

21장. 오실로스코프 PC로 제어하기(LabVIEW)



1. 학습개요

목표

1. LabVIEW와 NI-VISA를 이용하여 오실로스코프와 PC를 연결하는 방법을 이해한다.
2. SCPI 명령어를 활용하여 오실로스코프에서 파형 데이터를 읽어오는 과정을 익힌다.
3. LabVIEW에서 VISA write/Read를 구성하고, 수신 데이터를 파싱하여 Waveform으로 표시하는 방법을 실습한다.
4. 파형 스케일 보정을 위해 추가적으로 필요한 명령어 구조를 이해한다.

※ 교육을 진행하기 위해서는 LabVIEW와 NI-VISA가 별도로 설치되어 있어야 합니다. NI사에서 제작하는 LabVIEW는 NI 공식 홈페이지에서 다운로드가 가능하며, 평가판(Trial version)은 약 15일간 무료로 사용 가능합니다. NI-VISA 드라이버 역시 반드시 설치되어야 장비와의 통신이 가능합니다.

2. 이론

2.1 PC 제어의 개념과 필요성



그림 21-1. PC 제어의 예시

오실로스코프는 전면 패널 조작뿐만 아니라, PC를 통해 원격 제어(Remote Control)가 가능합니다. PC 제어를 활용하면 다음과 같은 장점이 있습니다.

- 반복 측정 자동화
- 대량 데이터 수집 및 저장
- 외부 프로그램과의 연동 분석
- 생산/검증 라인 자동 테스트 구성

이러한 제어는 일반적으로 SCPI(Standard Commands for Programmable Instruments) 명령어를 기반으로 이루어집니다.

2.2 NI-VISA와 통신 구조

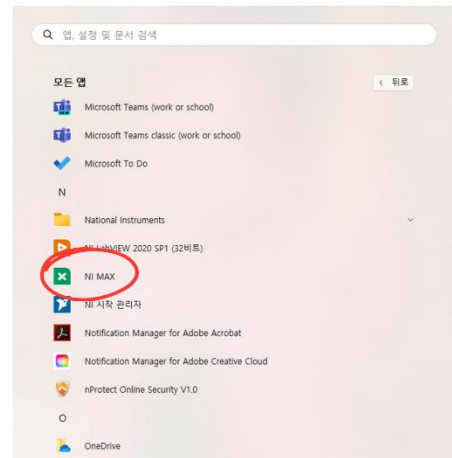
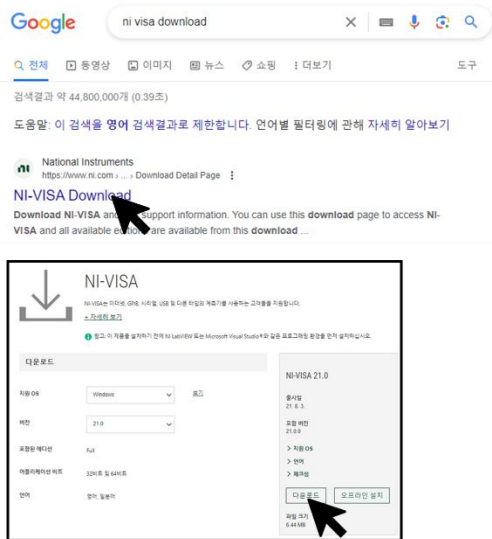


그림 21-2. NI-VISA 다운로드 방법 및 NI MAX

VISA(Virtual Instrument Software Architecture)는 계측기 통신을 위한 표준 인터페이스입니다. USB, LAN, GPIB 등 다양한 인터페이스를 동일한 방식으로 제어할 수 있게 해줍니다.

