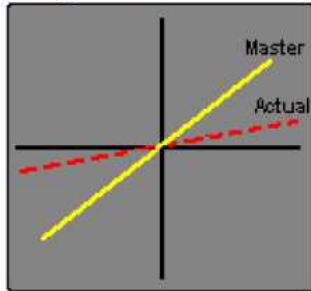
저항에 대한 특성 곡선은 직선이다. (다음 페이지의 Diagram 1 참고). 시험 상태에서 저항의 값은 직선의 기울기에 영향을 미치며, 높은 값의 저항은 수평에 가까운 곡선을 갖는다. (끊어진 상태 즉 Open Circuit의 경우에는 수평이며, X 축과 같다.) V-I 시험기의 소스에 대한 임피던스는 선형의 기울기를 위해 선택되며 상태가 좋은 저항의 경우 45°에 최대한 가깝게 된다. V-I 커브의 기울기 차이는 정상인 것과 의심스러운 보드 상에서 저항의 값의 차이를 표시할 수 있다.

상대적으로 작은 값을 갖는 커패시터의 경우 수평으로 평평한 형태를 갖는 타원의 기호로 표시되며, 높은

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

값을 갖는 커패시터의 경우 수직으로 평평한 타원을 갖는 기호로 표시된다. 시험을 위해서 적합한 주파수와 소스 임피던스를 적용할 경우 Diagram 2에서와 같이 거의 원형에 가까운 커브를 얻을 수 있다. 일반적으로 높은 충전용량의 커패시터에 대해서는 낮은 임피던스와 주파수 값이 적용된다. 누설된 커패시터의 경우 커패시터와 병렬 상태의 저항 성분의 영향으로 구부러진 곡선을 얻게 된다.

Diagram 1:

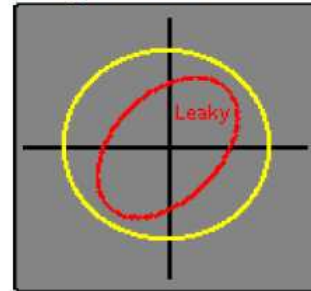


820 Ohm Resistor

SETTINGS

Frequency : 1.2kHz
Source Impedance : 1k Ohms
Curve : sine wave
Voltage : 10V peak to peak

Diagram 2:



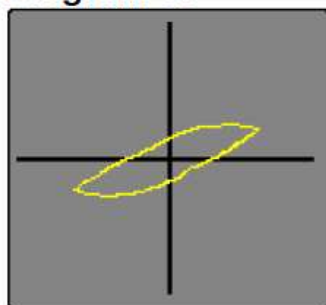
0.47uF Capacitor

SETTINGS

Frequency : 4.8kHz
Source Impedance : 100 Ohms
Curve : sine wave
Voltage : 2V peak to peak

인덕터에 대한 시그니처는 때때로 Diagram 3과 같이 히스테리시스를 보여주는 타원형 또는 원형이다. 상대적으로 높은 값을 갖는 인덕터들의 경우 커패시터의 것과 유사한 수평의 평평한 원형의 기호를 갖는다. 최적의 신호는 완벽한 원형이다. 인덕터의 경우 페라이트 철, 놋쇠 또는 공기 코어를 가질 수 있기 때문에 서로 다른 재질을 사용하는 경우 또는 코어의 위치가 다를 때에는 같은 값의 인덕터라도 서로 다른 시그니처로 표시될 수 있다. 인덕터의 경우 타원형의 시그니처를 나타내기 위해서는 일반적으로 낮은 소스 임피던스와 높은 시험 주파수가 요구된다.

Diagram 3:

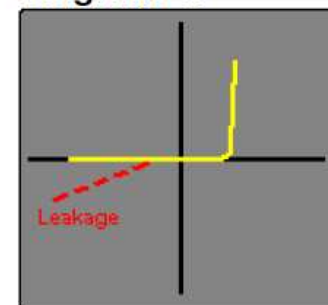


10mH Inductor

SETTINGS

Frequency : 1.2kHz
Source Impedance : 100 Ohms
Curve : triangle wave
Voltage : 4V peak to peak

Diagram 4:



1N4148 Diode

SETTINGS

Frequency : 60Hz
Source Impedance : 1k Ohms
Curve : sine
Voltage : 6V peak to peak

개방회로 인덕터의 경우 V-I 커브 비교를 통한 두 개 보드를 비교해 보면 쉽게 고장을 찾아낼 수 있다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

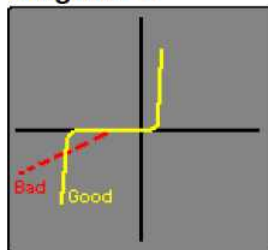
다이오드는 순방향으로 바이어스 될 경우에는 Turn-On, 역방향으로 바이어스 될 경우에는 Turn-Off가 된다.

실리콘 다이오드의 시그니처(V-I 커브 곡선)는 Diagram 4와 같이 쉽게 확인 할 수 있다. 곡선의 수직 부에는 순방향 바이어스 영역을 표현하며, 턴-온 전압 및 순방향 전압 강하가 쉽게 식별될 수 있다. 커브 영역에서의 변화는 전압이 증가되면서 전체적으로 온 또는 오프 상태로 변화되는 것을 보여준다. 커브의 수평영역의 경우 역 전압 영역으로 다이오드가 비 도통 상태(Open Circuit)임을 표현한다.

고장상태인 다이오드의 경우 이러한 커브 특성 차이에 의해 쉽게 식별할 수 있다. 예를 들어 역방향의 누설을 갖는 다이오드의 경우 Diagram 5의 그림과 같이 저항과 유사한 곡선의 기울기를 가질 것이다. 제너 다이오드는 양방향으로 도통된다. 순방향의 전류 특성은 위에 설명한 다이오드와 유사하며, 역방향 특성 또한 Zener Voltage에 도달할 때 까지는 다이오드 특성과 유사하다. 이 시점에서는 전류가 빠르게 증가하면서 다이오드 전압은 차단된다. 이것에 대한 V-I 커브는 Diagram 5와 같다.

이러한 V-I 커브를 얻기 위해서는 시험 전압이 Zener Voltage보다 높게 선택되어야 한다. 고장으로 의심되는 제너다이오드의 경우 V-I커브가 Zener Voltage에서 날카롭게 꺾이지 않을 것이며 일반적인 다이오드의 고장 특성과 같은 곡선을 볼 수 있을 것이다.

