

■ MODBUS 사용자 가이드

목 차

| | | |
|----|---|----|
| 1. | 개요 | 1 |
| 2. | XTOP 지원 function code..... | 1 |
| 3. | XTOP 지원 Reference..... | 1 |
| 4. | XTOP 지원 reference 와 function 코드 관계..... | 2 |
| 5. | XD+내 Project 설정에서 Option 별 기능 | 4 |
| 6. | Troubleshooting | 9 |
| | A. APPENDIX | 12 |
| 1. | MODBUS 시리얼 프로토콜 | 12 |
| 2. | ASCII 프로토콜 기본 Frame 구조..... | 13 |
| 3. | Function code 별 프로토콜 | 14 |
| 4. | 에러 응답 (Exception Responses)..... | 21 |

1. 개요

본 자료는 공개 프로토콜인 MODBUS를 사용하는 사용자에게 XTOP와 보다 쉬운 통신 설정을 위한 가이드 제공을 목적으로 합니다.

XTOP에서 제공하는 MODBUS 프로토콜 Function code와 기능 및 다양한 사용자를 위해 제공하는 Option 설정 내용에 대해 기술하고 실제 통신 접속 시 발생할 수 있는 문제에 대한 troubleshooting 에 대해 기술합니다.

본 자료의 전체 내용은 아래와 같이 구성되어 있습니다.

- (1) XTOP가 지원하는 Function code 내용
- (2) XTOP 설정 디바이스 별 지원하는 function code 내용
- (3) XDesignerPlus 설정내 Option 사항과 기술 사양
- (4) Troubleshooting

2. XTOP 지원 function code

| Function Code | Function | Description |
|---------------|--------------------------|--------------------------|
| 0x01 | Read Coil Status | 코일 상태 읽기 / 비트 |
| 0x02 | Read Input Status | 입력 코일 읽기 / 비트 |
| 0x03 | Read Holding Register | Holding register 읽기 / 워드 |
| 0x04 | Read Input Register | 입력 Register 읽기 / 워드 |
| 0x05 | Force Single Coil | 코일 쓰기 / 비트 |
| 0x06 | Preset Single Register | Holding register 쓰기 / 워드 |
| 0x10 | Preset Multiple Register | 다중 Register 쓰기 |

3. XTOP 지원 Reference

XTOP에서는 modbus 통신을 하기 위해서는 XDesignerPlus(이하 XD+)에서 디바이스와 주소를 설정해야 합니다.

XD+에서 제공하는 디바이스는 Function code 기준이 아니라 Reference 기준으로 디바이스를 제공합니다. 아래는 XD+에서 설정 가능한 reference 목록입니다.

| Reference | Description | Read/Write |
|-----------|--------------------------|--------------|
| 0 | 코일 상태 읽기,쓰기 / 비트 | Read / Write |
| 1 | 입력 코일 읽기 / 비트 | Read 전용 |
| 3 | Holding register 읽기 / 워드 | Read 전용 |
| 4 | 입력 Register 읽기,쓰기 / 워드 | Read / Write |

4. XTOP 지원 reference와 function 코드 관계

| XD+ 디바이스 설정 | | Function | | Description | Remark |
|-------------|----|----------|--------|-------------------|--------|
| reference | 주소 | Code | 주소 | | |
| 0 | 주소 | 0x01 | 주소 - 1 | 비트 읽기인 경우 | 4.1 참조 |
| | | 0x05 | | 비트 쓰기인 경우 | |
| 1 | 주소 | 0x02 | 주소 - 1 | 비트 읽기인 경우 | 4.2 참조 |
| 3 | 주소 | 0x04 | 주소 - 1 | 워드 읽기인 경우 | 4.3 참조 |
| 4 | 주소 | 0x03 | 주소 - 1 | 워드 읽기인 경우 | 4.4 참조 |
| | | 0x06 | | 워드 쓰기인 경우(1워드) | |
| | | 0x10 | | 워드 쓰기인 경우(2워드 이상) | |

4.1 Reference '0'

XD+에서 설정된 Reference '0'는 비트 읽기와 쓰기 모두 지원하는 디바이스입니다.

램프 태그와 같이 읽기 태그에 Reference '0'를 설정한 경우 function code 0x01을 사용하여 비트 데이터를 읽어옵니다.