A. 연결 구조

PC ↔ NI-VISA Driver ↔ USB/LAN ↔ scilloscope

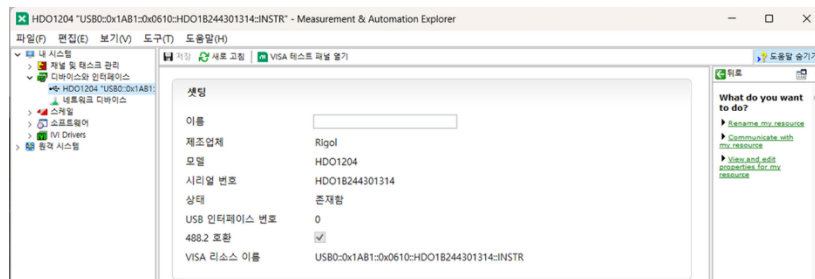


그림 21-3. MAX에서 디바이스와 인터페이스 아래에 제품 인식

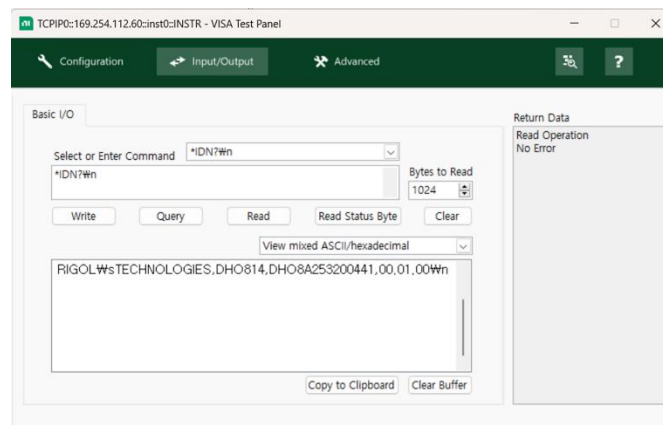


그림 21-4. *IDN? 명령어 발송 예시

B. 장비 연결 절차

- ① USB A to B 케이블로 오실로스코프와 PC 연결
- ② NI-VISA Driver 설치
- ③ NI MAX 실행
- ④ “디바이스 및 인터페이스”에서 장비 인식 확인
- ⑤ VISA Test Panel에서 *IDN? 명령어 전송
- ⑥ 응답으로 제조사, 모델명, 시리얼번호 등이 반환되면 통신 성공

