

RIGOL

오실로스코프 기초 입문서

신호를 눈으로 읽는 법, 기초부터 실무까지

1. 대상: 전자 실험 초종급 학습자
2. 준비물: RIGOL DHO/MHO 시리즈 오실로스코프
3. 총 학습시간: 장 당 30분~60분
4. 난이도: ★★☆☆☆
5. 버전 및 발행년도: v1.0 · 2025

RIGOL

© RIGOL KOREA 교육자료

1장. 오실로스코프란 무엇인가?



1. 학습개요

목표

1. 오실로스코프의 정의와 X/Y 축 표현을 설명한다.
2. 신호 처리 경로(입력 > 감쇄/증폭 > 샘플링/ADC > 트리거 > 메모리 > 디스플레이)를 순서대로 설명한다.
3. 주요 구성요소(프로브, 수직/수평, 트리거, 샘플링, 메모리/처리, 디스플레이, I/O)를 기능별로 구분한다.

2. 이론

2.1 오실로스코프의 정의

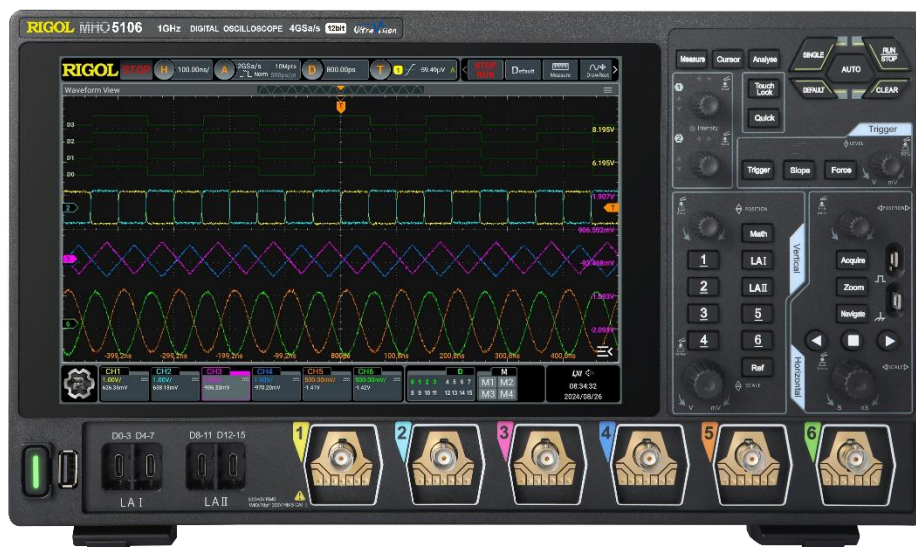


그림 1-1. 오실로스코프

오실로스코프는 시간에 따라 변화하는 전기 신호를 시각화하여 분석할 수 있도록 해주는 핵심적인 계측기입니다. 이 장비는 신호의 전압을 수직축(Y 축), 시간 흐름을 수평축(X 축)으로 표현하며, 일부 고급 오실로스코프는 명암 또는 색상으로 신호의 강도(Z 축)를 표현하기도 합니다.

오실로스코프를 사용하면 다음과 같은 정보들을 시각적으로 확인할 수 있습니다:

