

23장. SCPI Command를 활용한 심화된 자동 화코드 만들기



1. 학습개요

목표

1. SCPI 명령어를 이용해 오실로스코프의 파형 데이터를 직접 읽어오는 방법을 이해한다.
2. Y Increment, Y Origin, Y Reference를 활용하여 RAW Byte 데이터를 실제 전압값으로 변환하는 방법을 익힌다.
3. X Origin, X Increment를 이용해 시간축을 구성하고 Waveform 데이터로 완성하는 방법을 실습한다.
4. 자동 측정값(Vpp, Frequency)을 SCPI로 불러와 LabVIEW에서 처리하는 방법을 익힌다.
5. FFT 분석 및 CSV 저장을 통해 자동화 측정-분석-저장 흐름을 완성한다.

※ 본 실습은 LabVIEW가 사전에 설치되어 있어야 하며, VISA 드라이버(NI-VISA)와 오실로스코프 USB/LAN 연결이 정상적으로 구성되어 있어야 합니다.

※ 본 실습은 21장 “오실로스코프 자동화하기 - LabVIEW 편”을 기반으로 확장되는 심화 과정입니다.

2. 이론

오실로스코프에서 화면에 보이는 파형은 내부적으로 ADC를 통해 디지털 데이터(Byte 배열)로 저장됩니다. SCPI 명령어를 활용하면 이 데이터를 직접 읽어와 사용자 정의 분석을 수행할 수 있습니다.

이번 장에서는 다음의 4단계 자동화 구조를 완성합니다.

- ① 파형 RAW 데이터 수집
- ② 전압 변환 및 시간축 구성
- ③ 자동 측정값 SCPI 수집
- ④ FFT 분석 및 파일 저장

2.1 Y축 데이터 변환 원리

오실로스코프에서 :WAV:DATA? 명령으로 받아오는 데이터는 단순한 Byte 배열입니다. 이를 실제 전압값으로 변환하려면 다음 세 가지 파라미터가 필요합니다.

- :WAV:YINC? → Y Increment
- :WAV:YOR? → Y Origin
- :WAV:YREF? → Y Reference

각 파라미터에 대한 설명은 RIGOL 프로그래밍 가이드에서 그 내용에 대해 찾아볼 수 있습니다.

3.33.9 :WAVeform:YINCrement?

Syntax

:WAVeform:YINCrement?

Description

Queries the unit voltage value of the current source channel Y in the Y direction.

Parameter

N/A

Remarks

The returned value is related to the current data reading mode:

- In NORMal mode, YINCrement = VerticalScale/7500.
- In RAW mode, YINCrement and Verticalscale of the memory waveforms are related to the currently selected Verticalscale.
- In MAX mode, YINCrement = VerticalScale/7500 when the instrument is in the RUN state; YINCrement is related to the VerticalScale of the internal waveform and the currently selected VerticalScale when the instrument is in the Stop state.

Return Format

The query returns the unit voltage value in scientific notation.

Example

N/A

그림 23-1. RIGOL 프로그래밍 가이드에서 :WAV:YINC? 명령어에 대한 설명

각 파라미터 의미

- A. Y Increment (YINC)
 - 한 LSB (Byte 값 1)의 전압 환산 값
 - 전압 스케일링의 계수
- B. Y Origin (YOR)
 - 수직 오프셋 관련 값
- C. Y Reference (YREF)
 - 수직 기준 포지션

전압 변환 공식

- $\text{Voltage} = (\text{DATA} - (\text{YOrigin} + \text{YReference})) \times \text{Yincrement}$

LabVIEW 구현 절차

- ① VISA WRITE → ":WAV:YINC?"
- ② VISA READ → 200 Bytes
- ③ String to DBL 변환

YOR, YREF도 동일 방식으로 반복 수행합니다. 이렇게 얻은 세 값과 DATA 배열을 이용하여 위 수식을 LabVIEW 수식 노드 또는 연산 블록으로 구현하면 실제 전압 파형이 완성됩니다.