2.3 SCPI 명령어 기반 데이터 요청

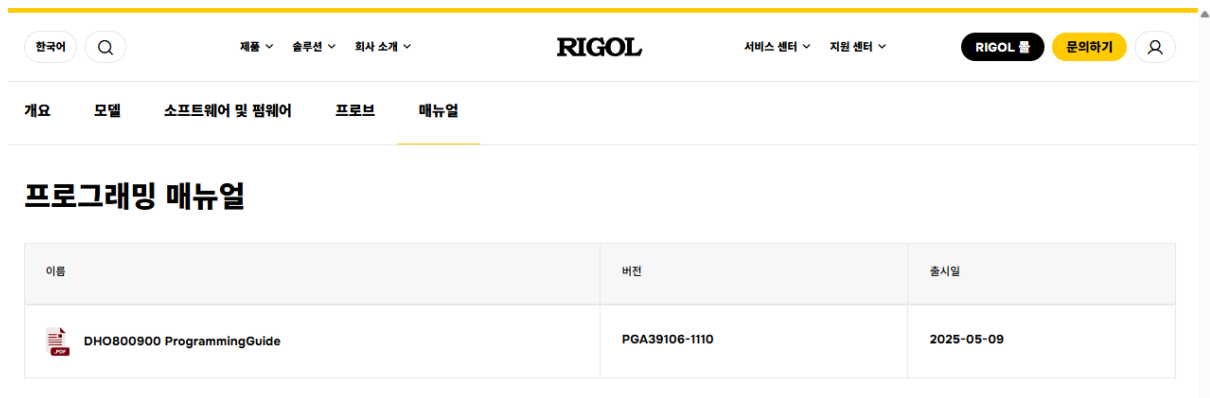


그림 21-5. 프로그래밍 가이드 다운로드의 예시

오실로스코프는 SCPI 명령어를 통해 설정 및 데이터 요청을 수행합니다. 이러한 SCPI 명령어의 예시는 오실로스코프 제조사의 장비 매뉴얼 페이지에서 쉽게 확인하고 다운로드가 가능합니다. RIGOL DH0900 시리즈의 프로그래밍 가이드로 예시를 들면 DH0900 제품 페이지에서 매뉴얼로 들어가 프로그래밍 매뉴얼 아래서 Programming Guide를 다운로드받을 수 있습니다.

3.28 :WAVeform Commands	402
3.28.1 :WAVeform:SOURce	404
3.28.2 :WAVeform:MODE	405
3.28.3 :WAVeform:FORMat	406
3.28.4 :WAVeform:POINts	407
3.28.5 :WAVeform:DATA?	407
3.28.6 :WAVeform:XINCrement?	408
3.28.7 :WAVeform:XORigin?	409
3.28.8 :WAVeform:XREFerence?	409
3.28.9 :WAVeform:YINCrement?	410
3.28.10 :WAVeform:YORigin?	411
3.28.11 :WAVeform:YREFerence?	411

그림 21-6. 프로그래밍 가이드 내 명령어 구성의 예시

각 명령어의 의미

- :WAV:SOUR CHAN1 → 파형 소스를 CH1으로 설정
- :WAV:MODE NORM → 일반 모드 설정
- :WAV:FORM BYTE → 데이터 포맷을 BYTE 형식으로 지정
- :WAV:DATA? → 실제 파형 데이터 요청노이즈 감소 효과가 뛰어남

데이터를 요청하면 #9xxxxx...와 같은 형식으로 반환됩니다. 이는 TMC 헤더 형식으로, 뒤따르는 데이터의 전체 바이트 길이를 포함합니다. 따라서 수신된 문자열에서 헤더를 제거한 후 실제 데이터 부분만 추출해야 합니다.

2.4 LabVIEW VISA 블록 구성 원리

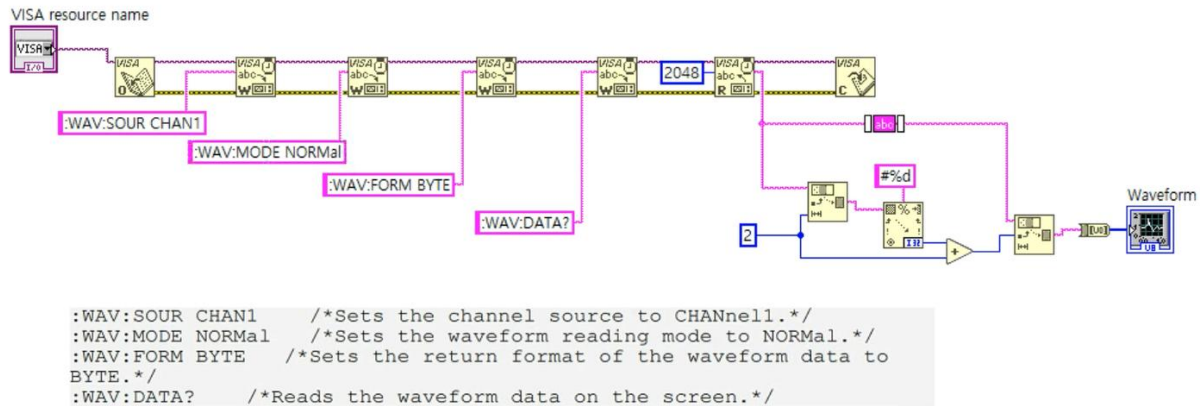


그림 21-7. LabVIEW VISA 기본 흐름

LabVIEW에서 기본 흐름은 다음과 같습니다.