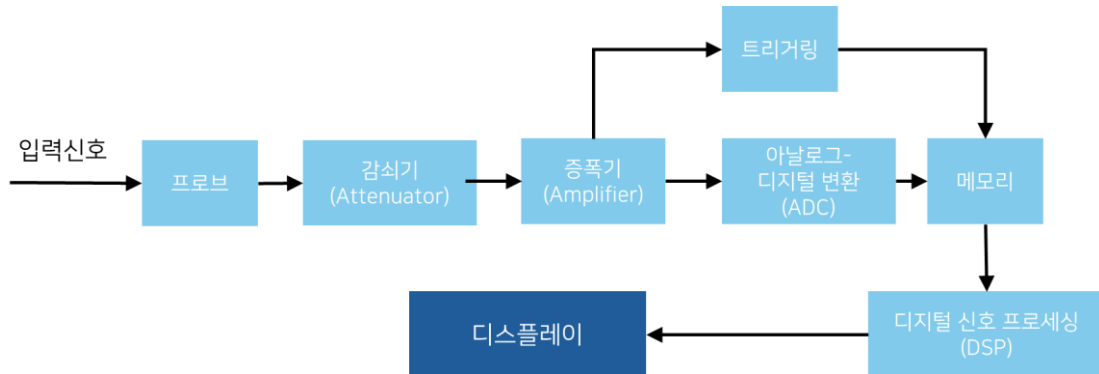
- 신호의 전압 및 시간 값
- 파형의 반복 주기와 주파수
- 디지털 신호의 펄스 폭, 듀티 사이클 등 타이밍 정보
- 회로 동작 여부 및 불규칙한 이벤트 발생 여부
- 신호의 위상차 또는 노이즈 유무

2.2 오실로스코프의 동작 원리

오실로스코프는 입력된 아날로그 신호를 처리하여 디지털 파형으로 변환하고 이를 디스플레이에 출력합니다. 이 과정은 다음과 같은 단계를 거칩니다.

1) 입력 및 감쇄 (Attenuation)

프로브를 통해 측정 대상 회로에서 신호를 받아들입니다. 이때 입력 신호의 전압이 너무 크거나 작을 경우,



오실로스코프 내부 감쇄 회로나 프로브 자체의 감쇄비(예: 10:1)를 통해 적절한 수준으로 조절됩니다.

2) 증폭 (Amplification)

신호의 전압 크기가 낮을 경우, 수직 증폭기를 통해 확대되어 정밀한 관측이 가능해집니다. Volts/div 설정은 바로 이 증폭 단계를 사용자 관점에서 조절하는 기능입니다.

3) 샘플링 및 ADC 변환

입력된 아날로그 신호는 일정한 시간 간격으로 샘플링되며, 이때 아날로그-디지털 변환기(ADC)를 통해 디지털 데이터로 변환됩니다. 샘플링 속도가 높을수록 고주파 성분이나 급격한 변화가 더 정밀하게 기록됩니다.

4) 트리거링 (Triggering)

트리거 시스템은 언제부터 데이터를 수집할지를 결정합니다. 이는 오실로스코프 화면에서 파형이 안정적으로 고정되어 보이도록 하는 핵심 기능으로, 신호의 특정 조건(예: 상승 에지, 특정 전압 통과점 등)에 맞춰 캡처를 시작합니다.

5) 메모리 저장 및 디스플레이 출력

샘플링된 디지털 데이터는 메모리에 저장되고, 디지털 신호처리를 통해 파형으로 변환되어 디스플레이에 시각적으로 출력됩니다.

2.3 오실로스코프의 주요 구성 요소

오실로스코프는 신호를 받아들여 화면에 표시하기까지 다양한 내부 구성요소들이 유기적으로 작동합니다.

구성 요소	기능 설명
프로브(Probe)	회로에서 신호를 전달받아 오실로스코프 입력단에 연결

수직 시스템	입력 신호의 전압 크기를 조정하며 증폭/감쇄 수행
수평 시스템	시간 축의 스케일을 조정하여 파형의 주기를 조절
트리거 시스템	파형을 안정적으로 고정하고 특정 이벤트에서 캡처 시작
샘플링 시스템(ADC)	신호를 디지털로 변환하여 파형 데이터를 생성
메모리 및 처리 회로	데이터를 저장하고 FFT, 연산 등의 처리를 수행
디스플레이	최종 파형을 시각적으로 출력 (일부는 터치스크린 지원)
입출력 인터페이스	USB, LAN, Wi-Fi 등을 통해 외부 저장 및 원격 제어

