

19장. 로직 신호 측정 및 분석하기



1. 학습개요

목표

1. 오실로스코프의 로직(Logic) 채널 개념과 역할을 이해한다.
2. 로직 프로브를 이용해 다채널 디지털 신호를 안정적으로 측정하는 방법을 익힌다.
3. 임계값(Threshold) 설정과 로직 트리거를 활용해 파형을 안정화한다.
4. I2C, SPI 등 디지털 버스 신호를 디코딩하고 이벤트를 분석한다.

2. 이론

2.1 로직 신호 측정이란?

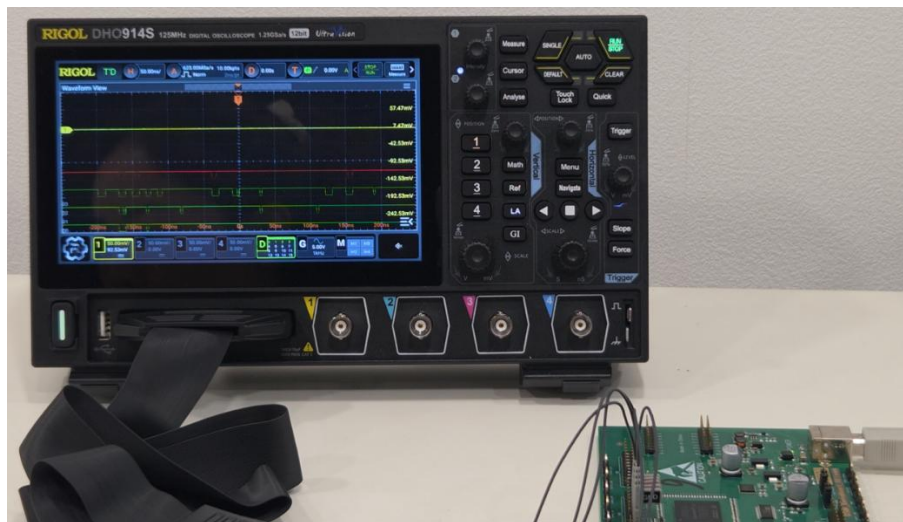


그림 19-1. 로직 신호 측정의 예시

로직 신호 측정은 디지털 회로의 High/Low 상태(0과 1)를 시간축 상에서 관찰하는 측정 방식이다. 아날로그 오실로스코프가 “전압의 크기”를 보는 도구라면, 로직 분석은 타이밍과 논리 관계를 보는 데 초점이 있다.

혼합 신호 오실로스코프는 로직 신호 측정을 위한 로직 앤얼라이저 기능을 통해 다음을 동시에 수행할 수 있다.

- 아날로그 파형(CH)과 디지털 신호(D 채널) 동시 관측
- 여러 개의 디지털 신호 간 타이밍 관계 분석
- 프로토콜(I2C, SPI, UART, CAN 등) 실시간 디코딩

2.2 로직 채널과 아날로그 채널의 차이

구분	아날로그 채널	로직 채널
측정 대상	연속 전압	논리 상태(High / Low)
표시 방식	파형(전압)	타이밍 다이어그램
핵심 설정	Volt/div, Offset	Threshold
활용	노이즈, 링잉, 오버슈트	타이밍, 프로토콜, 패턴

디지털 신호도 물리적으로는 아날로그이지만, 로직 채널은 임계값 기준으로 0/1만 빠르게 판별하여 표시한다.

2.3 임계값(Threshold)의 중요성



그림 19-2. LA 창에서 Threshold 설정하는 방법

로직 채널은 입력 신호가 임계값보다 높으면 '1', 낮으면 '0'으로 판단한다.

- 임계값이 너무 낮으면 노이즈에 의해 오동작
- 임계값이 너무 높으면 정상 신호도 인식 실패

따라서 신호의 High/Low 전압을 아날로그 채널로 먼저 확인하고, $(\text{High} + \text{Low}) / 2$, 즉 전압 스윙의 50% 지점을 Threshold로 설정하는 것을 권장한다.

2.4 로직 트리거와 패턴 트리거

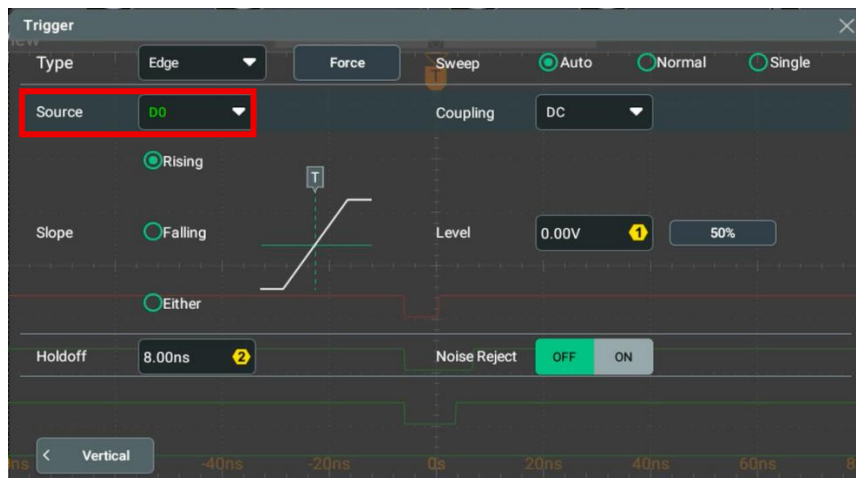


그림 19-3. 디지털 채널로 트리거 설정할 때의 예시

로직 분석의 핵심은 원하는 순간에 멈추는 것이다.