1. VISA Open
2. VISA Write (명령 전송)
3. VISA Read (데이터 수신)
4. 데이터 파싱
5. Waveform Graph 표시
6. VISA Close

여러 클러스터와 VISA 세션은 반드시 직렬로 연결하여 통신 흐름을 유지해야 합니다.

2.5 스케일 보정 문제

단순히 :WAV:DATA?만으로 수신한 파형은 스케일 정보가 포함되지 않습니다. 라서 정확한 시간축 및 전압축 복원을 위해 다음 명령어가 추가로 필요합니다.

```

:WAV:XINCR?
:WAV:YINCR?
:WAV:YORIG?
:WAV:YREF?
  
```

이 값을 반영해야 실제 물리 단위로 정확한 파형이 재구성됩니다.

3. 기본 실습

준비물: 오실로스코프, 패시브 프로브, USB A to B 케이블, PC(LabVIEW + NI-VISA 설치)

3.1 프로그래밍 매뉴얼 다운로드 및 장비 연결 확인

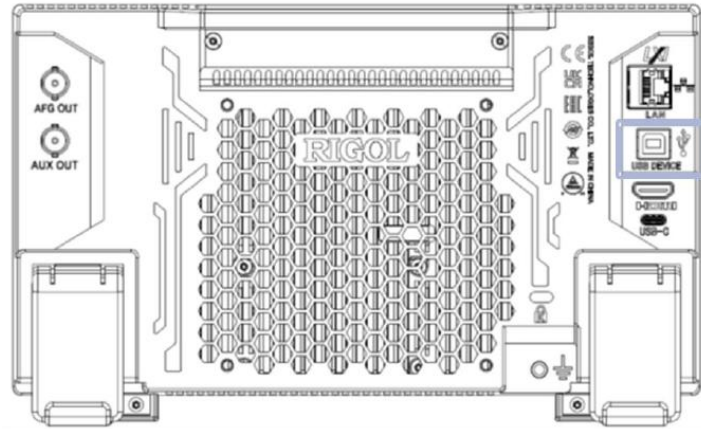


그림 21-8. USB A to B 케이블 연결 단자

- ① 실습을 진행하기 위해, SCPI 명령어를 보내기 위해 SCPI 명령어를 위한 매뉴얼을 다운로드 받는 방법에 대해 알아보도록 하겠습니다. 현재 실습에 사용할 오실로스코프는 RIGOL사의 DH0914S입니다. 이 제품의 프로그래밍 매뉴얼을 다운로드 받기 위해 리콜 홈페이지 (<https://kr.rigol.com>)에 접속합니다.
- ② 제품>오실로스코프>DH0900을 들어가면 매뉴얼이라고 하는 부분이 있습니다. 여기서 프로그래밍 매뉴얼의 다운로드 부분을 눌러 다운로드를 받습니다.
- ③ 다운로드 받은 매뉴얼을 열면 프로그래밍을 할 때 사용 가능한 SCPI 명령어를 확인할 수 있습니다.
- ④ 이제 실제로 오실로스코프에 SCPI 명령어를 보내기 위해, 첫번째로 오실로스코프를 PC와 연결하도록 하겠습니다. 오실로스코프 뒷면에 있는 USB 단자에 USB-A to B 케이블을 꽂아 PC와 연결해 줍니다.
- ⑤ 연결을 완료한 후 NI MAX 내에 디바이스와 인터페이스 아래에 제품이 잘 인식되었는지 확인합니다.