2.2 X축 시간 데이터 구성

전압 데이터만으로는 완전한 파형이 아닙니다. 시간 정보가 반드시 필요합니다.

필요한 SCPI 명령어

- :WAV:XOR? → 시작 시간 (t0)
- :WAV:XINC? → 샘플 간 시간 간격 (dt)

시간축 구성 방법

$$\text{Time}(n) = t0 + n \times dt$$

LabVIEW 구현

- ① VISA WRITE → ":WAV:XOR?"
- ② VISA READ → DBL 변환 → t0
- ③ VISA WRITE → ":WAV:XINC?"
- ④ VISA READ → DBL 변환 → dt
- ⑤ Cluster Bundle → {t0, dt}
- ⑥ Build Waveform → Y 배열 + dt + t0

이렇게 구성된 Waveform 데이터를 Waveform Graph에 연결하면 오실로스코프와 동일한 축 정보를 가진 그래프가 표시됩니다.

2.3 자동 측정값 SCPI 수집

오실로스코프의 자동 측정 기능도 SCPI로 불러올 수 있습니다.

예시 명령어

- :MEASure:ITEM? VPP,CHAN1
- :MEASure:ITEM? FREQ,CHAN1

LabVIEW 구현 절차

- ① VISA WRITE
- ② VISA READ
- ③ String to DBL 변환
- ④ Numeric Indicator 출력

주의사항

- 채널을 명확히 지정하지 않으면 기본 채널값이 반환됩니다.
- 반복 루프에서 사용할 경우 지연(Wait ms)을 넣어 통신 안정성을 확보합니다.

2.4 FFT 분석 자동화

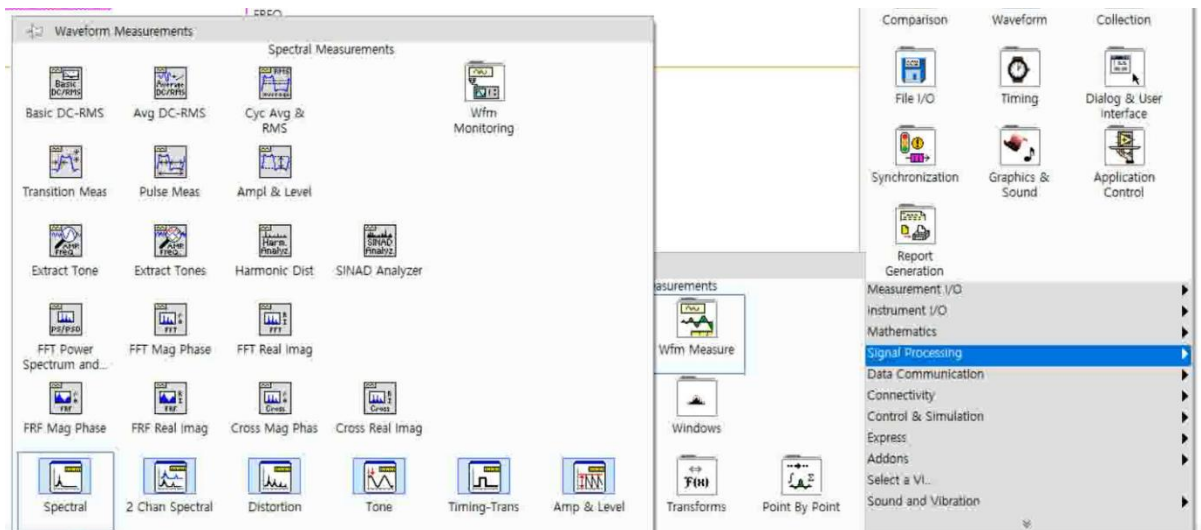


그림 23-2. LabVIEW 내 Power Spectrum 함수 위치

LabVIEW 신호 처리 팔레트 → Spectral Measurements → Power Spectrum 사용

절차

- ① 기존 Waveform 데이터 입력
- ② Power Spectrum 선택
- ③ FFT Graph에 연결

실무 팁

- 충분한 레코드 길이 확보 필요
- TIME/DIV를 늘려 데이터 포인트 수 증가
- 주파수 해상도 = 1 / (전체 시간 길이)

예: 1kHz 신호라면 FFT에서 Fundamental이 1kHz 위치에 나타납니다.

