

MC3 컨트롤러 기초 사용 매뉴얼

MC3001
MC3603
MC5004
MC5004 STO
MC5005
MC5010
MCS3242 BX4
MCS3268 BX4
MCS3274 BP4

목차

1	제품의 분류	5
1.1	MC3001x RS/CO	5
1.1.1	MC3001B RS/CO 핀 설명	5
1.1.2	MC3001P RS/CO 핀 설명	7
1.2	MC3603S ET (출시예정, 출시 후 Update)	7
1.3	MC5004 모델	8
1.3.1	MC5004P RS/CO/ET	9
1.3.2	MC5004P STO RS/CO/ET	10
1.4	MC50xxS xx	11
1.5	MCS 32xx 시리즈	12
2	기초 배선연결 및 통신환경 구축	15
2.1	통신 회선 연결 방법	15
2.1.1	RS232 통신환경 구축	15
2.1.2	CANopen 통신환경 구축	16
2.1.3	EtherCAT 통신환경 구축	16
2.2	컨트롤러 전원 연결	16
2.3	모터 연결 방법	17
2.3.1	DC Motor + Encoder 조합의 배선	17
2.3.2	BLDC 모터 및 리니어 모터의 배선	18
2.3.3	BLDC + Absolute Encoder 조합의 배선	19
3	외부 입/출력 및 신호연결	20
3.1	외부 입력	20
3.1.1	물리 스위치 입력 구성	20
3.1.2	앰프 내장 PNP센서 입력	20

3.1.3	앰프 내장 NPN 센서입력	21
3.2	외부 출력 구성	21
4	모션매니저 설치 및 초기 작업	22
4.1	모션매니저 다운로드 및 설치	22
4.2	컨트롤러 통신 연결	23
4.3	모터 설정	27
5	기초테스트	33
5.1	Motion cockpit	33
5.2	Graphical analysis	39
6	상세설정 방법	44
6.1	컨트롤러 노드 설정 또는 통신속도 변경	44
6.2	Limit/ Home SW 설정	45
6.3	모션 프로파일 설정	47
6.4	에러 처리관련 설정	47
6.5	디지털 출력 및 전자 브레이크 제어 설정	48
6.6	Controller tuning	49
6.7	기초 명령어	52
6.8	매크로	52
6.9	전자 기어비 설정	54
6.10	외부 입력을 이용한 동작모드	55
6.10.1	외부 제어신호 입력 스케일링 설정	56
6.10.2	아날로그 위치/속도/토크 제어 모드(APC/AVC/ATC)	58
6.10.3	Gearing mode	59
6.10.4	Step/dir. mode	60
6.11	컨트롤러 설정 추출 및 덮어쓰기	61

6.12	펌웨어 업데이트	62
7	자주 하는 질문들.....	63
7.1	모터의 속도 및 위치제어가 불가능할 경우.....	63
7.1.1	모터 오배선.....	63
7.1.2	엔코더 및 홀센서가 손상된 경우.....	63
7.2	컨트롤러의 통신 연결 불량 문제.....	65
7.2.1	종단저항.....	65
7.2.2	통신 어댑터.....	66
7.2.3	배선(GND Common).....	67
7.2.4	COM PORT 점검 방법.....	67
7.3	Graphical analysis에서 추출한 CSV 파일을 올바르게 보는 방법	67
7.4	모터 부착 센서 유형에 따른 권장 케이블 길이	69
7.5	모터 및 전원 케이블의 접지 처리 및 배선 정리	70
7.6	MC3 컨트롤러 자체 5V 전원을 사용하여 센서를 연결하는 방법	74
7.7	어플리케이션 노트 모음	75

1 제품의 분류

MC3 계열 컨트롤러는 정격 용량과 케이스 유/무 또는 통신 형태 및 일체형으로 나누어 시각적으로는 크게 3가지 외형으로 구분됩니다.



주의: 각 컨트롤러의 품명을 확인하고 적절한 부분에 배선을 연결해야 모터와 컨트롤러의 정상적인 구동을 보장할 수 있습니다.

1.1 MC3001x RS/CO



MC3001B RS/CO

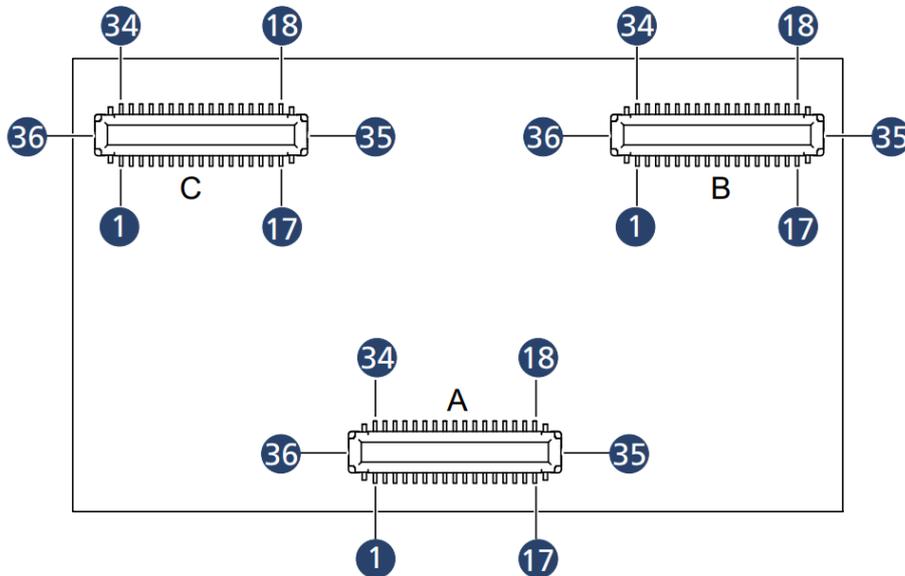


MC3001P RS/CO

형태에 따라 MC3001B와 MC3001P로 구분됩니다. MC3001B의 경우 기본적인 USB 연결 인터페이스가 존재하지 않기 때문에 별도의 Motherboard 없이는 통신 연결이 불가능하므로 주의하여야 합니다. (MC3001P의 경우 USB 포트가 내장되어 있습니다.)

1.1.1 MC3001B RS/CO 핀 설명

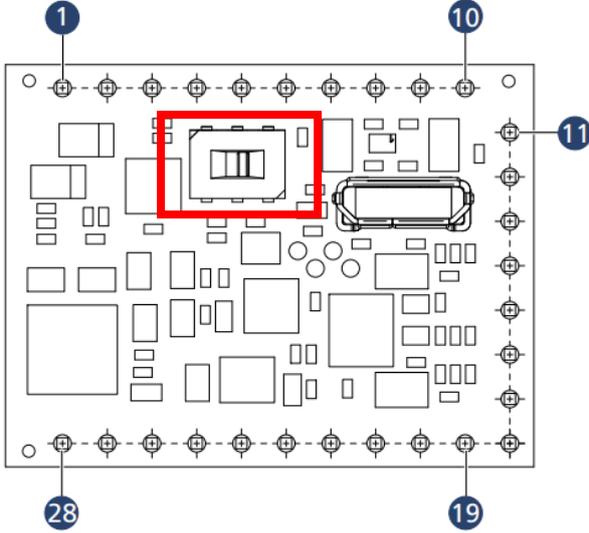
MC3001B는 후방에 3개의 MOLEX 505413-3410 커넥터를 상대로 사용해서 연결하며 배치도는 다음과 같습니다.



커넥터 A			커넥터 B			커넥터 C		
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	GND	Ground connection	1	UDD	5V supply connection	1	n.c.	-
2~3	Up	Power supply for logic	2~4	GND	Ground connection	2~5	Reserved	Do not connect
4	CAN-L	CAN-Low	5~7	Reserved	Do not connect	6~9	GND	Ground connection
5	CAN-H	CAN-High	8	n.c.	-	10~13	Phase B	Motor phase B
6	GND	Ground connection	9	AnIn 1	Analogue input	14~17	GND	Ground connection
7	Reserved	Do not connect	10	AGND	Analogue ground	18~28	Phase B	Motor phase B
8	GND	Ground connection	11	AnIn 2	Analogue input	29~34	Reserved	Do not connect
9	UDD	5V supply connection	12~13	n.c.	-	35	Phase C	Motor phase C
10	DigIn 1	Digital input	14~16	GND	Ground connection	36	Phase A	Motor phase A
11	DigIn 2	Digital input	17	Reserved	Do not connect			
12	DigIn 3	Digital input	18	GND	Ground connection			
13	DigOut 1	Digital output	19	Channel /A	Encoder channel /A			
14	DigOut 2	Digital output	20	Channel /B	Encoder channel /B			
15	TxD	RS232 transmit	21	/Index	/Index channel			
16	RxD	RS232 receive	22	Index	Index channel			
17~18	EGND	Earth connection	23	Channel B	Encoder channel B			
19	USB ID	USB port ID	24	Channel A	Encoder channel A			
20	USB D+	USB port D+	25~26	Reserved	Do not connect			
21	USB D-	USB port D-	27	Sens A	Hall sensor A			
22	USB VCC	USB port VCC	28	Sens B	Hall sensor B			
23~31	Reserved	Do not connect	29	Sens C	Hall sensor C			
32~33	Up	Power supply for logic	30~33	GND	Ground connection			
34~35	GND	Ground connection	34	UDD	5V supply connection			
36	Umot	Power supply for motor	35	GND	Ground connection			
			36	UDD	5V supply connection			

1.1.2 MC3001P RS/CO 핀 설명

MC3001P는 총 28개의 핀으로 구성되어 있으며 배치도는 다음과 같습니다.



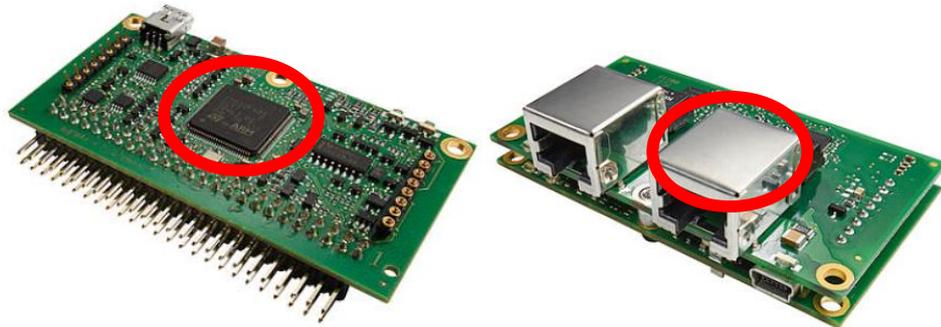
i 참조: 3001P의 통신선택 Dip switch는 위 그림 기준 우측으로 설정하면 RS232모드, 좌측으로 설정하면 CANopen모드로 설정됩니다.

Pin	Designation	Meaning
1	GND	Ground connection
2	Umot	Power supply of the motor
3	Up	Power supply for logic
4	CAN-H TxD	CAN-High RS232 transmit
5	CAN-L RxD	CAN-Low RS232 receive
6	DigIn 1	Digital input
7	DigIn 2	Digital input
8	DigIn 3	Digital input
9	DigOut 1	Digital output
10	DigOut 2	Digital output
11	EGND	Earth connection
12	GND	Ground connection
13	AnIn 1	Analogue input
14	AGND	Analogue ground
15	AnIn 2	Analogue input
16	Channel /A	Encoder channel /A
17	Channel /B	Encoder channel /B
18	/Index	/Index channel
19	Index	Index channel
20	Channel B	Encoder channel B
21	Channel A	Encoder channel A
22	Sens C	Hall sensor C
23	Sens B	Hall sensor B
24	Sens A	Hall sensor A
25	UDD	5V supply connection
26	Phase C	Motor phase C
27	Phase B	Motor phase B
28	Phase A	Motor phase A

1.2 MC3603S ET (출시예정, 출시 후 Update)

1.3 MC5004 모델

MC5004는 STO 옵션의 유무와 통신 인터페이스에 따라 크게 네 종류로 구분됩니다.



RS/CO Type

ET Type

MC5004P 시리즈는 통신 인터페이스에 따라 RS232/CANopen 겸용 버전과 EtherCAT 버전이 존재합니다. 각 컨트롤러의 차이는 기판의 층수 또는 RJ45커넥터(또는 3x2 IDC 커넥터)의 존재 유무로 구분할 수 있습니다.

1층기판일 경우 RS/CO버전, 2층 기판에 RJ45 또는 3x2 IDC커넥터가 2개 있을 경우 EtherCAT 버전 컨트롤러입니다.

STO버전과 일반 버전과의 외형상 차이점은 존재하지 않습니다. 따라서 컨트롤러의 형태에 따라 붉은 원 부분에 부착된 라벨의 각인으로 제품을 구분해야 합니다.



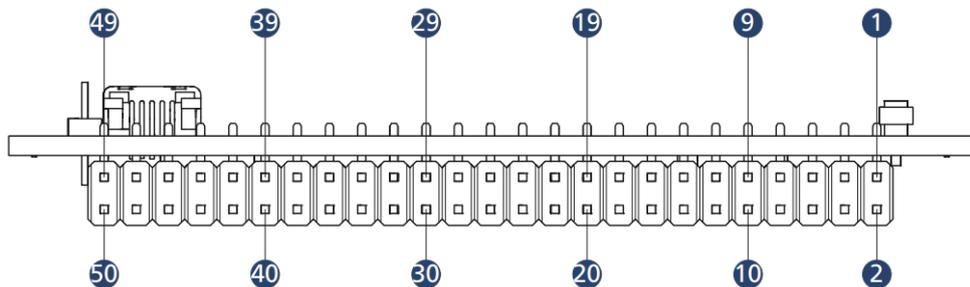
부착된 라벨의 적색 사각형 안의 코드에 따라 컨트롤러의 최종 타입을 확인할 수 있습니다.

6500.01669: MC5004P RS/CO

6500.01670: MC5004P ET

6500.01717: MC5004P STO RS/CO

6500.01718: MC5004P STO ET



MC5004P 컨트롤러는 총 50핀으로 구성되어 있으며 STO 기능의 유무에 따라 각 핀의 기능이 달라집니다. 상세한 핀 배치도는 다음페이지의 표를 참조하여 주십시오

1.3.1 MC5004P RS/CO/ET

MC5004P RS/CO/ET					
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	Phase A	Motor phase A	26	n.c.	–
2	Phase A	Motor phase A	27	DigOut 1	Digital output
3	Phase B	Motor phase B	28	DigOut 2	Digital output
4	Phase B	Motor phase B	29	DigOut 3	Digital output
5	Phase C	Motor phase C	30	UDD	5V Power supply
6	Phase C	Motor phase C	31	GND	Ground connection
7	Umot	Power supply for motor	32	DigIn 1	Digital input
8	Umot	Power supply for motor	33	DigIn 2	Digital input
9	GND	Ground connection	34	DigIn 3	Digital input
10	GND	Ground connection	35	DigIn 4	Digital input
11	Up	Power supply for logic	36	DigIn 5	Digital input
12	n.c.	–	37	DigIn 6	Digital input
13	n.c.	–	38	DigIn 7	Digital input
14	Sens A	Hall sensor A	39	DigIn 8	Digital input
15	Sens B	Hall sensor B	40	AGND	Analogue ground
16	Sens C	Hall sensor C	41	AnIn 1	Analogue input
17	UDD	5V Power supply	42	AnIn 2	Analogue input
18	GND	Ground connection	43	n.c.	–
19	Channel A	Encoder channel A	44	n.c.	–
20	Channel /A	Encoder channel /A	45	n.c.	–
21	Channel B	Encoder channel B	46	CAN-H	CAN-High
22	Channel /B	Encoder channel /B	47	CAN-L	CAN-Low
23	Index	Index channel	48	GND	Ground connection
24	/Index	/Index channel	49	TxD	RS232 transmit
25	n.c.	–	50	RxD	RS232 receive

i 참조: 명칭이 동일한 Pin은 전기적인 용량을 고려하여 서로간에 연결되어 있는 상태를 의미합니다.

1.3.2 MC5004P STO RS/CO/ET

MC5004P STO RS/CO/ET					
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	Phase A	Motor phase A	26	n.c.	–
2	Phase A	Motor phase A	27	DigOut 1	Digital output
3	Phase B	Motor phase B	28	DigOut 2	Digital output
4	Phase B	Motor phase B	29	n.c.	–
5	Phase C	Motor phase C	30	UDD	5V Power supply
6	Phase C	Motor phase C	31	GND	Ground connection
7	Umot	Power supply for motor	32	DigIn 1	Digital input
8	Umot	Power supply for motor	33	DigIn 2	Digital input
9	GND	Ground connection	34	DigIn 3	Digital input
10	GND	Ground connection	35	DigIn 4	Digital input
11	Up	Power supply for logic	36	STO GND 2	GND for STO input 2
12	GND	Ground connection Up	37	STO IN 2	Signal STO 2
13	n.c.	–	38	STO IN 1	Signal STO 1
14	Sens A	Hall sensor A	39	STO GND 1	GND for STO input 1
15	Sens B	Hall sensor B	40	AGND	Analogue ground
16	Sens C	Hall sensor C	41	AnIn 1	Analogue input
17	UDD	5V Power supply	42	AnIn 2	Analogue input
18	GND	Ground connection	43	STO Out 1	STO status (active/inactive)
19	Channel A	Encoder channel A	44	STO 24V In	Supply of status outputs
20	Channel /A	Encoder channel /A	45	STO Out 2	STO error message (ok/nok)
21	Channel B	Encoder channel B	46	CAN-H	CAN-High
22	Channel /B	Encoder channel /B	47	CAN-L	CAN-Low
23	Index	Index channel	48	GND	Ground connection
24	/Index	/Index channel	49	TxD	RS232 transmit
25	n.c.	–	50	RxD	RS232 receive

i 참조: 명칭이 동일한 Pin은 전기적인 용량을 고려하여 서로간에 연결되어 있는 상태를 의미합니다.

1.4 MC50xxS xx



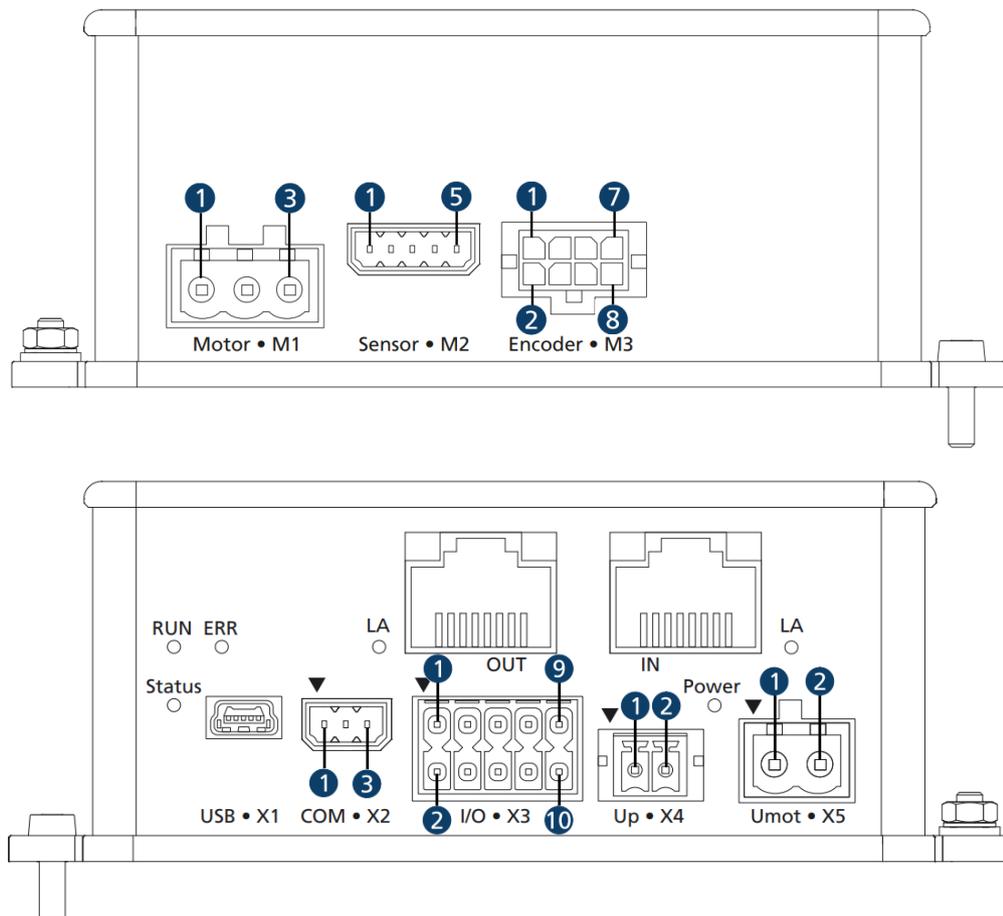
RS 또는 CO Type

ET Type

RS 또는 CO버전의 경우 외형상 차이점이 존재하지 않으나 측면에 부착된 라벨에 각인된 품명을 정보로 하여 컨트롤러의 종류를 구분할 수 있습니다.

ET버전의 경우 타 버전 컨트롤러에 비해 높이가 높으며 두 개의 RJ45 커넥터와 상태 LED가 추가되어 있는 것으로 구분할 수 있습니다.

MC50xxS 컨트롤러는 양면으로 컨트롤러 측, 모터 측 커넥터가 배치되어 있으며 핀 배치도는 다음과 같습니다.

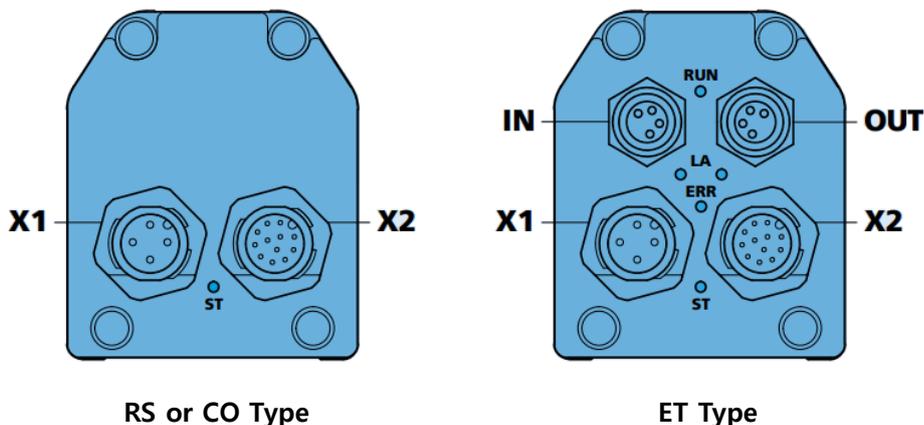


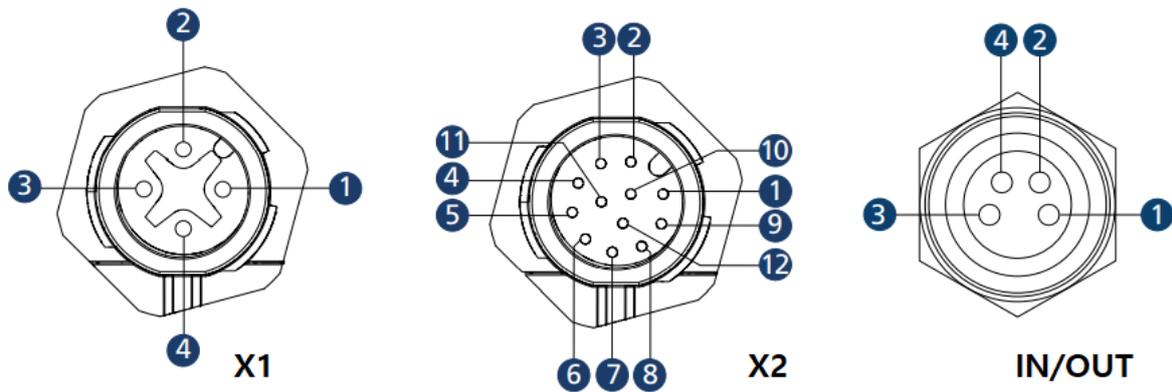
M1			M2			M3		
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	Phase A	Motor phase A	1	UDD	5V Power supply	1	UDD	5V Power supply
2	Phase B	Motor phase B	2	GND	Ground connection	2	GND	Ground connection
3	Phase C	Motor phase C	3	Sens A	Hall sensor A	3	Channel /A	Encoder channel /A
			4	Sens B	Hall sensor B	4	Channel A	Encoder channel A
			5	Sens C	Hall sensor C	5	Channel /B	Encoder channel /B
						6	Channel B	Encoder channel B
						7	/Index	/Index channel
						8	Index	Index channel

X2(RS232) – MC50xxS RS, ET			X3			X4		
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	TxD	RS232 transmit	1	UDD	5V Power supply	1	GND	Ground connection
2	RxD	RS232 receive	2	GND	Ground connection	2	Up	Power supply for logic
3	GND	Ground connection	3	DigOut 1	Digital output	X5		
X2(CANopen) – MC50xxS CO			4	DigOut 2	Digital output			
1	CAN-H	CAN-High	5	DigIn 1	Digital input	1	GND	Ground connection
2	CAN-L	CAN-Low	6	DigIn 2	Digital input	2	Umot	Power supply for motor
3	GND	Ground connection	7	DigIn 3	Digital input			
			8	AnIn 1	Analogue input			
			9	AnIn 2	Analogue input			
			10	AGND	Analogue ground			

1.5 MCS 32xx 시리즈

MCS 시리즈는 본체 후면의 커넥터를 통하여 전원 및 I/O, 통신 배선을 연결합니다. 본체 후면의 커넥터는 RS232 또는 CANopen 타입일 경우 두 개, EtherCAT 타입일 경우 총 4개의 커넥터로 구성됩니다.





X1			X2		
Pin	Designation	Meaning	Pin	Designation	Meaning
1	GND	Ground connection	1	GND	Ground connection
2	Up	Power supply for logic	2	CAN_L/RxD	CAN-Low or RxD
3	Umot	Power supply for motor	3	CAN_H/TxD	CAN-High or TxD
4	EGND	Housing Ground (FG)	4	UDD	5V Power supply
IN/OUT (ET Type only)			5	DigOut1	Digital output
Pin	Designation	Meaning	6	DigOut2	Digital output
1	Rx/Tx +	Rx/Tx Positive	7	DigIn1	Digital input
2	Tx/Rx +	Tx/Rx Positive	8	DigIn2	Digital input
3	Tx/Rx -	Rx/Tx Negative	9	DigIn3	Digital input
4	Rx/Tx -	Tx/Rx Negative	10	AnIn1	Analog input
			11	ANGND	Analog Ground
			12	AnIn2	Analog input
			Shielding	EGND	Housing Ground (FG)

MCS 시리즈의 후면 커넥터에 장착되는 Reference Cable 은 다음과 같습니다.

Connector	Cable Manufacturer	Product code	Info
X1	Phoenix Contact	1536285	M12, 4pin, Straight
		1536405	M12, 4pin, Angled
X2	Phoenix Contact	1430129	M12, 12pin, Straight
		1430161	M12, 12pin, Angled
IN/OUT	Murr Elektronik	7000-89701-7910150	M8 to M8, Straight
		7000-89771-7910150	M8 to M8, Angled
		7000-89721-7910150	M8 to RJ45, Straight
		7000-89781-7910150	M8 to RJ45, Angled

각각의 Reference Cable 에 대한 Pin map 은 다음과 같습니다.

IN/OUT		X1		
Function	IN/OUT	Function	Wire color	MCS X1
TxD+	Pin 1	GND	Brown	Pin 1
RxD+	Pin 2	UP	White	Pin 2
TxD-	Pin 3	Umot	Blue	Pin 3
RxD-	Pin 4	EGND	Black	Pin 4
		X2		
		Function	Wire color	MCS X2
		GND	Brown	Pin1
		CAN_H/RxD	Blue	Pin2
		CAN_L/TxD	White	Pin3
		UDD	Green	Pin4
		DigOut1	Pink	Pin5
		DigOut2	Yellow	Pin6
		DigIn1	Black	Pin7
		DigIn2	Gray	Pin8
		DigIn3	Red	Pin9
		AnIn1	Violet	Pin10
		AGND	Gray/pink	Pin11
		AnIn2	Red/blue	Pin12
		EGND	-	Shielding

2 기초 배선연결 및 통신환경 구축

MC3.0 컨트롤러는 통신형식과 지원되는 모터의 유형에 따라 몇 가지 종류로 구분됩니다. 컨트롤러를 올바르게 사용하기 위해서는 사용중인 컨트롤러의 유형에 알맞은 배선작업이 선행되어야 합니다.

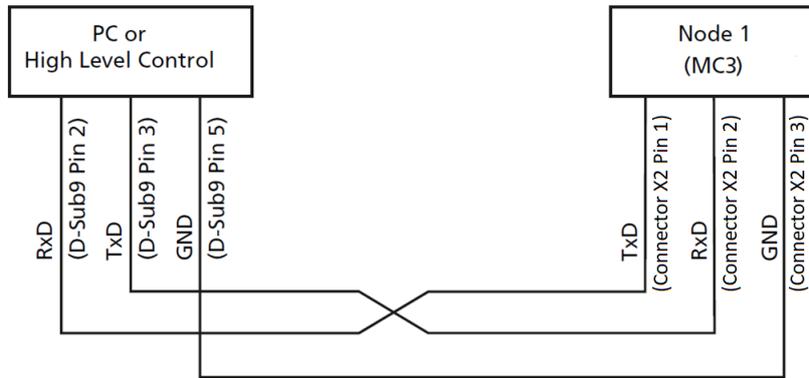


주의: 배선작업 연결 시 [챕터 7.5](#)를 참조하시어 누전 및 노이즈 방지대책을 고려하여 주십시오.

2.1 통신 회선 연결 방법

2.1.1 RS232 통신환경 구축

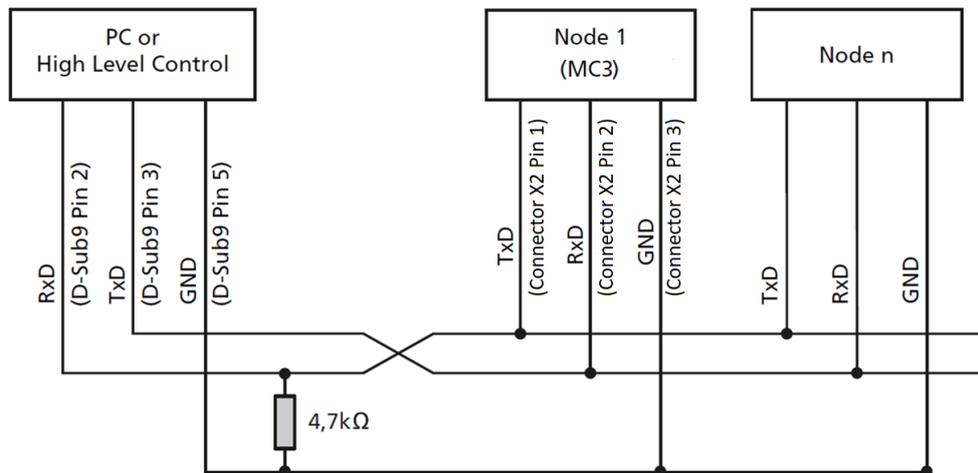
시리얼 통신을 지원하는 기기 (PC나 PLC 또는 기타 임베디드 시스템)의 통신 단자를 아래 그림과 같이 1:1로 연결합니다. 이때 반드시 상위 제어기의 TxD는 컨트롤러의 RxD로, 상위 제어기의 RxD는 컨트롤러의 RxD단자로 교차 연결하여야 합니다.



컨트롤러 연결 후 시리얼 통신을 정상연결하기 위한 추가 설정은 다음과 같습니다. (모션매니저 사용 시 baud rate외 나머지 부분은 자동으로 설정되어 있습니다.)