- 단일 채널 트리거:
 - 특정 디지털 채널이 0->1 혹은 1->0이 될 때 트리거
- 패턴 트리거(Pattern Trigger):
 - 여러 채널의 논리 조합을 조건으로 트리거
 - 예) $D0 = 1 \text{ AND } D1 = 0 \text{ AND } D2 = X$

병렬 버스, 제어 신호 디버깅에 매우 강력한 방법이다.

2.5 디지털 버스 디코딩의 개념



그림 19-4. 디지털 버스로 I2C 디코딩했을 때의 예시

로직 채널은 단순한 0/1 표시를 넘어 통신 프로토콜을 사람이 읽을 수 있는 정보로 변환할 수 있다. 이 과정이 바로 Decode 기능이다.

- 예시
 - I2C: Start/Address/Data/ACK
 - SPI: MOSI/MISO/CLK/CS
 - CAN: ID/DLC/DATA/CRC

3. 기본 실습

준비물: 오실로스코프, 오실로스코프와 함께 작동하는 로직프로브, DK6000 데모보드

3.1 측정 신호에 대한 이해



그림 19-5. DS6000 데모보드에서의 I2C 로직 신호

- ① 로직프로브를 오실로스코프의 LA 포트에 연결합니다.
- ② DK6000 보드에서 출력되는 I2C 신호 중 I2C Clock(SCL) 신호를 D0 채널에, I2C Data(SDA) 신호를 D1 채널에 각각 연결합니다.
- ③ 각 신호선과 최대한 가까운 위치에 GND 리드 선을 함께 연결하여 신호 안정성을 확보합니다.
- ④ 오실로스코프 프런트 패널에서 D(혹은 LA) 키를 눌러 디지털 채널을 활성화합니다.
- ⑤ 디지털 채널 설정 메뉴에서 D0, D1 채널만 활성화하고 나머지 채널은 Off합니다.
- ⑥ DK6000 보드에서 출력되는 I2C 신호의 전압 레벨 기준으로, 각 채널의 Threshold를 1V로 설정합니다.
- ⑦ 로직 파형의 표시 크기는 Medium 혹은 Large로 설정하여 가독성을 확보합니다.
- ⑧ Trigger 메뉴로 이동합니다.
- ⑨ Trigger type을 I2C로 설정합니다.
- ⑩ SCL은 D0, SDA는 D1로 각각 지정합니다.
- ⑪ 각 채널의 로직 레벨은 1V로 설정합니다.
- ⑫ 트리거 조건은 Start 조건으로 설정합니다. 설정이 완료되면 DK6000 보드에서 I2C 통신이 시작되는 시점을 기준으로 파형이 안정적으로 표시되는 것을 확인하실 수 있습니다.
- ⑬ 오실로스코프의 Decode 메뉴로 이동합니다.
- ⑭ Bus Type을 I2C로 선택하고, CLK는 D0, SDA는 D1으로 설정합니다.
- ⑮ Bus Status, Label, Event Table 항목을 모두 On으로 설정합니다.

4. 결과 확인

- DK6000 보드에서 들어오는 SCL, SDA 신호가 Threshold=1V, Trigger, I2C 설정한 조건에 대하여 캡처하여 제출합니다.
- 디코딩이 모두 적용된 상태로 Event Table 화면을 캡처하여 제출합니다.

5. 확인 문제

1. 로직 채널에서 Threshold 설정이 중요한 이유는 무엇인가요?

2. 디지털 로직 채널을 이용한 I2C 디코딩이 단순 파형 관측보다 가지는 장점은 무엇인가요?

6. 핵심요약

- 로직 분석 기능을 사용하면 디지털 신호의 타이밍과 논리 관계를 효율적으로 분석할 수 있다.
- 정확한 로직 측정을 위해서는 신호 전압에 맞는 Threshold 설정이 필수적이다.
- 트리거와 디코딩 기능을 활용하면 통신의 시작 시점과 데이터 흐름을 한눈에 확인할 수 있다.
- DK6000 보드와 같은 데모 보드를 활용하면 실제 통신 신호를 기반으로 한 실습 환경을 구성할 수 있다.

7. 참고 및 부록

용어집:

- Logic Analyzer: 디지털 신호 타이밍 분석 장비
- Threshold: High/Low 판별 기준 전압
- Pattern Trigger: 논리 조합 기반 트리거
- Decode: 디지털 버스를 데이터 형태로 해석하는 기능