2.5 .csv 파일 저장

LabVIEW 함수

Write to Spreadsheet File (1D)

구성

- ① Y 데이터 배열 연결
- ② 파일 경로 지정 (또는 Dialog 자동 호출)
- ③ .csv 형식 저장

확장 응용

- t0, dt를 함께 저장
- FFT 결과 별도 저장
- 반복 측정 시 자동 파일명 생성

3. 기본 실습

준비물: PC(LabVIEW + NI-VISA 설치), 오실로스코프, USB 혹은 LAN 케이블

실습에 신호를 받아오기 위해 CH1에 프로브를 연결하고 프로브 보정 단자에 연결하여 오실로스코프 화면에 사각파가 나오는 것을 확인합니다.

3.1 실습 1 - RAW 데이터 전압 변환 실습

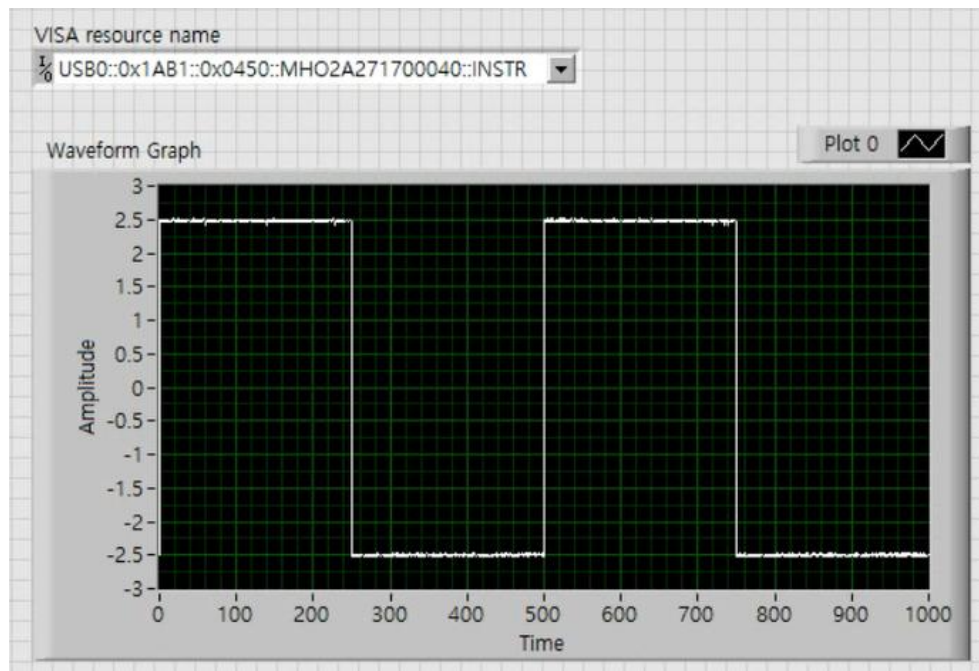


그림 23-3. RAW 데이터 전압 변환 후 나오는 그래프의 모습

- ① :WAV:DATA?로 Byte 배열을 수신합니다.
- ② 수신한 데이터를 이전 실습에서 배운대로 TMC 헤더를 처리합니다.
- ③ YINC, YOR, YREF 쿼리 수행합니다.
- ④ 전압 변환 수식을 구현합니다.

나오는 그래프에서 전압 변환 수식이 잘 구현되어 오실로스코프와 같은 전압값이 나오는 지 확인합니다.