또한 터치 태그와 같이 쓰기 태그에 Reference '0'를 설정한 경우 터치를 누를시 function code 0x05를 사용하여 비트 데이터 쓰기를 실행합니다.

| 태그 사용 예 | 디바이스 설정 | | 사용 function | |
|---------|-----------|-------------|-------------|---------|
| | reference | Address (예) | Code | Address |
| 램프 태그 | 0 | 0001 | 0x01 | 0000 |
| 터치 태그 | 0 | 0001 | 0x05 | 0000 |

4.2 Reference '1'

XD+에서 설정된 Reference '1'은 비트 읽기 전용 디바이스입니다.

따라서 램프/숫자 태그와 같이 읽기 전용 태그에서만 사용 가능합니다.

| 태그 사용 예 | 디바이스 설정 | | 사용 function | |
|---------|-----------|-------------|-------------|---------|
| | reference | Address (예) | Code | Address |
| 램프 태그 | 1 | 0001 | 0x02 | 0000 |

4.3 Reference '3'

XD+에서 설정된 Reference '3'은 워드 데이터 읽기 전용 디바이스입니다.
따라서 램프/숫자 태그와 같이 읽기 전용 태그에서만 사용 가능합니다.

| 태그 사용 예 | 디바이스 설정 | | 사용 function | |
|---------|-----------|-------------|-------------|---------|
| | reference | Address (예) | Code | Address |
| 숫자 태그 | 3 | 0001 | 0x04 | 0000 |

4.4 Reference '4'

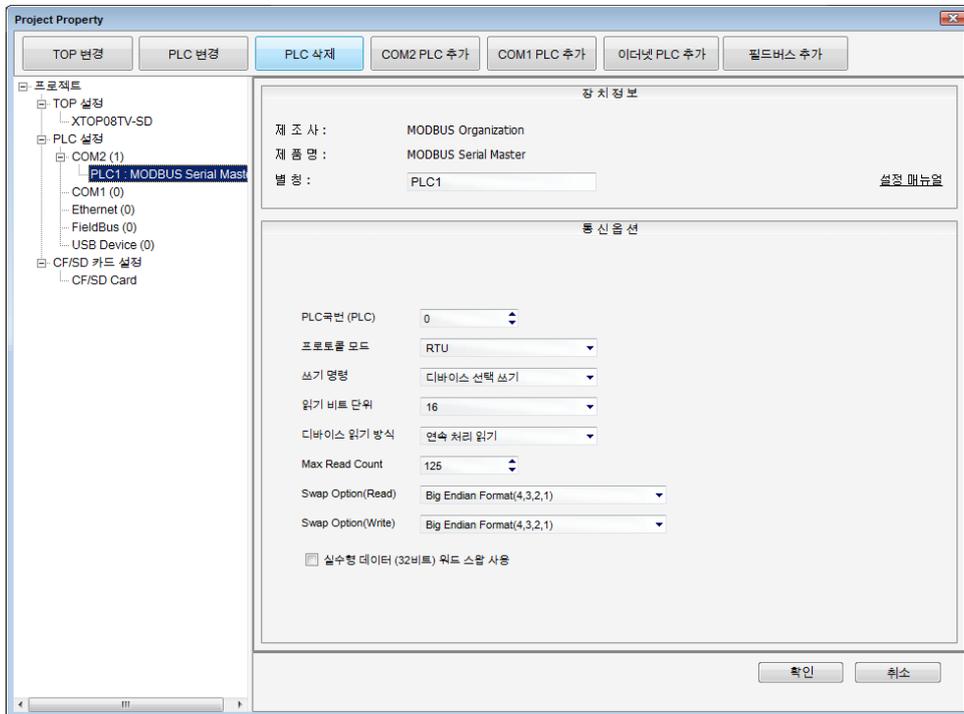
XD+에서 설정된 Reference '4'는 읽기와 쓰기 모두 지원하는 디바이스입니다.
워드 읽기와 쓰기가 가능한 키표시 태그를 사용한 경우 데이터 표시는 Function code 0x03으로
읽어서 표시하고 사용자가 키 데이터 값을 입력하면 Function code 0x06을 사용하여 데이터 쓰기를
실행합니다.

Function Code 0x10의 경우 2개 이상 데이터 쓰기가 필요한 경우에 한해 실행됩니다.

| 태그 사용 예 | 디바이스 설정 | | 사용 function | |
|--------------------------|-----------|-------------|-------------|---------|
| | reference | Address (예) | Code | Address |
| 키표시 태그 데이터 표시 | 4 | 0001 | 0x03 | 0000 |
| 키표시 태그 데이터 입력 | 4 | 0001 | 0x06 | 0000 |
| 통신 태그, 레시피, 스크립트 Copymem | 4 | 00001 | 0x10 | 0000 |

5. XD+내 Project 설정에서 Option 별 기능

XD+ 메인 메뉴에서 “프로젝트” -> “프로젝트 설정”을 선택하여 Popup되는 창에서 PLC 설정을 선택하면 아래와 같은 윈도우가 표시됩니다.