Diagram 5:

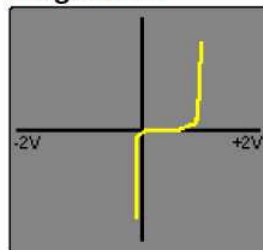


BZX55C5V1 Zener Diode

SETTINGS

Frequency : 60Hz
Source Impedance : 1k Ohms
Curve : sine
Voltage : 20V peak to peak

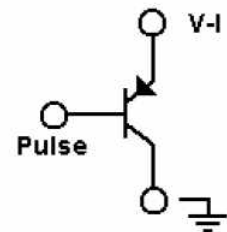
Diagram 6:



PNP Transistor

SETTINGS

Frequency : 120Hz
Source Impedance : 1k Ohms
Voltage : 4V peak to peak
Pulse Type : Bipolar : (V+ 0.12) (V- -0.7V)
Positive start : 0us stop : 4.18ms
Negative start : 4.18ms stop : 8.33ms



NPN형과 PNP형 바이폴라 트랜지스터의 경우 base-collector, base-emitter간 시험을 할 경우 Diagram 4의 다이오드의 것과 유사한 시그니처를 갖는다. 만약 collector-emitter간 시험을 할 경우에는 Open circuit과 같은 시그니처가 나타날 것이다. 스위칭 동작을 관찰할 수 있도록 주파수 발생기(Pulse Generator), 적당한 저항을 통하여 트랜지스터의 베이스에 바이어스 전압을 인가 할 수 있다. (Diagram 6 참조)

또한 주파수 발생기는 트라이앵글과 사이리스터와 같은 트리거 디바이스들에 사용될 수 있으며, 이러한 디바이스들의 스위칭 동작을 관찰할 수 있다. Open Circuit의 트랜지스터나 누설된 접합 등은 커브들의 차이를 통해 쉽게 확인 될 수 있다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

Matrix V-I

일반적인 V-I 시험은 측정 대상의 One Point에 대하여 시험 대상 보드의 그라운드를 기준으로 V-I 시그니처를 생성한다. 하지만 Matrix V-I라는 기술을 적용할 경우 측정 대상들 간의 상관관계를 표시하고 비교 분석에 활용될 수 있는 시그니처를 생성할 수 있다. 예를 들어 16-Pin IC를 측정할 경우 일반적인 V-I는 16개의 V-I Signature를 생성할 수 있지만 Matrix V-I는 $16 \times 16 = 256$ 개의 V-I Signature를 생성할 수 있다. 정상 상태의 파형 시그니처와 비교하면 오류를 검출할 수 있는 가능성이 더욱 크다.

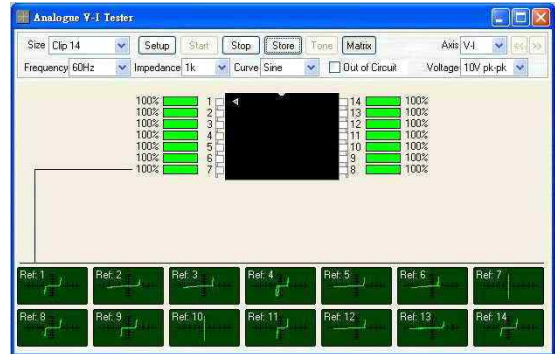
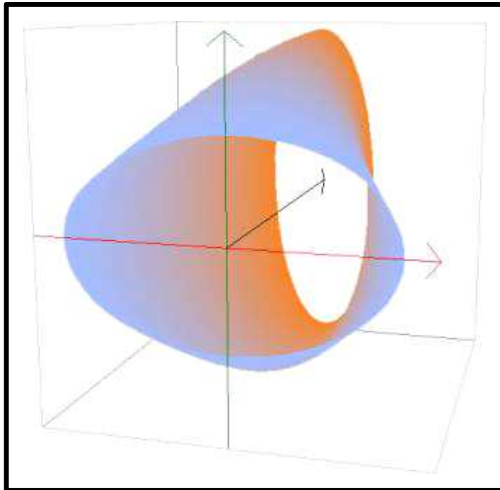


그림 16. Matrix V-I

3D V-I

일반적인 V-I 시험의 경우 단일 주파수에 대한 시험을 지원하는데, 3D V-I는 가변 주파수를 이용하여 자동으로 설정된 전 영역에서의 V-I 커브를 생성하게 된다. 커패시터의 경우 특정 주파수 영역에서 고장이나 이상을 보이는 경우도 있기 때문에 단일 주파수를 사용하는 다른 시험장비에서 찾지 못하는 고장을 찾아 낼 수 있는 가능성을 더욱 높이는 혁신적이고 새로운 기술이다.



ABI사는 Advanced Matrix Scanner Module이라는 AMS를 새롭게 출시해 3D V-I 기능을 제공한다. AMS의 경우 기존과 같은 V-I 시험과 3D V-I 시험기능, 위에서 설명한 Matrix V-I를 지원하며 총 64채널의 동시점검 채널을 지원함으로써 더욱 다양한 부품과 보드 시험에 활용될 수 있다. 기본적으로 V-I시험은 Power Off 시험이다. AMS의 경우 설정 가능한 펄스 출력을 통해 전원이 공급되지 않는 보드에서의 디바이스 (Triacs, Transistors, SCRs etc ..) 등에 대해서도 시험을 수행할 수 있다.

요약

고장진단 도구로 V-I 시험기를 잘 사용하기 위해서는 오히려 매우 자세하게 커브의 의미를 분석하기 보다는 좋은 상태의 보드나 부품과 의심되는 보드나 부품 간의 곡선을 비교 분석에 집중하는 것이 중요하다. PCB 상의 부품 등은 병렬 또는 직렬의 조합으로 되어 있기 때문에 정확한 분석을 하는 것은 매우 어렵다. 대부분 보드의 고장은 쇼트나 오픈과 같은 고장이 많고 이런 경우 복잡한 분석 없이도 V-I 기술을 통해 쉽게 검출이 가능하다.

2.14 Test Point 21 V-I Signature 비교 시험 생성하기

이번 단계에서는 V-I 시험에 대한 것으로 V-I 시험은 PCB상의 오류를 발견할 수 있는 유용한 방법이다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

회로도나 설계문서가 부족한 상태에서 PCB상의 부품 고장이나 이상을 확인하기는 어려우며 이러한 경우에 V-I 시험은 매우 효과적으로 사용될 수 있다. 일반적으로 V-I는 Analogue Signature Analysis 이라고도 잘 알려져 있으며 점검하려는 디바이스에 전원을 인가하지 않은 상태로 시험할 수 있는 방법을 제공한다. V-I 시험은 전류 제한을 하면서 AC 신호를 측정 소자에 인가하며 이때 측정되는 특성 임피던스에 대하여 Voltage에 대응하는 Current를 X-Y 그래프로 표시한다. (이때 X 축은 일반적으로 전압을 표시하며, Y축은 전류를 표시한다.)

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 21과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.15 Test Point 23 V-I Signature 비교 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 23과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.16 Test Point 26 V-I Signature 비교 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 26과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.17 Test Point 28 V-I Signature 비교 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 28과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.18 Test Point 30 V-I Signature 비교 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 30과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.19 Test Point 33 V-I Signature 비교 시험 생성하기

- 새로운 작업 스텝을 생성한다.
- AICT의 VI Tester를 실행한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 33과 GND를 VI 프로브로 측정하여 커브를 저장한다. 이때 비교 시험을 위한 Comparison tolerance를 5%로 선택한다.
- 현재 작업 단계에 참고가 될 만한 이미지, 도면 등을 추가하고 위의 시험 내용과 절차를 시험 설명에

2.20 생성된 테스트플로우 저장하기

- 메뉴에서 Save TestFlow를 선택하여 작성된 시험 절차와 양품 데이터를 파일로 저장한다.
- 프로그램을 종료한다.

3. PCB 보드 시험하기

3.1 전원 연결 및 설치

- PCB 검사 장비인 보드마스터의 전원을 연결한다.
- 프로그램을 실행하고 저장된 테스트플로우를 선택한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 이용하여 VPS를 트레이닝 보드에 연결하라.