3.2 실습 2 – 시간축 구성 실습

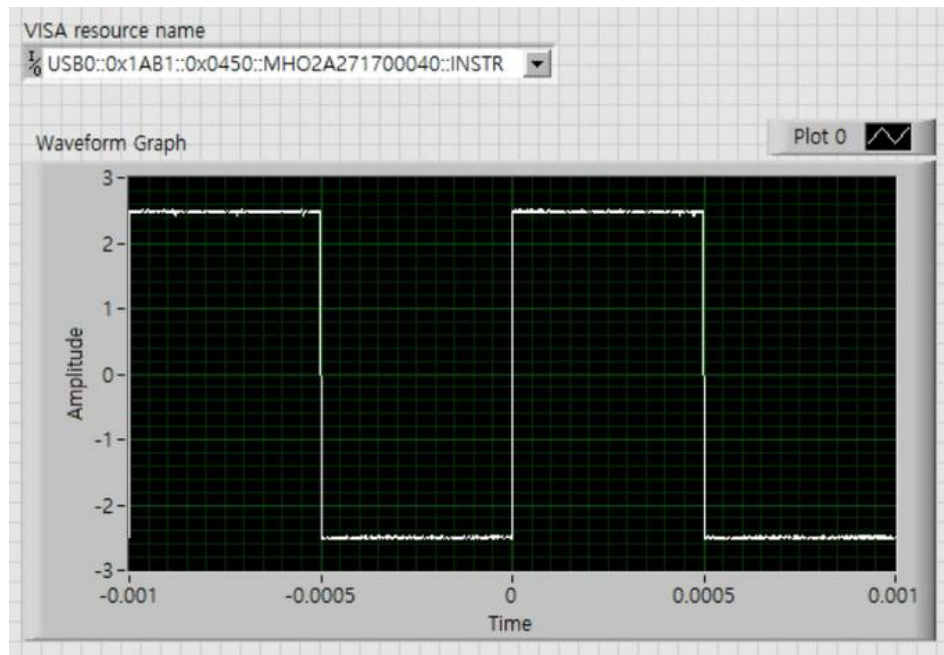


그림 23-4. RAW 데이터 시간 변환 후 나오는 그래프의 모습

- ① XOR, XINC 쿼리를 수행합니다.
- ② Waveform 데이터를 생성합니다.
- ③ Waveform Graph에 표시합니다.

나오는 그래프에서 수식이 잘 구현되어 오실로스코프와 같은 시간 스케일이 나오는 지 확인합니다.

3.3 실습 3 – 자동 측정값 수집

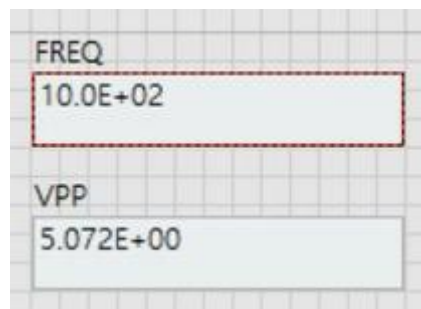


그림 23-5. Vpp와 Freq의 Meas 값을 받아와서 인디케이터로 출력한 모습

- ① :MEASure:ITEM? VPP,CHAN1 명령어를 통해 CH1의 Vpp 값을 받아옵니다.
- ② :MEASure:ITEM? FREQ,CHAN1 명령어를 통해 CH1의 Freq 값을 받아옵니다.
- ③ 숫자 변환 후 인디케이터에 해당 값을 표현합니다.