5.1 국번

XTOP와 접속할 컨트롤러의 국번을 설정합니다.

5.2 프로토콜 모드

사용할 MODBUS 프로토콜 중 “RTU”, “ASCII” 프로토콜을 선택합니다.

5.3 쓰기 명령

쓰기 명령 Option은 워드 쓰기인 Reference '4'에 한해 적용되는 option으로 option별 내용은 아래 표와 같습니다.

| Option 명 | 내용 | Function Code |
|------------|--|---------------|
| 디바이스 선택 쓰기 | 작화내 사용된 Reference '4' 디바이스의 워드 쓰기(키표시 태그, 터치 태그, 스크립트 등)는 모두 단일 워드 쓰기 Function code(0x06) 사용 | 0x06 |
| 디바이스 연속 쓰기 | 작화내 사용된 Reference '4' 디바이스의 워드 쓰기(키표시 태그, 터치 태그, 스크립트 등)는 모두 다중 워드 쓰기 Function code(0x10) 사용 | 0x10 |

5.4 읽기 비트 단위

XD+는 빠른 데이터 표시를 위해 기본적으로 비트 디바이스 (Reference '0', '1')를 16비트인 1워드 단위로 데이터를 읽어옵니다. 그러나 컨트롤러 별 지원되는 I/O 주소 맵에 따라 16비트(1워드) 단위로 데이터를 읽기를 요청할 경우 컨트롤러 주소 맵 범위를 초과 하는 경우가 발생할 수 있습니다. 이러한 경우를 컨트롤러에서 지원하는 주소 맵에 따라 I/O 읽기 단위를 비트 단위로 지정할 수 있습니다.

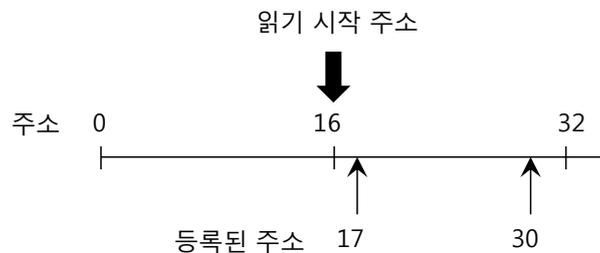
비트 읽기 단위는 16, 8, 4, 2, 1 비트 단위로 지정 가능합니다.

아래는 2개의 I/O 디바이스에 대해 option 별 읽기 예를 나타냅니다.

| 등록된 디바이스의 Reference | 등록된 디바이스의 비트 주소 |
|---------------------|-----------------|
| 0 | 18 |
| 0 | 31 |

(1) 16 비트 Option 선택인 경우

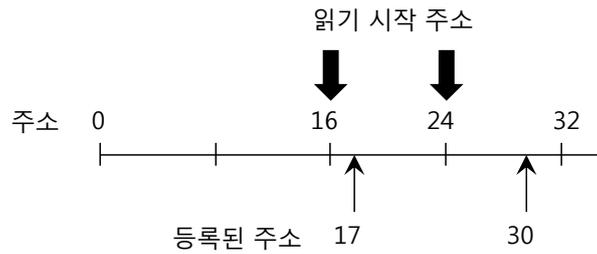
16 비트 Option은 I/O 읽기 단위를 아래의 그림과 같이 0, 16, 32와 같이 16 비트 주소 단위로 읽어 옵니다. 따라서 등록된 I/O 2개의 주소가 16 ~ 31 비트 주소 사이에 있으므로 16 비트 주소를 기준으로 16비트 개수만큼 한꺼번에 1워드 읽어 옵니다.



| 등록된 주소 | Function code | 읽기 시작 주소 | 읽기 비트 개수 |
|--------|---------------|----------|----------|
| 17, 30 | 0x01 | 16 | 16 |