- 화면상의 버튼을 이용해 VPS 전원을 사용해 트레이닝 보드에 전원을 인가하라.

3.2 +5V 전압 측정

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다. 측정된 값을 관찰한다.
- 커먼 단자는 test point 96에 그리고 채널 1을 test point 10에 연결한다.
- 측정된 전압이 Pass/Fail 상태인지 확인한다.

3.3 +12V 전압 측정

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다.
- 커먼 단자는 Test Point 93에 그리고 채널 1을 Test Point 9에 연결한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

- 측정된 전압이 Pass 상태인지 확인한다.

3.4 -12V 전압 측정

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝보드의 전원 케이블을 시험 보드에 연결하고 -12V 전원 출력을 인가한다.
- 멀티미터용 프로브를 MIS의 com과 ch1에 연결한다.
- 커먼 단자는 Test Point 93에 그리고 채널 1을 Test Point 8에 연결한다.
- 측정된 전압이 Pass 상태인지 확인한다.

3.5 Clock 신호 측정

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 오실로스코프 프로브를 MIS의 채널 1에 연결하고 그라운드 클립을 tp93에 연결한다.
- 약 115kHz +/- 1kHz 정도의 신호가 측정됨을 관찰한다.

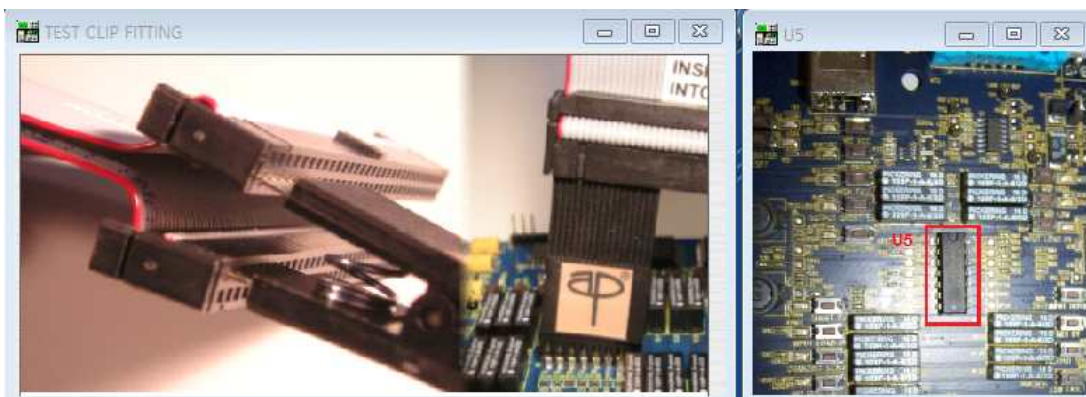
3.6 LED 상태 확인

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 모든 스위치를 눌러서 모든 LED가 점등되는지 확인한다. (총 32개임)

3.7 디지털 IC U5_74LS00N 기능 시험

PCB에 있는 디지털 IC의 기능을 인서킷 시험을 수행하여 부품의 건전성을 확인한다.

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- ATM의 Advanced IC Tester의 시험 시작 버튼을 클릭한다.
- 시험 항목별 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I의 시험 결과를 확인한다.



3.8 디지털 IC U15_74LS161 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U15 위치의 IC를 클리핑 한다.
- ATM의 Advanced IC Tester의 시험 시작 버튼을 클릭한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

- 시험 항목별 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I의 시험 결과를 확인한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.9 디지털 IC U10_74LS244 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U10 위치의 IC를 클리핑 한다.
- ATM의 Advanced IC Tester의 시험 시작 버튼을 클릭한다.
- 시험 항목별 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I의 시험 결과를 확인한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.10 디지털 IC U17_74LS244 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U17 위치의 IC를 클리핑 한다.
- ATM의 Advanced IC Tester의 시험 시작 버튼을 클릭한다.
- 시험 항목별 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I의 시험 결과를 확인한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.11 디지털 IC U13_74LS244 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U13 위치의 IC를 클리핑 한다.
- ATM의 Advanced IC Tester의 시험 시작 버튼을 클릭한다.
- 시험 항목별 Truth Table, Connections, Voltage, Digital V/I의 시험 결과를 확인한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.
-

3.12 아날로그 IC U3_LM324 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U3 위치의 IC를 클리핑 한다., 부품 라이브러리에서 LM324A를 선택하고 케이블을 연결한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

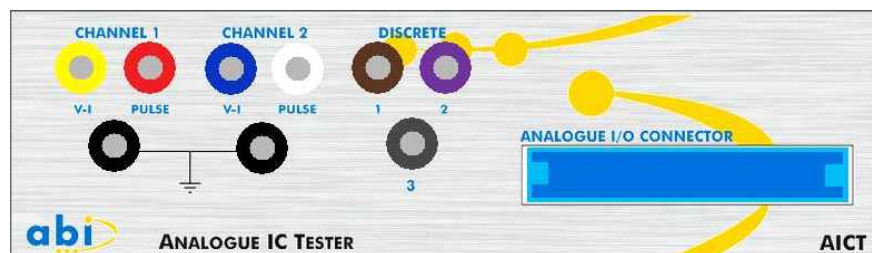


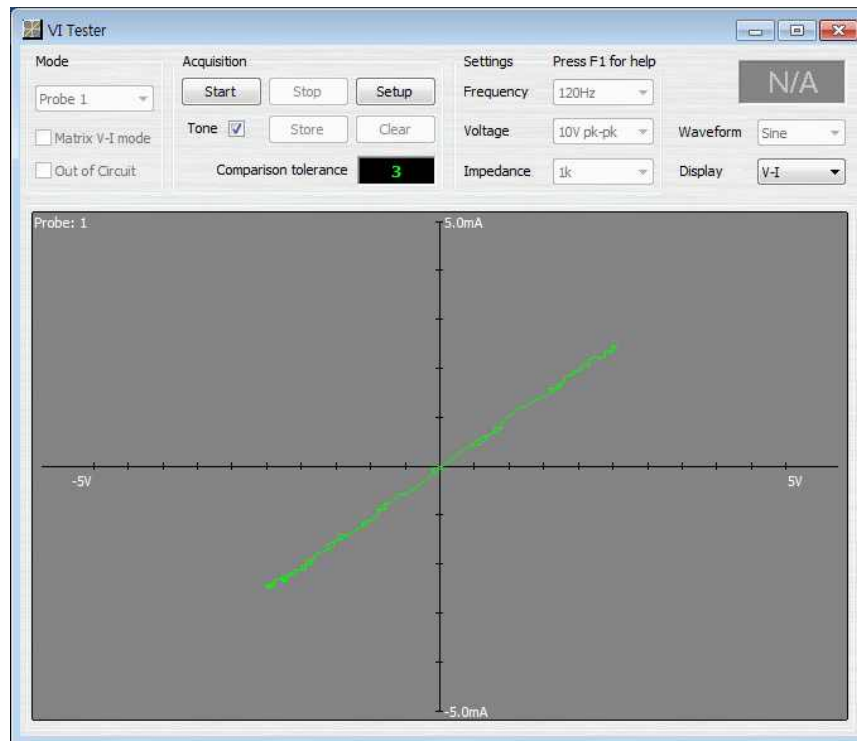
3.13 아날로그 IC U6_LM339 기능 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- U6 위치의 IC를 클리핑 한다., 부품 라이브러리에서 LM324A를 선택하고 케이블을 연결한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.14 Test Point 21 V-I Signature 비교 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 21과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.