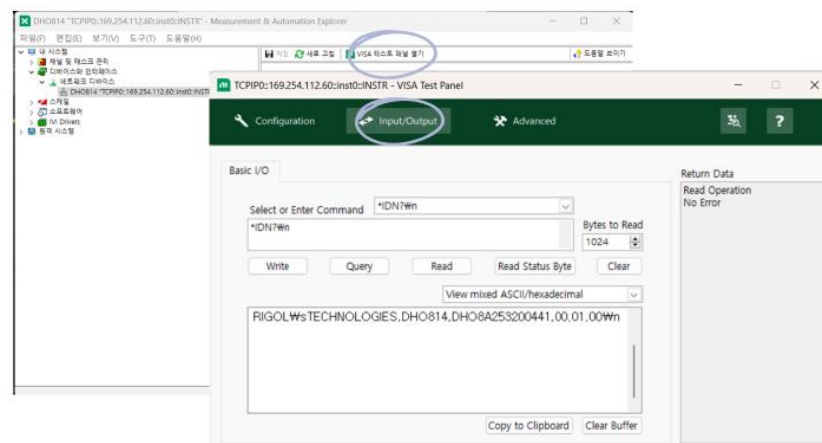


그림 21-9. VISA 테스트 패널 내 *IDN? 보내는 화면

- ⑥ 디바이스와 인터페이스에 뜬 장비 이름을 누르면 VISA 테스트 패널 열기라는 버튼이 존재하고, 이 버튼을 눌러 VISA 테스트 패널을 띄웁니다. VISA 테스트 패널에서 Input/Output 탭을 눌러 이동합니다.

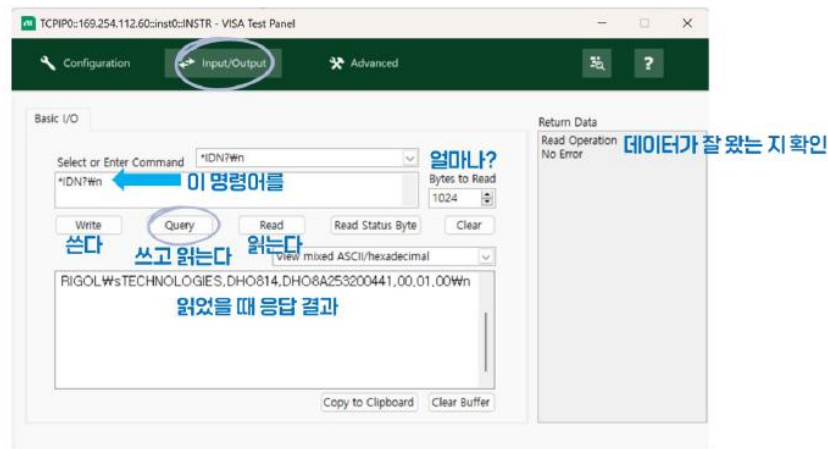


그림 21-10. VISA 테스트 패널에서의 *IDN?에 대한 응답

- ⑦ VISA 테스트 패널에서는 앞서 매뉴얼에서 다운로드 받았던 SCPI 명령어를 보내고, 그에 대한 응답을 확인할 수 있습니다. *IDN?Wn이라고 Command를 작성한 후에 Query를 눌러 정상적으로 장비에 대한 값이 읽어와 지는 지 확인합니다.

3.2 오실로스코프의 채널 1 파형 읽어오기

- ① CH1에 패시브 프로브를 이용하여 프로브 보정 단자에 연결하고 AUTO를 눌러 사각파형이 정상적으로 들어오는 것을 확인합니다.
- ② LabVIEW를 실행하고 VI를 새로 만든 후, LabVIEW_Demo라는 이름으로 저장합니다.
- ③ 프런트패널 내에 VISA 리소스 이름(I/O)과 웨이브폼 그래프(그래프)를 불러와서 만들어 줍니다.