(2) 8 비트 Option 선택인 경우

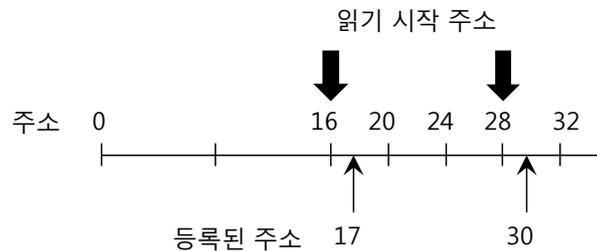
8 비트 Option은 I/O 읽기 단위를 아래의 그림과 같이 0, 8, 16, 24, 32와 같이 8 비트 주소 단위로 읽어 옵니다. 따라서 등록된 I/O 17번 주소는 16 ~ 24 비트 주소 사이에 있고, 30번 주소는 24 ~ 31 비트 주소 사이에 있으므로 16비트 주소와 24비트 주소를 시작으로 8비트 단위로 2번에 걸쳐 읽어 옵니다.



| 등록된 주소 | Function code | 읽기 시작 주소 | 읽기 비트 개수 |
|--------|---------------|----------|----------|
| 17 | 0x01 | 16 | 8 |
| 30 | 0x01 | 24 | 8 |

(3) 4 비트 Option 선택인 경우

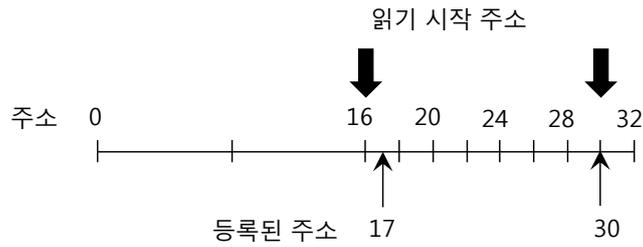
4 비트 Option은 I/O 읽기 단위를 아래의 그림과 같이 0, 4, 8, 16, 20, 24와 같이 4 비트 주소 단위로 읽어 옵니다. 따라서 등록된 I/O 17번 주소는 16 ~ 19 비트 주소 사이에 있고, 30번 주소는 28 ~ 31 비트 주소 사이에 있으므로 16비트 주소와 28비트 주소를 시작으로 4비트 단위로 2번에 걸쳐 읽어 옵니다.



| 등록된 주소 | Function code | 읽기 시작 주소 | 읽기 비트 개수 |
|--------|---------------|----------|----------|
| 17 | 0x01 | 16 | 4 |
| 30 | 0x01 | 28 | 4 |

(4) 2 비트 Option 선택인 경우

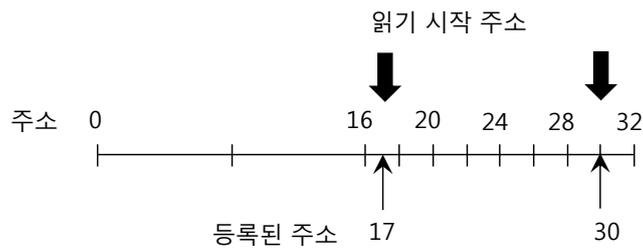
2 비트 Option은 I/O 읽기 단위를 아래의 그림과 같이 0, 2, 4, 6, 8과 같이 2 비트 주소 단위로 읽어 옵니다. 따라서 등록된 I/O 17번 주소는 16 ~ 17 비트 주소 사이에 있고, 30번 주소는 30 ~ 31 비트 주소 사이에 있으므로 16비트 주소와 30비트 주소를 시작으로 2비트 단위로 2번에 걸쳐 읽어 옵니다.



| 등록된 주소 | Function code | 읽기 시작 주소 | 읽기 비트 개수 |
|--------|---------------|----------|----------|
| 17 | 0x01 | 16 | 2 |
| 30 | 0x01 | 30 | 2 |

(5) 1 비트 Option 선택인 경우

1 비트 Option은 I/O 읽기 단위를 1비트 단위로 읽어 옵니다. 따라서 등록된 I/O 주소는 실제 등록 주소로 1비트 단위로 2번에 걸쳐 읽어 옵니다.



| 등록된 주소 | Function code | 읽기 시작 주소 | 읽기 비트 개수 |
|--------|---------------|----------|----------|
| 17 | 0x01 | 17 | 1 |
| 30 | 0x01 | 30 | 1 |

5.5 디바이스 읽기 방식

디바이스 읽기 방식은 연속된 주소의 데이터를 한꺼번에 읽어 올지 아니면 16비트(1워드) 또는 32비트(2워드) 단위로 읽어 올지에 대한 Option입니다.