3.15 Test Point 23 V-I Signature 비교 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 23과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.16 Test Point 26 V-I Signature 비교 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 26과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.17 Test Point 28 V-I Signature 비교 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 28과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.18 Test Point 30 V-I Signature 비교 시험

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 30과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

3.19 Test Point 33 V-I Signature 비교

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

- 테스트플로우의 해당 작업 절차를 선택한다.
- 트레이닝 보드상의 Test Point 33과 GND를 VI 프로브로 측정한다.
- Pass / Fail 결과를 확인하고 시험 결과를 관찰한다.

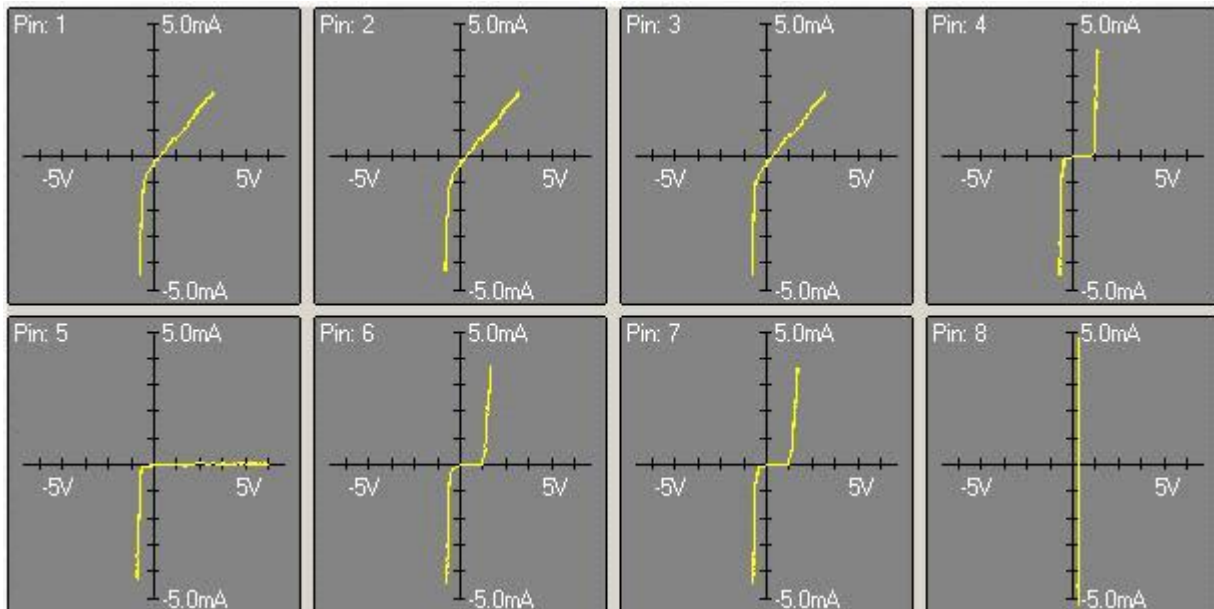
4. 시험 종료하기

PCB 검사를 모두 수행하고 Pass / Fail을 확인한다. PCB검사장비의 모든 케이블을 제거한다.

V-I 시험의 진실

Introduction

V-I 시험 또는 아날로그 시그니처 분석 (analogue signature analysis, ASA)이라는 용어는 오래전부터 널리 알려졌지만 그것에 대한 기술의 이해는 많이 부족한 상태이다. 잠재적인 고객 중에서는 V-I 시험에 대해서 들어본 적이 없는 사람도 많을 것이며, 왜 ABI 제품의 경우 두 가지의 서로 다른 형태의 V-I 시험을 제공하는지에 대해서도 매우 혼란스럽게 생각할 것이다. 왜 단지 24 시험 채널만 가지고 있는지? 어떻게 위치를 확인하는지? 그리고 V-I 시험에 대한 진실이 무엇인지? 이러한 점에 대해 많은 궁금증을 가지게 될 것이다. 이번 기술보고서에서는 이러한 궁금증에 대해서 고객께서 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 설명하고자 한다.



V-I는 시험이 아니다!

V-I 시험에 대한 진실은 바로 V-I가 측정이지 실질적인 시험은 아니라는 점이다. V-I는 적당한 전압 파형을 시험대상인 컴포넌트에 인가하고 그리고 전류 값을 측정한다는 점이다. 사용자나 시험자는 전압에 대응하는 전류에 대한 좌표가 그려진 그래프와 커브의 형태로부터 컴포넌트의 이상 여부에 대한 정

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

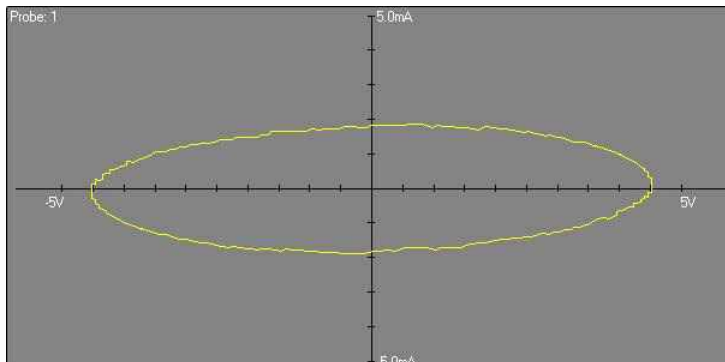
보를 추측할 수 있다.

단순한 컴포넌트에 대해서는 컴포넌트가 고장인지 아닌지에 대해서 사용자 V-I커브를 보면 어느 정도 확신을 갖고 말할 수 있다. 하지만, 좀 더 복잡한 컴포넌트에 대해서는 사실 어려움이 따른다. 왜냐하면 V-I 시험은 단지 내부 회로가 아닌 단지 Pin에 대한 반응을 측정하기 때문이다.

그 동안 사실, V-I 시험 장치를 제조하는 업체들은 V-I 기술을 이용하면 모든 형태의 컴포넌트에 대해 시험할 수 있다고 주장했지만, 이것은 사실이 아니다. 게다가 제조업체들은 V-I 결함을 극복하는 방법을 연구하기 위해 많은 돈과 시간을 투자하고 있는 실정이다. 하지만 그동안 기술의 진척이나 별다른 나아진 점은 찾기 어렵다.

만일, V-I 시험이 이러한 제약이 있는데도 왜 ABI가 그것을 이용하고 그리고 왜 두 가지 별도의 V-I 시험을 제공할까?

이러한 질문에 대한 대답은 바로 일반적인 보드를 고려해보면 된다. 보드 상에 있는 많은 부품 컴포넌트는 크게 두 가지의 형태로 나눌 수 있다. 첫 번째는 저항이나 커패시터, 다이오드, 트랜지스터, 인덕터와 같은 개별부품과 두 번째로 수많은 개별부품들이 하나의 패키지에 포함되어 통합된 IC들의 부품으로 나뉜다.