3.4 실습 4 – FFT 분석

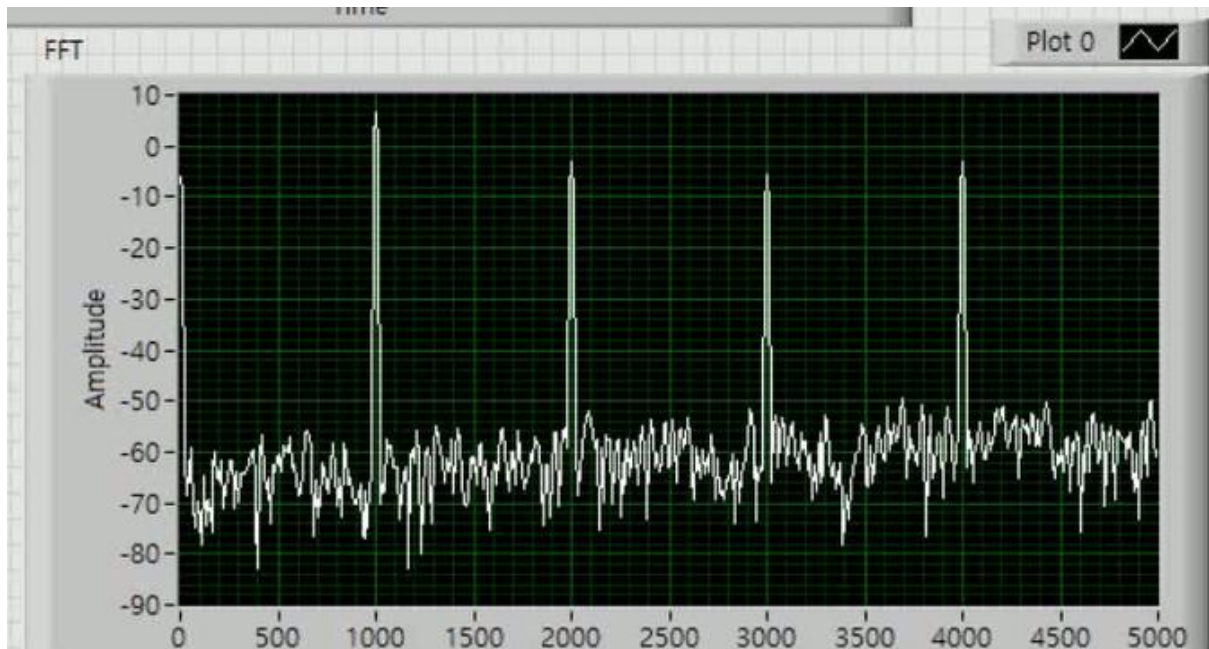


그림 23-6. FFT 분석된 그래프 파형 확인

- ① 기존 Waveform의 값을 Power Spectrum 함수에 적용합니다.
- ② FFT 그래프를 확인합니다.

3.5 실습 5 – .csv 파일 저장

파일

홈

삽입

그리기

레이아웃

수식

데이터

검토

보기

자율화

추가 기능

도움말

Acrobat

<

그림 23-7. 저장된 .csv 파일 예시

- ① Y 데이터 Write to Spreadsheet에 연결합니다.
- ② Test.csv 라는 이름으로 저장합니다.
- ③ 저장된 파일을 열어 데이터를 확인합니다.

4. 결과 확인

- 수식을 통해 시간축, 전압이 변환된 time domain 그래프/ Vpp, Frequency가 출력된 인디케이터/ FFT 결과 그래프를 스크린샷하여 제출합니다.
- 저장된 csv 파일을 제출합니다.

5. 확인 문제

1. 오실로스코프 RAW 데이터를 실제 전압값으로 변환할 때 필요한 3가지 파라미터는 무엇인가요?

2. 시간축을 구성하기 위해 필요한 SCPI 명령어 두 가지는 무엇인가요?

3. SCPI를 활용한 자동화의 장점은 무엇인지 적어 보세요.

6. 핵심요약

- SCPI 명령어를 통해 오실로스코프를 완전 자동 제어할 수 있다.
- YINC, YOR, YREF를 이용하면 RAW 데이터를 실제 전압으로 복원할 수 있다.
- XOR, XINC를 이용하면 시간축이 포함된 Waveform 데이터가 완성된다.
- 자동 측정값과 FFT 분석까지 LabVIEW에서 통합 처리할 수 있다.
- CSV 저장을 통해 측정-분석-저장의 자동화 흐름을 완성할 수 있다.

7. 참고 및 부록