| Option 명 | 내용 | 읽기 요청 개수 |
|------------|---|--------------------|
| 연속 처리 읽기 | 사용자가 등록한 디바이스의 주소를 정리한 후 연속된 주소가 있는 경우 연속된 개수 만큼 한꺼번에 데이터를 요청 | 등록된 디바이스의 연속 주소 개수 |
| 32비트 개별 읽기 | 사용자가 등록한 디바이스 주소의 연속 여부와 관계 없이 32비트(2워드) 단위로 데이터를 요청 | 2 워드 단위로 고정 |
| 16비트 개별 읽기 | 사용자가 등록한 디바이스 주소의 연속 여부와 관계 없이 16비트(1워드) 단위로 데이터를 요청 | 1 워드 단위로 고정 |

5.6 Max Read Count

Max Read Count는 최대 연속 읽기 개수 제한을 의미 합니다.

예를 들어 사용자가 디바이스 주소를 1 ~ 100 까지 연속해서 등록했을 경우 일반적으로 100개 데이터를 한번에 요청하여 데이터를 읽어 옵니다.

만일 Max Read Count가 100 이하로 설정되어 있는 경우 데이터 요청을 Max Read Count로 설정된 개수 만큼 분할하여 읽어 옵니다.

6. Troubleshooting

컨트롤러와 MODBUS 통신 접속을 하는데 있어서 통신 접속이 안되거나 RUN중 통신 오류가 발생하는 경우에 대한 troubleshooting 사항입니다.

6.1 통신 진단이 안 되는 경우

(1) Time Out 상황

XTOP 메인 메뉴에서 통신 진단을 실행한 결과 Popup되는 진단 결과 윈도우에서 RX : 부분이 표시가 되지 않고 Time out 이 발생한 경우는 컨트롤러와 XTOP 간 통신 설정이 맞지 않는 경우로 아래 사항들을 확인하시기 바랍니다.

| 항 목 | 내 용 |
|-------|--|
| 확인 사항 | 배선은 맞게 결선되어 있는지 확인 |
| | PLC 국번은 맞게 설정되어 있는지 확인 |
| | 통신 속도, Data 비트, Stop 비트, Parity 비트는 맞게 설정되어 있는지 확인 |
| | 신호 레벨은 맞게 설정되어 있는지 확인 |
| | MODBUS RTU, ASCII 옵션 설정은 맞게 설정했는지 확인 |

(2) Error 발생 상황

XTOP 메인 메뉴에서 통신 진단을 실행한 결과 Popup되는 진단 결과 윈도우에서 RX : 부분에 수신 데이터가 표시되면서 Error 가 발생한 경우는 수신된 패킷 표시 정보를 참고하여 아래 사항들을 확인하시기 바랍니다.

RX : xx 83 xx xx xx

여기서 xx 부분은 통신 설정 및 PLC 에러 상황에 따라 가변되는 부분입니다.

첫번째 수신 바이트인 xx는 국번 정보로 통신 진단시 PLC 국번이 01로 설정되어 있으면 xx 부분이 01로 표시됩니다.

두번째 수신 바이트가 83으로 표시된 경우에 대해서는 아래와 같은 상황입니다.

| 항 목 | 내 용 |
|-------|---|
| 통신 상태 | 통신 설정 및 배선은 정상 |
| | 해당 컨트롤러에 Function Code 0x03, 주소 0x0000(Reference 기준 400001)이 지원하지 않는 경우로 정상적인 에러 응답입니다. |
| | 즉 실제 RUN에서는 통신에 문제가 없습니다 |
| 확인 사항 | 해당 컨트롤러가 Function code 0x03 을 지원하는지 여부 확인 |
| | 해당 컨트롤러가 주소 0x0000에 대한 메모리 맵을 지원하는지 여부 확인 |

위와 같은 경우에는 컨트롤러 메모리 맵을 확인하여 컨트롤러가 지원하는 맵을 사용하여 작화 할 경우 정상 통신이 됩니다.