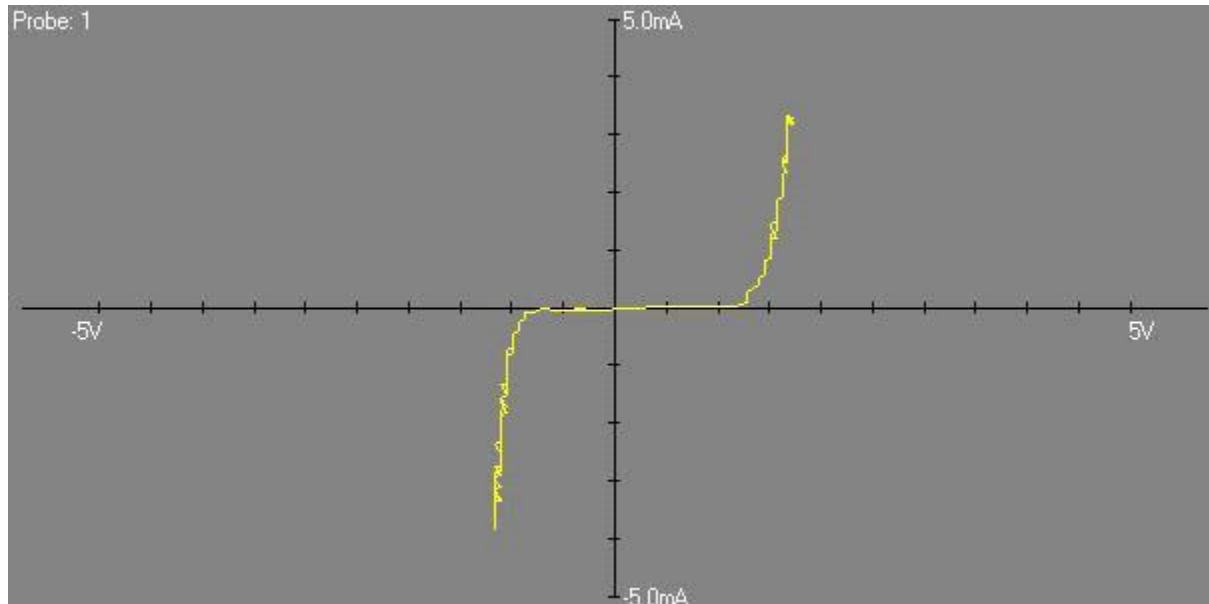
고장 진단 시스템은 이러한 상황에 대처하기 위한 설비와 시험 기능을 제공해야만 한다. 일반적으로 V-I 시험의 경우 개별 아날로그부품 (discrete analog components)에 대해 사용될 경우에는 귀중한 오류 검색 기술이지만, 핀에 직접 연결되지 않은 다수의 내부 요소로 구성된 복잡한 IC등에 대해서는 더욱 제한적이다.

이러한 경우에도 truth table, voltage, thermal, connections testing과 같은 다른 기술들과 조합된 V-I 기술은 여전히 가치 있는 정보를 제공합니다. 그러므로 개별 부품(discrete components)에 대한 시험 요구사항은 IC를 위한 것과는 전반적으로 다르다. 그리고 두 가지 다른 형태에 대해서 적합한 V-I 시험을 제공하려고 하는 노력에 대해서는 많은 부분에 있어서 타협과 위험을 수반할 수밖에 없다.

개별부품에 대한 시험은 넓은 범위의 값과 단계, Voltage, Frequency, Waveform, Maximum Current 등과 같은 넓은 범위의 파라미터를 요구한다. 그리고 만일 신뢰성 있는 결과를 얻기 위해서는 이러한 파라미터들은 넓은 범위에서 쉽게 선택되어야 할 것이다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

그러므로 해서 V-I 시험의 입력 파라미터들은 다른 V-I 시험장비에서처럼 발생 가능한 높은 전류 또는 높은 전압의 인가로 인한 IC의 손상 가능성을 제거하기 위해 운영자의 절차를 단순화하여 최적화 할 수 있다. 이러한 위험으로부터 회피하기 위한 ABI의 BoardMaster 8000과 SYSTEM8에서는 아래의 설명과 같은 두 가지의 서로 다른 V-I 시험을 제공한다.



아날로그 V-I 시험의 경우 Analogue V-I 솔루션과 Analogue IC Test 솔루션을 포함한다. 이러한 시험은 넓은 범위의 전류와 전압을 조절하며 시험해야 하는 전원 트랜지스터, 사이리스터, 트라이액 등의 디바이스, 그리고 민감한 RF 트랜지스터, 낮은 전류의 쇼트키 다이오드 등의 개별 소자의 시험을 위해 설계되었다. 최대 허용 가능한 전류는 높은 임피던스 회로의 측정을 위해 +/-1mA로부터 +/-150mA까지 설정할 수 있다. 많은 개별부품회로에서 커패시터, 인덕터와 같은 소자들의 소자에 의존된 주파수를 포함하고 있다. 그러므로 해서 적합한 커브를 취득하기 위해서 아날로그 V-I 시험 파형은 37.5Hz로부터 12Khz까지 조절된다.

이것은 pF과 같은 낮은 값의 커패시터를 포함하는 고속의 아날로그 회로뿐만 아니라 더 큰 값의 커패시터와 인덕터를 포함하는 스위칭 파워와 같은 회로에서 매우 중요하다. 사이리스터, 트랜지스터와 트라이액과 같은 몇몇의 부품들에서는 온/오프의 두 가지 상태가 측정함으로써 부품들의 특성을 시험할 수 있는데 이를 위해서는 바이어스가 필요하다. 이러한 조건을 만족시키기 위해 프로그래머블 펄스 생성기가 아날로그 시험모듈에 포함되어 있다.

요약하면, 아날로그 V-I 솔루션과 아날로그 IC Test 솔루션에서 제공되는 파라미터의 범위는 다른 공급자의 V-I 시험기에서 제공하는 것보다 더 넓다.

아날로그 V-I 시험으로부터 최상의 결과를 얻기 위해서는 종종 상태가 좋은 보드와 그렇지 않은 보드 간의 비교할 필요가 있다. 그러므로 모듈은 두 개의 독립적인 측정 프로브를 제공해야 하고 두 개 보

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

드의 동시 시험을 위해 펄스가 출력되어야 한다.

보통 아날로그 회로의 경우 OP-AMP와 같은 아날로그 IC들과 또는 개별(discrete) 소자들로 둘러싸인 비교기 등을 사용하여 구현한다. 이러한 아날로그 회로의 고속 측정을 위해서 24개의 핀들로 구성된 IC Test Clip과 케이블이 사용될 수 있다. “왜 단지 24개의 V-I 시험 채널만 가지고 있냐?” 라고 의문을 가질 수 있는데, 사실 대답은 간단하다.

24개의 아날로그 V-I 시험 채널을 지원하고 또한 대량의 256 디지털 V-I 시험 채널을 갖고 있다. 두 개 혹은 3개의 핀을 갖는 개별 소자들과 OP-AMP와 같은 적은 수의 핀을 갖는 IC들로 구성된 아날로그 회로에서 가장 중요한 점은 결과적으로 24개 아날로그 채널 이상은 필요하지 않다는 점이다. 더 많은 채널을 제공한다면 부가되는 가치에 비해 많은 비용을 수반할 것이기 때문이다. 이러한 점이 ABI의 아날로그 V-I 솔루션이 상대적으로 경쟁사들의 제품에 비해 가격적인 면에서 유리한가를 설명한다. 일반적으로 24개의 핀 이상을 갖는 IC들은 거의 다 디지털 IC들이며 이러한 디지털 IC들은 시험으로 인한 소자의 손상을 방지해야 하기 때문에 아날로그 V-I 시험이 수행되어서는 안 된다.