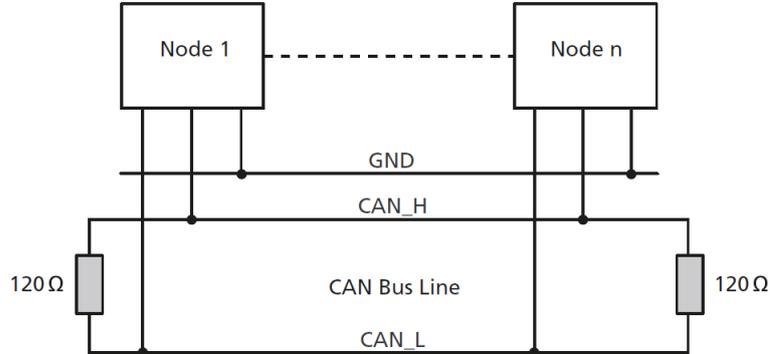
- Baud rate: 115600 (출고 초기 설정. 이후 변경 가능),
- 데이터비트: 8, 패리티 비트: 없음, 정비 비트: 1, 흐름제어: 없음

하나의 회선으로 여러 개의 컨트롤러를 연결하고자 할 때에는 4.7KΩ의 종단저항을 추가하여 아래와 같이 연결합니다.



2.1.2 CANopen 통신환경 구축

CAN 통신을 지원하는 기기 (PC나 PLC 또는 기타 임베디드 시스템)의 통신 단자를 아래 그림과 같이 1:1로 연결합니다.



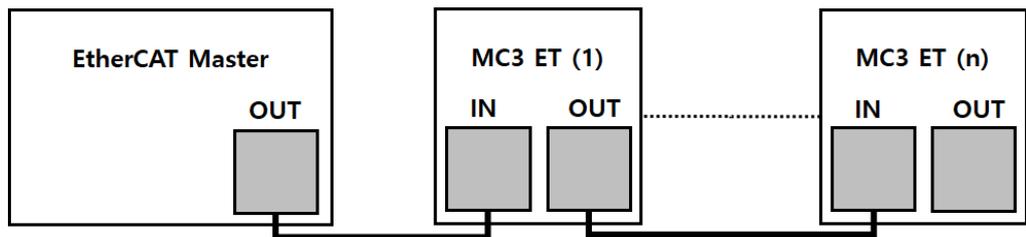
⚠ 주의: 120Ω 종단저항 연결은 필수입니다. 종단저항을 누락할 시 통신 연결이 정상적으로 되지 않을 수 있습니다.

⚠ 주의: PC에서 모션매니저와 USB to CAN컨버터를 사용하여 연결하고자 할 경우 모션매니저에서는 특정 제조사의 인터페이스만을 정상 지원합니다. 지원되는 CAN 어댑터의 제조사는 다음과 같습니다.

- HMS-IXXAT (<https://www.hms-networks.com>, <https://www.ixxat.com>)
- Peak (<https://www.peak-system.com>)
- ESD (<https://esd.eu>)
- EMS (<https://www.ems-wuensche.com>)

2.1.3 EtherCAT 통신환경 구축

EtherCAT 통신을 하기 위해서는 **카테고리 5 이상** RJ45 표준 Ethernet 케이블이 필요합니다. 컨트롤러에 위치한 IN/OUT 포트의 명칭에 주의하여 다음과 같이 EtherCAT 마스터와 컨트롤러를 연결하여 줍니다.

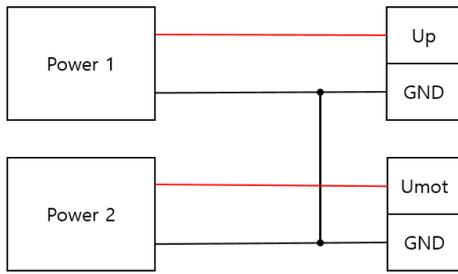


2.2 컨트롤러 전원 연결

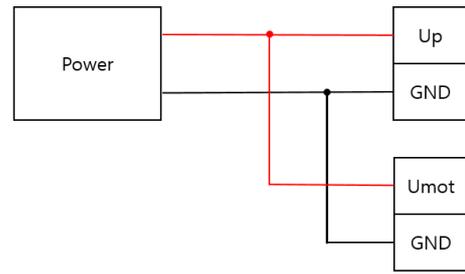
컨트롤러의 주 전원 배선 단자는 U_B 와 GND로 구성되어 있으며 허용 가능한 동작 전압은 제품의 종류에 따라 약간의 차이는 있습니다. 상세 사양 및 배선 방법은 아래와 같습니다.

허용전압범위	6~30V	~36V	12~50V
해당 제품	MC3001x RS/CO	MC3603S ET	MC50xx MCS32xx

전원 배선 방법에 따라 제어부 전원 (U_p)과 모터부 전원 (U_{mot})을 별도의 전원으로 분리하여 공급하는 방법과 하나의 전원을 공유하는 방식으로 구성할 수 있습니다. 각 방식에 따른 배선 방식은 아래 그림과 같습니다.



별도의 전원으로 분리하여 사용 할 경우



하나의 전원을 공용으로 사용할 경우

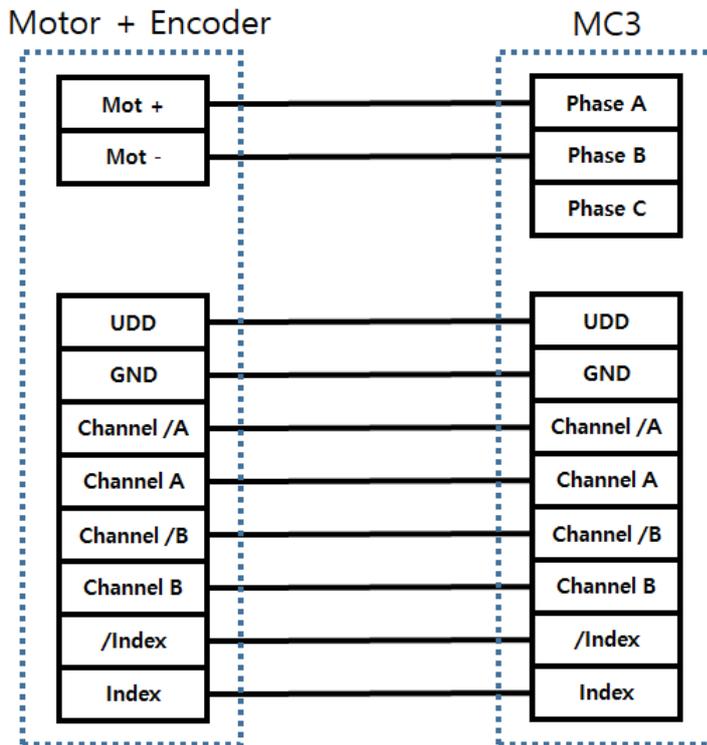
i 참조: 컨트롤러를 PC등의 상위제어기를 연결할 때에는 반드시 컨트롤러의 전원을 공급하여야 합니다. (통신 포트는 전원을 공급하는 기능을 수행하지 않습니다.)

2.3 모터 연결 방법

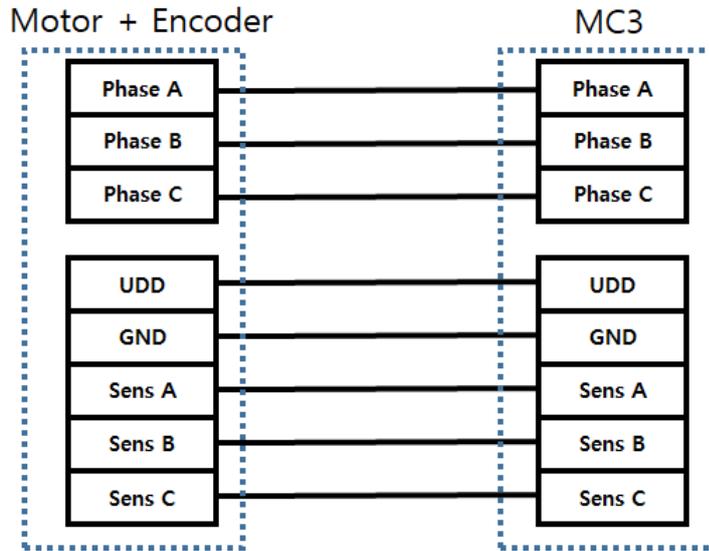
컨트롤러에 연결하고자 하는 모터의 유형에 따라 아래 배선도를 참조하여 배선을 진행하여 주십시오. 연결되어 있지 않은 단자는 사용하지 않음을 의미합니다.

i 참조: 컨트롤러 일체형 모터인 MCS 시리즈는 해당 절차가 필요치 않습니다.

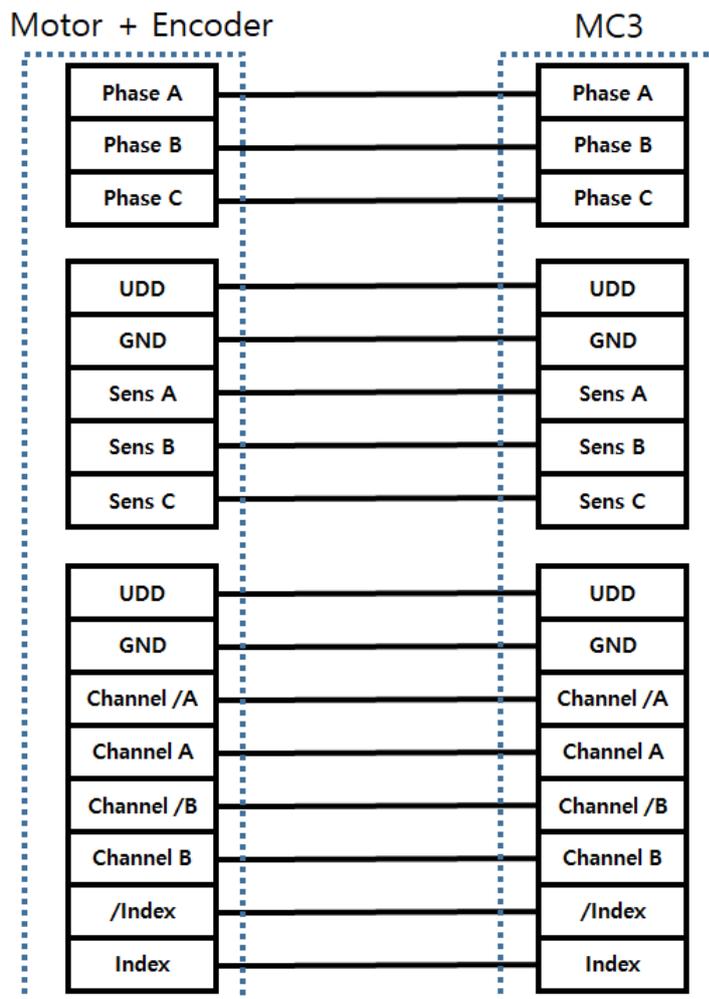
2.3.1 DC Motor + Encoder 조합의 배선



2.3.2 BLDC 모터 및 리니어 모터의 배선

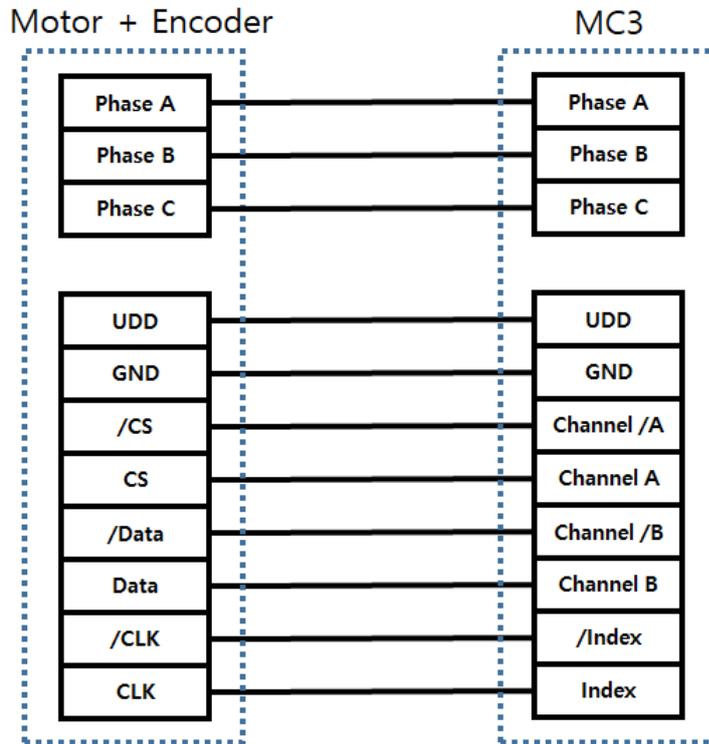


엔코더를 사용하지 않는 BLDC, 또는 리니어 모터의 배선

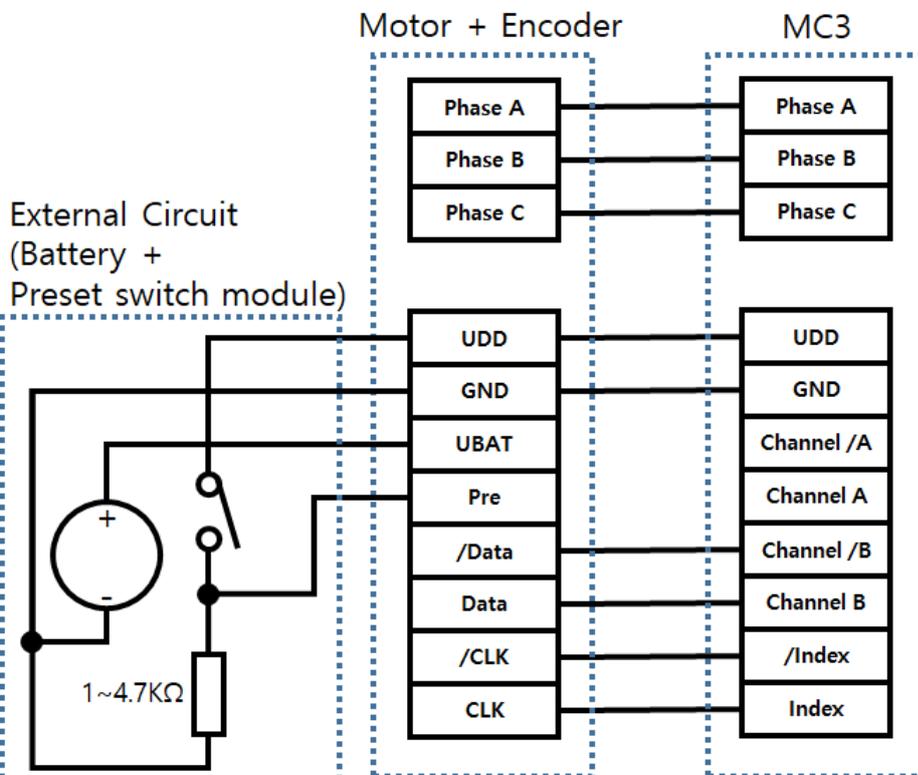


엔코더를 사용하는 BLDC 모터의 배선

2.3.3 BLDC + Absolute Encoder 조합의 배선



싱글턴 애플루트 엔코더 조합의 배선 (AES-4096L / AESM-4096)



멀티턴 애플루트 엔코더 조합의 배선 (AEMT-12/16L)



참조: 배터리 모듈은 별매품 사용 또는 추가적인 외부 회로 구성을 통하여 연결하여야 합니다.

3 외부 입/출력 및 신호연결

3.1 외부 입력

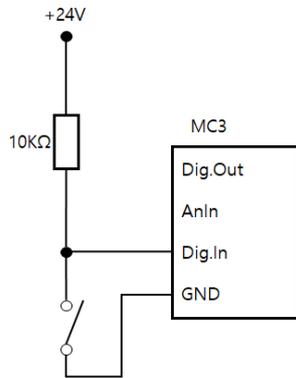
MC3컨트롤러는 최소 3개에서 최대 8개의 기본 디지털 입력 포트를 가지고 있습니다. 추가적인 입력 포트가 필요 할 경우 통신 연결 후 입력 설정을 통하여 아날로그 입력 핀2개를 디지털 입력으로 전환할 수 있습니다.

디지털 입력신호를 구성하는 방법은 사용하는 부품에 따라 크게 세가지로 나뉘어집니다.

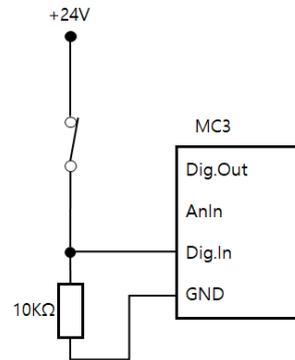
3.1.1 물리 스위치 입력 구성

추가 회로 없이 순수 접점만 존재하는 일반 물리스위치의 경우 정상적으로 신호를 입력 시키기 위해서는 풀 업(NPN신호 Type)이나 풀 다운(PNP신호 입력)회로의 추가 구성이 필요합니다. 입력회로를 구성하는 방법은 아래 회로도를 참조하여 주십시오.

i **참조:** 예시로 작성된 컨트롤러의 표준 디지털 입력 포트(Dig In 1~3)에 연결하였을 때를 기준으로 작성되어 있습니다. 이러한 구성법은 다른 디지털 입력포트(디지털 입력으로 전환한 AnIn 1~2)에도 동일하게 적용됩니다. 일반적인 경우 풀 업이나 풀 다운 저항으로는 10KΩ 저항이 권장됩니다.



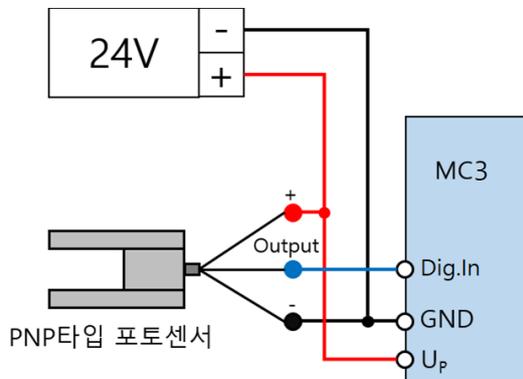
NPN 회로 구성
(접점이 붙으면 Low, 접점이 떨어질 때 High)



PNP 회로 구성
(접점이 붙으면 High, 접점이 떨어질 때 Low)

3.1.2 앰프 내장 PNP센서 입력

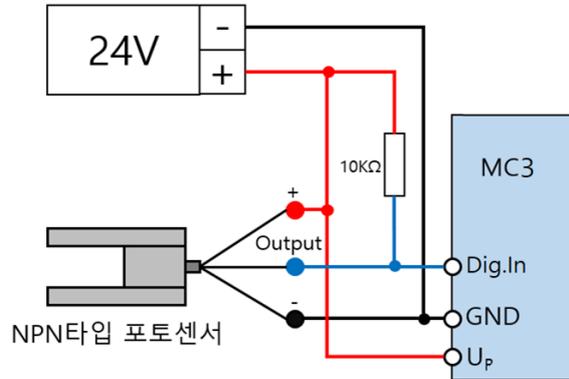
내부에 회로가 구성된 앰프 내장형 PNP 센서의 경우 기본적으로 EU표준을 준수하여 n-common회로로 설계된 FAULHABER 컨트롤러와 회로 기본 구성방식이 동일합니다. 따라서 앰프내장형 PNP 센서는 아래와 같이 별도의 회로 구성 없이 배선 연결만으로 컨트롤러로 신호를 인식 시키는 것이 가능합니다.



i **참조:** 위 구성은 24V 전원을 컨트롤러와 공용으로 사용하여 센서를 배선할 때 예시입니다. MC3컨트롤러 자체 내장 5V 전원을 사용하실 경우에는 [챕터 7.6](#)을 참조하여주십시오

3.1.3 앰프 내장 NPN 센서입력

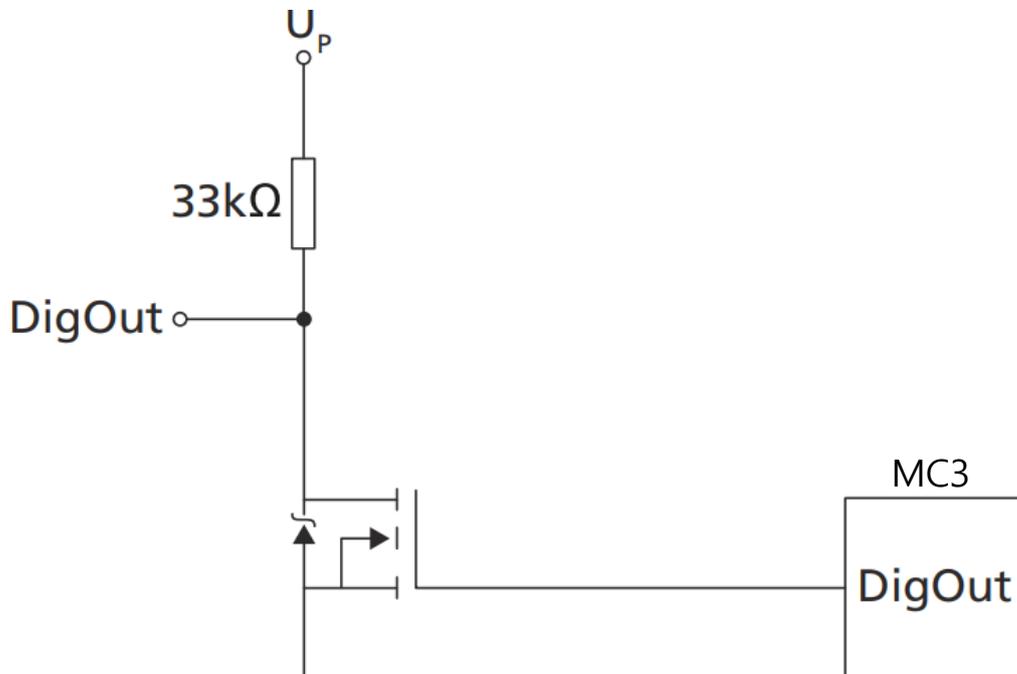
내부에 회로가 구성된 앰프 내장형 NPN 센서의 경우 기본적으로 EU표준을 준수하여 n-common회로로 설계된 FAULHABER 컨트롤러와 회로 기본 구성방식이 반대입니다. 따라서 앰프내장형 NPN 센서는 아래와 같이 별도의 풀 업 회로 구성을 통하여 컨트롤러로 신호를 인식 시켜야 합니다.



i 참조: 위 구성은 24V 전원을 컨트롤러와 공용으로 사용하여 센서를 배선할 때 예시입니다. MC3컨트롤러 자체 내장 5V 전원을 사용하실 경우에는 [챕터 7.6](#)을 참조하여주십시오.

3.2 외부 출력 구성

MC3컨트롤러의 디지털 출력 핀은 사용자가 출력 신호의 레벨을 지정할 수 있도록 오픈 컬렉터 출력으로 구성되어 있으므로 이를 사용하기 위해서는 아래 회로도 와 같이 외부 회로 구성을 통하여 출력단을 구성해야 합니다. 출력단을 구성하는 부품은 접촉/비 접촉식 릴레이 또는 트랜지스터 등 스위칭 전력이 20mA 이하인 소자는 어떠한 것이든 사용하실 수 있습니다.



4 모션매니저 설치 및 초기 작업

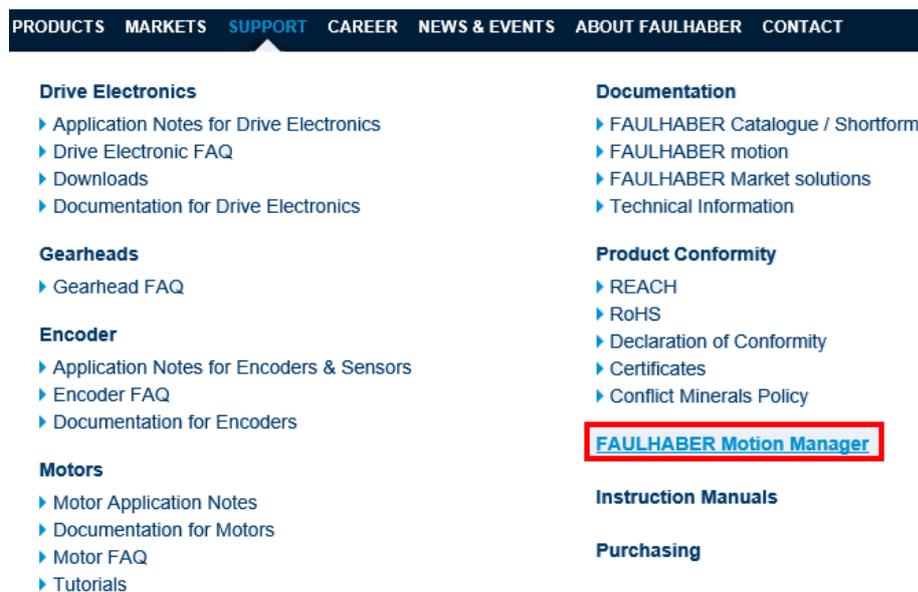
FAULHABER 모션 컨트롤러는 상위 제어기와의 통신을 통한 제어 방식을 기본으로 하고 있습니다. 그에 따라서 PC를 이용한 컨트롤러의 초기 셋업 및 시운전을 지원하는 UI를 제공하고 있습니다.

4.1 모션매니저 다운로드 및 설치

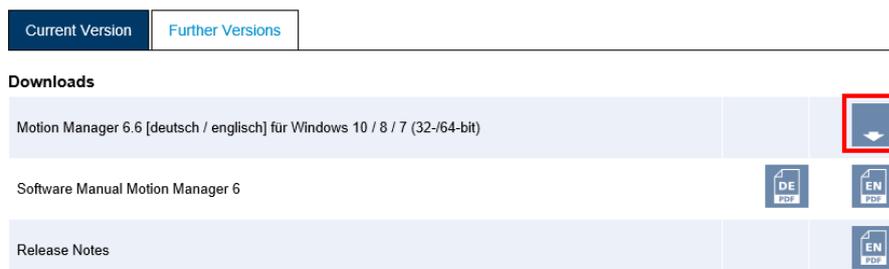
모션매니저는 FAULHABER 홈페이지(www.faulhaber.com)에 접속하여 아래와 같은 절차를 거치면 별도의 제한 없이 무료로 다운로드 받으실 수 있습니다.



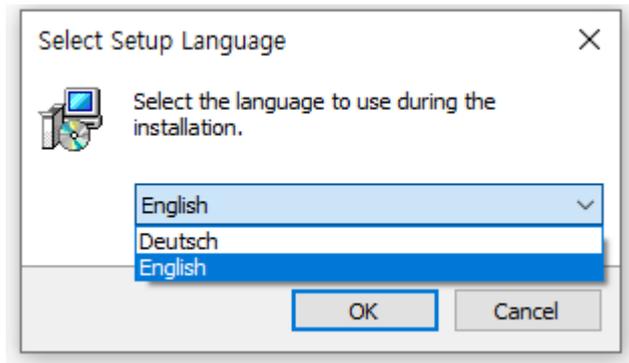
1) Faulhaber 홈페이지 접속 후 상단 [Support] 메뉴 위에 마우스 커서를 옮겨주십시오



2) 팝업 되는 메뉴 항목 중 우측 하단 [FAULHABER Motion Manager]를 클릭합니다.



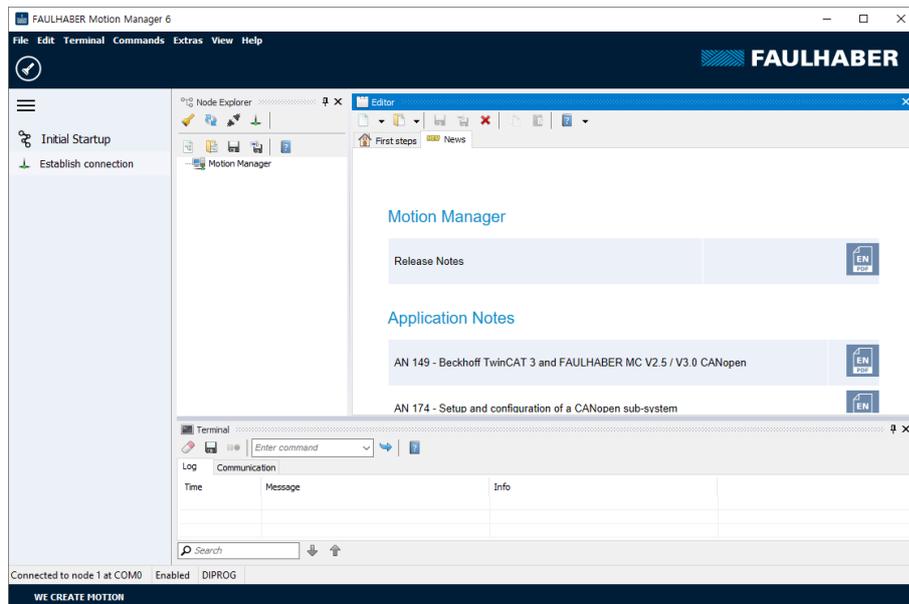
3) 페이지 내에서 최신 버전의 다운로드 링크를 찾아서 다운로드 해 주십시오.



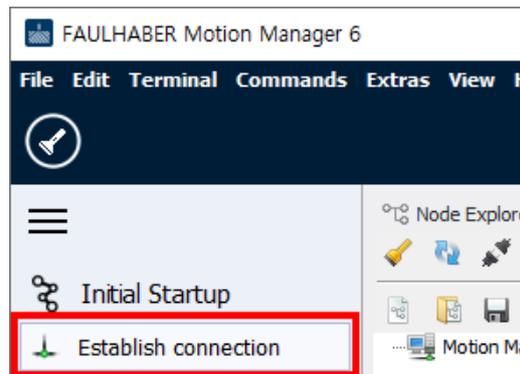
4) 모션매니저 설치 파일은 약 30MB 정도입니다. 다운로드가 완료되면 설치파일을 실행하여 모션매니저를 PC에 설치하여 주십시오. 독일어와 영어를 지원합니다.

4.2 컨트롤러 통신 연결

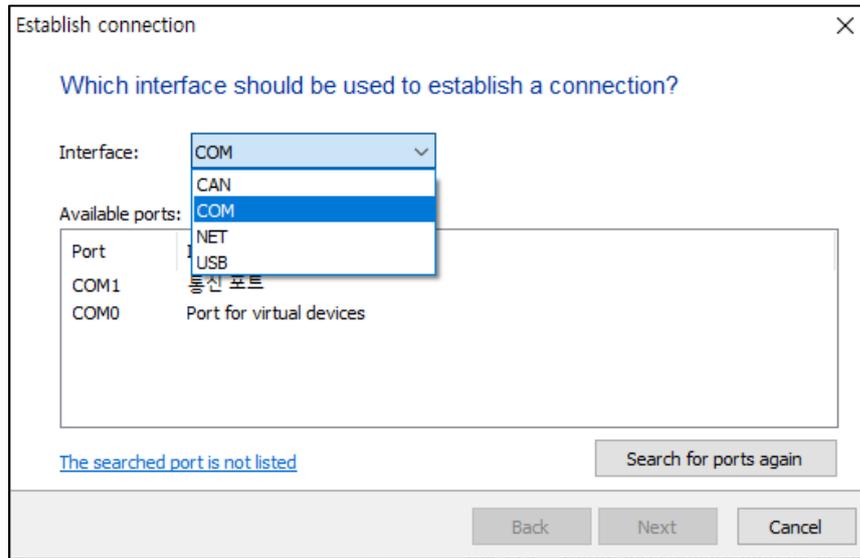
설치 완료 후 모션매니저를 실행하게 되면 아래와 같은 초기 화면을 보실 수 있습니다. 최초 실행 상태에서는 아직 통신이 연결되지 않았기 때문에 통신 연결 버튼 이외에는 모든 메뉴가 비활성화 상태입니다.



주 화면 좌측 사이드 바 메뉴의 **[Establish connection]**메뉴를 선택합니다. 통신 연결 전 컨트롤러의 배선을 한번 더 점검하신 다음 컨트롤러에 전원을 인가하여 주십시오.



모션매니저에서 지원하는 연결 방식은 네 종류로 구분됩니다.