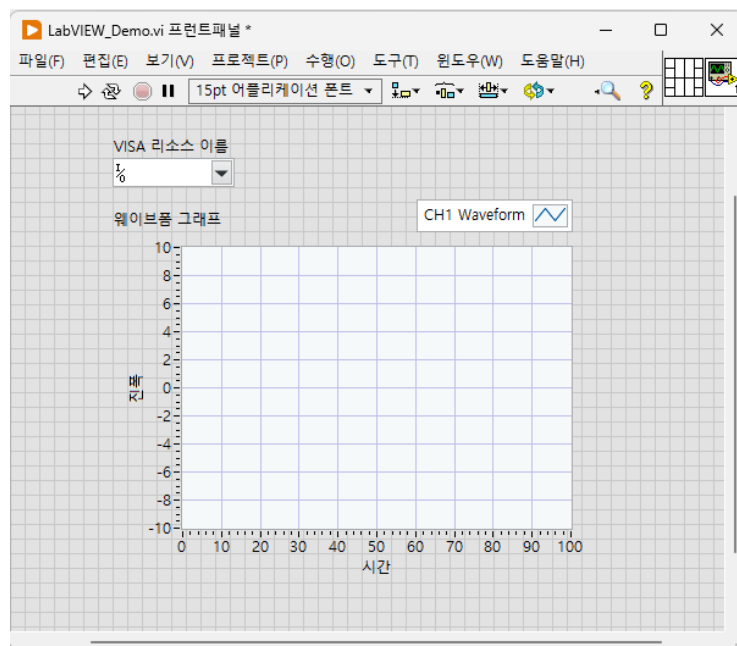


그림 21-11. 프런트패널 내 VISA 리소스 이름과 웨이브폼 그래프를 만든 화면

- ④ 웨이브폼 그래프 내의 플롯1의 이름을 더블클릭하여 CH1 Waveform으로 만듭니다.

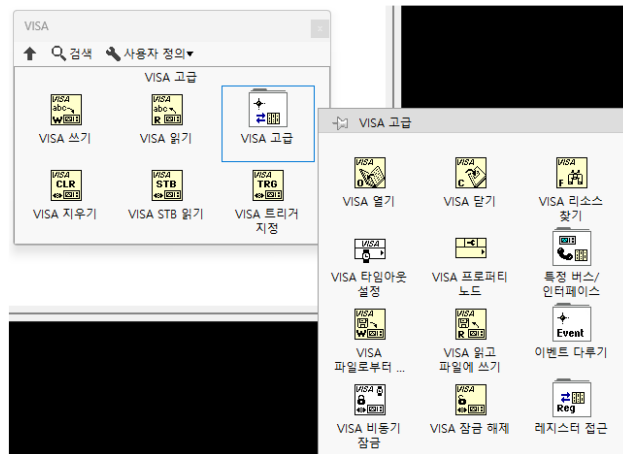


그림 21-12. 함수 창에서 VISA 고급 함수 가져오기

- ⑤ 블록 다이어그램을 열고 함수 창에서 인스트루먼트 I/O>VISA를 선택하여 VISA 읽기, VISA 쓰기 함수를 가져오고 인스트루먼트 I/O>VISA>VISA 고급에서 VISA 열기, VISA 닫기를 가지고 옵니다.



그림 21-13. 블록다이어그램 내에 VISA 함수를 가져와서 연결해준 모습

- ⑥ VISA 리소스 이름 함수를 VISA 열기 함수에 이어줍니다. 그리고, VISA 쓰기 함수를 4개 복사하여 그 뒤에 연결해 주고, VISA 읽기 함수와 VISA 닫기 함수를 순서대로 연결해 줍니다. 여러 라인도 모두 연결해 줍니다.
- ⑦ VISA 쓰기 함수에 오실로스코프에 보내 줄 SCPI 명령어를 작성합니다. 이 때 명령어를 작성하기 위하여 문자열>문자열 상수를 가지고 오고, 각 상수에 보내주고 싶은 SCPI 명령어를 작성합니다. 아래는 작성하는 명령어와 그 설명입니다.

:WAVEform:SOURce CHANnel1 (파형의 소스를 채널 1번으로 선택합니다.)

:WAVEform:MODE NORMAl (파형의 모드를 NORMAL로 선택합니다.)

:WAVEform:FORMat BYTE (읽어올 파형의 포맷을 BYTE로 선택합니다.)

:WAVEform:DATA? (파형에 있는 DATA를 읽어옵니다.)