디지털 V-I 시험은 IC Test Solution의 일부이며 이러한 솔루션은 디지털 IC들을 위해 특별히 설계된 V-I 시험의 최적화되어 있다. 이러한 디지털 IC에 대한 적합한 V-I 시험을 설계할 경우 고려되어야 하는 몇 가지 중요한 점이 있다.

첫째로, 디지털 IC들의 입력과 출력은 주파수에 종속적인 소자들과 같은 커패시턴스(전하) 특성을 갖기 때문이며, V-I 시험을 이용하여 측정하기에는 그 값이 너무나도 작다. 왜냐하면 이러한 것은 트랜지스터나 다이오드, 저항들로 이루어지기 때문이다.

이것은 디지털 V-I 시험에 있어서 다양한 가변 주파수를 사용할 필요가 없다는 것을 의미한다. 왜냐하면 시험에 있어서 주파수가 고려되지 않더라도 동일한 커브를 얻을 수 있기 때문이다. 그렇기 때문에 ABI의 디지털 V-I 시험은 사용자를 위해 커브를 이해하는 것을 줄이고 시험을 단순화하기 위해 고정된 주파수를 사용한다.

두 번째, 이것이 매우 중요한 점인데 일반적으로 디지털 IC들의 경우 입력을 보호하기 위해 역 바이어스 다이오드를 사용하는 형태로 정전기 보호 방법을 포함하고 있다. 이러한 다이오드는 아주 작은 역기 전류에 대해서도 쉽게 손상될 수 있다. 그러므로 적합한 V-I 시험기의 출력 상태는 이러한 문제를 피하기 위해 매우 주의해서 설계 되어야 한다.

이러한 점이 디지털 IC들에 대해서 아날로그 V-I 시험기를 이용할 경우 문제가 되는 점들이다. 만일 잘못된 범위가 선택되고 시험이 된다면 디지털 IC들은 너무나 쉽게 손상을 입을 수 있기 때문이다. ABI에서는 아날로그 V-I 시험기를 이용해 디지털 IC들을 시험하는 것을 추천하지 않는다. 왜냐하면 부품 손상의 위험이 너무나 클 수 있기 때문이다. ABI의 디지털 V-I 시험에서 출력 전류는 모든 전압 설정에 대해서 +/-1mA로 제한되어 있다. 전류 제한은 시험에서 선택, 사용되는 전압 설정에 관계없이 고장의 위험을 제거하기 위함이다.

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

세 번째, 디지털 IC들의 입출력 핀에 대한 임피던스는 서로 다른 제조사에서 생산된 IC들일 경우에도 거의 동일하다. 왜냐하면 IC들은 동일한 스펙을 맞추기 위해 생산된 것이기 때문이다. 이러한 점으로 인해서 디지털 V-I 시험기에서 최대 시험 전류를 갖는 소스 임피던스는 정확한 레벨로 사전에 설정될 수 있다는 것을 의미한다. 이것은 설정의 절차를 단순화하고 사용하는데 있어서 시험을 안전하게 만든다.

디지털 V-I 시험은 Digital Truth Table, Connections, Voltage, Thermal 시험으로 구성되며 동일한 Test Clip이 사용된다. 이러한 점은 시험에 있어서 다른 클립이나 프로브로 변경하지 않고 시험이 진행될 수 있도록 용이성을 제공하며, 또한 보드상의 다른 영역에 있는 아날로그 V-I 시험이 동시에 이용될 수 있는 이점을 제공한다.

우리는 두 가지 시험의 조합이 모든 부품들에 대해 정확하게 사용될 때, 더욱 안전하고 신뢰할 수 있고 사용하기 쉬운 VI 테스트 요건에 가장 최적의 솔루션을 제공한다고 믿는다.

마지막으로 잊지 말아야 할 점이 있는데, V-I 시험은 우리의 제품에서 지원하는 많은 고장진단 기능 중에 하나라는 점이다. PCB 고장의 75%는 일반적인 목적의 시험 계측기들을 이용한 단순한 연결 시험에 의해 발견될 수 있다. 또한 오실로스코프, 멀티미터, Short Locator, IC Tester, 주파수 계수기, 주파수 생성기 등의 일반 계측 기능을 제공하는 모듈도 공급하고 있다. 우리의 제품들은 완전한 보드 시험에 사용될 수도 있을 뿐만 아니라, Out-of-Circuit Adapter를 이용한 시험도 지원한다.

Matrix V-I 시험은 일반적인 아날로그 V-I 기술을 확장한 것이다. Matrix V-I 시험은 모든 소자의 핀에 대해서 각 쌍 사이의 모든 단일 조합에 대한 V-I 시험을 수행할 수 있는 기술이다. Matrix V-I는 일반적인 V-I 시험보다 더 포괄적인 테스트를 제공하게 된다. 이러한 기술은 Out-of-Circuit으로 시험될 수도 있고 이전에 고장 발견이 어려운 IC들에서 핀 사이에 단락 등도 발견할 수 있다.

What advantages does Matrix V-I have?

시험에서 보드상의 적합한 ground reference의 위치를 찾을 필요가 없다는 이점이 있다. 이것은 단지 IC에 시험용 클립만 연결하기만 하면 된다.

특별한 IC에 대한 V-I 특성의 경우 많은 부분에 있어서 동일한 것처럼 보일 수 있으나, 이것은 IC 입력 보호를 위한 다이오드에 의해 그렇게 보이는 것이다. 만일 두 개의 핀이 하나의 보드 상에 연결되어 있을 경우 각각의 V-I 특성은 서로 다를 것이다. Matrix V-I를 이용하면 이러한 차이가 분명하게 표시될 것이고 고장 검출을 위한 범위가 크게 넓어질 것이다.

일반적인 V-I 시험의 경우 단지 하나의 핀과 보드상의 그라운드간의 V-I 특성만 표시하게 된다. 만일 어떤 아날로그 IC가 두 개의 핀 사이에 피드백 저항을 가지고 있고 그라운드와 높은 임피던스가 형성되어 있다면, 저항의 효과로 인해 V-I 특성 차이는 거의 없을 것이다. 이러한 경우 디바이스의 두 개 핀 사이에서 직접 얻은 V-I 특성과는 차이가 있을 것이다.

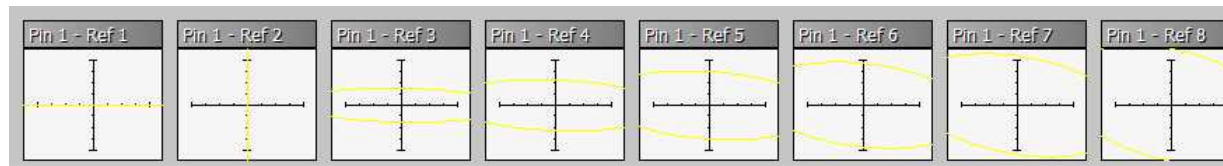
NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

예를 들어 제조상의 결함 등으로 인해 소자 내부의 저항 값이 변경된다면 아마도 Matrix V-I 특성에 서는 그 차이를 확인 할 수 있게 된다. 24개의 핀을 갖는 IC에 대해 일반적인 V-I 시험은 24개의 V-I 특성 커브를 갖게 될 것이다. 동일하게 Matrix 시험에서는 정상의 보드와 비교할 수 있는 576개 (24 pin X 24 pin)의 V-I 특성 커브를 확보할 수 있게 된다.