- **CAN:** USB to CAN 컨버터나 PCI CAN 인터페이스를 사용하여 CANopen타입 컨트롤러와 통신을 연결하고자 할 때 사용
- **COM:** USB to Serial 컨버터나 시리얼 포트가 내장된 산업용 PC등을 RS232타입 컨트롤러와 연결하고자 할 때 사용
- **NET:** 외부 PC에서 컨트롤러가 실제 연결된 PC로 네트워크 접근을 통하여 통신을 연결하고자 할 때 사용 (별도의 메뉴에서 네트워크 접속 프로파일 등록이 필요)
- **USB:** 자체 USB 포트가 장착되어 있는 컨트롤러 제품군을 PC와 연결하고자 할 때 사용(MC3001B 컨트롤러는 자체적으로 USB 통신 모듈을 내장하고 있지 않으나 별도 연결회로 구축을 통하여 외부 USB 포트 증설 시 사용 가능합니다.)

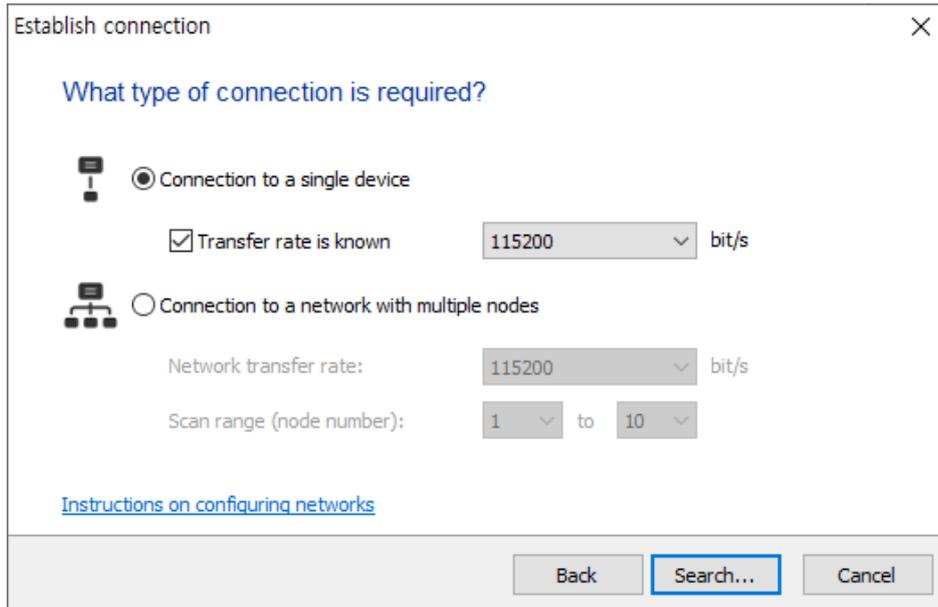
연결하고자 하는 인터페이스를 선택한 후 검색 목록 중 올바른 장치를 선택한 다음 [Next]버튼을 눌러 다음 단계로 넘어갑니다. 통신 연결 방식을 [COM]으로 설정하였을 경우 연결되어있는 컨트롤러의 유형을 묻는 창이 나타납니다. (COM 연결이 아니면 이 단계를 건너뛰게 되며 바로 다음단계로 넘어갑니다.)



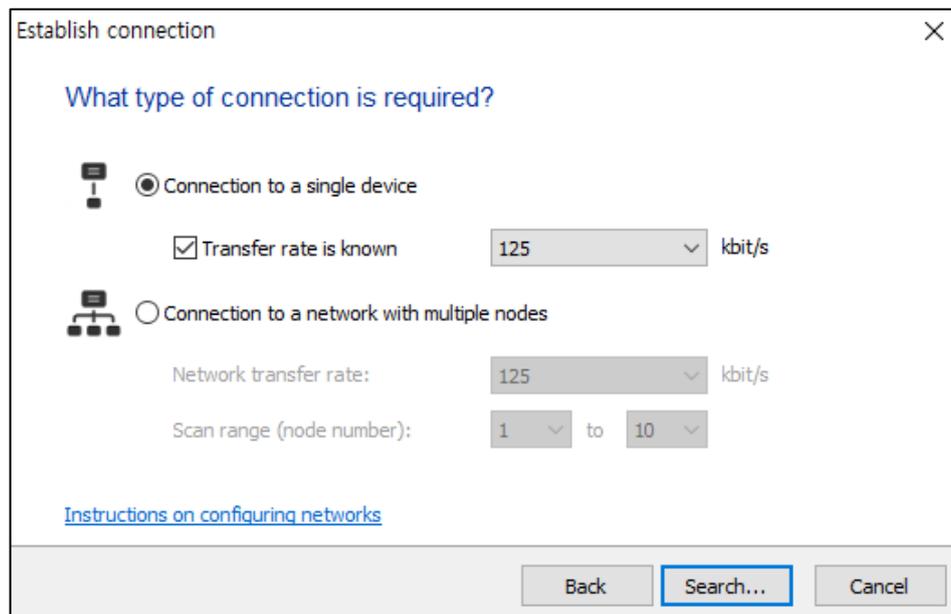
[Device family]항목을 [Motion Controller V3.x]로 선택한 후 [Next]를 눌러 통신 속도 설정 화면으로 넘어갑니다. 하나의 회선에 여러 개의 축을 사용하고자 할 경우에도 최초로 통신 연결을 할 때에는 1:1 연결을 하여주십시오



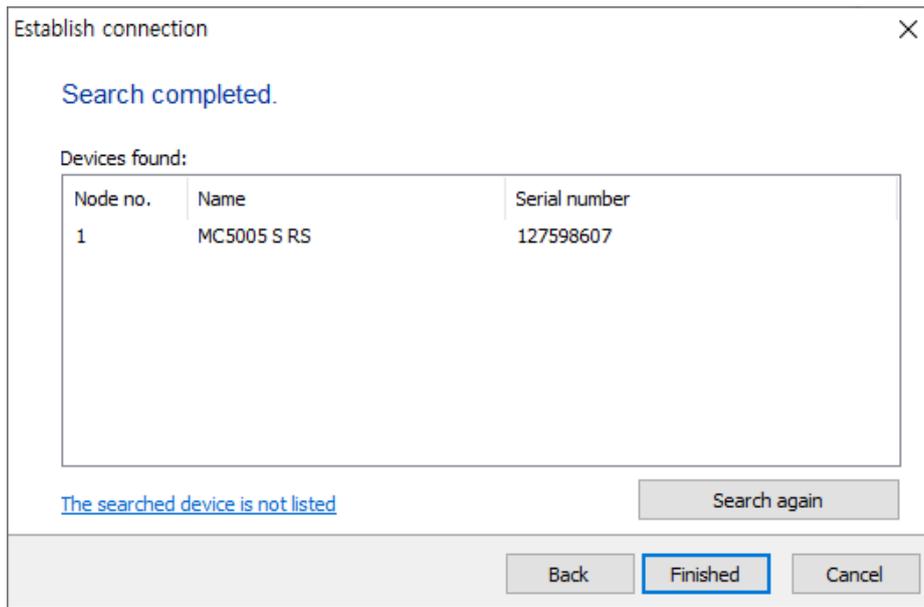
주의: 초기 설정 변경 없이 여러 개의 축을 하나의 회선으로 병렬연결을 하였을 때 컨트롤러에 초기 설정된 노드 번호가 모두 같으므로 다수의 컨트롤러가 한 개의 축으로 인식됩니다. 다축 연결 시 사전에 반드시 1:1 연결을 통해 노드 번호를 재설정 후 다축연결 하여 주십시오. (노드번호 설정 방법은 [챕터 6.1](#)을 참조하여주십시오.)



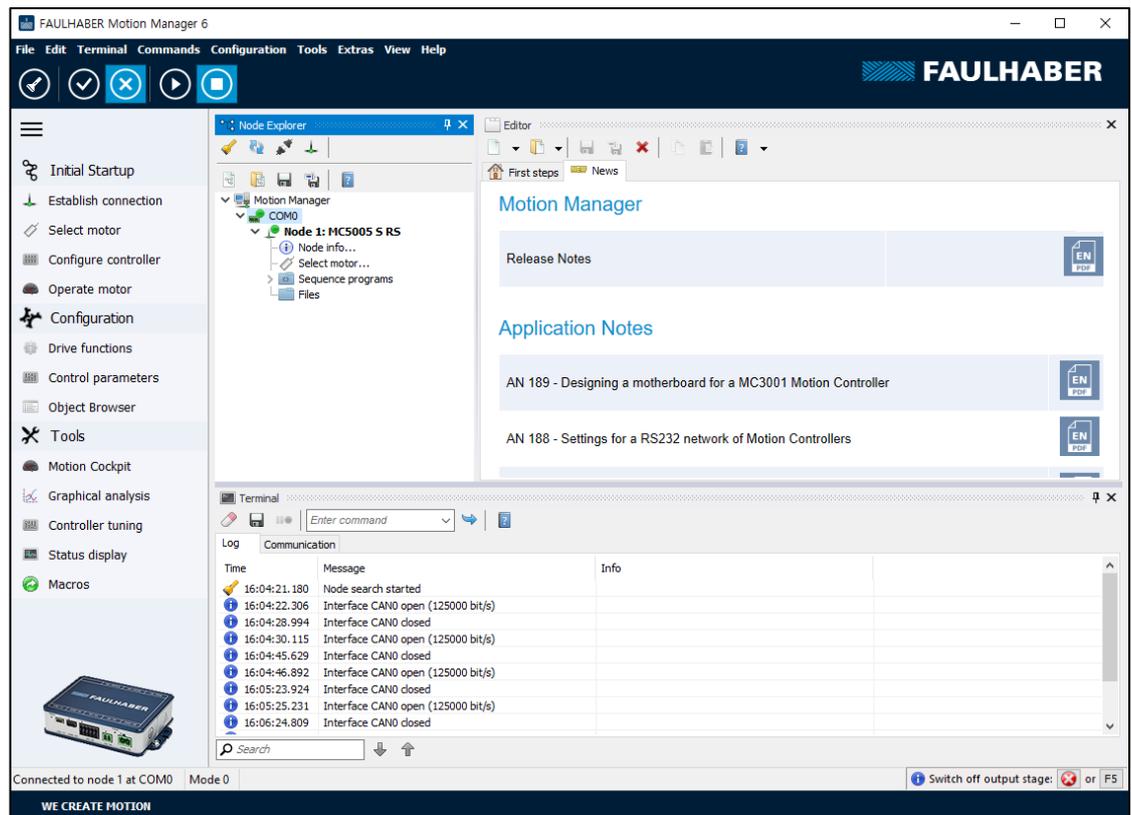
RS232 컨트롤러의 경우 초기 통신속도는 115200bps로 설정되어 있습니다. 최초 연결 이후 사용자가 필요할 경우 통신속도를 변경할 수 있습니다.



CANopen 컨트롤러의 경우 초기 통신속도는 자동으로 설정되어 있으므로 어떤 통신 속도를 연결해도 정상 연결이 가능합니다. 기본적으로는 1000Kbit/s로 연결하는 것을 권장 드립니다..



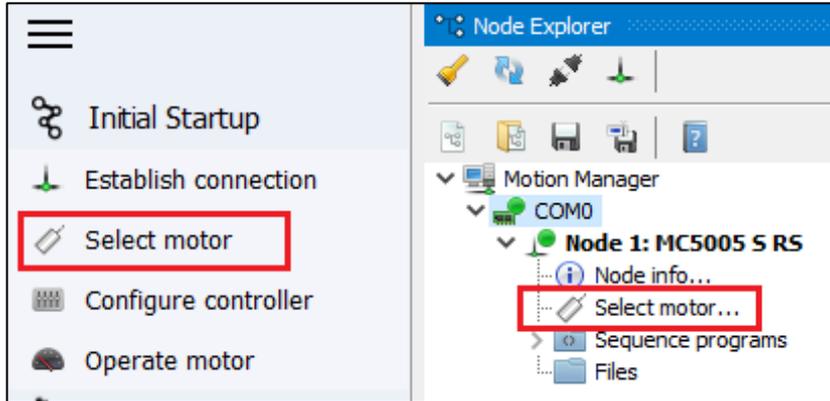
검색이 완료되면 연결된 컨트롤러의 노드와 모델명이 표기됩니다. 표시된 사항을 확인 한 후 **[Finished]**를 눌러 연결을 완료하면 기존에는 비활성화 되어있던 모션매니저의 모든 메뉴들이 활성화되며 다음과 같이 표시됩니다.



좌측 사이드 바 메뉴를 통하여 주요 기능을 실행할 수 있습니다. 모터 설정 및 시운전, 상태 모니터링 등이 가능합니다. 노드 익스플로러는 현재 연결된 컨트롤러의 종류를 확인할 수 있습니다. 터미널 창을 통하여 통신 내용을 확인하고 이전 통신 내역을 검색할 수 있습니다.

4.3 모터 설정

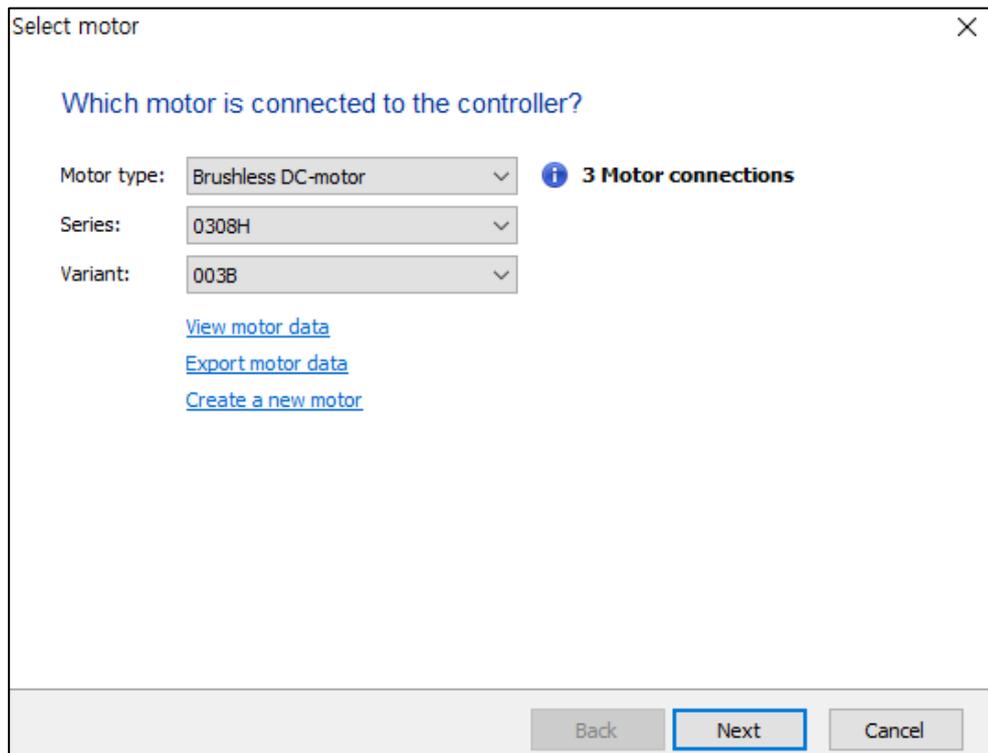
모터를 동작시키기 전 컨트롤러에 연결된 모터를 사전에 설정해주면 컨트롤러가 데이터베이스 내에서 자동으로 해당 모터에 최적화된 초기 설정을 찾아서 등록합니다.



- 1) 좌측 사이드 바의 메뉴 또는 노드 익스플로러에서 볼 수 있는 컨트롤러의 하위목록 중 **[Select motor]**를 더블 클릭하면 모터 설정 화면을 호출할 수 있습니다.
- 2) 모터 선택은 사용하는 컨트롤러 및 모터의 유형 및 모델명, 모터의 전압 사양(LM모터의 경우 마그네틱 로드의 길이)을 확인하여 선택하여 줍니다.

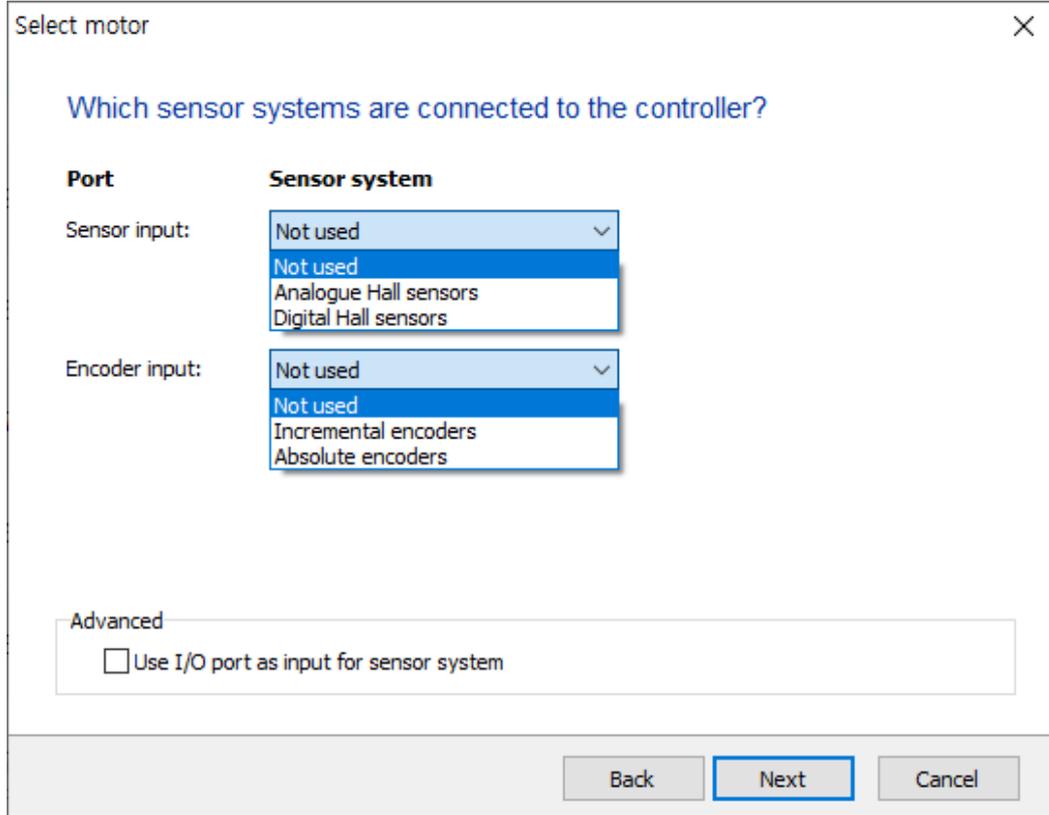


주의: MC3.0 컨트롤러는 DC, BLDC, LM 모터를 모두 지원하므로 초기 모터 선택 시 장착한 모터에 맞는 올바른 설정을 하지 않을 경우 오동작 및 모터 또는 컨트롤러의 파손으로 이어질 수 있으므로 주의하여 주십시오



- 3) 모터의 기본 모델 선택이 끝난 후 **[Next]** 버튼을 누르면 모터 및 시스템에 연결된 센서, 또는 엔코더를 선택하여야 합니다. **[Sensor input]** 항목은 연결된 모터가 BLDC, 혹은 LM 모터일 경우 모터에 내장되어있는 센서의 유형에 따라 선택하여 줍니다.

[Encoder input] 항목의 경우 모터에 추가 장착되어 있는 엔코더가 있을 경우 엔코더의 종류 및 분해능을 입력합니다.



FAULHABER의 표준 모터+엔코더 조합일 경우 센서-엔코더 세팅은 다음과 같습니다.

	Sensor input	Encoder input
DC 모터 + 엔코더	Not used	Incremental encoder
BLDC 모터 + 아날로그 홀 센서	Analog Hall sensors	Not used
BLDC 모터 + 디지털 홀 센서 + 엔코더	Digital Hall sensors	Incremental encoder
BLDC 모터 + 앵솔루트 엔코더	Not used	Absolute Encoders
리니어 모터 + 아날로그 홀 센서	Analog Hall sensors	Not used

- 4) 센서 및 엔코더 설정이 끝난 후 **[Next]** 버튼을 누르면 이번에는 제어에 사용될 센서 또는 엔코더를 선택하게 됩니다.

Select motor ✕

Assignment of sensor systems

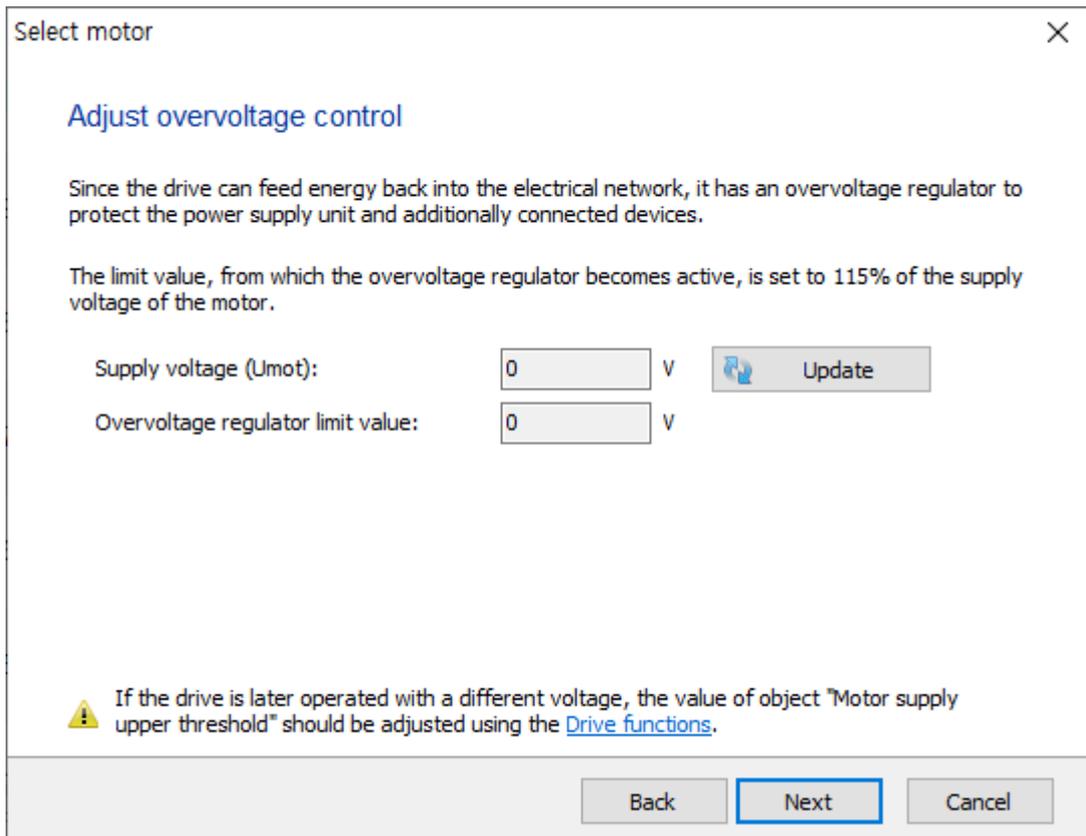
Actual value	Source
Commutation angle:	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; display: inline-block;">Analogue Hall sensors ▾</div> <small>Commutation type: Sinus commutation</small>
Velocity:	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; display: inline-block;">Analogue Hall sensors ▾</div>
Position:	<div style="border: 1px solid gray; padding: 2px; display: inline-block;">Analogue Hall sensors ▾</div>

Back
Next
Cancel

FAULHABER의 표준 모터+엔코더 조합일 경우 권장되는 설정은 다음과 같습니다.

	Commutation angle	Velocity	Position
DC 모터 + 엔코더	-	Incremental encoder	Incremental encoder
BLDC 모터 + 아날로그 홀 센서	Analog Hall sensors	Analog Hall sensors	Analog Hall sensors
BLDC 모터 + 디지털 홀 센서 + 엔코더	Digital Hall sensors + Incremental encoder	Incremental encoder	Incremental encoder
BLDC 모터 + 앵슬루트 엔코더	Absolute Encoders	Absolute Encoders	Absolute Encoders
리니어 모터 + 아날로그 홀 센서	Analog Hall sensors	Analog Hall sensors	Analog Hall sensors

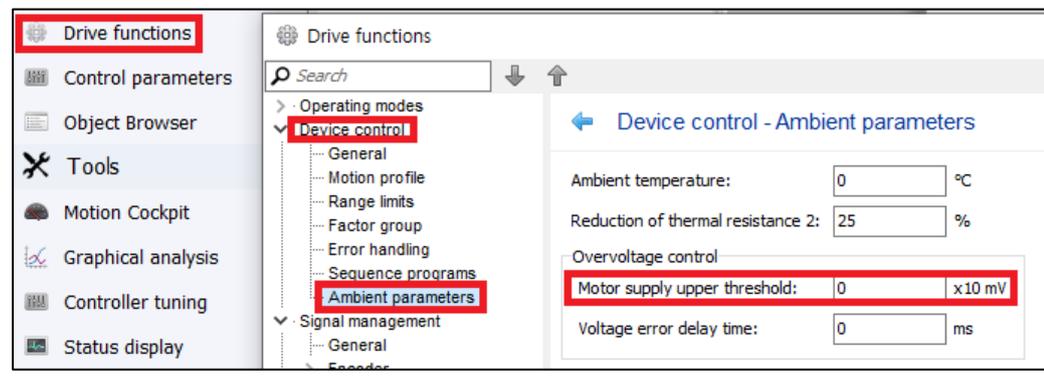
i **참조:** DC 모터를 사용할 경우 [Commutation angle]항목은 표기되지 않습니다.

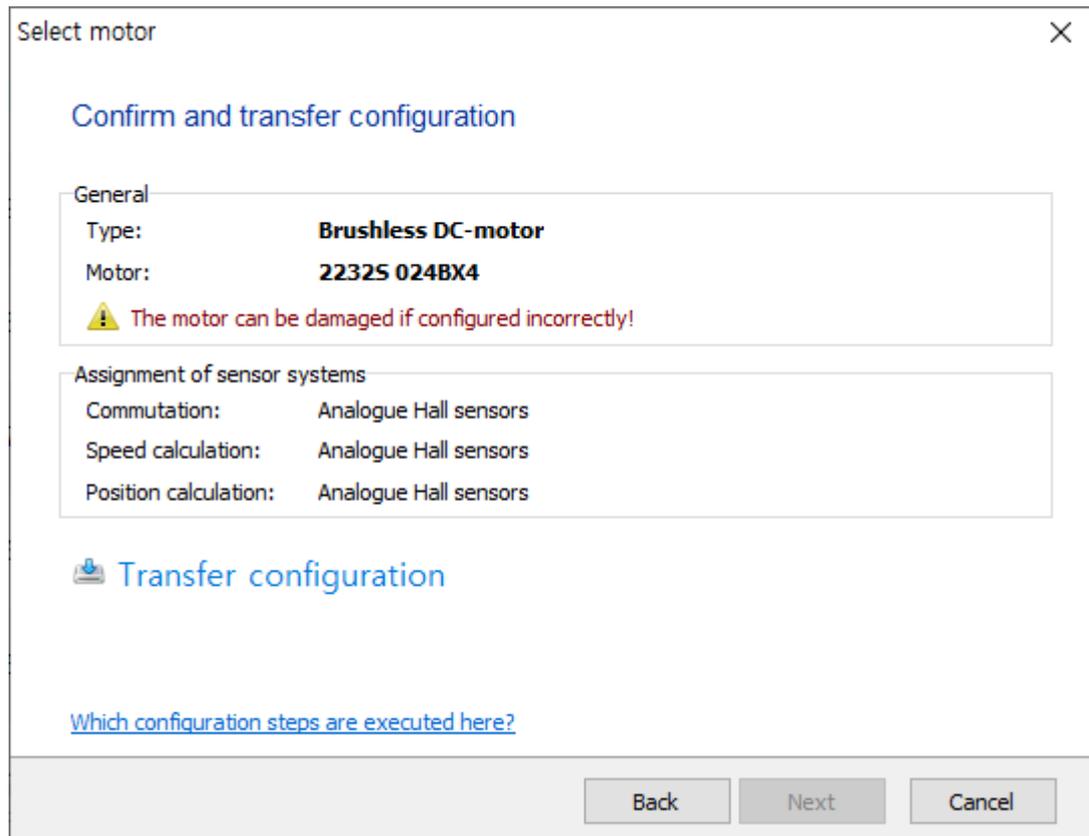


- 5) 4의 과정이 완료되고 **[Next]**를 누르게 되면 현재 컨트롤러에 공급되는 전압이 표기되며 추가로 현재 공급되는 전압의 115%수준에서 고전압 한계수치 값이 자동으로 설정됩니다. (예: DC 24V 공급 시 고전압 경고 및 자동 차단 전압 한계치는 27.6V로 설정됩니다.).

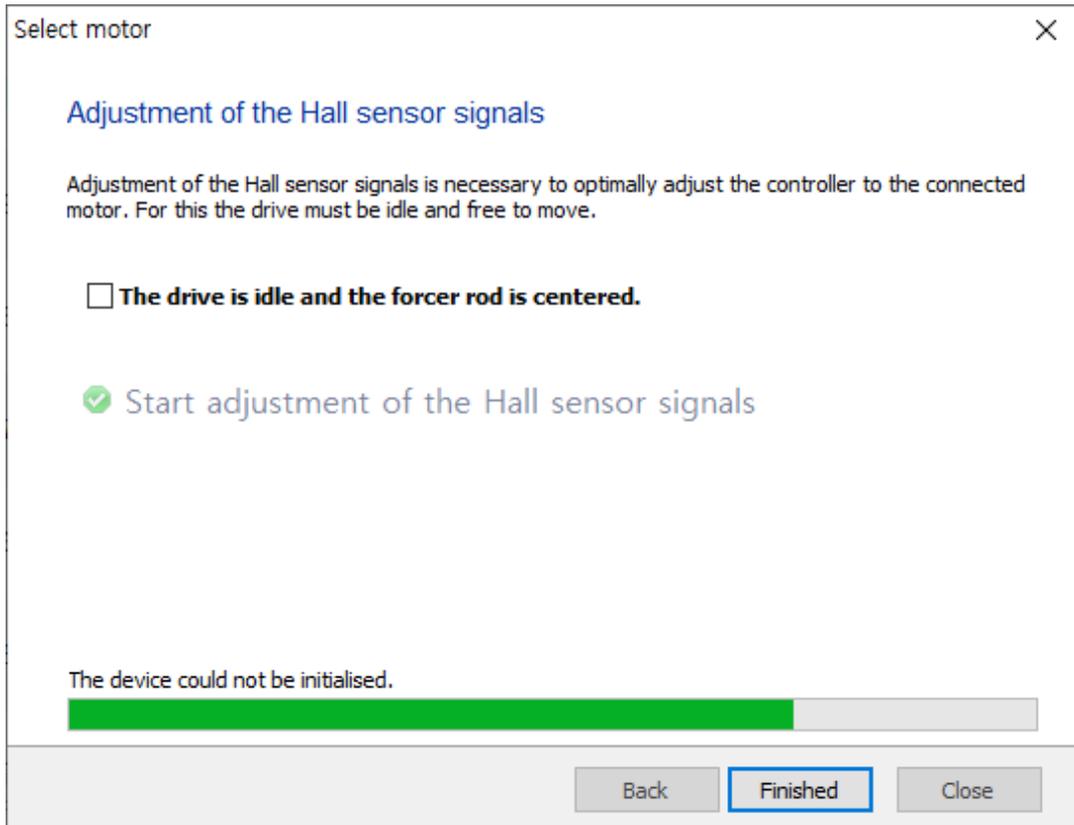


주의: 고전압 한계수치가 설정된 이후 추가적으로 설정을 변경하지 않은 상태에서 임의로 컨트롤러의 공급 전압을 초기 설정값의 115%이상으로 승압 할 경우 컨트롤러에 설정된 한계수치에 따라 자동으로 컨트롤러에 전압이 차단되면서 컨트롤러가 보호 모드로 변경됩니다. 따라서 컨트롤러의 입력 전압이 초기 설정에서 변경될 경우에는 과전압 한계치 데이터도 같이 변경해 주어야 정상적으로 작동하게 됩니다. 해당 데이터를 변경하시려면 모션매니저 초기 설정 후 **[Drive functions]-[Device control]-[Ambient parameters]-[Overvoltage control]** 항목의 순서로 진행 하신 후 **[Motor supply upper threshold]**항목을 변경하여 주십시오.