2.4 오실로스코프의 활용 분야

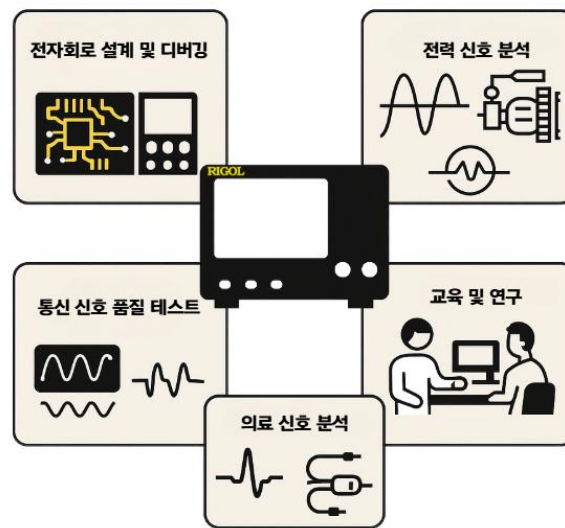


그림 1-3. 오실로스코프 활용 분야

오실로스코프는 다양한 산업과 연구 분야에서 활용됩니다. 대표적인 활용 사례는 다음과 같습니다:

- **전자 회로 설계 및 디버깅:** 전자 부품과 회로의 성능을 최적화하고 오류를 분석하는 데 사용됩니다.
- **전력 신호 분석:** 전압과 전류 신호의 품질과 안정성을 측정하여 전력 시스템의 효율성을 평가합니다.
- **통신 신호 품질 측정:** 데이터 전송 신호를 분석하여 신호 품질과 노이즈 영향을 평가합니다.
- **의료 신호 분석:** 심전도(ECG), 뇌파(EEG) 등 생체 신호를 측정하여 의료 연구 및 진단에 활용됩니다.
- **교육 및 연구:** 학생들이 전기 신호의 기본 개념을 이해하고 실험 데이터를 분석하는 데 도움을 줍니다.

2.5 오실로스코프의 핵심 기능

오실로스코프는 다양한 측정 기능을 제공하여 신호를 상세히 분석할 수 있습니다. 주요 기능은 다음과 같습니다:

기능	설명
파형 측정	전압, 주기, 주파수, 상승/하강 시간, 펄스 폭 등 자동 분석
트리거링	신호의 특정 조건에서 안정적인 캡처 가능
FFT 분석	시간 영역 파형을 주파수 영역으로 변환하여 노이즈 및 간섭 분석 가능

데이터 저장	USB 또는 LAN 으로 파형 데이터를 저장하거나 외부로 전송
파형 연산	수학적 연산 기능(A+B, A-B, A×B, FFT 등)을 통한 분석 지원

2.5.1 파형 측정

- 전압(Vpp, Vrms, Vmax, Vmin): 신호의 전압 크기를 측정합니다.
- 주기(Period) 및 주파수(Frequency): 신호의 반복 주기를 계산하여 주파수를 분석합니다.
- 상승 시간(Rise Time) 및 하강 시간(Fall Time): 신호의 변화 속도를 측정합니다.
- 펄스 폭(Pulse Width) 및 듀티 사이클(Duty Cycle): 신호의 특정 구간을 분석합니다.
- 위상 차(Phase difference): 두 신호 간의 위상 차이를 측정합니다.

전압 측정

전압은 회로에서 두 지점 사이의 전기적인 전위차 혹은 신호의 세기 강도를 의미합니다. 일반적으로 단일 종단 방식을 사용하는 경우, 두 지점 중 하나는 접지(혹은 0V)와 연결되는 경우가 대부분입니다. 전압은 파형의 최대 지점(Vmax) 부터 최소 지점(Vmin)의 전압을 측정하며 이 값을 피크 대 피크 전압(Vpeak-to-peak)라고 합니다.