6.2 RUN 중 통신 오류

6.2.1 RUN중 통신이 안 되는 상황

RUN중에 통신이 안되거나 에러 표시가 된 경우에는 우선 컨트롤러가 지원하는 Function code와 메모리 맵을 참고하여 아래 사항을 확인하시기 바랍니다.

| 항 목 | 내 용 |
|-------|---|
| 참고 자료 | 컨트롤러가 지원하는 Function code 목록 |
| | 컨트롤러가 지원하는 메모리 맵 목록 |
| 확인 사항 | 컨트롤러에서 지원하는 메모리 맵 범위를 벗어나는 주소를 사용했는지 확인 |
| | 컨트롤러에서 지원하는 Function code가 아닌 디바이스의 Reference를 등록했는지 확인 |

6.2.2 Reference '4' 디바이스 쓰기 오류

Reference '4' 디바이스를 등록하여 데이터는 정상적으로 표시가 되나 데이터 쓰기가 안되거나 오류가 표시되는 경우는 컨트롤러가 지원하는 Function code를 참고하여 아래 사항을 확인하시기 바랍니다.

| 항 목 | 내 용 |
|-------|--|
| 참고 자료 | 컨트롤러가 지원하는 Function code 목록 |
| 확인 사항 | Function code 0x06을 지원하는지 여부 확인 |
| | Function code 0x06을 지원하지 않고 0x10을 지원하는 경우에는 XD+ "프로젝트 설정"에서 PLC option 중 "쓰기 명령"을 "디바이스 연속 쓰기"로 변경하여 작화 다운로드 |

6.2.3 I/O (Reference '0' 또는 '1') 읽기 오류

I/O (Reference '0' 또는 '1' 사용 디바이스)의 데이터가 표시 안되거나 해당 디바이스에 대한 오류가 발생한 경우에는 컨트롤러가 지원하는 메모리 맵을 참고하여 아래 사항을 확인하시기 바랍니다.

| 항 목 | 내 용 |
|-------|--|
| 참고 자료 | 컨트롤러가 지원하는 메모리 맵 목록 |
| | XD+의 프로젝트 설정, PLC 설정 option의 "읽기 비트 단위" 설정 |
| 확인 사항 | 등록된 reference '0', '1' 주소를 기준으로 "읽기 비트 단위" 설정에 따른 비트 시작 주소와 읽기 비트 개수 범위가 컨트롤러가 지원하는 메모리 맵을 벗어나는지 여부 확인 |
| | 위 상황에서 메모리 맵을 참고하여 "읽기 비트 단위"의 비트 크기를 조정하여 |

6.2.4 RS-485 신호 레벨에서 통신 오류

신호 레벨을 RS-485을 사용하고 통신 진단은 정상이었으나 RUN 중 통신 오류가 발생하는 경우에는 아래 사항을 조치하여 확인 하시기 바랍니다.

| 항 목 | 내 용 |
|------------|---|
| 조치 및 확인 사항 | XTOP 의 메뉴에서 "송신전 지연 시간"(Send wait)를 1 ~ 5ms 범위에서 설정하여 작화 다운로드 |

A. APPENDIX : MODBUS 프로토콜

1. MODBUS 시리얼 프로토콜

본 장에서는 MODBUS 시리얼 통신 프로토콜 중에서 XTOP에서 지원되는 프로토콜 구조에 대해 설명합니다.

MODBUS 시리얼 프로토콜은 Hex Data 통신인 RTU mode와 ASCII Data 통신인 ASCII mode로 분류됩니다.

1.1 RTU 프로토콜 기본 Frame 구조

RTU 프로토콜의 기본 Frame 구조는 아래와 같습니다.

| Station No | Function Code | Data | CRC |
|------------|---------------|--------|--------|
| 1 byte | 1 byte | N Byte | 2 byte |

(1) Station No

Station No 영역은 1 byte로 구성됩니다.

컨트롤러의 국번을 의미하며 일반적으로 0 ~ 247까지 사용 가능합니다.

(2) Function Code

Function Code 영역은 1 byte로 구성됩니다.

Master(XTOP)에서 Slave(컨트롤러)로 데이터 읽기/쓰기를 위해 지정된 코드입니다.

XTOP에서 지원되는 Function code는 2장 XTOP 지원 Function code를 참고하시기 바랍니다.

(3) Data

Data Field의 데이터 크기는 Function Code에 따라 달라집니다.

Data Field의 데이터 내용은 개별 Function code 설명 부분을 참고하시기 바랍니다.

(4) CRC

CRC 영역은 2 byte로 구성됩니다.

CRC를 통해 기본 Frame내 데이터의 에러 상태를 확인할 수 있습니다. CRC 계산 방법은 "CRC 계산" 장을 참고하시기 바랍니다.

2. ASCII 프로토콜 기본 Frame 구조

ASCII 프로토콜의 기본 Frame 구조는 아래와 같습니다.

| Start | Station No | Function code | Data | LRC | End |
|------------|------------|---------------|--------|--------|--------------|
| 1 byte (:) | 2 byte | 2 byte | N byte | 2 byte | 2 byte(CrLf) |

ASCII mode는 RTU의 Station No, Function code, data 영역의 내용은 동일하나 RTU mode의 Hex 데이터가 ASCII로 표시된 구조를 갖습니다.