- ⑧ 모든 입력해주는 명령 끝에는 Wn(라인끝상수)이 포함되어야 합니다. 따라서 문자열 상수에 모든 명령어를 치고 엔터를 쳐서 아래로 줄바꿈이 이루어 질 수 있도록 입력해 줍니다.

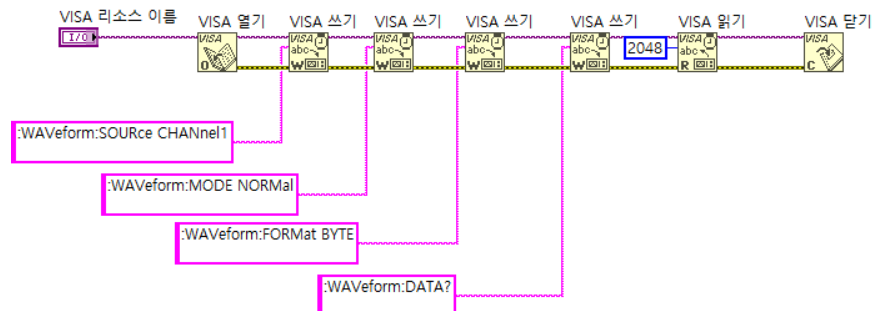


그림 21-14. VISA 쓰기에 각 명령어를 입력한 모습

- ⑨ VISA 읽기 함수에는 읽어올 만큼의 전체 BYTE 수를 입력해야 합니다. 이 예에서 읽을 파형 데이터의 전체 수는 2048 보다 적기 때문에, 2048로 설정해줍니다.