- 6) 모든 데이터 설정이 종료되면 최종적으로 컨트롤러에 전송되는 모터 사양 및 속도, 속도 및 위치 제어 방식 등이 표기되면서 최종적으로 컨트롤러에 설정을 전송하는 확인 창이 나타납니다. 화면에 표기된 정보를 확인한 후 정상적으로 설정되었다면 **[Transfer configuration]**을 클릭하여 설정을 전송합니다.



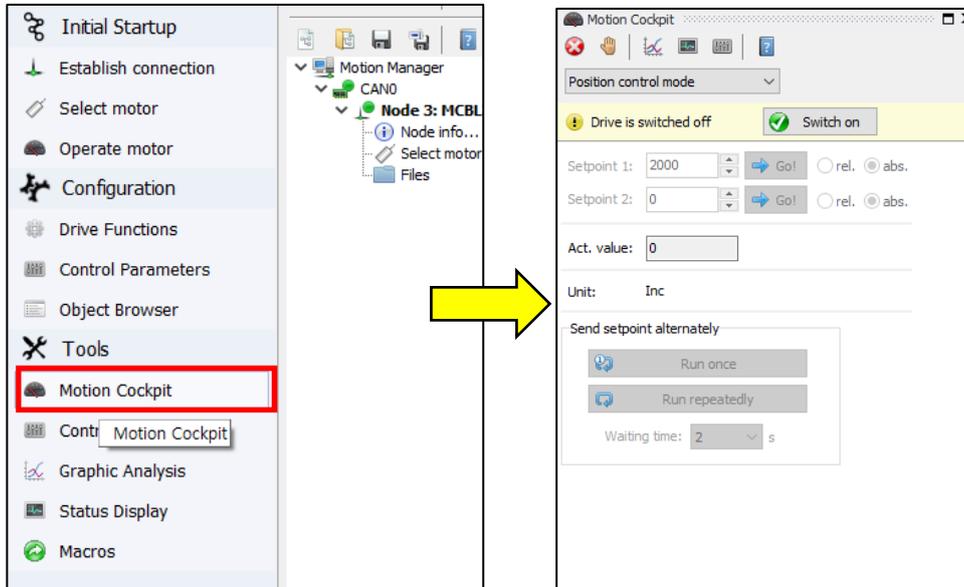
i **참조:** 연결된 모터가 아날로그 홀 센서를 사용한다면 항목 6의 화면에서 [Next]버튼이, 디지털 홀센서 또는 센서가 내장되지 않은 조합일 경우 [Finished]버튼이 활성화 됩니다. 아날로그 홀 센서 조합의 경우 위치 정밀도 보정을 위하여 홀센서 초기화 과정이 권장되기 때문에 [Next]를 클릭하게 되면 홀센서 조정 메뉴가 표기됩니다. 홀센서 조정은 반드시 모터가 무부하 상태일 때 수행해야 하므로 모터가 자유 회전이 가능하거나 (로터리 모터) 마그넷 로드가 정중앙에 위치하고 있는지를 확인한(리니어 모터) 다음 **[The drive is idle and can rotate freely]**(로터리 모터일 때 표기) 또는 **[The drive is idle and the forcer rod is centered]**(리니어 모터일 때 표기)항목을 체크한 다음 [Start adjustment of Hall sensor signals]를 클릭하면 모터가 회전 또는 직선운동을 시작하면서 홀센서 보정작업이 시작됩니다. 아래쪽의 진행도 게이지가 녹색으로 가득 찼을 경우 정상적으로 완료된 상태이며 적색일 경우 진행 중 문제가 발생하여 중지된 상황이므로 게이지의 진행도와 색상을 확인한 뒤 정상 완료 되면 [Finished]를 눌러 설정을 저장한 후 모터 셋업을 완료합니다.

i **참조:** 아날로그 홀 센서 보정작업을 수행할 수 없는 상황이거나 보정작업 수행을 원하지 않을 경우 **[Close]**버튼을 눌러서 설정을 저장한 후 모터 셋업을 종료합니다. 홀센서 보정작업이 필수 권장사항은 아니지만 보정작업을 하지 않았을 경우 위치 정밀도에서 소폭 오차가 발생할 가능성이 있습니다.

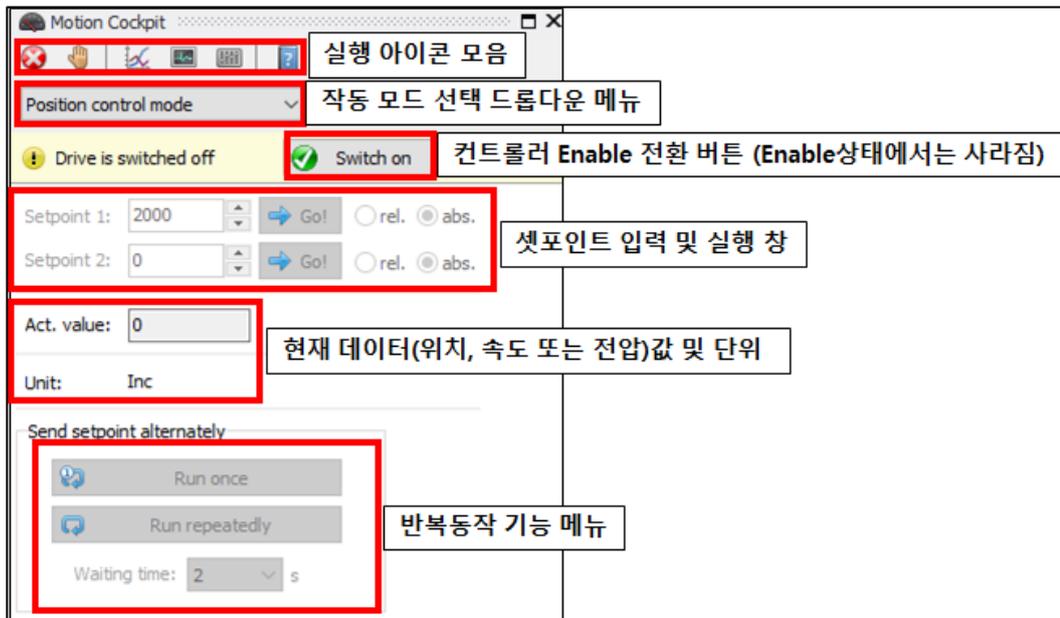
5 기초테스트

모션매니저는 [Motion Cockpit] 기능을 통하여 사용자가 빠르고 간편하게 모터를 구동하여 시운전하며 [Graphical analysis]기능을 이용하여 원하는 데이터를 최대 2개까지 그래프의 형식으로 출력하여 그래프를 그림의 형태로 저장하거나 레코딩된 데이터를 CSV형식의 파일로 저장하는 기능을 지원합니다.

5.1 Motion cockpit



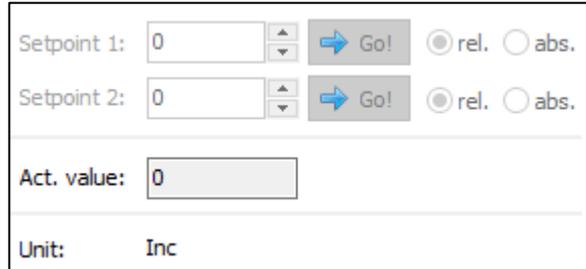
모터의 기본적인 구동테스트를 수행할 수 있는 모션 콕핏은 최대 두 개의 셋 포인트를 이용하여 테스트를 수행 할 수 있습니다. 컨트롤러 통신 연결 후 모션매니저의 화면 좌측 사이드 바에서 [Motion Cockpit]을 클릭하면 작은 창의 형태로 호출되며 전체적인 구성요소는 다음과 같습니다.



셋포인트 입력 창 및 현재 데이터 출력 창은 컨트롤러의 작동 모드에 따라 구성이 조금씩 달라집니다.

i **참조:** 모터 제어특성을 결정하는 가장 중요한 요소는 모션 프로파일이라고 불리는 모터의 가속/감속/최대속도 특성 수치입니다. 상세한 설정 방법은 [챕터 6.3](#)을 참조하여 주십시오.

1) 프로파일 위치 제어 모드 (모드 번호: 1)



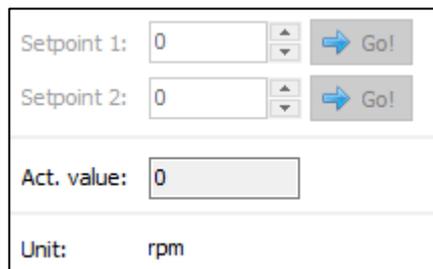
위치 제어 모드에서는 각각의 셋 포인트는 엔코더 또는 홀 센서의 분해능 단위로 입력할 수 있습니다. [GO]버튼 옆의 [rel.] 또는 [abs.]는 각각 [상대위치 제어], [절대위치 제어]를 의미하여 어떤 모드에 체크하냐에 따라 동작 알고리즘이 변합니다.

위치제어 모드에서 하단의 Act. value는 절대좌표 기준 누적 카운트를 의미합니다.

i **참조:** 상대위치 제어는 현재 위치를 기준으로 하며 추가로 셋 포인트만큼 더 이동하는 방식의 제어입니다. 절대위치 제어의 경우 컨트롤러에 누적된 누적 카운트 기준으로 모터를 제어합니다.

예를 들어 현재 위치가 1000 카운트인 상태에서 상대위치 제어로 시계방향으로 1000 카운트만큼 더 이동시키면 전체 누적 카운트는 2000카운트로 바뀌지만 절대위치 제어로 1000카운트 지점으로 이동을 시키면 현재 위치가 이미 1000카운트이기 때문에 모터는 움직이지 않습니다.

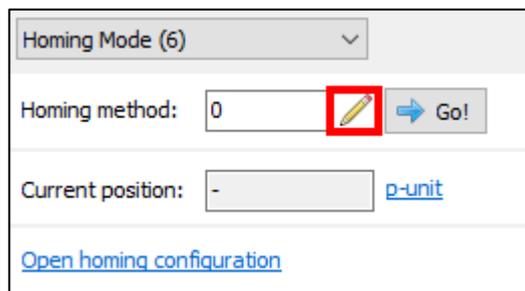
2) 프로파일 속도 제어 모드(모드번호: 3)



속도 제어 모드에서는 셋 포인트에 입력하는 값에 맞추어 속도 제어를 수행합니다. 이 때 컨트롤러에서 내부적으로 제한을 건 속도 이상이거나, 현재 모터 및 기구의 구성에서 달성이 불가능한 조건의 셋 포인트는 정상적으로 적용되지 않습니다.

이러한 경우 모터는 현재 구성에서 낼 수 있는 가장 빠른 속도로 작동합니다.

3) 원점 복귀(Homing) 모드(모드번호: 6)



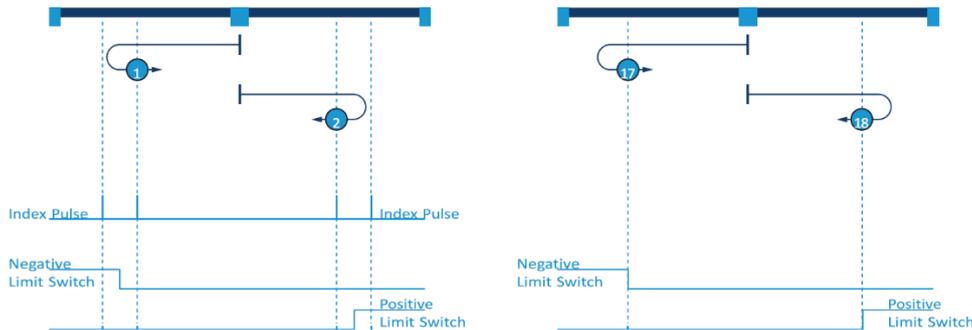
MC3 컨트롤러는 통신형식과 무관하게 유럽 표준 규약 중 하나인 CiA(CAN In Automation) 규약을 기본으로 프로토콜이 설계되어있기 때문에 CiA규약에서 명시된 작동 모드 중 하나인 원점 복귀(Homing) 모드를 통하여 원점 복귀 동작을 수행합니다.

원점 복귀모드로 진입 시 볼 수 있는 **[Homing method]** 창 옆부분의 연필 모양 아이콘을 누를 경우 컨트롤러에서 지원하는 모든 원점 복귀 방식을 열람할 수 있습니다.

MC3버전 컨트롤러에서 지원되는 호밍 방식은 다음과 같습니다.

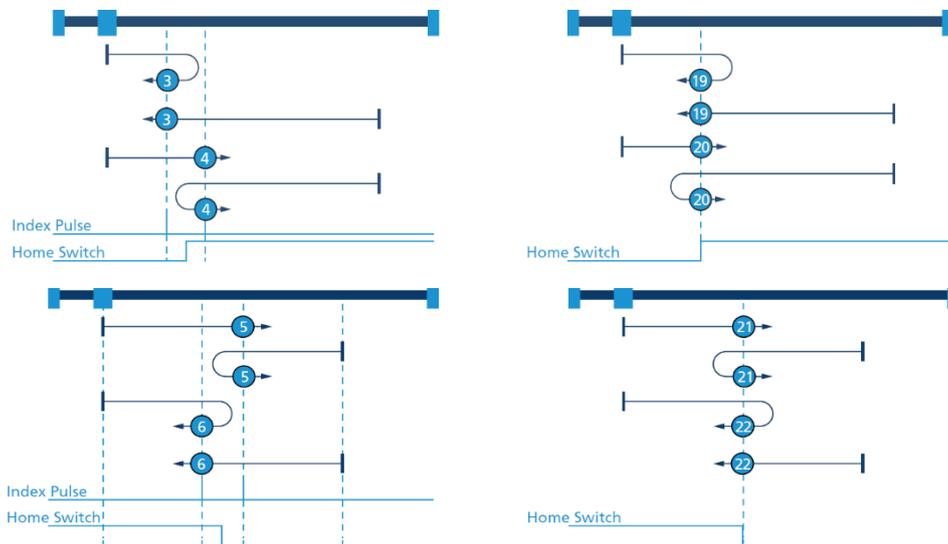
Method 1, 17 그리고 2, 18 (리미트 스위치를 이용한 원점 설정)

하한(1, 17) 또는 상한(2, 18) 리미트 스위치가 비활성화(OFF) 된 경우, 리미트 스위치 방향으로 상승 엣지가 검출될 때까지 이동한 다음 리미트 스위치가 다시 하강 엣지가 나올 때까지 반대로 이동한 다음 원점을 설정합니다. 모드 1 또는 2를 사용할 경우 원점 설정 이후 추가적으로 다음 인덱스 펄스가 확인되는 위치로 이동합니다. (아래 그림을 참조하여 주십시오)



Method 3,4 또는 19,20(양의 호밍스위치) 그리고 5,6 또는 21,22(음의 호밍스위치)

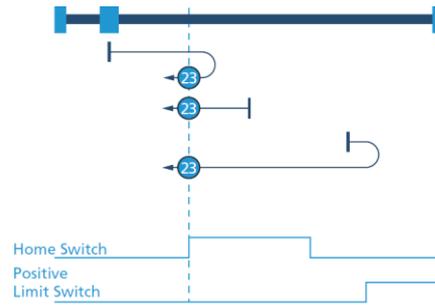
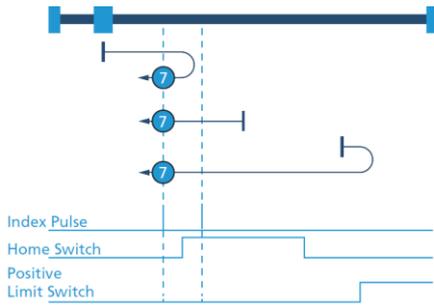
전체 동작 범위에서 단 한번 엣지가 발생되도록 구성된 원점 스위치를 이용합니다. 각각 방식에 따라 엣지에 반응하여 원점 복귀하는 방식으로 인덱스 신호를 사용하는 방식(3, 4 또는 5, 6)과 인덱스 신호를 사용하지 않는 방식(19,20 또는 21, 22)으로 구분됩니다. 각각의 방식에 따라 홈 스위치의 엣지가 감지 되는 순간 지점을 원점으로 설정합니다.



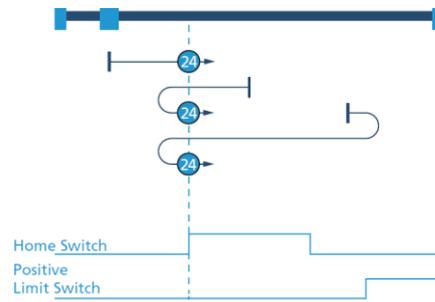
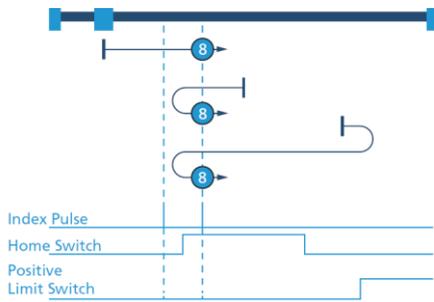
Method 7~14 / 23~30

리미트 스위치와 홈 스위치를 모두 사용하는 환경 하에서 원점 복귀하는 방법입니다. 이러한 방식으로 구성할 경우 홈 스위치는 상한이나 하한 리미트 스위치에 근접하여 설치됩니다.

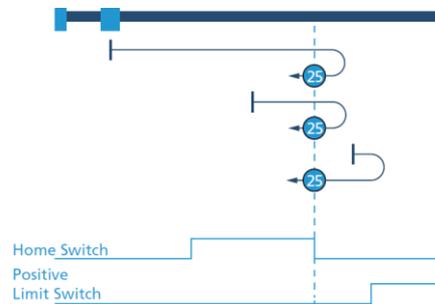
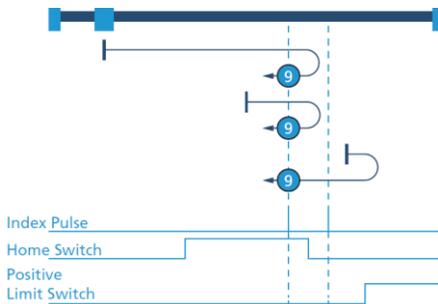
Method 7과 23: 홈 스위치 신호가 Low일 때 정방향으로 이동하며 홈 스위치의 하강 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 7은 인덱스 위치까지 이동)



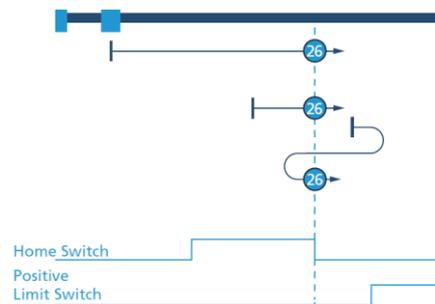
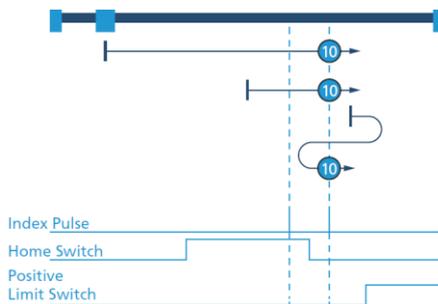
Method 8과 24: 홈 스위치 신호가 Low일 때 정방향으로 이동하며 홈 스위치의 상승 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 8은 인덱스 위치까지 이동)



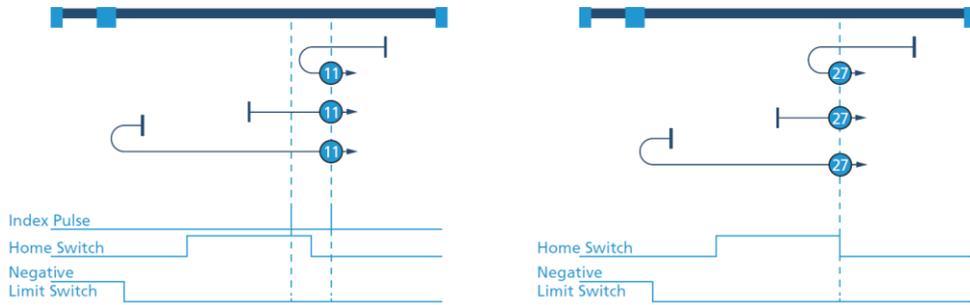
Method 9와 25: 홈 스위치 신호 상태와 관계없이 항상 정방향으로 이동하며 홈 스위치의 하강 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 9는 인덱스 위치까지 이동)



Method 10과 26: 홈 스위치 신호 상태와 관계없이 항상 정방향으로 이동하며 홈 스위치의 상승 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 10은 인덱스 위치까지 이동)



Method 11과 27: 홈 스위치 신호가 Low일 때 역방향으로 이동하며 홈 스위치의 하강 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 11은 인덱스 위치까지 이동)



Method 12와 28: 홈 스위치 신호가 Low일 때 역방향으로 이동하며 홈 스위치의 상승 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 12는 인덱스 위치까지 이동)



Method 13과 29: 홈 스위치 신호 상태와 관계없이 항상 역방향으로 이동하며 홈 스위치의 하강 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 13은 인덱스 위치까지 이동)

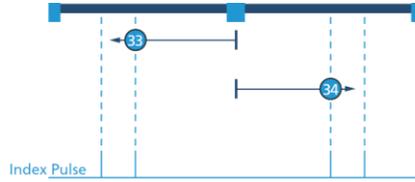


Method 14와 30: 홈 스위치 신호 상태와 관계없이 항상 역방향으로 이동하며 홈 스위치의 상승 엣지 신호를 탐색합니다. (Method 14는 인덱스 위치까지 이동)



Method 33 또는 34

엔코더 또는 아날로그 홀 센서의 인덱스를 찾아서 원점을 잡습니다. 설정값에 따라 모터는 역회전(Method 33) 또는 정회전(Method 34)을 하면서 인덱스를 찾습니다. 알고리즘 특성상 1회전(4pole-BLDC 제품의 경우 180도) 이상의 동작을 하는 구조에는 적합하지 않습니다.



Method 37

어떠한 추가 모션 없이 현재 위치를 무조건적으로 원점으로 지정합니다.



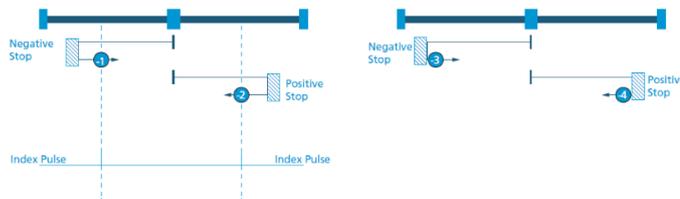
주의: 싱글 턴이나 멀티 턴 앱솔루트 엔코더 사용 시 현 위치를 원점으로 설정 할 수 없습니다. 싱글턴의 경우 멀티 턴 값만 초기화 되며 멀티턴의 경우 원점 설정이 되지 않습니다.

Method -1, -3 또는 -2, -4 (Hard stop 기능)

모터가 역회전(Method -1, -3)또는 정회전(Method -2, -4)을 하다가 기구적인 한계점에 도달하여 모터의 토크가 일정 이상 상승할 경우 모터를 정지시키고 해당 지점을 원점으로 설정합니다. Method -1, -2의 경우 Hard stop 후 반대방향으로 움직여 인덱스 펄스를 찾아서 정지합니다.

Positive torque limit homing:	<input type="text" value="0"/>	I_N/1000
Negative torque limit homing:	<input type="text" value="0"/>	I_N/1000

Hard stop모드의 토크 설정은 [Drive functions]-[Operating modes]-[Homing mode]의 순서로 진입 후 [Positive torque limit homing](method -2, -4 적용), [Negative torque limit homing](method -1, -3)항목을 설정 해 주십시오. (단위인 'I_N/1000' 은 1 당 정격 토크의 0.1배를 의미합니다.)



주의: 해당 원점 모드는 기구의 한계점에 물리적 충격이 가해지므로 기구 내구도 이상의 토크 설정이 될 경우 기구 또는 모터의 파손 가능성이 있으며 충돌 지점의 탄성 변형으로 원점 설정의 정확도가 낮아지므로 적용 시 충분한 사전 테스트가 요구됩니다.

4) 반복 동기(Cyclic Synchronous) 제어 모드(모드번호: 8, 9, 10)

Setpoint 1:	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Go!"/>
Setpoint 2:	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Go!"/>
Act. value:	<input type="text" value="0"/>	
Unit:	incr.	

반복동기 제어 모드는 마스터 장치에서 일정한 제어 주기를 두고 짧은 거리를 연속하여 제어하면서 큰 모션을 만들어 내는 방식으로 제어 됩니다. 주로 CNC 제어 등에 많이 활용되는 제어 방식으로 대표적으로는 Beckhoff PLC의 'NC Axis'제어 등이 반복 동기 제어 모드중의 하나인 '반복 동기 위치제어 모드(CSP Mode)'를 사용합니다.

반복 동기 제어모드는 위치 제어모드(모드번호 8), 속도 제어모드(모드번호 9), 토크 제어모드(모드번호 10)의 세가지가 있으며 각각의 모드는 Target position(0x607A.00), Target velocity(0x60FF.00), Target torque(0x6071.00)데이터를 기준으로 작동하게 됩니다.

i **참조:** 반복 동기 제어모드는 기준이 되는 위치, 속도, 토크 데이터의 실시간 갱신을 통하여 모션 프로파일을 작성하는 방식으로 제어되는 것이 일반적이지만 모션 매니저로는 이러한 모션 프로파일을 작성하여 데이터를 연속 갱신하는 기능이 없으므로 모션 매니저상에서 해당 모드로 구동 할 경우 주요 명령 데이터인 위치, 속도, 토크 데이터를 제외한 다른 프로파일 데이터를 적용되지 않은 채로 항상 최대치로만 동작하게 됩니다.

5) 전압 제어 모드 (모드번호: -1)

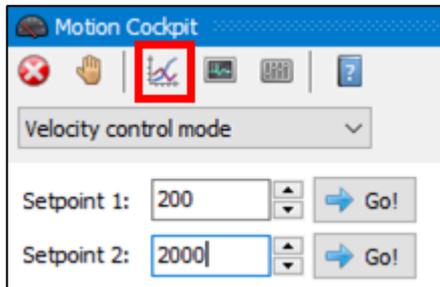
Setpoint 1:	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Go!"/>
Setpoint 2:	<input type="text" value="0"/>	<input type="button" value="Go!"/>
Act. value:	<input type="text" value="0"/>	
Unit:	x10 mV	

전압 제어 모드는 현재 컨트롤러에 공급되는 전압을 기준, 정/역이 있는 숫자로 (1당 10mV) 나누어 오픈루프 속도제어를 하는 모드입니다.

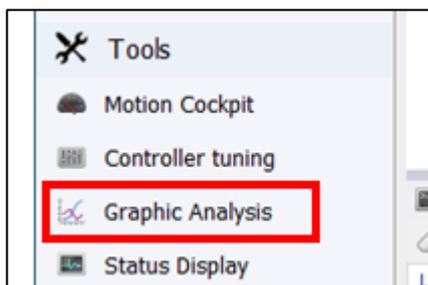
5.2 Graphical analysis

모션 콕핏, 또는 좌측 사이드 바에 있는 메뉴를 통하여 현재 모터의 동작 상태를 그래프 형태로 모니터링 할 수 있도록 돕습니다.

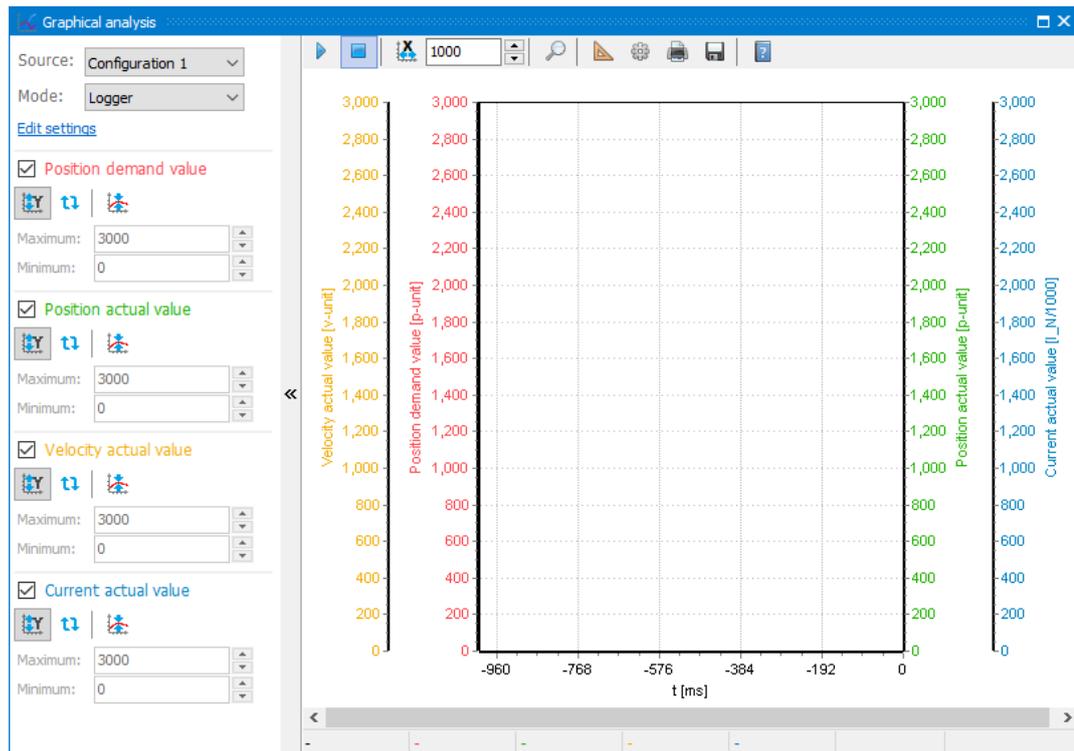
사용자는 이를 통하여 최종 조립 후 기구물의 상태를 점검하거나 데이터를 산출하여 시뮬레이션에 응용 할 수 있습니다.



모션 콕핏을 사용 중일 경우 상단 아이콘 모음 중 왼쪽에서 세 번째 아이콘을 누르는 것으로 그래프 분석기를 호출할 수 있습니다.



또는 모션 매니저의 주 화면의 좌측 사이드 바 메뉴의 'Tools' 탭의 하위 메뉴에서도 그래픽 분석기를 호출할 수 있습니다.



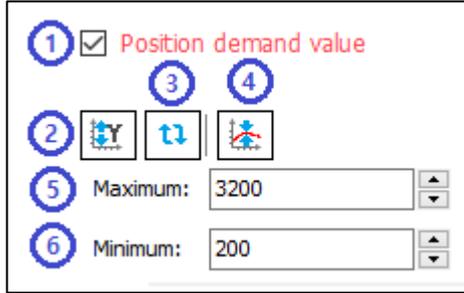
MC3 컨트롤러의 그래픽 분석기는 최대 4개의 데이터를 등록하여 모터 작동 시 특성을 관찰하거나 관측 데이터를 파일로 저장할 수 있습니다. 측정 모드는 실시간 표기 방식인 로거 모드와 트리거 소스를 지정하여 사용하는 레코더 모드가 있습니다. 각 모드의 주요 특징은 다음과 같습니다.

로거(Logger)모드: 실시간 모니터링, 관측 시간이 김 (최대 480초), 데이터의 갱신 주기가 컨트롤러의 통신 부하에 따라 2~10msce로 다소 불규칙적임.