아래는 ASCII mode가 RTU와 다른 부분에 대해서만 기술합니다.

(1) Start

Start 영역은 1byte로 구성됩니다.

프로토콜 프레임의 시작을 알려주는 정보로 콜론 ':' 을 사용합니다.

(2) LRC

LRC 영역은 2 byte로 구성됩니다.

RTU mode에서의 CRC와 동일하게 기본 Frame내 데이터의 에러 상태를 확인할 수 있습니다. LRC 계산 방법은 "LRC 계산" 장을 참고하시기 바랍니다.

(3) End

End 영역은 2 byte로 구성됩니다.

프로토콜 프레임의 마지막을 알려주는 정보로 CR(0x0D), LF(0x0A)를 사용합니다.

3. Function code별 프로토콜

다음은 XTOP가 지원하는 Function Code 별 프로토콜 구조에 대한 설명입니다.

아래 프로토콜 구조는 RTU mode를 기준으로 설명하고 ASCII mode는 위 "ASCII 프로토콜 기본 Frame 구조"에서 기술한 사항을 참고하여 RTU mode와 상이한 부분만 고려하시기 바랍니다.

3.1 Function Code 0x01 – Read Coil Status

Function code 0x01은 비트 정보(Coil) 읽기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '0'을 선택했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Bits | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|-----------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | n byte | 2 byte |

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '0'와 비트주소를 33으로 선택한 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Bits | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|-----|
| 0x01 | 0x01 | 0x00, 0x20 | 0x00, 0x10 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x01 | 0x02 | 0x12, 0x34 | - |

3.2 Function Code 0x02 – Read Input Status

Function code 0x02는 읽기 전용 비트 정보(Input) 읽기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '1'을 선택했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Bits | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|-----------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | n byte | 2 byte |

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '1'과 비트주소를 33으로 선택한 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Bits | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|-----|
| 0x01 | 0x02 | 0x00, 0x20 | 0x00, 0x10 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x02 | 0x02 | 0x12, 0x34 | - |

3.3 Function Code 0x03 – Read Holding Registers

Function code 0x03은 Holding Register 정보 읽기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '4'를 선택했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Register | CRC |
|------------|---------------|------------------|-----------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|-----------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | n byte | 2 byte |

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '4'와 워드 주소를 101, 102로 선택한 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Register | CRC |
|------------|---------------|------------------|-----------------|-----|
| 0x01 | 0x03 | 0x00, 0x64 | 0x00, 0x02 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Register Data | CRC |
|------------|---------------|------------|------------------------|-----|
| 0x01 | 0x03 | 0x04 | 0x12, 0x34, 0x56, 0x78 | - |

3.4 Function Code 0x04 – Read Input Registers

Function code 0x04는 입력 전용 Register 정보 읽기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '3'을 선택했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Register | CRC |
|------------|---------------|------------------|-----------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Bits Data | CRC |
|------------|---------------|------------|-----------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | n byte | 2 byte |

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '3'과 워드 주소를 101, 102로 선택한 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Register | CRC |
|------------|---------------|------------------|-----------------|-----|
| 0x01 | 0x04 | 0x00, 0x64 | 0x00, 0x02 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Byte Count | Register Data | CRC |
|------------|---------------|------------|------------------------|-----|
| 0x01 | 0x04 | 0x04 | 0x12, 0x34, 0x56, 0x78 | - |

3.5 Function Code 0x05 – Force Single Coil

Function code 0x05는 비트 정보(Coil) ON/OFF 쓰기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '0'을 선택하여 해당 디바이스에 대한 쓰기를 실행했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

요청 Frame에서 Force Data(ON/OFF)의 종류는 아래와 같습니다.

- ON 데이터 : 0xFF 0x00
- OFF 데이터 : 0x00 0x00

Function Code 0x05 요청에 대한 응답 프레임은 요청 Frame과 동일한 Frame (Echo)으로 응답합니다.

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '0'과 비트 주소를 9로 선택하고 ON을 하는 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x05 | 0x00, 0x08 | 0xFF, 0x00 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x05 | 0x00, 0x08 | 0xFF, 0x00 | - |

3.6 Function Code 0x06 – Preset Single Register

Function code 0x06은 1워드 Register 정보 쓰기 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '4'를 선택하여 해당 디바이스에 대한 쓰기를 실행했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Preset Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Preset Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|-------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

Function Code 0x06 요청에 대한 응답 프레임은 요청 Frame과 동일한 Frame (Echo)으로 응답합니다.