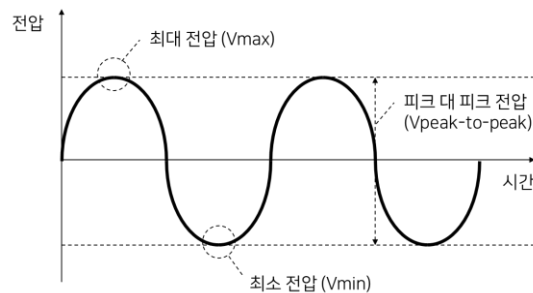


그림 1-4. 전압 측정

주기 및 주파수 측정

반복되는 신호의 경우, 주파수를 가집니다. 주파수란 신호가 1 초 동안 반복되는 횟수를 나타내며, 주파수의 단위는 헤르츠(Hz)를 사용합니다. 반복 신호에는 주기가 있는데, 주기는 한 신호가 주기를 완료하는데 걸리는 시간입니다. 다시 생각해보면, 주파수와 주기는 서로 역수 관계를 가집니다. 수식으로 다시 표현해보면, 주기 = 1/주파수, 주파수 = 1/주기 로 표현할 수 있습니다.

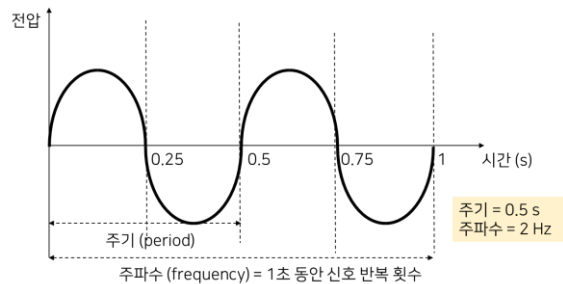


그림 1-5. 시간 간격 및 주파수 측정

위상 차 측정

위상의 경우, 원래 사인파의 전압 레벨은 360 도로 변화하고, 한 사이클의 변화가 360 로 그려집니다. 주기가 어느정도 진행되었는 지 확인하려는 경우 이 위상을 이용하여 확인할 수 있습니다. 위상차는 유사한 두 신호 간의 타이밍 차를 보기 위해 사용합니다.

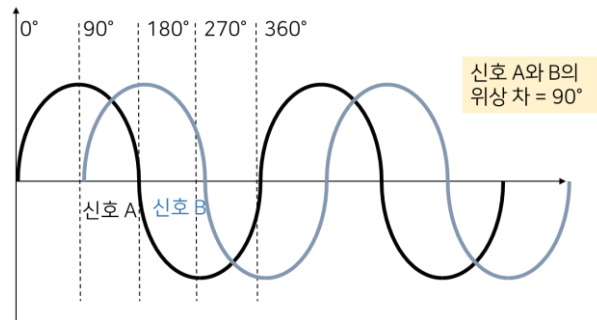


그림 1-6. 위상 차 측정

2.5.2 트리거링(Triggering)

트리거링은 오실로스코프가 특정 신호 조건을 감지하여 데이터를 안정적으로 캡처하는 기능입니다. 트리거링 방식에는 다음과 같은 유형이 있습니다:

- **엣지 트리거(Edge Trigger):** 신호의 상승 또는 하강 엣지를 기준으로 캡처합니다.
- **펄스 트리거(Pulse Trigger):** 특정 폭의 펄스를 감지하여 측정합니다.
- **비디오 트리거(Video Trigger):** 영상 신호 분석에 사용됩니다.
- **주파수 트리거(Frequency Trigger):** 특정 주파수 조건을 만족하는 신호를 감지합니다.

2.5.3 FFT 분석(Fast Fourier Transform)

오실로스코프는 시간 영역뿐만 아니라 주파수 영역에서 신호를 분석할 수 있습니다. FFT 분석을 사용하면 신호의 주파수 성분을 시각적으로 확인할 수 있어 전자기파 간섭(EMI) 및 스펙트럼 분석에 유용합니다.