레코더(Recorder) 모드: 트리거 후 레코딩 데이터 출력, 관측 가능 시간이 512msec로 한정됨. 데이터의 갱신주기가 빨라서(최대 0.1msec) 단거리 고속 이동에서 로거 모드보다 정확한 값을 표기 가능

그래픽 분석기에 표기되는 각각의 버튼의 크게 데이터 제어 기능버튼과 시간 테이블 제어 버튼으로 나뉘어 지며 각각의 기능은 다음과 같습니다.

데이터 제어 기능버튼



- ① 데이터 표시 체크박스: 등록 데이터의 그래프 창 표기 유무를 결정합니다.
- ② Y축 자동 스케일링: 데이터 변동에 따라 Y축 스케일링을 자동 조정합니다.
- ③ Y축 수동 스케일링: 항목 5, 6이 활성화 되며 그래프 표기 범위를 수동으로 설정합니다.
- ④ 그래프 표기 중앙화: 현재 기록된 그래프의 Y축을 화면의 가운데로 오도록 자동 배치합니다.
- ⑤ 스케일링 최대값: 수동 스케일링 사용 시 활성화. 그래프의 표기 최대 범위를 설정합니다.
- ⑥ 스케일링 최소값: 수동 스케일링 사용 시 활성화. 그래프의 표기 최소 범위를 설정합니다.

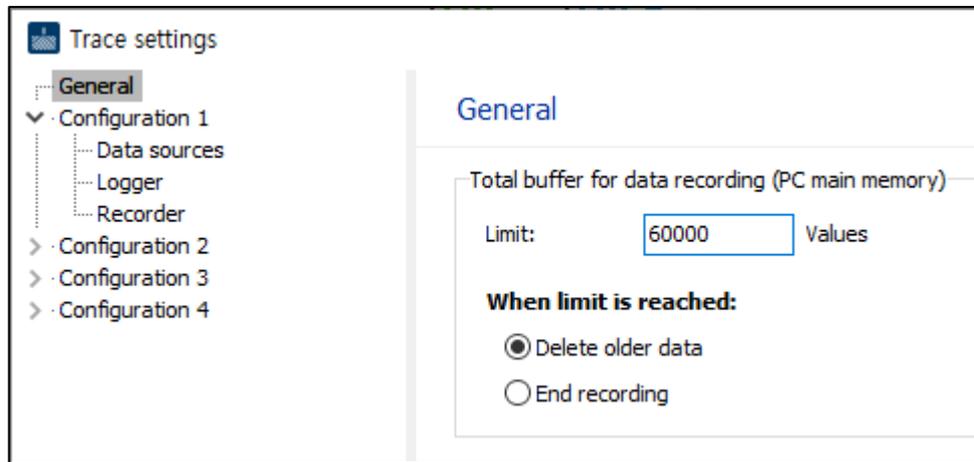
시간 테이블 제어 버튼



- ① 데이터 기록 시작: 해당 버튼을 누른 직후부터 등록 데이터가 화면에 기록됩니다.
- ② 데이터 기록 중지: 데이터 기록을 중지합니다.
- ③ 전체 시간 범위 표기: 시간 범위를 자동 조정하면서 모든 데이터를 한 화면에 표기합니다.
- ④ 시간 축 최대 범위: 항목 3 비활성화 시 화면 내 표기되는 최대 시간 범위입니다. (단위: ms)
- ⑤ 그래프 확대: 해당 항목 클릭 후 그래프 상에 범위 선택 시 그래프가 확대됩니다.
이 버튼을 한번 더 누르게 되면 그래프 확대 모드가 종료됩니다.
- ⑥ 데이터 상세 측정: 동일 선상의 두 기록점을 선택 시 X축과 Y축의 변위량을 표기합니다.
- ⑦ 설정: 그래픽 분석기에서 측정할 데이터 및 기록 모드 등을 설정합니다.
상세한 사용방법은 다음 페이지를 참조하여 주십시오.
- ⑧ 인쇄: 그래프를 프린터로 출력합니다.
- ⑨ 데이터 저장: 현재 데이터를 bmp 형식의 그래프 그림파일 또는 수치 데이터가 기록된 csv 파일로 저장 할 수 있습니다.
- ⑩ 도움말: Motion Manager 6의 도움말 기능을 활성화 합니다(영문).

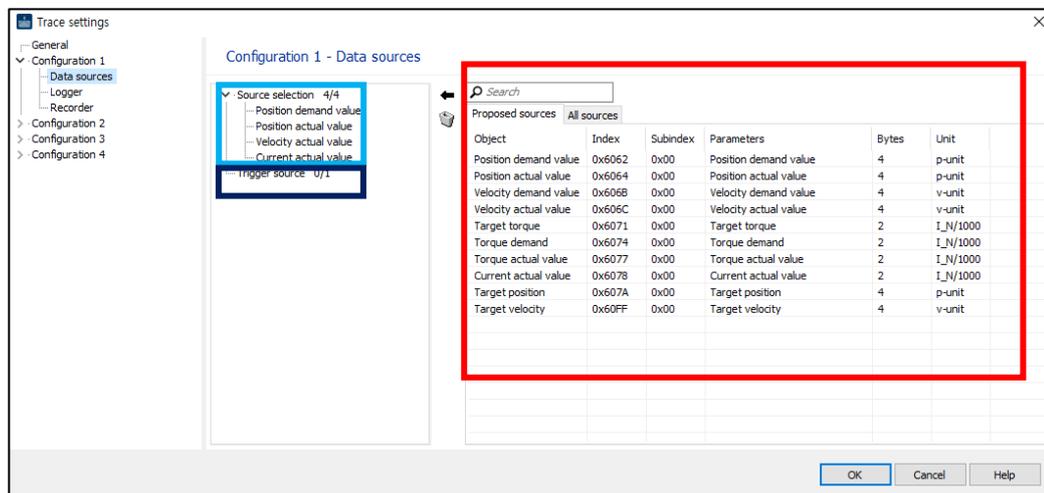
그래픽 분석기 세부 설정

시간 테이블 제어 버튼 측의 7번 항목, 설정 버튼을 누르게 되면 그래픽 분석기의 세부 설정을 조정할 수 있습니다.



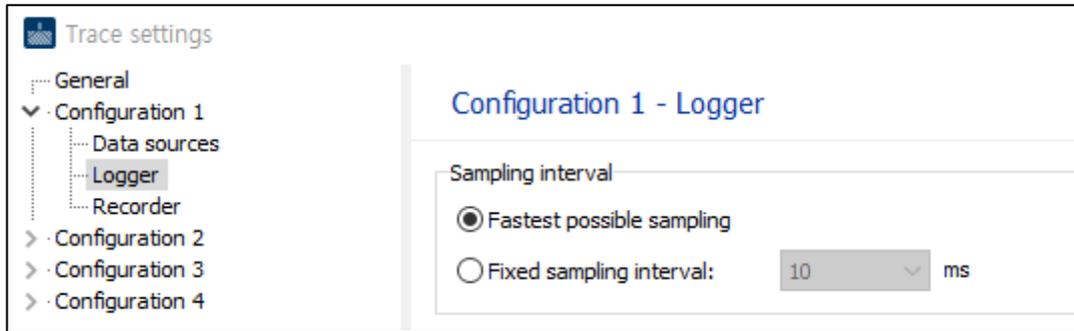
[General] 탭에서는 사용되는 PC의 메모리 사양에 의해서 결정되는 **[최대 레코딩 범위]** 및 최대 범위 초과 시 **[이전 데이터를 삭제하며 레코딩 지속]**, 또는 **[레코딩 종료]**를 선택할 수 있습니다.

[Configuration 1~4]는 모두 동일한 기능으로 최대 4개의 데이터를 선택하여 저장하고 있다가 필요 시 다른 configuration을 호출하는 방식으로 빠르게 수집 데이터를 교체하고자 할 때 사용됩니다. 각 configuration 항목에서는 데이터 소스 선택 탭과 로거모드, 또는 레코더 모드에서의 기록 설정을 변경할 수 있습니다.

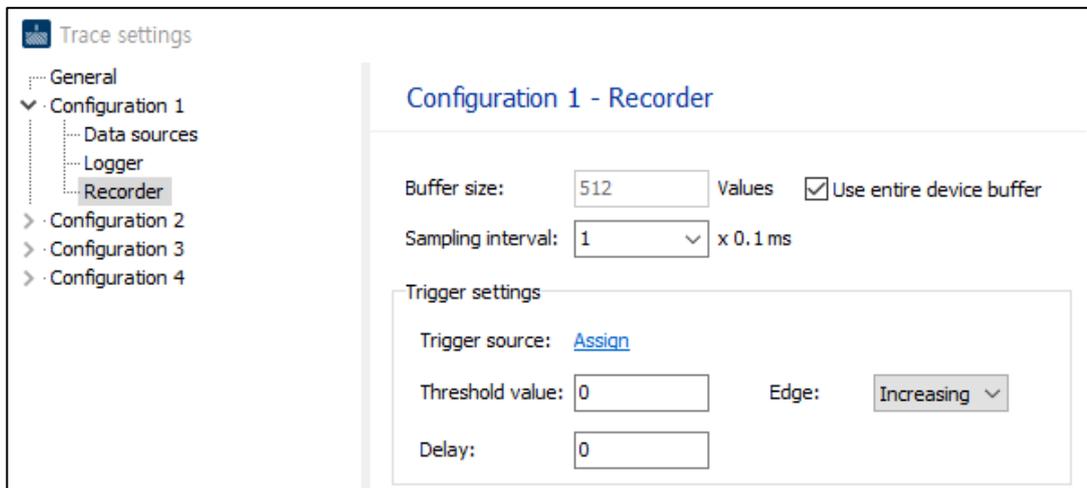


오른편의 Data source 창(붉은 사각형 안)에는 CiA 301/402 규약에 의거한 Index 및 Subindex의 주소로 읽어 올 수 있는 모든 데이터가 표기됩니다. 사용자는 해당 데이터 중 기록하고자 하는 데이터를 찾아서 이를 청색 사각형 안의 **[Source selection]** 항목으로 Drag & Drop으로 추가하여 줍니다. 등록 가능한 데이터는 각 Configuration 당 최대 4개의 데이터로 한정됩니다.

레코더 모드에서는 기록의 시작점을 알리는 트리거 소스가 필요합니다. 레코더 모드 사용 시 기록의 트리거를 담당할 데이터를 검은색 사각형 안의 **[Trigger source]** 항목으로 Drag & Drop 하여 주십시오. 등록 가능한 데이터는 각 Configuration 당 1개로 한정됩니다.



로거 모드 설정에서는 데이터를 기록할 주기를 설정할 수 있습니다. 초기 설정은 [가능한 범위 내에서 최대한도로 샘플링]으로 설정되어 있으며 샘플링 주기를 수동으로 수정할 수 있습니다. 다만 수동으로 샘플링 범위 설정 시 사용되는데 환경 대비하여 과도하게 빠르게 설정할 경우 데이터 수집 중 오류가 발생하거나 정상적인 주기로 데이터 기록이 되지 않을 수 있으므로 유의하여 주십시오.



레코더 모드 설정의 경우 버퍼 사이즈 및 샘플링 주기를 설정할 수 있습니다. 버퍼 크기는 최대 512(단위 ms)로 자동 설정되어 있으나 [Use entire device buffer]의 체크를 해제 시 수동으로 버퍼 크기를 설정할 수 있습니다. (이 경우에도 최대 버퍼 값은 512를 넘을 수 없습니다.) 샘플링 주기가 빠를수록 데이터를 세밀하게 기록 할 수 있습니다. (최대 주기 0.1msec)

트리거 설정의 경우 이전[Data source]탭에서 트리거를 등록하여야 사용이 가능하며 트리거가 발동될 기준 수치와 상승, 또는 하강 엣지에 따른 트리거 발동 조건을 설정할 수 있습니다.

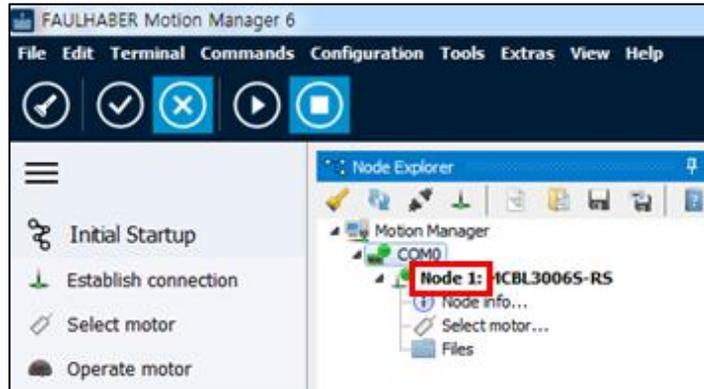
딜레이 설정 시 트리거 발동 후 입력된 딜레이 만큼 대기하였다가 데이터 기록을 시작하게 됩니다. (단위: msec)

6 상세설정 방법

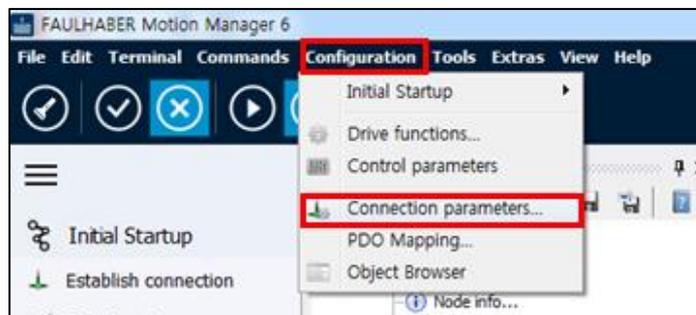
지금부터는 이전 챕터에서 설명하지 않았던 상세 설정과 기능에 대한 사용법에 대한 정보를 수록하고 있습니다. Motion Manager 6를 이용하여 추가 상세 설정 또는 통신 연결 없이 동작하는 다른 보조 동작 모드에 대한 정보를 수록하고 있습니다.

6.1 컨트롤러 노드 설정 또는 통신속도 변경

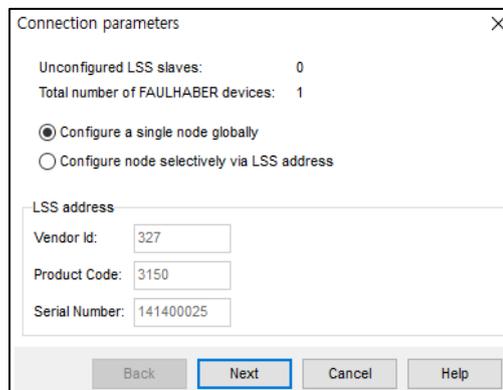
여러 개의 컨트롤러를 하나의 통신회선으로 통합하여 연결하고자 할 경우 컨트롤러간 통신 혼선을 방지하기 위하여 사용자는 각각의 컨트롤러에 고유 주소를 부여하여야 합니다. 만일 컨트롤러와 상위 장비 간 통신속도를 변경하고자 할 경우에도 참조하여 주십시오.



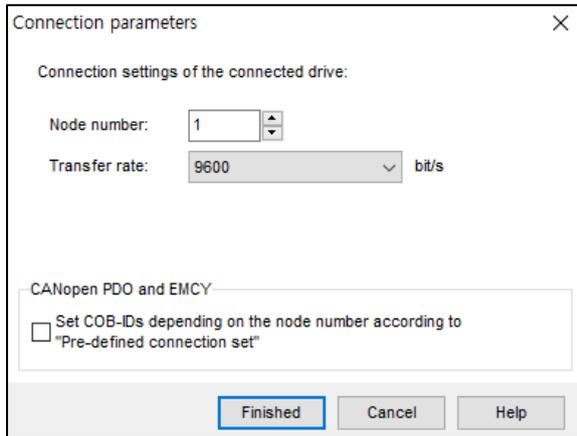
- 다축 연결 할 컨트롤러 중 한 개만 단독으로 통신 연결 후 노드 번호를 확인합니다.



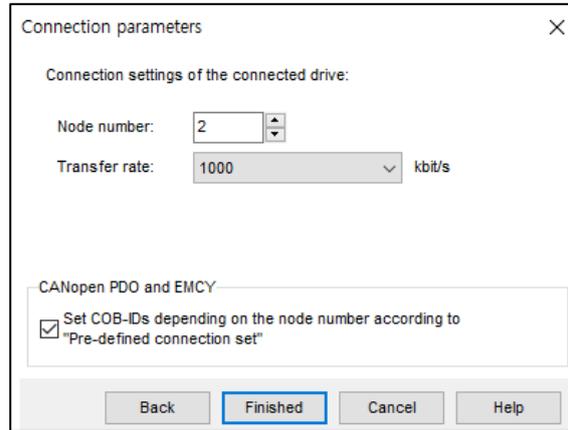
- 상단 텍스트 메뉴 [Configuration]-[Connection parameters]를 선택합니다.



- CANopen 컨트롤러일 경우 통신 점검 후 연결 장치의 정보를 표시해주는 별도의 창이 뜹니다. 내용 확인 후 [Next]를 눌러 다음으로 넘어갑니다



[RS232 타입 컨트롤러일 경우]



[CANopen 타입 컨트롤러 일 경우]

- 통신속도와 노드를 변경할 수 있는 창이 나타납니다. 원하는 통신속도 또는 노드로 변경한 후 **[Finished]**를 누르게 되면 컨트롤러의 통신 설정이 바뀐 뒤에 자동으로 변경된 설정으로 통신을 재 연결하여 변경된 설정을 반영합니다.



주의: CANopen을 사용할 경우 노드 설정 하단의 **[COB-ID를 노드 번호에 맞추어 자동 변경]** 체크박스를 반드시 활성화 한 후에 노드 설정을 완료하여 주십시오. PDO를 사용하여 제어 할 경우 COB-ID가 노드번호에 맞추어 설정되어 있지 않다면 통신 불가상태가 되어 장치가 응답하지 않습니다.

6.2 Limit/ Home SW 설정

MC3.0 계열 컨트롤러는 컨트롤러의 종류에 따라 최소 3개에서 최대 8개의 디지털 입력을 가지고 있습니다. 여기에 2개의 아날로그 전압 입력포트를 디지털 신호 입력으로 변환하면 추가로 2개의 디지털 신호 입력을 사용할 수 있습니다. 받을 수 있습니다. 2개의 디지털 출력신호는 공급 전류 20mA미만의 미소전류 오픈 컬렉터 출력이므로 해당 출력을 사용하기 위해서는 별도의 외부 접점 회로가 필요합니다.

각 컨트롤러 유형에 따른 I/O 포트 숫자는 다음과 같습니다.

컨트롤러 유형	디지털 입력	아날로그 입력	디지털 출력
MC3001	3	2	2
MC3603	-	-	-
MC5004	8	2	2
MC5004 STO	4	2	2
MC5005 / 5010	3	2	2
MCS 3.0	3	2	2

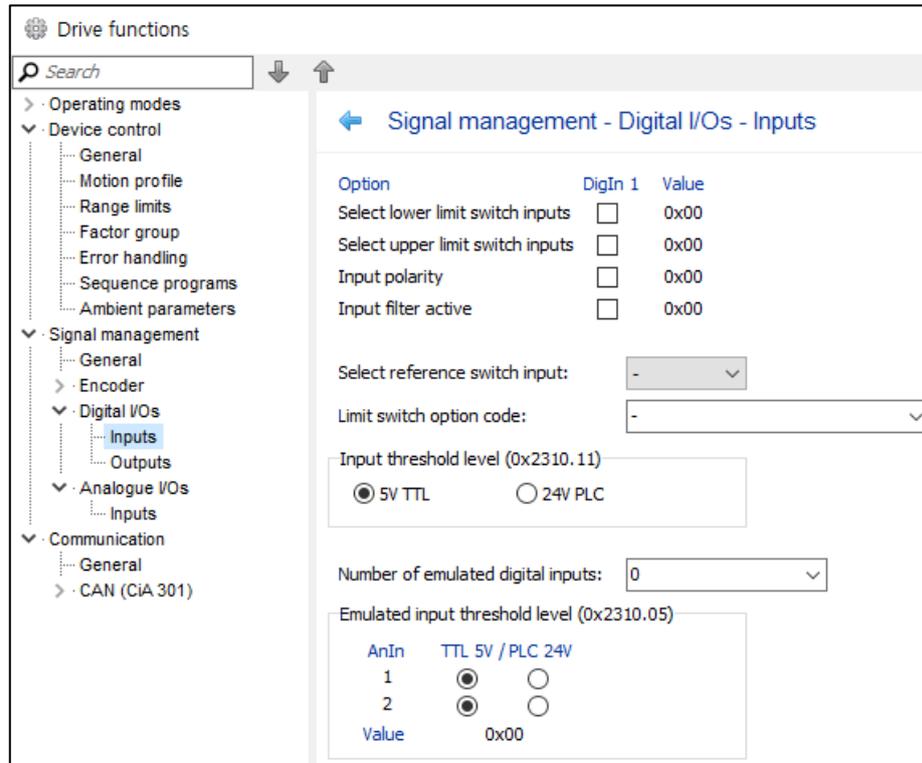
이러한 컨트롤러의 I/O 포트는 초기에는 기능이 정의되어 있지 않습니다. 따라서 이러한 입출력 포트를 활용하여 리미트 스위치 또는 홈 스위치 입력을 받도록 하려면 추가 설정을 통해 각각의 I/O에 대한 기능을 사전에 정의해야 할 필요가 있습니다.

센서 배선이 완료된 상태의 컨트롤러를 모션 매니저가 설치된 PC에 연결 후 컨트롤러의 I/O 설정을 통하여 각각의 I/O포트의 기능을 설정합니다. (센서 또는 전체 I/O의 배선 방법은 챕터 3을 참조하여 주십시오)

이 과정을 거치지 않을 경우 신호는 정상 입출력 되더라도 기능이 정의 되어 있지 않으므로 컨트롤러는 이러한 I/O의 입력에 아무런 대응을 하지 않게 되므로 주의하여주십시오.

- 모션 매니저를 실행 후 좌측 사이드 바 메뉴 목록 중 **[Drive Functions]**을 실행합니다.

- 디지털 입 출력의 경우 세번째 메뉴인 [Signal management] – [Digital I/Os] 항목에서 각각 디지털 신호의 입 출력 설정을 제어 할 수 있습니다.

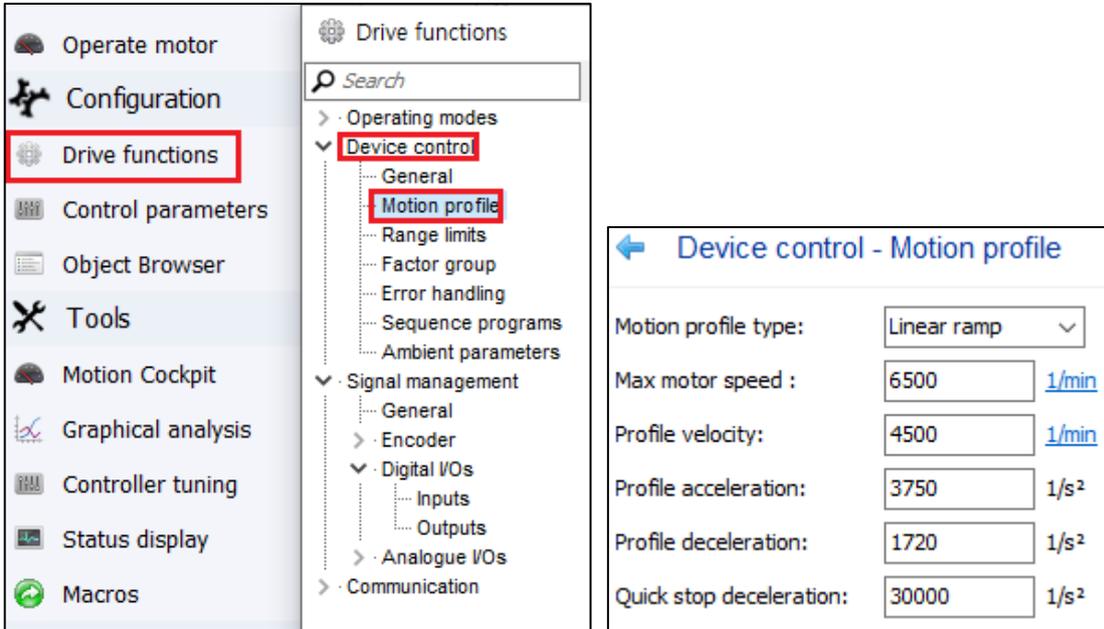


- 디지털 입력 설정의 각 항목별 기능은 다음과 같습니다. (화면상의 입출력 개수는 컨트롤러의 유형에 따라 달라지게 됩니다.)
 - **Select lower limit switch inputs:** 해당 항목 체크 시 이 디지털 입력신호는 하단부/역방향(반시계 방향) 리미트 스위치로 기능하게 됩니다.
 - **Select upper limit switch inputs:** 해당 항목 체크 시 이 디지털 입력신호는 상단부/정방향(시계 방향) 리미트 스위치로 기능하게 됩니다.
 - **Input polarity:** 논리적 입력(Logical input)을 물리적 입력(Physical input)과 반대로 동작하도록 설정합니다. (예: 물리적 입력이 High 일 경우 논리적 입력은 Low가 됨) 본 기능은 NPN 입력을 컨트롤러에 정상적으로 인식시키기 위해 주로 사용됩니다.
 - **Input filter active:** 디지털 입력에 하이패스 필터를 적용하여 노이즈성 신호로 인한 오동작을 방지하기 위해 사용됩니다.
 - **Select reference switch input:** 특정 입력을 홈 스위치로 설정할 때 사용합니다. 드롭다운 메뉴를 클릭하여 홈 스위치로 사용될 입력을 설정합니다.
 - **Limit switch option code:** 리미트 스위치 활성화 시 모터가 정지하는 방법을 결정합니다.
 - **Input Threshold level:** 디지털 입력의 동작 레벨을 DC5V의 TTL 방식, 또는 DC24V의 PLC 레벨로 설정할 수 있습니다.
 - **Number of emulated digital inputs:** 아날로그 입력을 디지털입력으로 전환할 갯수를 설정합니다.
 - **Emulated input threshold level:** 디지털 입력으로 에뮬레이트 된 아날로그 입력의 동작 전압 레벨을 설정합니다.

6.3 모션 프로파일 설정

모터는 일반적으로 가속-등속-감속의 순서로 작동하게 됩니다. 가속 또는 감속이 높으면 높을수록 모터는 더 빨리 목표 최대 속도에 도달하거나 빠르게 정지합니다.

모션 컨트롤러의 내부에 이러한 수치를 적용하여 사용자가 원하는 동작 프로파일을 구현할 수 있습니다.



[Drive functions]-[Device control]-[Motion Profile]의 순서로 진입 시 모션 프로파일을 입력할 수 있으며 각 항목의 세부 기능은 다음과 같습니다.

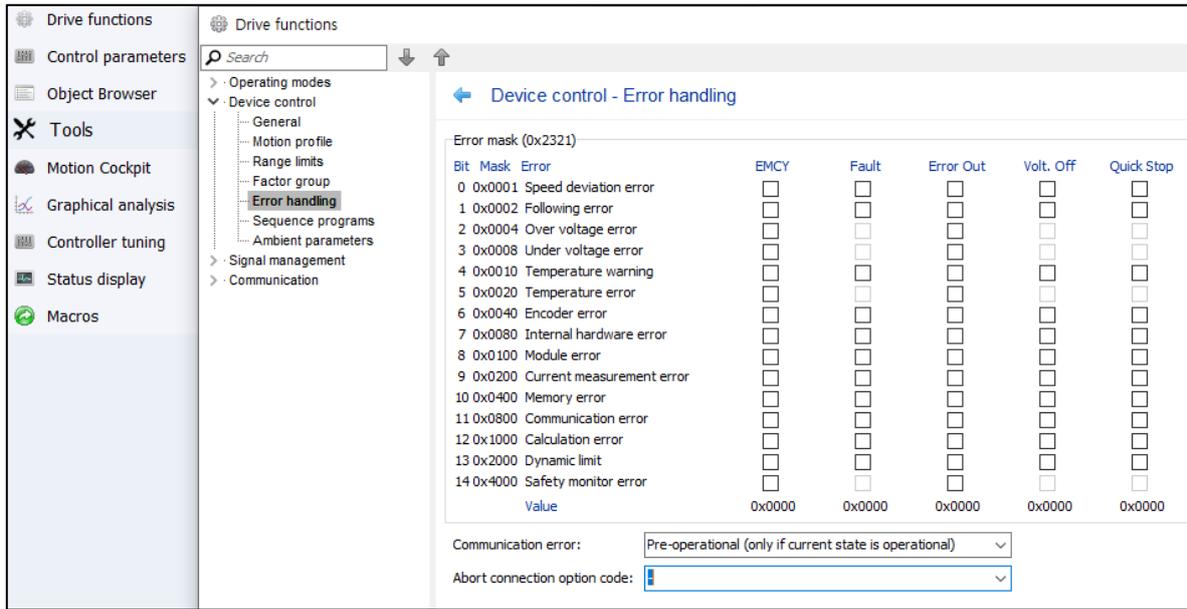
- **Max motor speed:** 컨트롤러에서 제한하는 모터의 최대 속도. 만일 프로파일 속도가 모터 최대속도보다 높게 지정된다 하더라도 모터의 속도는 최대속도의 제한을 넘어서 구동되지 않습니다. 프로파일을 무시하고 마스터의 지령을 받아 구동되는 CSP, CSV 모드에서는 이 항목으로 최대 속도를 제어하게 됩니다.
- **Profile velocity:** 모션 프로파일 적용 시 최대 속도로 모터가 등속 구간에 돌입 하였을 때 해당 항목에 따라 속도가 제어됩니다.
- **Profile acceleration:** 모션 프로파일 적용 시 가속도입니다. 높을수록 모터가 빠르게 가속되게 됩니다. 단위인 1/S²은 초당 속도 단위의 제곱을 의미합니다.
- **Profile deceleration:** 모션 프로파일 적용 시 감속도입니다. 높을수록 모터가 신속하게 감속하여 정지합니다. 단위인 1/S²은 초당 속도 단위의 제곱을 의미합니다.
- **Quick stop deceleration:** 사용자가 긴급 정지기능을 활성화 한 특정 조건에 도달할 경우 모터가 정지되는 감속도입니다.

6.4 에러 처리관련 설정

동작 중 모터나 컨트롤러 본체에 손상이 가해질 수도 있는 상황이 발생할 경우 컨트롤러가 이를 모니터링 하여 사전에 차단시키는 기능을 설정할 수 있습니다.

MC3 컨트롤러는 CiA 규약에 의하여 정의된 표준화된 에러 레지스터를 가지고 있으며 에러 레지스터에 대한 각각의 설정을 확인하고 에러 발생 시 대응 방법을 변경할 수 있습니다.

모션 매니저에서 [Drive Functions]-[Device control]-[Error handling] 메뉴로 진입 시 아래의 창이 나타납니다.