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '4'와 워드 주소를 101을 선택하고 데이터 200값을 쓰기 하는 경우 송,수신 되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x06 | 0x00, 0x64 | 0x00, 0xC8 | - |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | Force Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------|-----|
| 0x01 | 0x06 | 0x00, 0x64 | 0x00, 0xC8 | - |

3.7 Function Code 0x10 – Preset Multiple Registers

Function code 0x10은 2워드 이상의 Register 정보 쓰기를 위한 프로토콜로 XTOP의 디바이스 설정에서 Reference '4'를 선택하여 해당 디바이스에 대한 Recipe, 통신 태그 등을 사용하여 쓰기를 실행했을 때 사용되는 명령입니다.

(1) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Registers | Byte Count | Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------------|------------|--------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 Byte | 1 byte | N byte | 2 byte |

(2) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Registers | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 2 byte | 2 byte | 2 byte |

Function Code 0x10 요청에 대한 응답 프레임은 요청 Frame 중에서 Byte Count와 Data 영역을 제외한 나머지 Frame 으로 응답합니다.

(3) 적용 예

XTOP에서 Reference '4'와 워드 주소를 101을 선택하고 5개 데이터를 각각 200, 300, 400, 500, 600 값을 쓰기 하는 경우 송,수신되는 Frame의 예입니다.

(4) 요청 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Registers | Byte Count | Data | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------------|------------|---|--------|
| 0x01 | 0x10 | 0x00,0x64 | 0x00,0x05 | 0x0A | 0x00,0xC8,0x01,0x2C, 0x01,0x90,0x01,0xF4,0x02,0x58 | 2 byte |

(5) 응답 Frame 구조

| Station No | Function code | Starting Address | No. of Registers | CRC |
|------------|---------------|------------------|------------------|-----|
| 0x01 | 0x10 | 0x00,0x64 | 0x00, 0x05 | - |

4. 에러 응답 (Exception Responses)

본 장에서는 XTOP의 요청에 대해 컨트롤러에서 에러가 발생한 경우 전송되는 에러 응답에 대해 기술합니다.

4.1 에러 응답 기본 Frame 구조

아래는 에러 발생시 컨트롤러에서 전송되는 에러 응답의 기본 프로토콜 구조입니다.

| Station No | Function code | Exception code | CRC |
|------------|---------------|----------------|--------|
| 1 byte | 1 byte | 1 byte | 2 byte |

(1) Function Code

Function code 영역은 XTOP가 요청한 Function code에 0x80을 더한 값을 리턴 합니다. 즉 XTOP가 Holding Register 읽기를 위해 0x03 로 데이터를 요청했을 때 에러가 발생한 경우 컨트롤러는 0x83 (0x80 + 0x03)을 Function code로 리턴 합니다.

(2) Exception Code

Exception code 영역은 에러 원인에 대한 Code를 표시합니다. 에러 코드별 내용은 아래 표에 나타나 있습니다.

| 에러 코드 | 명칭 | 내용 |
|-------|---------------------------|---|
| 0x01 | 허용되지 않는 Function | 수신된 Frame의 요청 Function 코드가 컨트롤러에서 지원하지 않는 경우 |
| 0x02 | 허용되지 않는 주소 범위 | 수신된 Frame의 요청 주소가 컨트롤러에서 지원되는 주소 범위를 벗어난 경우 |
| 0x03 | 허용되지 않는 데이터 값 | 수신된 Frame의 데이터 값이 컨트롤러에서 허용되지 않는 데이터 값인 경우 |
| 0x04 | Slave(컨트롤러) 디바이스 오류 | 수신된 Frame을 컨트롤러에서 처리하는 과정에서 오류가 발생한 경우 |
| 0x05 | Acknowledge | 수신된 Frame을 컨트롤러가 처리하는 과정에 시간이 소요되는 경우로 Master를 에러처리 하지 않고 다음 process 진행 |
| 0x06 | Slave 디바이스 Busy | 컨트롤러가 프로그램을 처리 중에 있는 상태로 Master는 컨트롤러가 프로그램 처리 완료 후 Frame 요청 |
| 0x07 | Negative Acknowledge(NAK) | 컨트롤러가 수신된 Frame을 처리하지 못함 |