2.5.4 데이터 저장 및 공유

오실로스코프는 측정된 데이터를 저장하고, USB, 이더넷, 또는 Wi-Fi 를 통해 다른 장치와 공유할 수 있습니다. 이는 장기적인 데이터 분석 및 보고서 작성에 도움이 됩니다.

3. 기본 실습

3.1 신호 연결

프런트 패널 CH1 에 프로브를 연결하고, 오실로스코프의 보정단자에 프로브 핀을 연결합니다.

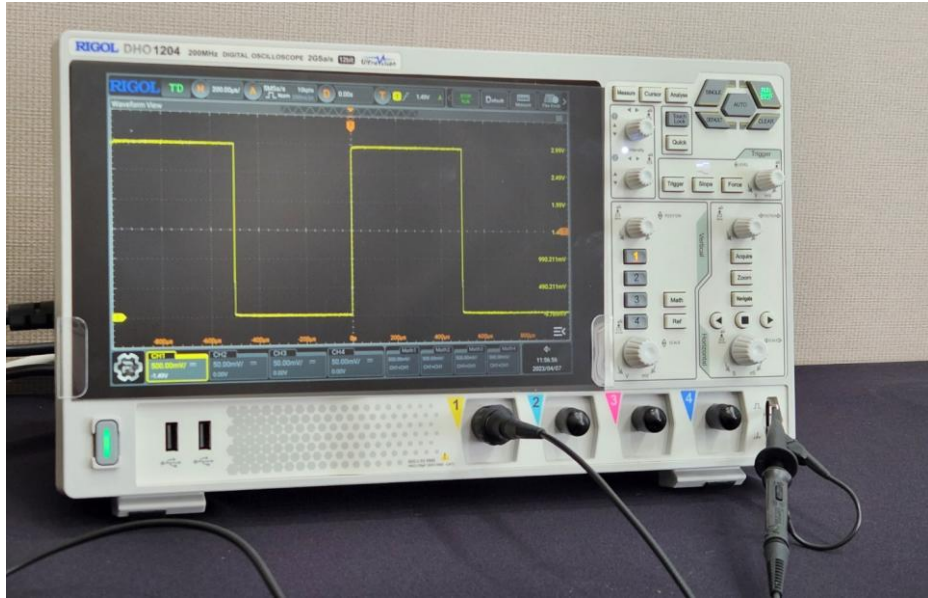


그림 1-7. 오실로스코프 기본 신호 측정

3.2 신호 확인

들어온 신호를 확인하기 위해  버튼을 누릅니다.

3.3 신호 캡처

아래 메뉴에서 Storage > Save Image 를 눌러 USB 메모리에 저장합니다.

4. 결과 확인

USB 메모리로 저장된 파일을 PC 로 옮겨 정상적으로 이미지가 저장되었는지 확인합니다.

5. 확인 문제

1. 오실로스코프에서 X 축과 Y 축이 각각 나타내는 물리량은?

1) X 축: _____

2) Y 축: _____

2. 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸는 핵심 회로의 이름은? _____

3. 다음 중 오실로스코프의 기본 기능에 해당하지 않는 것은?

- 1 트리거
- 2 자동 측정
- 3 저장
- 4 회로도 설계

6. 핵심요약

오실로스코프는 전압-시간 파형을 표시하는 계측장비이며, 필요 시 Z 축 (명암/색상)으로 빈도를 표현한다. 오실로스코프의 신호 처리 경로는 입력/감쇄 > 증폭 > 샘플링 > 트리거 > 메모리 > 디스플레이 단계이다.

7. 참고 및 부록

용어집:

- 대역폭: 스코프가 유의미하게 재현 가능한 주파수 상한
- 샘플링레이트: 초당 샘플 수(Sa/s)이며, 시간 해상도를 결정함
- 레코드 길이: 저장 샘플 개수
- 트리거: 캡처 시작 조건으로 파형 안정화의 핵심적인 역할
- 프로브 감쇄: 입력 전압을 낮추어 스코프를 보호하고 대역을 확장하는 역할