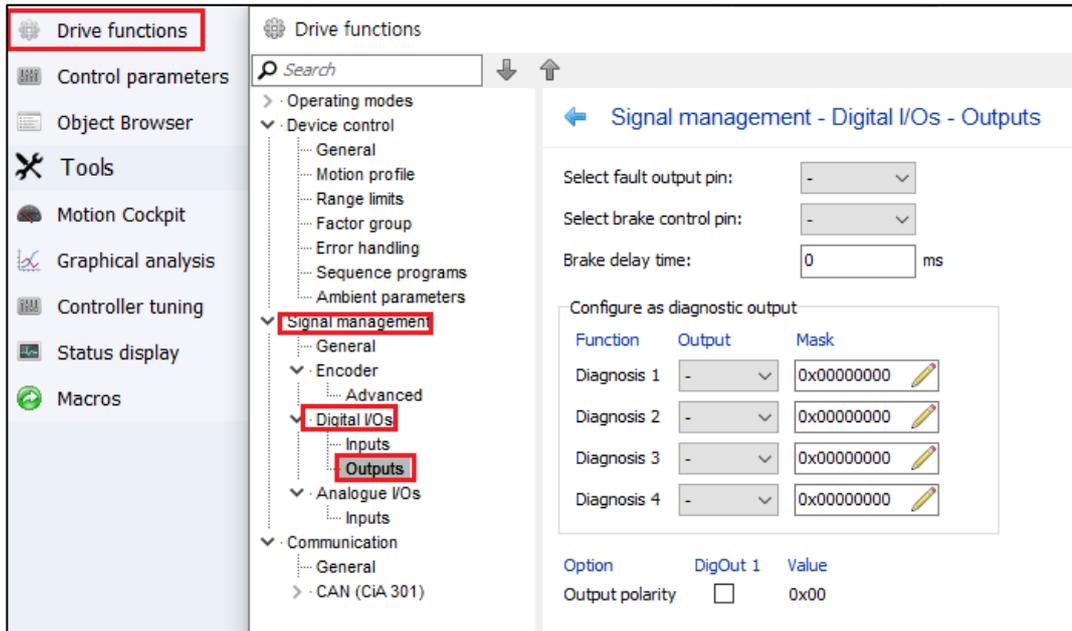


에러 마스크 옆 체크박스들은 컨트롤러에서 에러 발생 시 대응 방법을 결정하는 부분입니다. 개별 에러마다 총 5종류의 대응방법을 선택할 수 있고 중복선택도 가능합니다. 선택하는 방법에 따라 컨트롤러의 대응은 다음과 같이 달라집니다.

- EMCY: CANopen명령 체계의 가장 최우선 순위에 있는 Emergency Telegram에 전달되어 상위 기기로 에러상태가 보고됩니다. 사용자는 시간지연 없이 빠르게 이를 확인할 수 있습니다.
- Fault: DSP402규약에 의거한 절차대로 드라이브가 자동으로 비활성화 되고 고장 상태로 전환됩니다. 해제하기 위해서는 NMT를 통해 Reset 명령을 주어야 합니다.
- Errout out: 디지털 출력 핀이 Fault Pin으로 설정되어 있을 경우 해당 Fault pin으로 High 신호를 출력합니다.
- Volt. Off: 컨트롤러에서 자동으로 공급되는 전원을 차단하고 비활성화 됩니다.
- Quick stop: 모터가 동작 중일 경우 모터를 긴급정지 시킵니다.

6.5 디지털 출력 및 전자 브레이크 제어 설정

MC3 컨트롤러가 가지고 있는 두 개의 디지털 출력은 사용자 설정에 따라 에러로 인식된 상태 혹은 사용자가 정의한 상태에 도달하였을 때 외부로 신호를 출력하는 기능을 가지고 있습니다. 또한 추가 전력 회로를 구성할 경우 모터에 장착되는 전자식 브레이크를 제어할 수 있는 기능을 활성화 할 수 있습니다.



[Drive functions]-[Signal management]-[Digital I/Os]-[Output]항목으로 진입할 경우 위와 같은 화면이 나타납니다. 각 항목에 대한 세부 기능은 다음과 같습니다.

- **Select fault output pin:** 에러 핸들링 메뉴에서 [fault]항목으로 체크된 상황이 발생할 경우 디지털 출력을 내 보내게 될 핀을 지정 합니다. (디지털 출력 1, 디지털 출력 2 중 선택)
- **Select brake control pin:** 모터에 장착된 전자 브레이크를 제어할 출력 핀을 지정 합니다. 이후 해당 디지털 출력 핀은 컨트롤러가 Enable/Disable 상태로 전환될 때마다 자동으로 브레이크를 ON/OFF 하게 됩니다.

참조: MC3의 디지털 출력 핀은 20mA 미만의 저전력 출력 신호이므로 해당 기능을 정상적으로 사용하기 위해서는 외부 전력 공급용 회로 구성이 필요합니다.

- **Brake delay time:** 전자식 브레이크의 개폐 동작에 짧게는 20 밀리 초에서 길게는 100 밀리 초 이상 소요됩니다. 때문에 브레이크가 완전히 개방 또는 폐쇄되지 않은 상태에서 모터가 동작하게 되면 모터 샤프트 혹은 브레이크 패드에 손상이 가해질 수 있으므로 전자브레이크의 동작이 끝나는 것을 기다릴 수 있도록 딜레이 타임을 입력하여 주는 것이 안전합니다. 해당 데이터는 전자 브레이크의 데이터 시트를 참조하여 입력하여 주십시오.
- **Configure as diagnostic output:** 컨트롤러에서 인식하는 30가지의 상태 중 사용자가 해당 상태를 디지털 출력을 통하여 입력 받을 수 있도록 설정합니다. 총 4가지의 설정을 저장할 수 있으며 이 중 최대 두 개의 설정을 디지털 출력으로 사용할 수 있습니다. [Output] 항목으로 디지털 출력 핀을 지정할 수 있으며 [Mask]항목에서 사용자 정의 상태를 지정할 수 있습니다.
- **Output polarity:** 체크 시 디지털 출력 ON/OFF상태가 반전됩니다.

6.6 Controller tuning

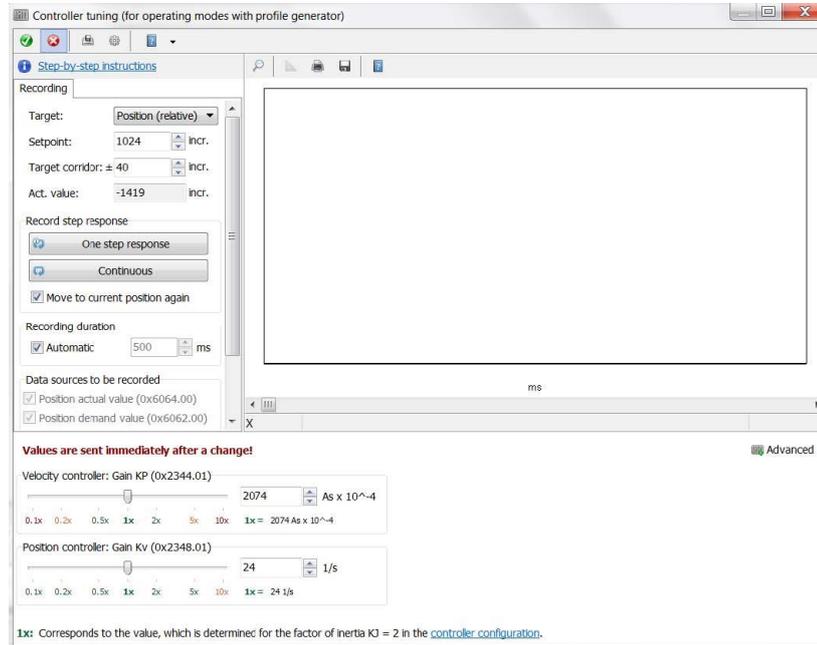
모션매니저에는 그래프의 형태로 모터의 현재 제어 특성을 직관적으로 확인할 수 있는 '컨트롤러 튜닝' 기능이 있습니다. 사용자는 이를 이용하여 기구물에 조립되어 있는 상태의 모터의 동작 특성을 테스트 한 뒤 개인 조정을 통해 제어 특성을 변경, 모터의 반응속도 및 제어 정밀성을 개선할 수 있습니다.

모션 매니저에서 [Controller tuning]메뉴를 선택하여 튜닝 인터페이스를 표기합니다.

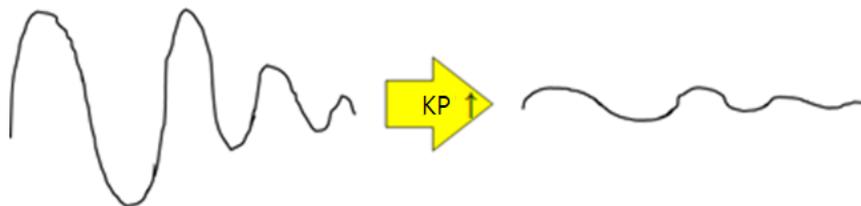
튜닝 인터페이스에서는 시운전을 통하여 속도제어와 위치제어에 대한 특성을 그래프의 형식으로

확인하고 게인 조절 후 반복 테스트를 통하여 셋 포인트와 실제 값을 최대한 일치시킬 경우 모터의 움직임이 최적화 됩니다.

튜닝 인터페이스의 메뉴 구성은 다음과 같습니다.



- **[Target]** 항목에서 튜닝 모드를 설정할 수 있습니다. 속도제어 튜닝과 위치제어 튜닝 두 가지 선택이 가능하며 속도제어 튜닝의 경우 게인 KP만 조절 가능하며 위치제어 튜닝은 게인 KP와 게인 KV를 동시에 사용합니다.
- **[Setpoint]** 항목에서 튜닝 시 움직일 모터의 속도, 또는 위치를 지정합니다
- **[Target corridor]** 항목에서는 모터 동작 시 허용 제어 공차를 설정하게 됩니다.
- 하단의 게인 KP와 게인 KV는 다음과 같은 특성을 가집니다.



- KP 게인은 비례제어와 관련이 있습니다. 만일 실제 동작 그래프가 물결모양으로 형성될 경우 이를 높이면 물결치는 현상을 보정할 수 있습니다.

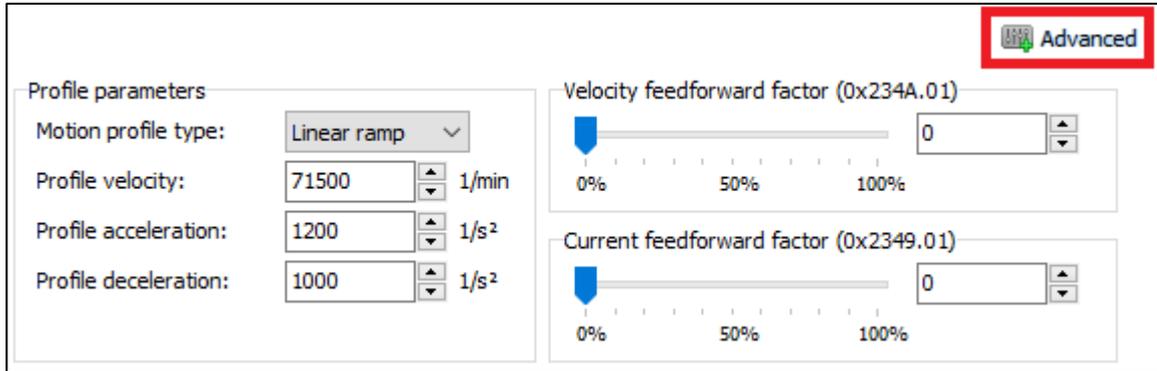


- KV 게인은 위치제어 시 강성 조절과 관련이 있습니다. 그래프의 기울기가 셋 포인트 그래프에 대비하여 경사가 완만할 경우 KV게인을 높임으로써 이를 개선할 수 있습니다.

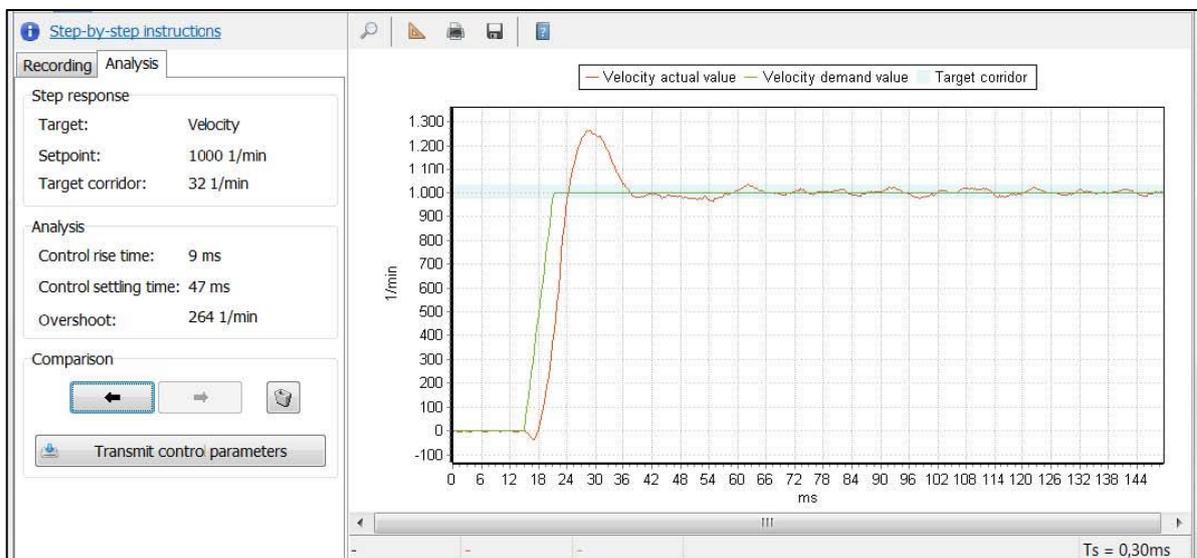


주의: KP 혹은 KV값을 과도하게 높게 설정 할 경우 고주파음을 동반한 모터 공진현상이 발생할 수 있습니다. 이러한 공진현상은 모터 제어 및 발열 억제에 악영향을 끼치는 요인이 되므로 공진 현상이 발생하지 않는 범위 내에서 KP와 KV값을 조절하여 튜닝을 진행하여 주십시오.

- 그래프 창 오른쪽 하단의 [Advanced]를 클릭 시 아래와 같이 모션 프로파일 설정 창 및 feed forward 설정이 가능해 집니다.



- Feed forward는 설정 수치가 높을수록 컨트롤러의 제어 패턴을 분석하여 계산 후 기존 제어 보다 제어 시점을 앞당겨서 제어하게 됩니다. 이론상 제어 그래프인 Demand value 보다 Actual value가 시간 축 차원에서 전체적인 시프트가 발생할 경우 해당 항목을 이용하여 응답 특성을 높일 수 있습니다.

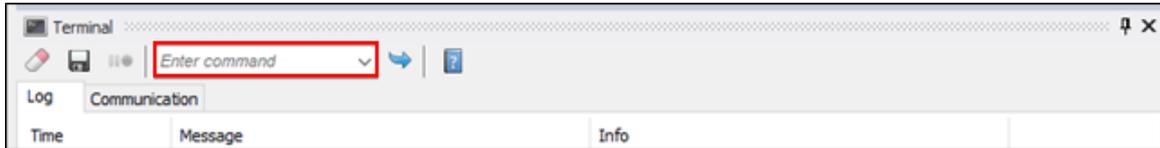


- 튜닝을 1회 이상 진행한 뒤 생성되는 [Analysis]탭을 선택할 경우 튜닝 결과를 수치로 확인 할 수 있습니다. 우측 그래프는 튜닝을 진행했던 모션 특성을 의미합니다. 좌측 사이드 바 창에서는 튜닝 결과값을 확인할 수 있으며 [Control rise time]은 모터가 목표점에 최초로 근접한 시간을 의미하며 [Control setting time]은 모터가 최종적으로 동작을 마무리 하고 동작 완료상태로 진입한 시간을 의미합니다. [Overshoot]는 이러한 제어 과정 중 목표지점을 지나친 정도를 나타냅니다. [Rise time]과 [Setting time]이 거의 동일하고, [Overshoot]이 최소화되었을 때 이상적인 튜닝완료 상태로 간주할 수 있습니다

6.7 기초 명령어

최신 버전의 모션매니저(6.0 이상)는 GUI만으로 모든 설정을 변경하거나 동작을 테스트 하는 것이 가능합니다. 그러나 그 외에도 모션 매니저에서는 복잡하고 직관적이지 못한 CiA 규약 프로토콜 대신 텍스트 형식 명령어를 이용하여 몇 가지 주요 동작을 제어할 수 있습니다.

이러한 명령어들은 모션매니저 화면 아래쪽에 위치 한 Terminal 창에서 입력할 수 있습니다.



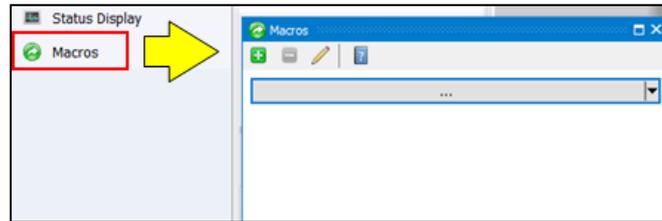
- **Switch on:** 모터에 전원을 공급. 서보제어를 시작합니다.
- **Shutdown:** 모터에 전원을 끊음. 비상정지 및 서보제어를 중단합니다.
- **ENOP:** 컨트롤러가 작동 준비상태가 됩니다.
- **OPMOD(숫자):** 숫자에 따라 컨트롤러의 동작 모드를 변경합니다.
 - 1: 위치제어 모드 (Profile position control mode)
 - 3: 속도제어 모드 (Profile velocity control mode)
 - 6: 원점복귀 모드 (Homing mode)
 - 8: 반복동기 위치제어 모드 (Cyclic Synchronous Position control mode)
 - 9: 반복동기 속도제어 모드 (Cyclic Synchronous Velocity control mode)
 - 10: 반복동기 토크제어 모드 (Cyclic Synchronous Torque control mode)
 - -1: 전압제어 모드 (Voltage mode)
- **V(숫자):** 숫자(단위: rpm)에 맞추어 정속제어를 시작합니다. **(PV, CSV 전용)**
- **SPOS(숫자):** 숫자에 맞추어 위치제어 목표를 지정합니다. **(PP, CSP 전용)**
*CSP 모드일 경우 명령 입력 직후 절대좌표 기준으로 위치제어가 수행됩니다.
- **MR:** 상대위치 제어 시작. 이 명령은 SPOS 명령 이후 입력 되어 합니다. **(PP 전용)**
- **MA:** 절대위치 제어 시작. 이 명령은 SPOS 명령 이후 입력 되어 합니다. **(PP 전용)**
- **SP(숫자):** 최대 속도를 설정합니다.
- **AC(숫자):** 가속도를 설정합니다.
- **DEC(숫자):** 감속도를 설정합니다.
- **RESET:** 명령어 입력 즉시 컨트롤러를 재 부팅합니다.
- **RESTORE_ALL:** 선택된 모터 및 엔코더 설정을 초기화 합니다. 해당 명령은 일부 파라미터를 초기화 하지 않으므로 완전히 공장 초기화 상태로 되돌리지 못합니다.



참조: 전체 명령어 모음에 대한 기능 설명과 보다 자세한 설명은 공식 매뉴얼 (Drive Functions Manual)을 참조하여 주십시오.

6.8 매크로

매크로 기능은 Motion cockpit만으로는 구현할 수 없는 연속 동작을 스크립트 편집 방식을 이용하여 일회성으로 구현할 수 있습니다. 사용자는 매크로 기능을 이용하여 최종 어플리케이션에서 원하는 동작을 시험하는데 유용한 기능이며 그래픽 분석기를 같이 활용할 경우 동작 특성 데이터도 확인 할 수 있습니다.



모션 매니저의 사이드바 메뉴 중 **[Macros]**를 선택하여 매크로 실행 창을 활성화합니다.

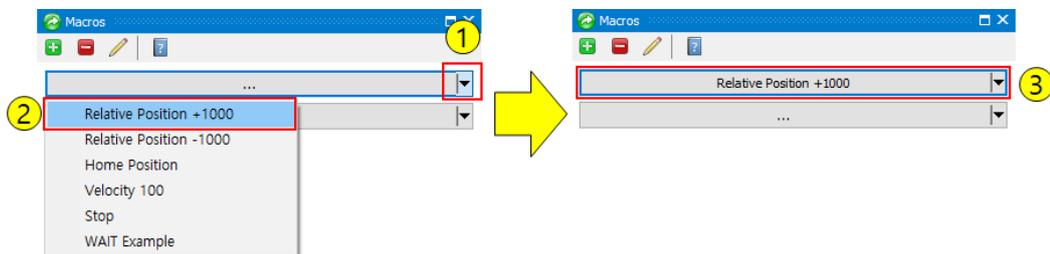
매크로 창 상단에 있는 세 개의 아이콘은 각각 다음과 같은 역할을 수행합니다.

- 매크로 추가 버튼입니다. 해당 아이콘을 누를 때 마다 매크로 선택창이 1개씩 증가합니다.
- 매크로 제거 버튼입니다. 해당 아이콘을 누를 때 마다 매크로 선택창이 1개씩 삭제됩니다.
- 매크로 편집 버튼입니다. 해당 아이콘을 클릭 시 매크로 편집 화면이 활성화됩니다.

```

1 ;Before running one of these macros, ensure that the motor can move freely!
2
3 ;Macro 1
4 [Relative Position +1000]
5 OPMOD1 ;Modes Of Operation: Profile Position Mode
6 SPOS1000 ;set target position
7 ENOP ;reset "New set-point"
8 MR ;start relative positioning
9
10 ;Macro 2
11 [Relative Position -1000]
12 OPMOD1 ;Modes Of Operation: Profile Position Mode
13 SPOS-1000 ;set target position
14 ENOP ;reset "New set-point"
15 MR ;start relative positioning
16
17 ;Macro 3
18 [Home Position]
19 OPMOD6 ;Modes Of Operation: Homing Mode
20 HM35 ;Homing Method 35 (Homing Offset = Home Position)
21 ENOP ;reset "New set-point"
22 HS ;Homing Start
23
24 ;Macro 4
25 [Velocity 100]
26 OPMOD3 ;Modes Of Operation: Profile Velocity Mode
27 V100 ;run motor with 100 rpm
28
29 ;Macro 5
30 [Stop]
31 OPMOD3 ;Modes Of Operation: Profile Velocity Mode
32 V0 ;stop motor
    
```

매크로 편집화면에서는 기본적으로 몇 가지의 간단한 동작을 위한 매크로들이 등록되어 있습니다. 예제 매크로의 구조를 참조하여 내용을 수정 또는 추가하거나 새로운 매크로를 생성하여 다양한 움직임을 구현할 수 있습니다.

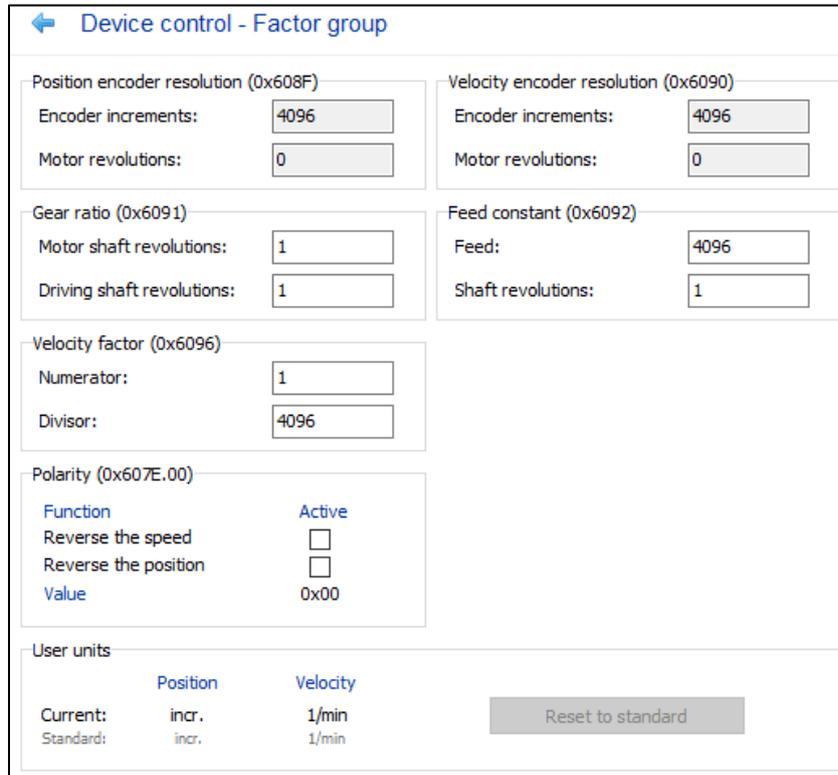


매크로의 실행은 각 매크로 선택창 옆의 드롭 다운 버튼①을 눌러 나타나는 목록을 확인한 후 동작을 원하는 매크로②를 선택합니다. 그렇게 되면 우측 그림과 같이 선택창에 매크로의 이름이 표기된 것을 볼 수 있는데 이 때 해당 버튼③을 눌러주면 모터는 선택된 매크로에 맞게 동작을 수행하게 됩니다.

i **참조:** 매크로를 통한 동작 테스트 전, 반드시 컨트롤러가 Enable(Switch on)상태인지 확인하여 주십시오. 컨트롤러가 Enable 상태이지 않으면 모터가 동작하지 않습니다.

6.9 전자 기어비 설정

MC3 컨트롤러는 CiA 모션 컨트롤 규약을 준수하여 모터에 장착된 외부 기구물 (기어, 벨트, 스크류 등)을 통한 최종 위치 분해능을 컨트롤러 내부 팩터그룹(Factor Group)메뉴를 통하여 기구 최종단의 분해능으로 변환할 수 있습니다.



Device control - Factor group

Position encoder resolution (0x608F)
Encoder increments: 4096
Motor revolutions: 0

Velocity encoder resolution (0x6090)
Encoder increments: 4096
Motor revolutions: 0

Gear ratio (0x6091)
Motor shaft revolutions: 1
Driving shaft revolutions: 1

Feed constant (0x6092)
Feed: 4096
Shaft revolutions: 1

Velocity factor (0x6096)
Numerator: 1
Divisor: 4096

Polarity (0x607E.00)
Function: Active
Reverse the speed:
Reverse the position:
Value: 0x00

User units
Position: incr. / Velocity: 1/min
Standard: incr. / 1/min

Reset to standard

모션매니저의 **[Drive Functions]-[Device control]-[Factor Group]**순서로 진입 후 각각의 항목에 조건에 부합하는 데이터를 입력하여 사용자 정의 단위를 생성합니다.

- **[Position Encoder resolution]** 항목과 **[Velocity Encoder resolution]** 항목은 모터 셋업 시 자동으로 입력되는 엔코더의 실제 분해능과 연동되어 있으므로 임의로 데이터를 변경하지 마십시오.
- **[Gear ratio]**항목이 감속기의 절대 기어비를 입력하는 부분입니다. 다음과 같이 별도로 제공되는 감속기의 절대 기어비 데이터 시트를 참조하여 데이터를 입력하여 주십시오. 아래 예시인 22/7 66:1 감속기의 경우 **[Motor shaft revolution]**항목에 '16224', **[Driving shaft revolution]**항목에 '245'를 입력하여 주십시오.

Planetary Gearheads 22/7		
Nominal reduction	Calculated reduction	Absolute reduction
3,71 :1	3,714285	26 / 7
9,7 :1	9,679012	784/81
14 :1	13,795918	676 / 49
43 :1	42,920634	2.704 / 63
66 :1	66,220408	16.224 / 245

- FAULHABER 표준 기어헤드의 전체 절대 기어비는 다음 링크에서 확인하실 수 있습니다. ([FAULHABER 기어헤드의 절대 기어비](#) – 출처: FAULHABER 홈페이지)
- 항목**[Feed constant]**는 최종 감속비를 반영한 다음 사용자의 요구조건에 맞는 분해능 스케일을 설정하는 항목입니다. 'Feed'와 'Shaft revolutions'의 비율에 따라 분

해능을 변경할 수 있습니다. 예를 들어 샤프트를 1도 단위로 표기하고 싶을 경우 feed에 360, 샤프트 회전 수에 1을 입력하면 위치 카운트 1당 1도로 표기할 수 있습니다.

- 추가 예제로 4:1의 감속비(절대기어비 4:1) + 피치 2mm짜리 볼스크류의 조합을 1 μ m 단위로 표기하고자 할 경우에는 다음과 같이 계산됩니다.



참조: 피드 상수를 이용한 유저 분해능은 단위 표기의 변경기능입니다. 모터의 기본 제어 성능은 모터에 장착된 엔코더 및 홀센서의 성능을 기반으로 하기 때문에 엔코더 분해능 이상의 피드 상수를 입력 한다고 하여도 제어성능의 향상을 기대할 수는 없습니다.

- **[Polarity]** 항목은 모터의 기계방향 회전에 따라 카운트 누적 방식을 변경하는 기능입니다. 속도 또는 위치제어에 따라 다르게 설정할 수 있으며 해당 체크박스를 비활성화 시 모터가 시계방향(CW)으로 돌게 되면 위치 카운트가 증가하게 되며 체크박스를 활성화 할 경우 모터가 시계방향으로 돌 때 카운트가 감소하게 됩니다

주의: 위치 또는 속도의 Polarity 체크 유무와 관계없이 컨트롤러 내 Limit설정의 'Upper'/'Lower' 의 정의는 변하지 않습니다. 해당 정의는 카운트의 누적 방향과는 관계없이 모터의 기계적인 회전 방향에 따라 결정되며 모터가 시계방향 회전 한계점을 'Upper limit', 반시계 회전 방향 한계점을 'Lower limit'으로 정의하고 있으므로 본 기능을 사용하여 카운트 누적 방향 반전 후 리미트 스위치 입력을 적용 할 때 주의하여 주십시오

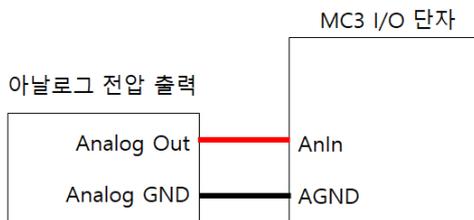
- **[User units]**항목은 현재 정의된 스케일의 데이터가 표기됩니다.

6.10 외부 입력을 이용한 동작모드

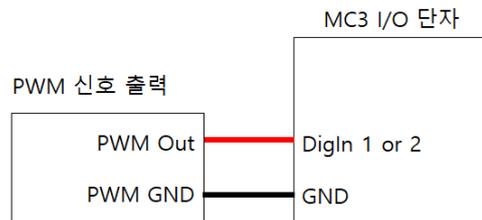
MC3 컨트롤러는 시리얼 통신 외 다른 제어수단을 사용하는 마스터 장비에 맞추어 구동할 수 있도록 네 종류의 오프라인 동작 모드를 지원합니다.

-10 ~ +10V 전압신호로 이루어진 아날로그 신호, 또는 PWM 신호를 사용하는 아날로그 제어 모드와 디지털 신호를 기반으로 동작하는 기어링 모드와 스테퍼 모드의 총 4가지 모드를 사용할 수 있습니다.

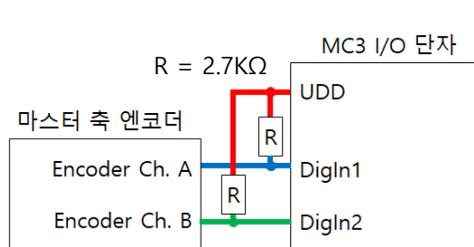
해당 방식으로 구동하기 위해서 아래 배선도를 참고로 신호 배선을 알맞게 연결하여 주십시오.



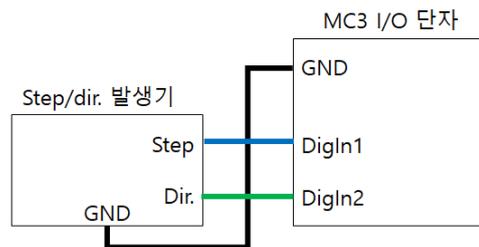
[APC, AVC, ATC 모드 - 아날로그 전압 사용 시]



[APC, AVC, ATC 모드 - PWM 신호 사용 시]



[Gearing mode 사용 시]



[Step/dir. mode 사용 시]

6.10.1 외부 제어신호 입력 스케일링 설정

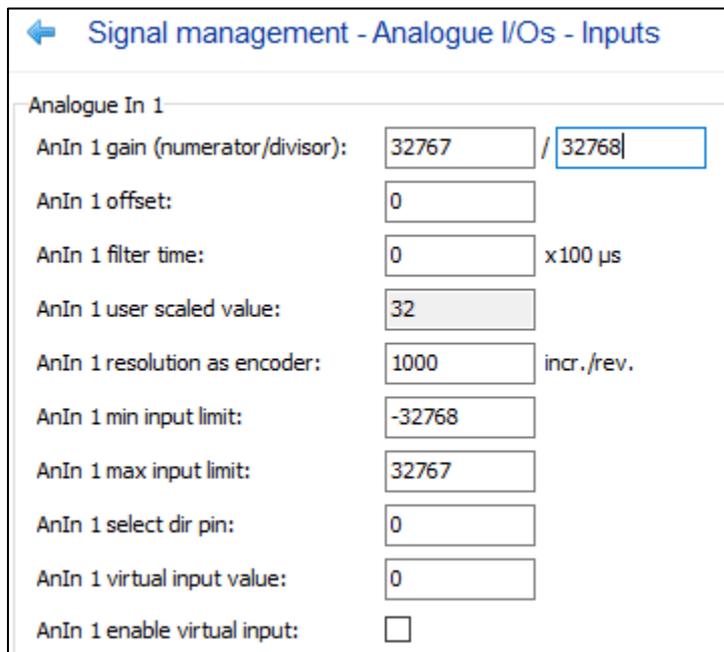
■ 아날로그 신호의 스케일 설정 방법

아날로그 전압 신호로 구동되는 APC, AVC, ATC 모드의 경우 기본적으로는 입력된 아날로그 전압을 mV단위로 환산하여 속도, 위치, 토크를 제어하게 됩니다.