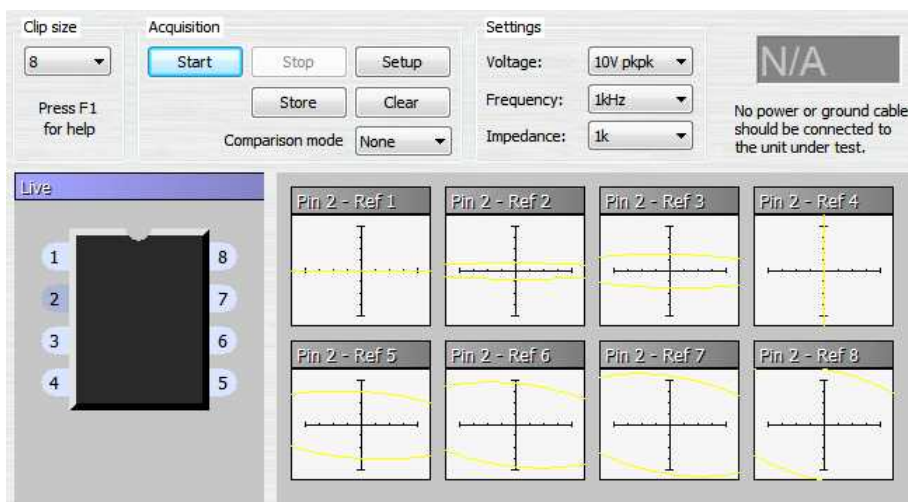
이러한 점으로 인해 고장검출의 가능성은 획기적으로 향상되게 된다.

How does it work?

처음 IC의 1번 핀이 V-I 시험을 위해 그라운드에 스위칭 되어 연결된다. 그리고 1번 핀에 대한 V-I 특성을 취득한다. 그리고 2번 핀을 그라운드에 연결하고 1번 핀에 대한 V-I 특성을 취득한다. 연속적으로 3번 핀을 그라운드에 연결하고 1번 핀과 3번 핀에 대한 특성을 취득하는 순서로 마지막 핀까지 파형을 취득한다.



1번 핀에 대한 모드 취득이 끝나면 위 그림과 같은 1번 핀에 대한 V-I 곡선을 확보하게 된다. 2번 핀에 대해서도 1번 핀에서 했던 것과 동일한 순서로 진행하면 2번 핀에 대한 V-I 곡선을 얻는다.



모든 핀에 대해서 상대적인 V-I 특성을 얻을 경우 8핀으로 구성된 IC 소자의 경우 총 64 (8X8)개의 독립된 V-I 커브를 확보하게 되어 고장 검출의 확률을 높게 된다. IC 형상의 핀 번호를 클릭하면 선택된 핀에 연계된 모든 V-I 특성을 표시하고 특정 V-I 커브를 클릭할 경우 V-I 커브가 확대되어 육안으로 용이하게 특성을 확인 할 수 있다.

백드라이빙의 이해

소개

PCB상에서 디지털 IC를 제거하지 않고 그것의 기능을 시험하기 위해서는 IC의 입력들에 미리 정의된 시험 패턴에 따라 하이(high)와 로우(low) 두 가지 상태의 신호를 출력(드라이브)해야만 합니다. 이러한 IC의 입력들은 보통 PCB상의 다른 IC들과 연결되어 구동되기 때문에 시험 대상 IC의 입력들에 대하여 요구되는 레벨로 신호를 강제하기 위해서는 **다른 IC의 출력들을 일시적으로 재정의(override)하거나 또는 백드라이브¹⁾해야 할 필요가 있습니다.**

이러한 것을 수행하기 위해 일반적인 방법은 전단의 IC의 출력보다 더 많은 전류를 인가하는 것입니다. TTL IC에서의 최악의 조건은 TTL 출력의 싱크 허용 전류는 그것의 소스 전류보다 더 크기 때문에 TTL IC의 Low 출력이 High 레벨로 풀업 되어야 할 필요가 있을 때입니다. 그래서 대부분의 TTL 출력들은 연결된 출력 단 상단에 High 출력을 Low 상태로 풀다운 시켜 전류를 효과적으로 제한하기 위한 저항을 가지고 있습니다.

위의 상황에서 전류의 흐름은 정상 동작의 전류보다 더 많을 것이 분명하므로 **백드라이브된 IC의 손상 가능성을 고려해야만 합니다.** 손상은 직접적으로 접합 부위에 과도한 손실 발생으로 인해 일어나거나 또는 많은 전류의 흐름으로 인해 접합 결선에 과도한 열이 발생하여 일어날 수 있습니다.

뿐만 아니라 온도 사이클과 관련된 결합선 (Bond Wire) 손상의 원인에 대한 메커니즘 등도 DEF STAN 00-53/12)에 식별/기술되어 있습니다. 인서킷 ATE³⁾ 시스템을 생산하는 다양한 제조사들은 IC들의 기능 시험을 수행하기 위해 이러한 백드라이빙 기술을 사용합니다.

인서킷 시험기는 보통 일부 전자회로의 생산 시험 공정의 일부로 사용됩니다. 백드라이빙 결과로 인한 스트레스는 그것의 기능적인 상태와는 무관하게 개별 또는 모든 PCB에 적용되는 것을 의미합니다. 보드마스터 8000 플러스와 SYSTEM8 제품들은 이미 운영 중에 스트레스를 갖고 있어 결함 있는 것으로 알려진 보드에 대해서만 사용됩니다.

보드를 수리하는 과정에는 정전기, 솔더링 열, 전압 스파크, 프로브 쇼트, 전자 회로의 기계적 손상 등과 같은 위험 요소들이 있습니다. 전자회로의 수리 중에 일어나는 손상 가능성은 통계적으로 백드라이빙의 스트레스로 인한 것 보다 위에 나열했던 위험 요소들로 인한 손상이 더 큼니다. 그리고 백드라이빙을 동작하기 위한 각종 설정은 안전한 범위 이내에서 제공됩니다.