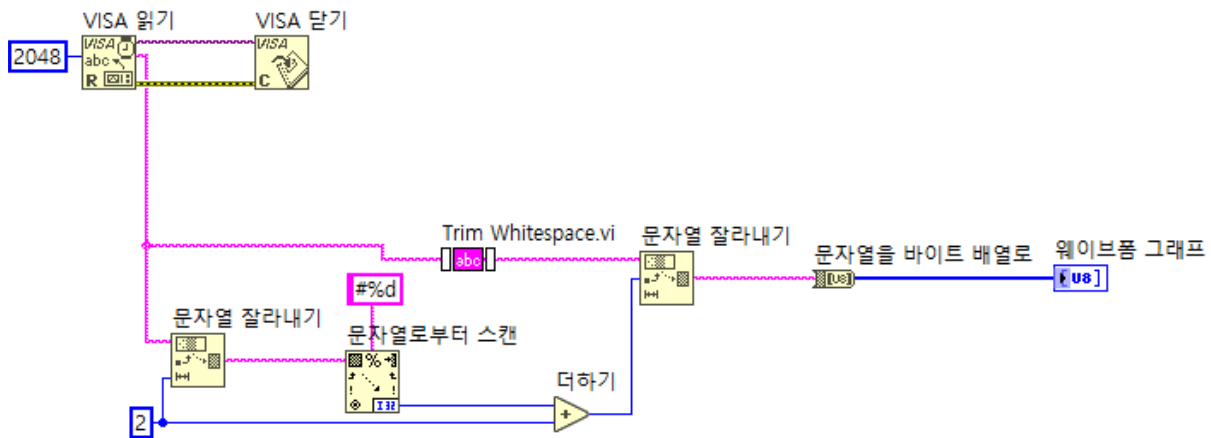


그림 21-15. VISA 읽기로 가져온 데이터 파형 파싱하는 방법

- ⑩ VISA 읽기 함수에서 읽어오는 데이터 형식은 TMC 데이터 블록 헤더 + 파형 데이터 + 터미네이터 입니다. TMC 헤더는 #NXXXXXX 포맷으로 나타내며, 여기서 #은 TMC의 헤더 식별자이며, N은 파형 데이터의 길이를 나타내고, 그 뒤에 ASCII문자열로 파형 데이터 포인트의 길이가 나타냅니다. 예를 들어, #9000001000XXXX 라고 나타나면, 데이터 길이를 설명하는데 9 바이트가 사용되고, 000001000은 파형 데이터의 길이, 즉 1000바이트가 나타남을 알 수 있습니다. 아래와 같이 처리하는 코드를 만들어, VISA 읽기 함수에서 읽어온 데이터에서 TMC 헤더가 차지하는 바이트 수를 얻은 후에 TMC 헤더를 무시하고 파형 데이터의 끝에 있는 터미네이터를 삭제하고, 파형 데이터를 바이트 데이터로 변경하여 파형 그래프에 나타낼 수 있도록 변형해 줍니다.

* 코드 작성 시 함수 위치 참고

- 문자열 잘라내기 (문자열)
- 문자열로부터 스캔 (문자열)
- 더하기 (숫자형)
- 화이트 스페이스 제거(Trim Whitespace) (문자열)
- 문자열을 바이트 배열 (문자열>경로/배열/문자열 변환)

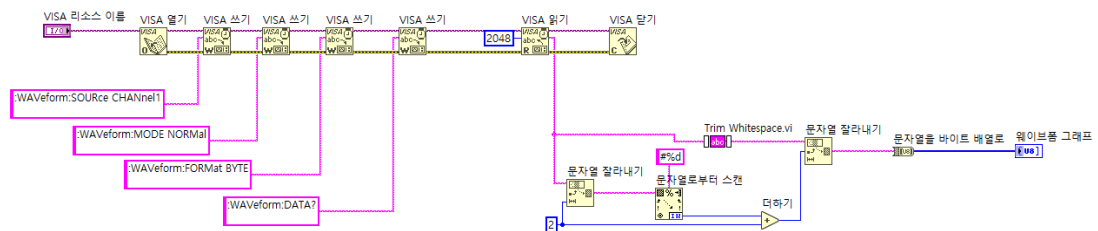


그림 21-16. 완성된 VI 블록다이어그램

- ⑪ 전체적인 코드가 완성되었다면, 그림 21-26과 같이 완성된 블록다이어그램을 확인할 수 있습니다.
- ⑫ 이제 프런트패널로 돌아가 VISA 리소스 이름을 현재 VISA에 인식되어 있는 장치로 잡은 후에 실행을 눌러봅니다. 정상적으로 코드가 작성되었다면, 웨이브폼 그래프에 오실로스코프와 동일한 파형이 올라오는 것을 확인할 수 있습니다.

4. 결과 확인

- LabVIEW_Demo.vi 완성한 파일을 저장하여 제출합니다.
- LabVIEW로 완성한 vi에서 프런트패널의 VISA 리소스를 인식시킨 다음 파형을 불러와 캡처하여 제출합니다.

5. 확인 문제

1. VISA 통신에서 *IDN? 명령어의 역할은 무엇인가요?

2. :WAV:DATA? 명령어로 수신되는 데이터 앞의 #9는 무엇을 의미하나요?

3. LabVIEW에서 VISA Write와 VISA Read는 어떤 역할을 하나요?

6. 핵심요약

- LabVIEW와 NI-VISA를 활용하면 오실로스코프를 PC에서 제어할 수 있다.
- SCPI 명령어를 기반으로 파형 데이터를 요청하고 수신한다.
- 수신 데이터는 TMC 헤더를 제거한 후 파싱해야 한다.
- 정확한 물리값 복원을 위해 XINCR, YINCR 등의 추가 명령이 필요하다.

7. 참고 및 부록

용어집:

- SCPI: 계측기 제어용 표준 명령어 체계
- VISA: 계측기 통신 표준 인터페이스
- NI MAX: VISA 장비 인식 및 테스트 프로그램
- TMC Header: 데이터 길이 정보를 포함한 전송 헤더
- Waveform Graph: LabVIEW 파형 표시 인디케이터