예를 들어 1V가 입력 될 경우 이를 mV로 변환하여 1000의 값을 가지게 되며 이를 이용하여 APC 모드에서는 절대 좌표 1000의 위치로, AVC 모드에서는 1000rpm의 속도로, ATC 모드에서는 $1000 \times [N/1000]$ (정격의 100%)의 토크로 모터를 제어하게 됩니다.

만일 사용하고자 하는 목표 값들이 입력 전압 대비하여 너무 높거나 낮을 경우 컨트롤러 내부 설정을 통하여 기본 1mV = 1로 설정된 값을 임의의 스케일로 변환 하거나 offset 기능을 이용하여 아날로그 신호의 영점을 보정할 수 있습니다.

[Drive functions]-[Signal management]-[Analog I/Os]-[Input] 항목으로 진입하게 되면 다음과 같은 화면이 표기됩니다. 두 개의 아날로그 입력을 별도 세팅을 할 수 있습니다.



각 항목의 상세 기능은 다음과 같습니다.

- **[AnIn Gain(numerator/divisor)]**: 초기 1mV=1 이었던 **[AnIn user scaled value]** 항목의 스케일을 변경합니다. 유저 스케일이 계산되는 공식은 다음과 같습니다

$$[AnIn\ user\ scaled\ value] = Analog\ voltage\ (mV) \times \frac{numerator}{divisor}$$

- **[AnIn offset]**: 아날로그 입력의 영점 보정에 사용되는 사전 보정수치입니다.
- **[AnIn filter time]**: 노이즈 성분이 많은 아날로그 입력의 노이즈 필터를 위한 필터 시간을 입력합니다.
- **[AnIn user scaled value]**: 현재 입력되고 있는 아날로그 수치값이 표기됩니다. 해당 항목은 수정이 불가능한 데이터 표기 창입니다.
- **[AnIn resolution as encoder]**: 아날로그 신호와 연동되어 동작할 엔코더의 분해능을 입력합니다.
- **[AnIn min input limit]**: 아날로그 스케일 데이터의 최저치를 제한합니다.
- **[AnIn max input limit]**: 아날로그 스케일 데이터의 최대치를 제한합니다.

- **[AnIn select dir pin]:** 극성이 없는 단방향 (예: 0~5V) 아날로그 전압을 사용할 때 모터의 회전 방향을 변경할 입력 핀을 지정 합니다. 해당 항목에 '1'을 입력 시 디지털 입력 1번이 회전 방향 전환 핀의 기능을 하게 됩니다.
- **[AnIn Virtual input value]:** 외부 아날로그 신호원을 직접 연결할 수 없는 상황에서 아날로그 신호를 이용한 동작을 테스트 하고자 할 때 가상의 아날로그 입력 신호를 입력할 수 있습니다. 해당 기능은 하단의 **[AnIn enable virtual input]**항목의 체크박스를 활성화 할 경우에 적용됩니다.

■ PWM 신호의 스케일 설정 방법

PWM 신호를 APC, AVC, ATC 모드의 제어 신호로 사용 할 경우 아날로그 신호와 동일하게 PWM 신호에 대한 유저 스케일링 데이터가 필요합니다. PWM 신호의 경우 듀티비 0~100% 범위를 정수 0~32767로 받아들이게 되어 있으며 여기에 추가 변수를 입력함으로써 사용자가 원하는 명령 값을 만들어 낼 수 있습니다. 해당 메뉴는 **[Driver functions]-[Signal management]-[Encoder]**항목의 세 번째 항목 **[PWM input]**에서 입력할 수 있으며 상세 적용 방법은 다음과 같습니다.

PWM input (0x2317)

Digital input pin: DigIn 1 ▾

Duty cycle gain (numerator/divisor): 0 / 0

Duty cycle offset: 0

Resolution as encoder: 0 incr./rev.

- **[Digital input pin]:** PWM신호가 입력되는 디지털 입력 핀을 지정합니다. 디지털 입력 1번과 디지털 입력 2번에서 PWM 신호를 감지할 수 있습니다.
- **[Duty cycle gain(numerator/divisor)]:** 정수 0~32767의 형태로 인식되는 기본 값 (PWM^{raw})을 사용자가 원하는 스케일로 변환하기 위한 수식을 입력합니다. 스케일 변환 계산 수식은 다음과 같습니다.

$$[PWM \ user \ scaled \ value] = (PWM^{raw} + Duty \ cycle \ offset) \times \frac{numerator}{divisor}$$

- **[Duty cycle offset]:** PWM신호의 조정이 필요한 수치를 입력합니다. 해당 데이터에 음의 수를 입력할 경우 양방향 PWM 신호로도 만들 수 있습니다. (예: -16384를 입력할 경우 0~32767의 단방향 데이터가 -16384~16383의 양방향 데이터로 조정됩니다.)
- **[Resolution as encoder]:** 컨트롤러에 연결된 엔코더의 분해능을 입력합니다. 해당 데이터의 경우 초기 모터 셋업 과정에서 사용중인 엔코더의 분해능이 자동으로 입력되므로 이후 엔코더 사양이 변경되지 않았다면 변경하지 말아 주십시오.

■ 외부 엔코더 신호의 스케일 설정 방법

MC3를 외부 디지털 펄스 형태의 신호를 통하여 모터를 제어하는 방식은 크게 두 가지로 이동 거리와 회전 방향 신호 성분을 가진 **Step/dir. 제어모드**와 90도의 위상차를 가지는 두 개의 펄스 신호 성분을 가진 외부 엔코더를 이용한 **기어링 모드**로 나뉘어 집니다. 이러한 2채널 디지털 신호를 설정하는 방법은 다음과 같습니다.

[챕터 6.10](#)을 참조하여 입력신호를 연결 후 **[Driver functions]-[Signal management]-[Encoder]**항목의 두 번째 항목인 **[Reference encoder]**창에 입력되는 데이터를 참조합니다.

Reference encoder (0x2316)	
Operation mode, index polarity:	0x0000 
IE resolution:	0 incr./rev.
Gain (numerator/divisor):	0 / 0

- **[Operation mode, index polarity]:** 입력되는 디지털 신호의 형식을 정의합니다. '1'을 입력할 경우 외부 엔코더 신호 입력 모드이며 '8'을 입력 할 경우 Step/dir. 신호 입력 모드로 설정됩니다.
- **[IE Resolution]:** 컨트롤러에 연결된 엔코더의 분해능을 입력합니다. 해당 데이터의 경우 초기 모터 셋업 과정에서 사용중인 엔코더의 분해능이 자동으로 입력되므로 이후 엔코더 사양이 변경되지 않았다면 변경하지 말아 주십시오.
- **[Gain(numerator/divisor)]:** 외부 신호 대비 엔코더의 제어 비를 설정합니다. Numerator 항목이 현재 연결된 모터의 엔코더 분해능과 관련된 항목이며 divisor 항목이 외부 신호 분해능과 연관되어 있습니다.

예를 들어 1000펄스를 1회전 신호로 사용하는 외부 신호 또는 엔코더 신호에 맞추어 4096 분해능을 가진 모터를 제어하고자 할 때 numerator에 4096, divisor에 1000을 입력하면 됩니다.

6.10.2 아날로그 위치/속도/토크 제어 모드(APC/AVC/ATC)

MC3는 아날로그 신호 또는 PWM 신호를 이용하여 위치, 속도, 토크의 세가지 제어 중 한 가지를 선택하여 제어 할 수 있습니다.



참조: 아날로그 위치 제어 모드의 경우 절대 위치 엔코더를 사용하지 않을 경우 해당 모드의 정상 사용을 위해서는 반드시 원점 복귀 모션이 선행 되어야 정상적인 위치 제어가 가능합니다.

챕터 6.2를 참조하시어 외부 신호 입력 설정을 적용, 또는 하드스탑(Hard stop)원점 복귀를 구현한 시퀀스 프로그램을 선행 설정해 주십시오. 시퀀스 프로그램 작성과 관련된 내용은 별도 작성된 시퀀스 프로그램 매뉴얼을 참조하여 주십시오.



주의: 이동 범위가 좁고 기구적으로 막혀있는 환경에서는 제품 최종 셋업 전 충분한 테스트를 수행하여 기구물 충돌 여부를 충분히 테스트 하여 주십시오.

FAULHABER 모션 컨트롤러는 전원이 꺼질 경우 위치를 기억할 수 없고 0으로 초기화 됩니다. 기구물 혹은 모터 파손을 방지하기 위해서는 반드시 원점 복귀 모션 또는 사전 작동 테스트를 충분히 수행하여 주십시오.

챕터 6.10.1을 참조하여 아날로그 신호를 설정 후 모션매니저에서 **[Drive Function]-[Operation modes]-[General]**을 선택하여 원하는 작동 모드를 선택하여 주십시오.

Modes of operation (0x6060.00)	
Position	Current
<input type="radio"/> Profile Position Mode (PP)	<input type="radio"/> Cyclic Sync Torque Mode (CST)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Position Mode (CSP)	<input checked="" type="radio"/> Analogue Torque Control (ATC)
<input checked="" type="radio"/> Analogue Position Control (APC)	
Velocity	Other
<input type="radio"/> Profile Velocity Mode (PV)	<input type="radio"/> Voltage Mode (VOLT)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Velocity Mode (CSV)	<input type="radio"/> Homing Mode (HOME)
<input checked="" type="radio"/> Analogue Velocity Control (AVC)	

작동 모드의 선택이 끝난 후 [Signal management]-[General]항목의 [Discrete sources]항목에서 제어 신호가 입력되는 방식을 선택합니다.

Discrete sources (0x2331)	
Target voltage source:	- <input type="text"/> ▾
Target current source:	- <input type="text"/> ▾ ATC
Target velocity source:	- <input type="text"/> ▾ AVC
Target position source:	- <input type="text"/> ▾ APC

- **아날로그 위치제어 모드(APC)**를 사용하고자 할 경우에는 [Target position source]항목에서 Analog input 1 또는 2, 디지털 입력 중 현재 신호원이 입력되고 있는 포트 중 하나를 선택하여 주십시오
- **아날로그 속도제어 모드(AVC)**를 사용하고자 할 경우에는 [Target velocity source]항목에서 Analog input 1 또는 2, 디지털 입력 중 현재 신호원이 입력되고 있는 포트 중 하나를 선택하여 주십시오
- **아날로그 토크제어 모드(ATC)**를 사용하고자 할 경우에는 [Target current source]항목에서 Analog input 1 또는 2, 디지털 입력 중 현재 신호원이 입력되고 있는 포트 중 하나를 선택하여 주십시오

6.10.3 Gearing mode

기어링 모드는 아날로그 위치제어 모드(APC)를 기반으로 하여 제어 신호 주체를 기존의 아날로그 전압 또는 PWM신호가 아니라 외부의 2채널 엔코더를 통하여 펄스신호로 정/역 제어를 수행할 수 있도록 구성된 모드입니다.

또한 별도의 동기 제어기 없이 두 개 이상의 축을 동기제어 할 필요가 있을 경우에도 마스터 축의 엔코더 신호를 슬레이브 축으로 병렬 연결하여 두 모터의 움직임을 동기화 시킬 수 있습니다.

i **참조:** 기어링 모드는 입력되는 엔코더의 분해능이 높거나 제어 속도가 빨라질수록 마스터 축을 추종하는 성능이 하락할 수 있습니다. 따라서 최종 사용 전 충분한 검증을 통하여 사용된 엔코더와 목표 속도에 최적화 된 설정을 찾는 것이 중요합니다.

컨트롤러 설정은 다음과 같이 진행합니다.

[챕터 6.10](#) 및 [6.10.1](#)을 참조하여 외부 엔코더 신호를 연결 및 설정 후 모션매니저에서 [Drive Function]-[Operation modes]-[General]을 선택하여 [Analog position control(APC)]를 선택합니다.

Modes of operation (0x6060.00)	
Position	Current
<input type="radio"/> Profile Position Mode (PP)	<input type="radio"/> Cyclic Sync Torque Mode (CST)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Position Mode (CSP)	<input type="radio"/> Analogue Torque Control (ATC)
<input checked="" type="radio"/> Analogue Position Control (APC)	
Velocity	Other
<input type="radio"/> Profile Velocity Mode (PV)	<input type="radio"/> Voltage Mode (VOLT)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Velocity Mode (CSV)	<input type="radio"/> Homing Mode (HOME)
<input type="radio"/> Analogue Velocity Control (AVC)	

작동 모드의 선택이 끝난 후 [Signal management]-[General]항목의 [Discrete sources]-[Target position source] 항목에서 [Incremental encoder (I/O)]를 선택하여 주십시오.

Discrete sources (0x2331)	
Target voltage source:	-
Target current source:	-
Target velocity source:	-
Target position source:	Incremental encoder (I/O)



주의: [Incremental encoder(encoder connection)]을 선택하지 않도록 주의하여 주십시오. 해당 모드는 컨트롤러의 엔코더 입력 단자로 연결된 엔코더를 지칭합니다. 이를 잘못 선택 되었을 경우 모터가 동작하지 않습니다.



참조: 서로 다른 모터 및 감속기를 동기화 할 경우 각 모터의 전기적 특성에 따라 결정되는 최대속도와 감속기의 감속비 차이에서 오는 보정할 수 없는 속도 차이가 있을 수 있습니다.

6.10.4 Step/dir. mode



주의: 해당 모드는 FAULHABER 모션 컨트롤러를 Step/dir. 방식 스텝 모터 드라이버와 동일하게 작동하도록 만들어 모터의 동작이 스텝모터와 유사한 동작알고리즘을 구현 할 수 있도록 만들어진 모드입니다.

하지만 사용 모터가 DC 혹은 BLDC 모터이기 때문에 기본적인 제어 알고리즘에서 스텝모터와는 다르게 정지 시 위치를 유지하기 위해 서보 제어를 통해 홀딩 토크를 만들어 내므로 미세한 헌팅(=지터링)이 발생할 수 있으므로 정밀한 광학장비(포커스, 줌 등)에서 사용하기에는 부적합할 수 있습니다.

스테퍼 모드는 DC나 BLDC모터를 스텝모터로 만들어주는 모드가 아님을 유의하여 주십시오.

Step/dir. 모드는 아날로그 위치제어 모드(APC)를 기반으로 하여 제어 신호 주체를 기존의 아날로그 전압 또는 PWM신호가 아니라 외부의 2채널 Step/dir. 신호를 통하여 펄스신호로 정/역 제어를 수행할 수 있도록 구성된 모드입니다.

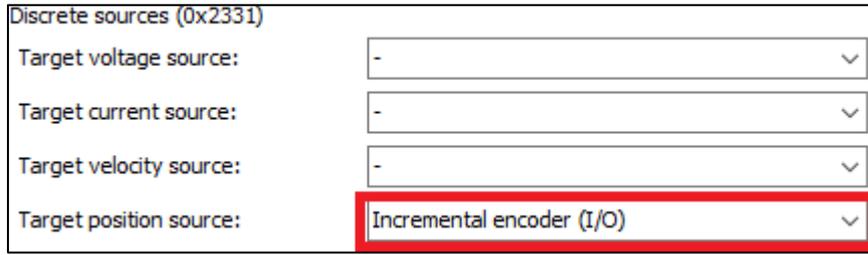
스테퍼 모드는 기존의 스텝 모터 드라이버를 제어하는데 사용하던 펄스 형태로 스텝과 회전 방향을 지시하던 Step/direction 방식 상위 제어기와 연동시켜 사용할 때 유용합니다.

해당 모드는 엔코더의 분해능이 허용되는 범위 내에서 주어지는 Step수 만큼 일정 각도만을 제어해야 할 경우 유용하게 활용할 수 있습니다.

컨트롤러 설정은 다음과 같이 진행합니다.

[챕터 6.10](#) 및 [6.10.1](#)을 참조하여 외부 제어 신호를 연결 및 설정 후 모션매니저에서 **[Drive Function]-[Operation modes]-[General]**을 선택하여 **[Analog position control(APC)]**를 선택합니다.

Modes of operation (0x6060.00)	
Position	Current
<input type="radio"/> Profile Position Mode (PP)	<input type="radio"/> Cyclic Sync Torque Mode (CST)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Position Mode (CSP)	<input type="radio"/> Analogue Torque Control (ATC)
<input checked="" type="radio"/> Analogue Position Control (APC)	
Velocity	Other
<input type="radio"/> Profile Velocity Mode (PV)	<input type="radio"/> Voltage Mode (VOLT)
<input type="radio"/> Cyclic Sync Velocity Mode (CSV)	<input type="radio"/> Homing Mode (HOME)
<input type="radio"/> Analogue Velocity Control (AVC)	



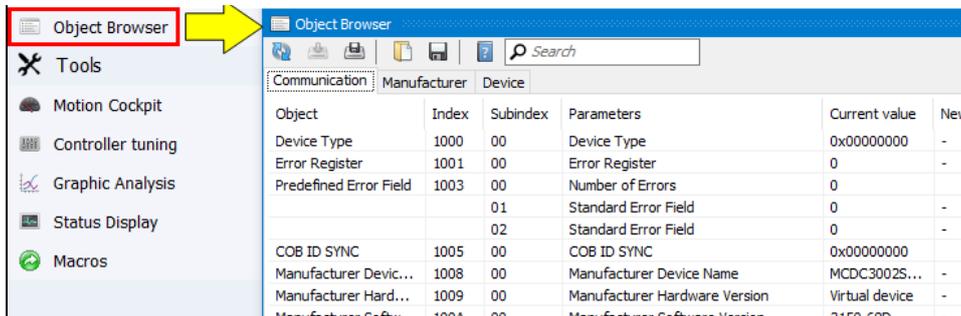
주의: [Incremental encoder(encoder connection)]을 선택하지 않도록 주의하여 주십시오. 해당 모드는 컨트롤러의 엔코더 입력 단자로 연결된 엔코더를 지칭합니다. 이를 잘못 선택 되었을 경우 모터가 동작하지 않습니다.

6.11 컨트롤러 설정 추출 및 덮어쓰기

FAULHABER 모션 매니저는 컨트롤러의 내부 설정을 별도 형식의 파일로 추출하여 저장할 수 있습니다. 이를 통하여 사용자는 컨트롤러 설정을 관리하여 두 개 이상의 설정을 번갈아 가며 사용할 수 있거나 복수의 컨트롤러에 동일한 설정을 입력하여 간편하게 사용할 수 있습니다.

CANopen 컨트롤러의 경우에는 프로토콜의 기본 체계에 맞추어 오브젝트 브라우저라는 별개의 메뉴가 존재하며 사용자는 이를 통하여 컨트롤러의 모든 설정을 하나의 화면에서 열람하거나 변경할 수 있습니다.

또한 오브젝트 브라우저는 현재 설정을 추출하거나 기존 설정을 읽어 와 연결된 컨트롤러에 덮어쓰는 모든 기능을 지원하기도 합니다. 사용 방법은 다음과 같습니다.



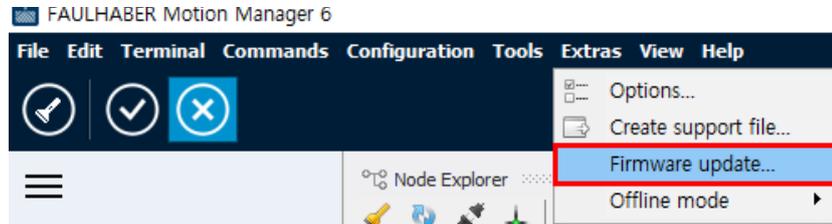
모션매니저의 사이드 바 메뉴에서 [Object Browser]를 선택하면 일정 시간이 지난 후 모션 매니저는 현재 통신이 연결된 컨트롤러의 설정을 모두 읽어 와 오브젝트 브라우저 창에 표기합니다. 사용자는 이렇게 생성된 오브젝트 브라우저 창의 상단 아이콘을 이용하여 설정의 추출 및 기존 설정 덮어 쓰기가 가능합니다. 각 아이콘의 기능은 다음과 같습니다.

- 컨트롤러 설정값을 새로 고침 하여 다시 받아옵니다.
- 변경되거나 읽어온 설정을 컨트롤러에 전송합니다.
- 설정을 컨트롤러에 저장합니다.
- 기존에 추출된 설정 파일을 엽니다.
- 현재 컨트롤러 설정을 *.xdc 확장자 파일로 저장합니다.

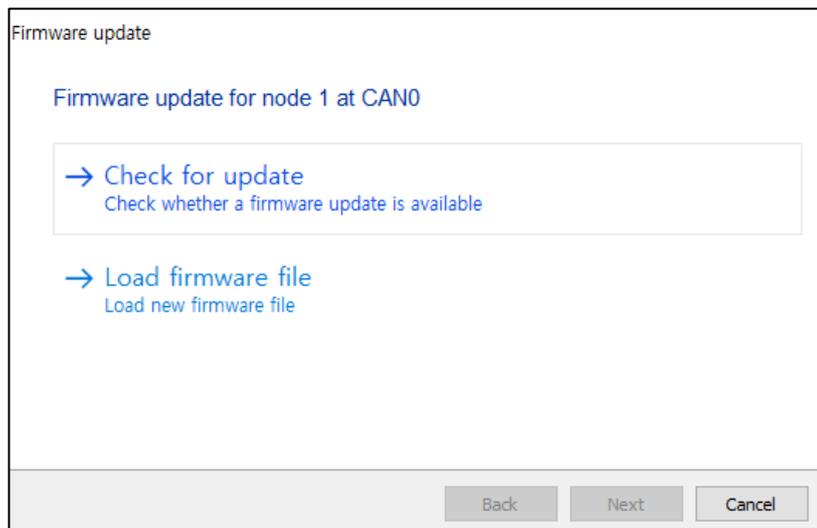
해당 아이콘을 이용하여 현재 컨트롤러의 설정을 추출하고(아이콘 사용) *.xdc 확장자 컨트롤러 설정 파일을 새 컨트롤러에 덮어 쓸 수(→ 파일 열고 → →) 있습니다.

6.12 펌웨어 업데이트

모션매니저가 설치된 PC가 인터넷에 연결 되어 있을 때 사용자는 온라인으로 간편하게 펌웨어 버전을 확인하여 펌웨어가 구 버전일 경우 업데이트를 진행할 수 있습니다.

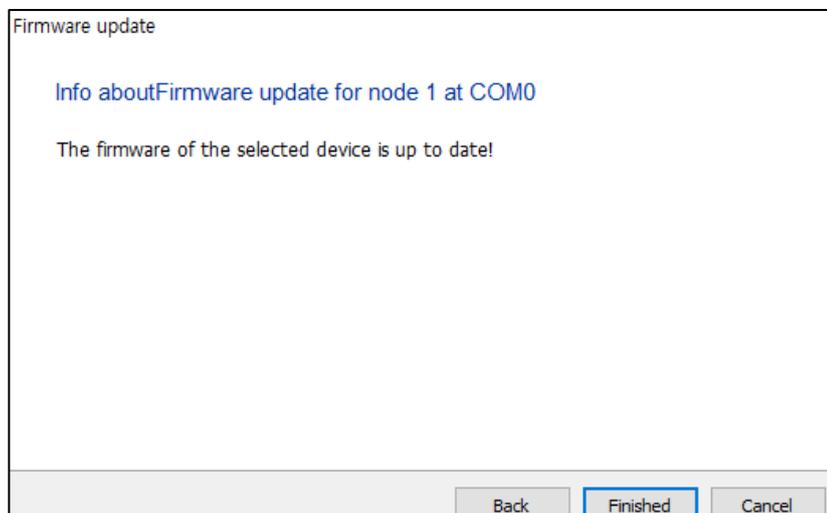


상단 메뉴 바의 [Extras] - [Firmware update...] 메뉴를 선택합니다. 이후 업데이트 방법을 결정하는 창이 뜨는데 각 항목에 대한 설명은 다음과 같습니다.



- Check for update: 컨트롤러의 현재 버전을 확인 후 온라인으로 업데이트가 가능한 신규 펌웨어의 존재 유무를 검색합니다.
- Load firmware file: 이전 버전 펌웨어를 덮어쓰거나 별도로 제공받은 펌웨어 파일을 사용하려고 할 경우 이 메뉴를 선택하여 펌웨어 파일을 직접 선택합니다.

업데이트 방식을 선택한 후 그 이후에 나오는 지시에 따라 업데이트를 진행하거나 더 이상 업데이트 할 펌웨어가 없을 경우 다음과 같이 나타나는 메시지가 출력됩니다.



7 자주 하는 질문들

본 챕터에서는 해당 컨트롤러를 처음 사용해 보시거나 혹은 사용 중 일어날수 있는 가장 많은 불편사항 또는 사용자 취급 상 흔히 할 수 있는 실수 등을 자가 진단하는데 도움이 될 수 있는 내용을 수록하고 있습니다. 사용 중 다음과 같은 문제가 생겼을 때 본 챕터를 참고하여 주시면 문제를 해결하는데 도움이 될 수 있습니다.

7.1 모터의 속도 및 위치제어가 불가능할 경우

해당 증상은 이제 막 컨트롤러 및 모터를 설치한 초기 셋업 상황에서 발생하거나 기존에는 정상적으로 사용 중이었다가 컨트롤러 외적의 다른 요인으로 외부로부터 전기적인 손상이 가해진 이후에 발생할 수 있습니다. 일반적으로 Enable 직후 모터가 무조건 최대 속도로 동작한 다음 그 이후 어떠한 제어명령에도 반응하지 않는 경우가 대부분으로 이 때는 크게 두 가지 원인을 의심해 볼 수 있습니다.

해당 증상이 발생 시 즉시 컨트롤러에 Disable 명령을 전송하거나 컨트롤러의 전원을 차단하신 후 아래의 지시를 따르십시오.

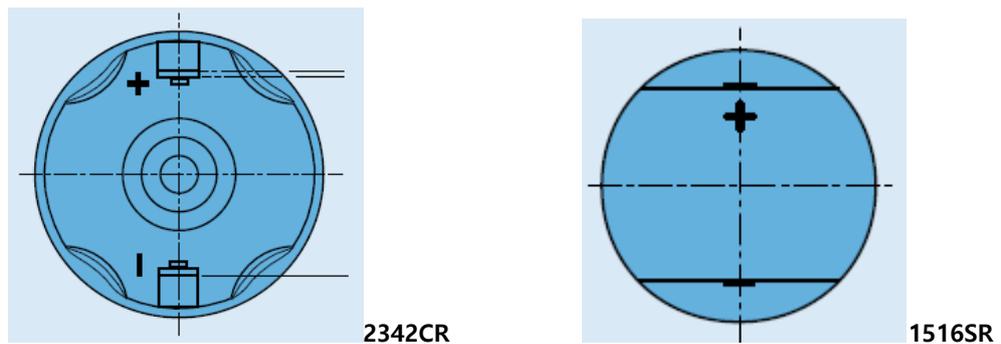
7.1.1 모터 오배선

초기 셋업 때 발생할 수 있는 가장 흔한 경우로 모터의 배선을 컨트롤러에 반대로 연결하였거나 엔코더 및 홀 센서의 배선이 잘못되었을 때 발생합니다.

모터의 회전 방향은 엔코더 및 홀 센서의 신호를 토대로 결정되므로 만약 모터 전원과 엔코더 신호선이 반대 방향으로 연결되어있다면 컨트롤러는 서보제어의 논리적 오류상태에 빠져 한쪽 방향으로 무한히 가속하는 문제가 발생합니다.

단순히 모터의 + / - 배선 또는 엔코더 채널 A / B가 서로 바뀐 상태의 오배선일 경우 대부분의 상황에서는 오배선을 수정하여 알맞게 배선하게 되면 문제를 해결할 수 있습니다.

i **참조:** FAULHABER 모터는 대부분의 경우 배선의 색 또는 리본 케이블의 순서에 따라 배선도를 제공하여 오배선이 발생할 확률을 최소화 하도록 되어 있습니다. 다만 별도로 배선이 연결되지 않고 터미널 핀으로 처리된 일부 DC모터들의 경우에는 터미널 핀 또는 모터 뒷부분에 각인된 극성을 한번 더 확인하여 사용하여 주시기 바랍니다.



[FAULHABER 2342CR / 1516SR DC 모터의 뒷부분 극성 각인 - 제품 데이터시트 발췌]

만약 오배선을 수정 후에도 동일한 증상이 계속되거나 오배선 상황이 아닌데도 동일한 문제가 발생한다면 아래의 [챕터 7.1.2](#)를 참조하여 주십시오.

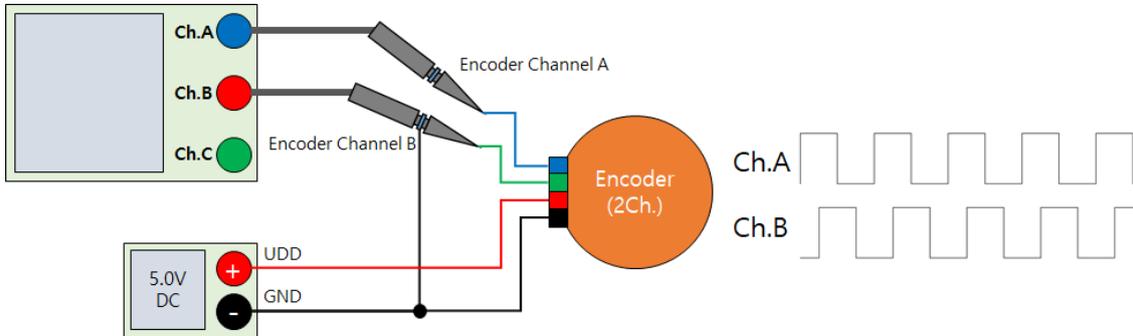
7.1.2 엔코더 및 홀센서가 손상된 경우

엔코더 전원에 극성을 반대로 연결하거나 엔코더 사양 이상의 과도한 전압을 인가, 또는 외부 전기 노이즈 유입 등의 비정상적인 연결상태가 지속되었거나 외부 물리적인 충격에 의하여 모터 뒷부분의 엔코더나 홀 센서가 파손된 상황을 의미합니다.

해당 증상을 자가 점검 하는 모터 샤프트를 손으로 돌릴 수 있는 환경일 경우 테스트에 보다 유용할 수 있습니다. 점검에 사용 할 수 있는 방법들은 다음과 같습니다.

1) 오실로스코프를 이용한 센서 파형 직접 측정

엔코더 또는 홀 센서에 DC 5V 전원을 인가한 후 엔코더, 또는 홀 센서의 출력 핀에 오실로스코프를 연결한 다음 모터 샤프트를 손으로 회전시키면서 출력 핀에서 정상적인 파형이 출력되는지 확인합니다.