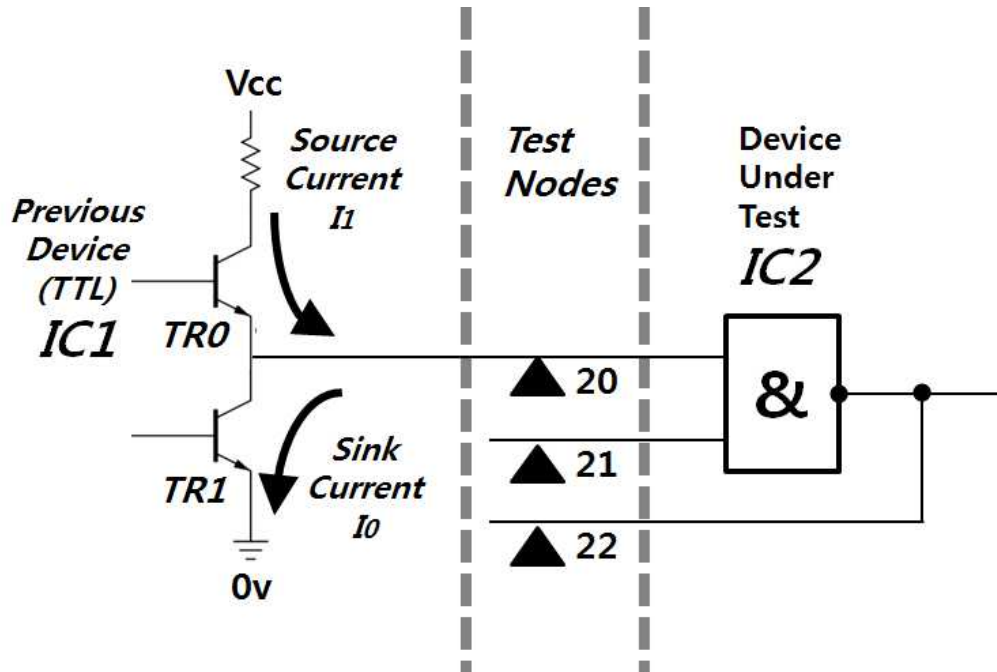
몇몇의 연구들은 단기적인 것과 장기적인 측면에서 디지털 IC의 신뢰성에 대한 백드라이빙의 영향을 정량화 하려고 노력하였습니다.

백드라이빙 매개 변수가 제공되고 출력 전류는 적절한 값으로 제한되기 때문에 백드라이빙의 결과로 인한 영향은 거의 없다는 결론을 내었습니다. 뿐만 아니라 ABI사는 전 세계적으로 설치된 5,000개가 넘는 백드라이빙 시스템이 있는데 그동안 백드라이빙으로 인한 손상으로 고객 불만이 들어온 적이 없었습니다. 이 시스템들은 전 세계 군대뿐만 아니라 항공, 제조 산업, 수백의 국제기구에서 다양한 용도로 활용됩니

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

다. 보드마스터 8000 플러스와 SYSTEM8은 인서킷 시험에서 가치 있고 안전한 기술을 제공합니다.

백드라이빙 기술 및 문제점



일반적으로 IC에 대한 Functional Test를 수행하기 위해서는 시험 대상인 IC2의 진리표 시험을 수행함을 의미합니다. 위 그림에서와 같이 IC2의 진리표 시험을 위해서는 PCB에 있는 해당 IC의 입력 핀 20, 21에 적절한 전압 신호를 인가해야 하고 22번 출력 핀에서 값을 측정해야 합니다.

| NODES | 20 (INPUT 1) | 21 (INPUT 2) | 22 (OUTPUT) |
|--------|--------------|--------------|-------------|
| STATES | 0 | 0 | 1 |
| | 0 | 1 | 1 |
| | 1 | 0 | 1 |
| | 1 | 1 | 0 |

IC1의 논리상태가 무엇인가가 중요합니다. 일반적인 환경에서 20번 노드(핀)은 IC1의 영향에 의해 스위칭 될 것입니다. 우리는 시험을 위해서 IC1의 영향을 대체할 계획입니다. (노드에 특정 신호를 인가) IC1의 출력이 하이인 경우에 20번 노드에 1을 출력하면 전류의 흐름은 없을 것입니다. 만일 IC1의 출력이 하이 이고 20번 노드에 0을 출력하면 전류의 TR0을 통해 전류가 시험기의 드라이버로 흐를 것입니다. 이런 상황에서 TR0의 collector 저항에 의해 전류는 제한되겠지만 이러한 시간이 오래 지속된다면 부품은 손상을 입을 수 있습니다. 따라서 시험을 위해 백드라이빙 하는 신호는 아주 짧은 기간 동안만 허용해야 합니다.

만일 IC1이 반대로 로우 상태인 경우 노드 20에 로직 1이 출력되면 시험기 드라이버에서 TR1의 GND로 전류가 흐르게 된다. 이런 경우 싱크 전류의 크기가 백드라이빙 소스 전류보다 크기 때문에 TR2의 손상

NCS 정보통신기기 PCB보드 개발 실습

또는 시험기 드라이버 출력 손상을 입을 수 있다. 이를 방지하기 위해 백드라이빙 펄스 주기는 제한을 주어야 한다.

출력 특성

보드마스터 8000 플러스와 SYSTEM 8에서 high에서 low로, low에서 high로 백드라이빙하기 위한 전압에 대한 전류의 관계는 특정한 전압으로 강제하지는 않습니다. 시스템은 요구보다 더 큰 전류의 흐름을 만들 수 있는 특정 전압을 달성하기 위해 노력합니다.

무부하 상태에서 high 강제 전압은 약 3.7V 이지만 소스 전류 350mA까지 TTL은 최소 2.0V 이상을 유지합니다. low의 강제 전압은 싱크 전류를 위해 약 170mA에 대해 0.8V 이하를 유지합니다. low에서 high로 의 백드라이빙 전류 500mA와 high에서 low로 변경하는 200mA 전류는 모든 경우에 필요하다는 결론을 내릴 수 있습니다.

출력 단은 오직 적합한 로직 레벨(low 또는 high)을 적용하기 위해 충분한 전류를 공급할 수 있도록 설계되었습니다. 그래서 몇 가지 경우를 제외한 모든 경우에서 시스템으로 측정된 전류는 대체로 최대 허용 미만입니다.

출력단의 전류 공급 대부분의 경우는 DEF Stan 00-53/1에 제시된 값보다 훨씬 작습니다. 많은 경우에 있어 실제 전류 흐름은 표준으로 상정된 값보다 매우 작다는 것을 알 수 있습니다.

본드 와이어 온도 상승의 계산에 사용되는 백드라이빙 전류는 실질적으로 더 적을 수 있음을 의미합니다. 대부분의 경우 DC 안정 상태까지 되도록 허용하는 펄스폭이 더 길어지도록 합니다. 보드마스터 8000 플러스와 SYSTEM8에서 테스트 중인 IC의 적절한 노이즈 내성을 주기 위해 필요한 입력전압의 완화로 인해 안정성을 더욱 높였습니다. 하지만 단일 IC에서의 입력전압 완화는 중요하지 않습니다. 단일 IC의 경우에는 전자회로와 같이 다른 IC의 동작에 대해 영향이 없고 입력레벨이 Threshold 전압에 걸리는지가 중요하기 때문입니다.

어떤 로직 IC의 입력전압(Low, High)을 안정적으로 동작하기 위해서는 전류가 필요합니다. 테스트중인 IC의 입력에 적용되는 신호는 출력 드라이버에 연결된 출력 포트를 직접 조작함으로써 시험이 진행되면서 생성됩니다.

- 1) Backdriving은 Node Forcing이라고도 불리며 이는 DUT 시험을 위해 PCB 상의 부품의 핀/노드에 미리 정의된 신호를 인가하는 것을 의미한다.
- 2) 국방 표준, issue 2에는 Safe Operation Limits for backdriving에 대해 설명하고 있다.
- 3) Automatic Test Equipment,