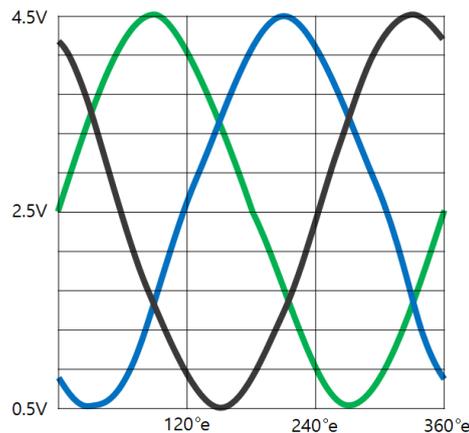
[오실로스코프를 이용한 엔코더 점검 방법]

정상적인 엔코더에서는 샤프트를 시계방향으로 회전 시 채널 A이 구형파가 채널 B의 구형파보다 위상차가 90도 앞서서 출력이 됩니다. 만약 두 채널중 하나의 신호가 출력되지 않거나 High 상태에서 고정된 채로 샤프트의 움직임에 반응하지 않는다면 엔코더의 파손을 의심해 볼 수 있습니다.

i **참조:** 엔코더의 모델에 따라서는 일반적인 엔코더와는 달리 채널 A와 B의 신호가 반대로 출력되는 제품이 존재합니다. FAULHABER 엔코더 중에서는 다음과 같은 제품들이 채널 A와 B 신호가 반대로 출력됩니다. 보다 상세한 내용은 해당 제품의 데이터시트를 참조하여 주십시오,

- PA2-50엔코더 (0615S / 0620B 모터 장착 형)
- HXM3-64 엔코더

BLDC 모터에 사용되는 아날로그 홀 센서의 경우에도 엔코더 점검 방식과 동일한 방식으로 배선을 진행하여 줍니다. 이 때 아날로그 홀 센서는 총 3채널 출력이며 각 신호가 120도의 위상차를 가지는 사인파의 형태로 출력되므로 3채널 이상을 지원하는 오실로스코프를 사용하면 원활한 테스트를 진행하실 수 있습니다.



[정상적인 아날로그 홀 센서의 신호 파형]

아날로그 홀 센서 역시 3개 채널의 신호 모두가 출력되어야 정상적인 작동이 가능하므로 세 개의 신호 중 하나의 신호라도 이상이 생기면 홀센서에 손상이 가해진 것으로 컨트롤러가 모터를 정상적으로 제어할 수 없게 됩니다.

i **참조:** 해당 사항은 아날로그 홀 센서 탑재형 BLDC모터의 상태를 점검하는 방법입니다. 따라서 일반적인 디지털 홀 센서나 디지털 홀 센서+엔코더 조합의 모터는 이 방법으로 점검할 수 없습니다.

2) 모션매니저의 그래픽 분석기를 이용한 점검 방법

엔코더 및 아날로그 홀 센서의 상태 확인은 아래와 같은 조건을 만족한다는 전제 하에 모션 매니저를 통해서도 확인할 수 있습니다.

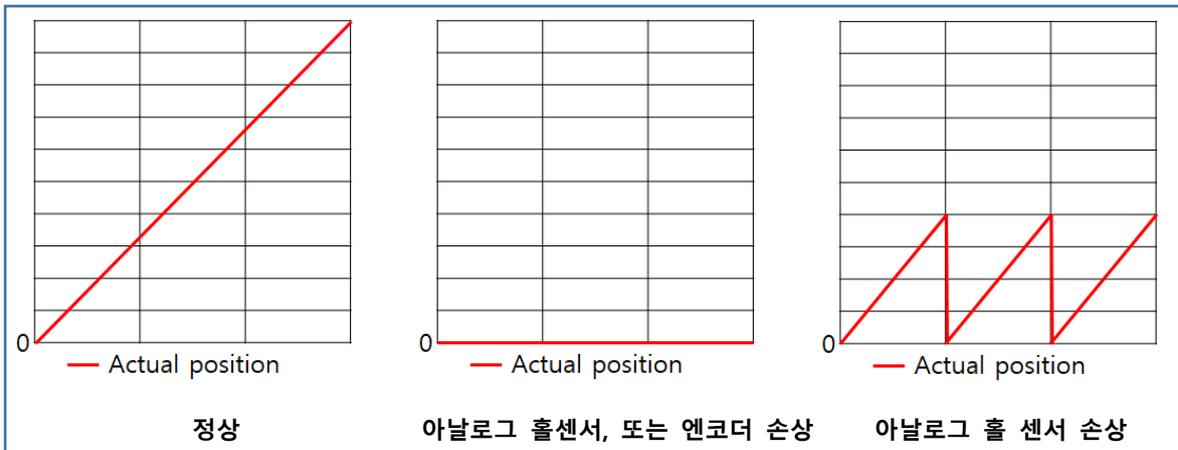
- 모터 연결 후에도 컨트롤러에 정상적인 대기 전류 상태를 유지 할 것.
- USB, RS232 또는 CANopen 통신 연결이 가능할 것.
- 컨트롤러의 단자에 모터 배선이 알맞게 되어 있을 것.
- 모터를 손으로 쉽게 회전 시킬 수 있을 것.

위의 조건이 만족한 상태라면 우선 컨트롤러는 Disable 상태로 만들어줍니다. (모션 매니저 명령어 기준 **shutdown** 명령어)

그 다음 그래픽 분석기를 열어 모터의 위치를 모니터링 하도록 설정합니다. (그래픽 분석기의 상세한 사용방법은 [챕터 5.2](#)를 참조하여 주십시오.)

모터의 위치를 모니터링 하도록 설정이 완료되면 레코딩을 시작한 후 모터 샤프트를 손으로 돌려서 위치값이 변동되는지를 확인하여 주십시오. 정상적인 모터의 경우 모터를 정면으로 봤을 때 시계방향으로 회전시키면 위치값은 + 방향으로 누적되며 반시계 방향으로 회전시키면 - 방향으로 위치값이 누적됩니다.

만일 모터 샤프트를 손으로 돌렸음에도 위치값에 아무런 변동이 생기지 않거나 한 방향으로 모터를 돌렸음에도 위치 데이터가 일정 구간에서 오르락 내리락 할 경우 엔코더 및 모터에 손상이 가해졌다고 추측할 수 있습니다.



[시계방향으로 모터 샤프트를 계속 돌렸을 때 모터의 상태별로 나타나는 파형]

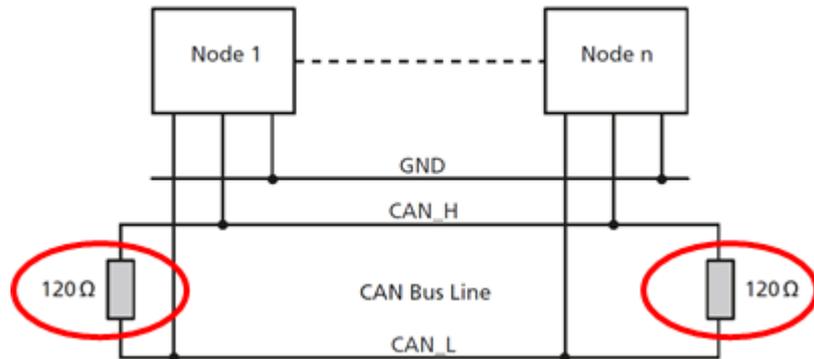
7.2 컨트롤러의 통신 연결 불량 문제

일반적으로는 본 매뉴얼의 [챕터 2](#)의 내용을 준수하여 통신 및 전원 배선을 진행 할 경우 컨트롤러와 PC 간 통신연결에 문제가 발생할 가능성은 없습니다. 다만 PC나 통신 어댑터 등의 문제로 인한 통신 연결 불가 가능성을 배제할 수 없으므로 본 챕터에서는 통신 연결과 관련된 문제 상황과 이를 해결하는 방법을 안내하여 드립니다.

7.2.1 중단저항

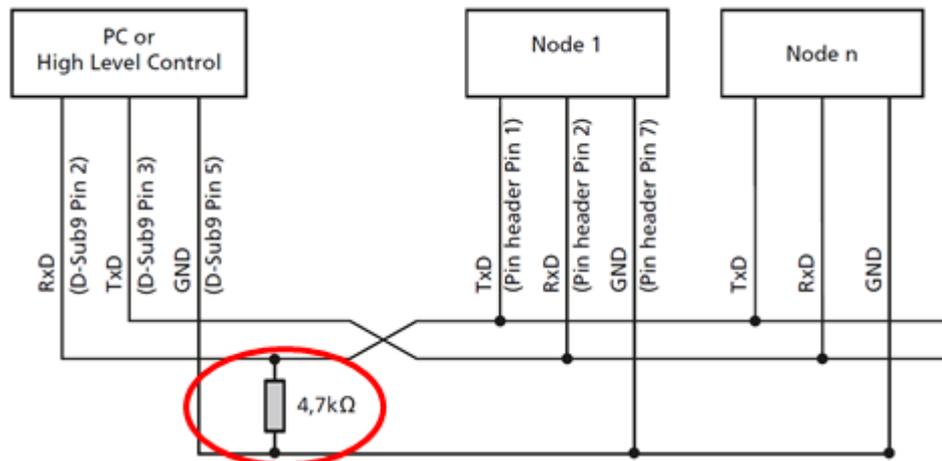
CANopen 통신은 기본적으로 단 1개의 컨트롤러만을 사용하는 경우라도 통신 회선 내에 120Ω의 중단저항을 설치하는 것이 원칙입니다. 이를 누락하였을 경우 통신이 연결되지 않

거나 통신이 연결되었다 하더라도 불안정하게 동작할 수 있으므로 반드시 통신 회선상에 종단저항을 연결하여 주십시오.



[CANopen 통신 라인의 종단 저항 연결 위치]

RS232 컨트롤러의 경우 1:1 연결 시에는 별도의 종단저항 처리가 불필요합니다. 그러나 2개 이상의 축을 하나의 회선에 연결할 경우 최종 수신단에 4.7KΩ의 종단저항을 연결하는 것을 권장하고 있습니다. 종단저항 연결 없이 많은 축을 한번에 제어하려고 하면 통신 혼선이나 간섭이 생겨 정상적인 통신에 장애를 겪으실 수 있으므로 반드시 다수의 컨트롤러를 연결할 경우 종단저항을 연결하여 주십시오.



[데이지 체인을 이용한 RS232 통신 라인의 종단 저항 연결 위치]

7.2.2 통신 어댑터

RS232 통신의 경우 대부분의 USB to Serial 컨버터는 FAULHABER 모션 컨트롤러와의 정상적인 연결이 가능합니다. 하지만 D-sub 단자를 사용하여 컨트롤러와 연결할 경우 반드시 젠더 케이블을 제작하여 연결하여 주십시오.



크로스 페어 연결 없이 양쪽 다 F타입 D-SUB 커넥터가 장착된 소형 젠더의 경우 두 장치의 배선을 정확하게 이어주지 않기 때문에 사용을 금하여 주십시오.

USB to CAN 컨버터의 경우 FAULHABER 모션 매니저에서 지원하는 제조사가 한정되어 있

습니다. 따라서 해당 제조사 외의 다른 제조사 컨버터를 사용할 경우 모션매니저에서 이를 지원하지 않기 때문에 통신 연결이 불가능합니다.

모션매니저가 지원하는 컨버터의 제조사는 다음과 같습니다.

- HMS-IXXAT (<https://www.hms-networks.com>, <https://www.ixxat.com>)
- Peak (<https://www.peak-system.com>)
- ESD (<https://esd.eu>)
- EMS (<https://www.ems-wuensche.com>)

또한 CANopen 컨트롤러 역시 RS232 컨트롤러와 마찬가지로의 이유로 양면 F타입 D-SUB 젠더 사용을 권하지 않고 있으므로 이점 참조하여 배선작업을 진행하여 주십시오.

7.2.3 배선(GND Common)

서로 다른 두 장비간 통신연결에 가장 기본적인 것은 두 장비의 기준 전압을 일치시켜 원활한 통신이 이루어지는 것 입니다. 이를 위해서 두 장비는 기준점이 되는 단자를 서로 연결하여 통신 전압의 레벨을 일치시켜주어야 합니다.

이를 수행하지 않았을 경우 두 장비의 전기적인 통신 특성이 일치하지 않게 되므로 정상적인 통신을 수행할 수 없게 됩니다.



[잘못된 통신 연결 상태: GND 배선누락]



[올바른 통신연결 배선 상태]

7.2.4 COM PORT 점검 방법

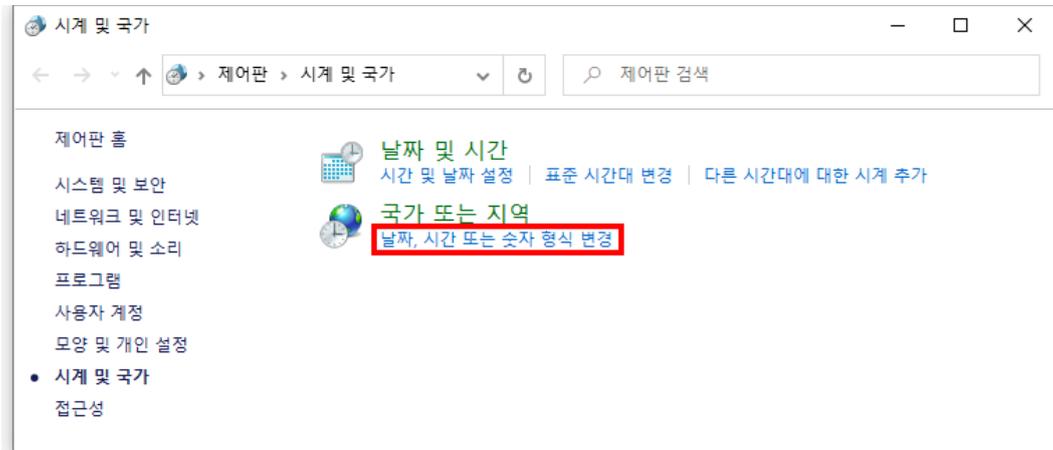
USB to Serial 컨버터를 사용할 경우 PC에 따라서 시리얼 포트를 인식하지 못하여 통신연결에 장애가 발생할 확률이 있습니다. 이럴 경우 윈도우의 장치 관리자를 이용하여 시리얼 컨버터가 정상적으로 인식되었는지를 확인할 수 있습니다.

7.3 Graphical analysis에서 추출한 CSV 파일을 올바르게 보는 방법

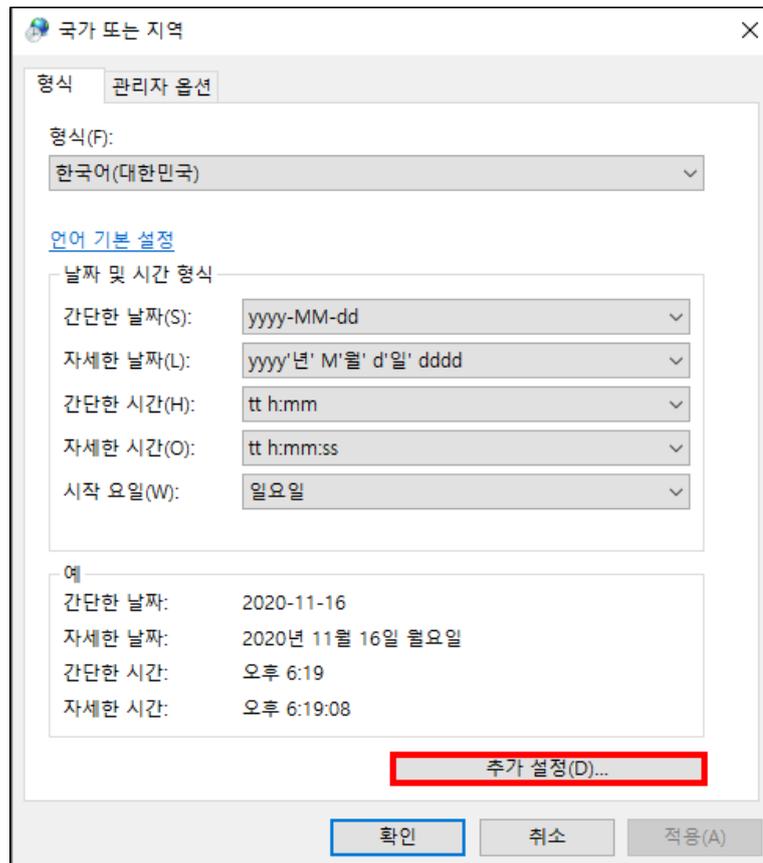
CSV파일은 연속된 숫자를 쉼표(,) 또는 세미콜론(;)을 이용하여 데이터의 위치를 구분 지은 후 이를 엑셀을 이용하여 열었을 때 칸이 나뉜 것처럼 표기하는 기능을 하는 데이터 파일입니다. 한국, 일본, 아시아 등에서는 이러한 CSV 파일의 구분자 기호가 쉼표(,)로 되어있으나 영어권, 유럽권에서 작성되는 CSV 파일의 경우에는 세미콜론(;)으로 이를 구분하게 되어 있습니다.

따라서 모션 매니저에서 추출한 CSV 파일을 한글 OS를 통하여 열었을 때에는 데이터가 정상적으로 구분되지 않고 하나로 합쳐진 것처럼 표기 될 수 있습니다.

이를 윈도우 설정 변경 등을 통하여 정상적으로 셀 분할을 시킬 수 있습니다.



제어판에서 [시계 및 국가] 항목으로 들어가서 [국가 또는 지역] 항목에서 [날짜, 시간 또는 숫자 형식 변경]을 선택합니다.



호출되는 [국가 또는 지역] 창의 [추가설정]을 선택합니다.

형식 사용자 지정

숫자 통화 시간 날짜

예
양수: 123,456,789.00 음수: -123,456,789.00

소수점 기호(D): .
 소수점 이하 자릿수(N): 2
 자릿수 구분 기호(I): ,
 자릿수 구분 단위(G): 123,456,789
 음수 부호(E): -
 음수 표기 형식(T): -1.1
 소수점 앞 0 표시(P): 0.7
 목록 구분 기호(L): ;
 단위(M): 미터

숫자, 통화, 시간 및 날짜를 시스템 기본 설정으로 복원하려면 [원래대로]를 클릭하십시오.

원래대로(R)

확인 취소 적용(A)

[형식 사용자 지정] 창에서 [목록 구분 기호] 항목을 쉼표(,)에서 세미콜론(;)으로 바꾼 후 확인을 눌러 설정을 종료하게 되면 모션 매니저에서 작성된 CSV 파일을 정상적으로 분할된 형태로 확인할 수 있습니다.

7.4 모터 부착 센서 유형에 따른 권장 케이블 길이

모터에 장착되는 엔코더, 또는 홀 센서는 각각의 작동 특성에 따라 컨트롤러로 연결되는 케이블의 허용 길이에 대하여 제조사에서는 동작 안정성을 보장하는 최소 기준점은 다음과 같습니다.

센서 유형	실드처리 되지 않았을 경우	실드처리 되었을 경우*
디지털 홀 센서	0.5m	2~5m
아날로그 홀 센서	0.5m	2~5m
Incremental 엔코더(오픈 컬렉터)	0.5m	2~5m
Incremental 엔코더(라인 드라이버)	2m	2~5m
애플루트 엔코더 (오픈 컬렉터)	0.3m	0.5m
애플루트 엔코더 (라인 드라이버)	2m	5m

* 모터 전원 케이블이 센서 케이블로부터 실드 처리되어 분리되었을 경우를 기준으로 합니다.

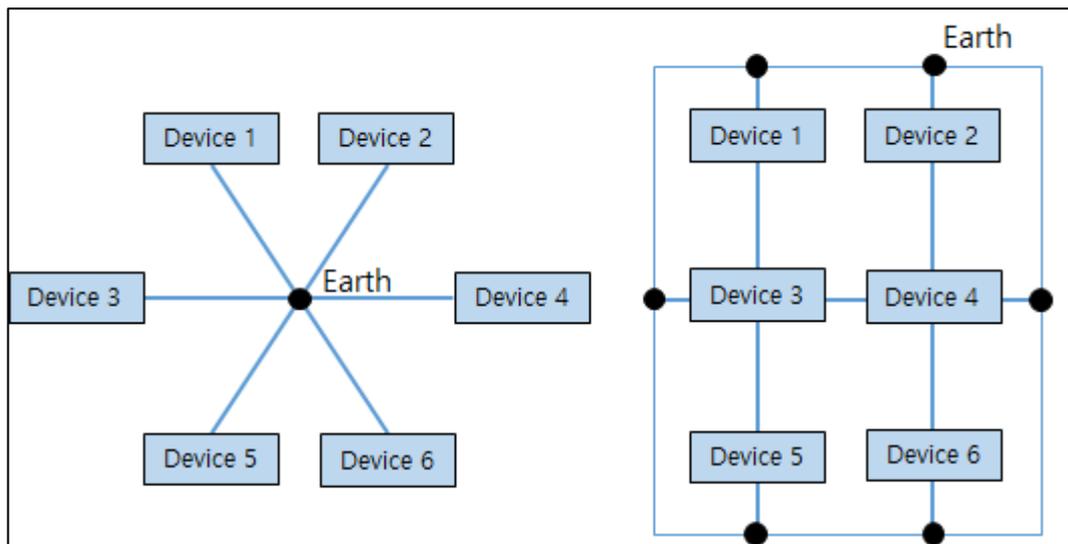
i **참조:** 라인드라이버 엔코더의 경우 동일한 출력 상에 해당하는 케이블을 서로 꼬아서 구성할 경우 신호 특성을 강화할 수 있습니다. (엔코더 전원 UDD와 GND, 채널 A와 채널 /A, 채널 B와 채널 /B, 채널 I와 채널 /I를 서로 꼬아서 각각의 트위스트 페어로 구성하여 주시면 됩니다.)

해당 기준보다 더 긴 케이블을 사용하고자 할 경우에는 [챕터 7.5](#)에서 명기된 케이블의 분류 및 실드 처리 방법에 대한 매뉴얼을 참조하여 배선하여 주시고 사전에 충분한 테스트를 통하여 안정성 검증이 필요합니다.

7.5 모터 및 전원 케이블의 접지 처리 및 배선 정리

⚠ 경고: 누설 전류가 3.5mA 이상 발생할 경우 사용 중 감전 사고가 발생할 가능성이 있으므로 장비 설치 및 운용 시 반드시 해당 챕터를 참조하시어 누설전류 발생을 방지할 수 있는 충분한 안전 조치를 취하여 주십시오.

외부 누전, 또는 노이즈에 의한 모터 및 컨트롤러의 악영향을 최소화 하기 위해서는 컨트롤러 혹은 모터에 추가적인 접지 처리를 해 주는 것이 권장됩니다. 접지 연결은 컨트롤러 내부에서 발생한 기생전류 혹은 누전을 방전하고 전체 시스템의 균일한 전위분배에 메리트를 가집니다. 가장 효율적인 접지 시스템은 별 모양 혹은 그물 모양입니다.



[별 모양 접지연결의 예]

[그물 모양 접지 연결의 예]

접지 연결 시 접촉 저항이 낮을 수 있도록 접지 연결 단면적 또는 접지 연결 상태를 확인하여 주십시오.

i **참조:** 예를 들어 접지 면에 산화층 등의 불순물이 부착되어 있을 경우 접지 효율이 감소할 수 있으므로 접지면의 이물질을 고운 사포 등으로 제거하여 주십시오.

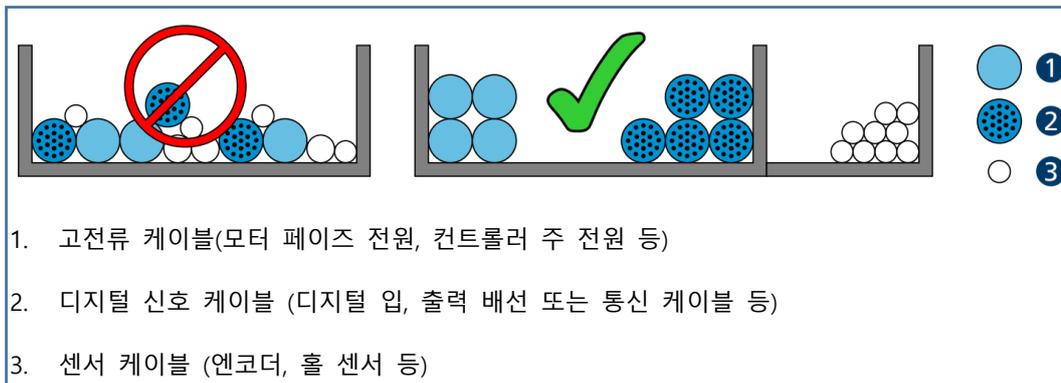
또한 전기적인 안전을 위해 접지 시 다음의 지침을 준수하여 주십시오.

- 일반적인 전기/전자장비의 표준 접지 매뉴얼을 준수하여 접지하여 주십시오
- 사용되는 모든 부품에 대하여 별도의 보호 접지용 도체를 사용하여 주십시오.
예) 전원 공급장치, 모터, 컨트롤러 등

- 접지선은 가능한 짧게 유지하여 주십시오,
- 편조 실드 사용시 편조면이 촘촘하게 구성되어 있을수록 접지 기능이 향상됩니다.
- 접지 라인은 접지판과 직접 접촉할수록 좋습니다.

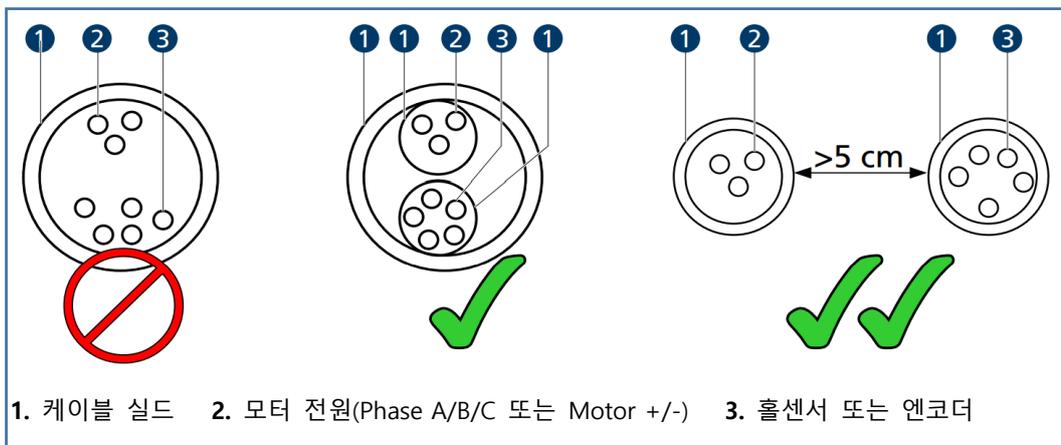
모터 및 엔코더, 전원 라인등을 장치 내에서 배선할 경우 아래 사항을 참조하시어 배선 정리 및 고정을 실시하여 주십시오.

- 배선 정리 시 U자형태, 가능하면 금속 재질의 케이블 덕트를 사용하여 주십시오.
- 케이블 덕트의 모서리 부분으로 전선을 배치하여 주십시오.
- 케이블은 가급적 기능별로 분류하여 주십시오.
- 케이블 설치 시 가능한 표준 거리를 유지하여 주십시오, (챕터7.4 참조)
- 가능한 한도내에서 모든 케이블은 트위스트 페어 구성 또는 실드 등으로 차폐되어 있어야 합니다.



[케이블 덕트 내부의 배선 정리 예시]

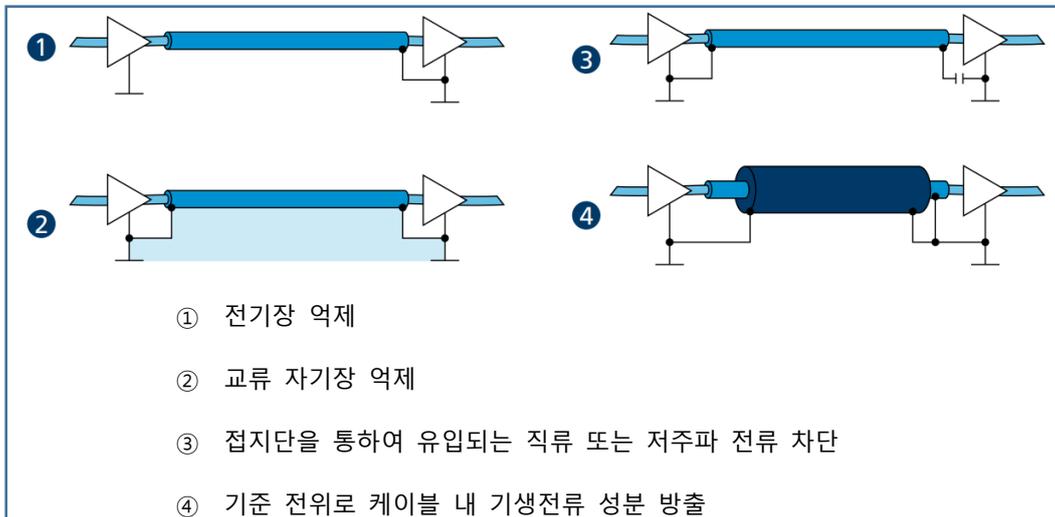
실드케이블 구성과 관련된 항목의 경우 다음의 지침을 참조하여 주십시오.



[모터 배선의 실드 처리 표준안]

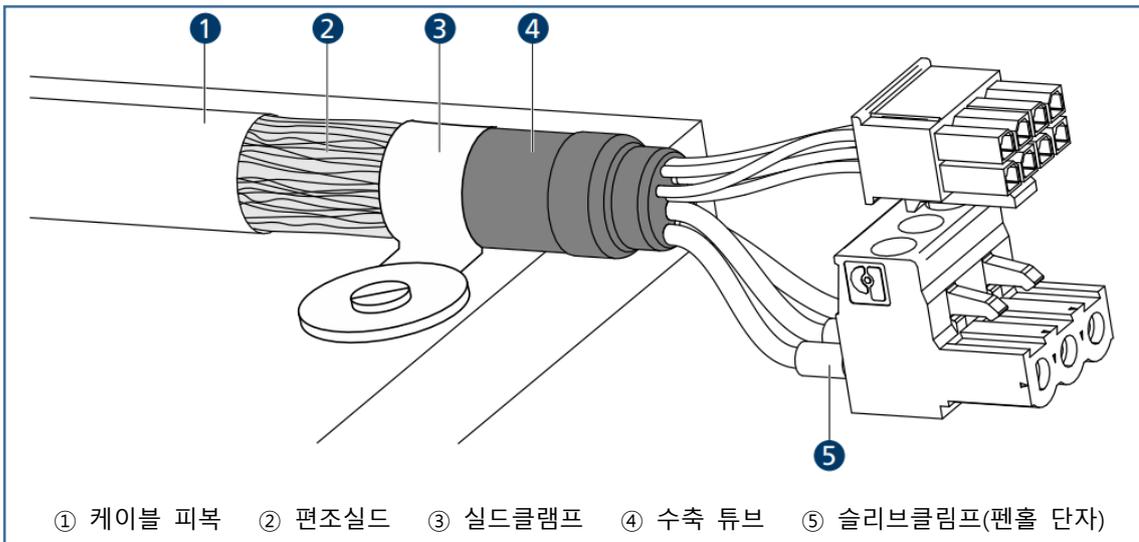
- 3m 이상의 케이블을 사용할 경우 금속성 전도체를 편조 형태로 구성한 실드케이블 사용을 권장합니다.

- 실드케이블은 말단부에서 반드시 실드용 클램프 등을 사용하여 접지되어야 합니다
- 다음의 경우 충분한 검증이 진행된 후라면 실드 처리를 생략할 수 있습니다.
 - 전체 전선 길이가 50cm 미만인 경우
 - 20V 미만 저전력 전원 케이블
 - 센서 케이블
- 실드 클램프는 0.3Ω미만의 낮은 임피던스의 접지 플레이트 등에 연결되어야 합니다.
- 다수의 접지 연결이 필요할 경우 [챕터 7.5](#)의 접지연결 구성 방법을 참조하여 접지 포인트를 설정하여 주십시오.
- 모터 전원선은 홀 센서 또는 엔코더 신호와 분리하여 별도의 실드처리를 해 주시고 양 끝 중 최소한 모터 쪽의 실드는 반드시 접지와 연결하여 주십시오.

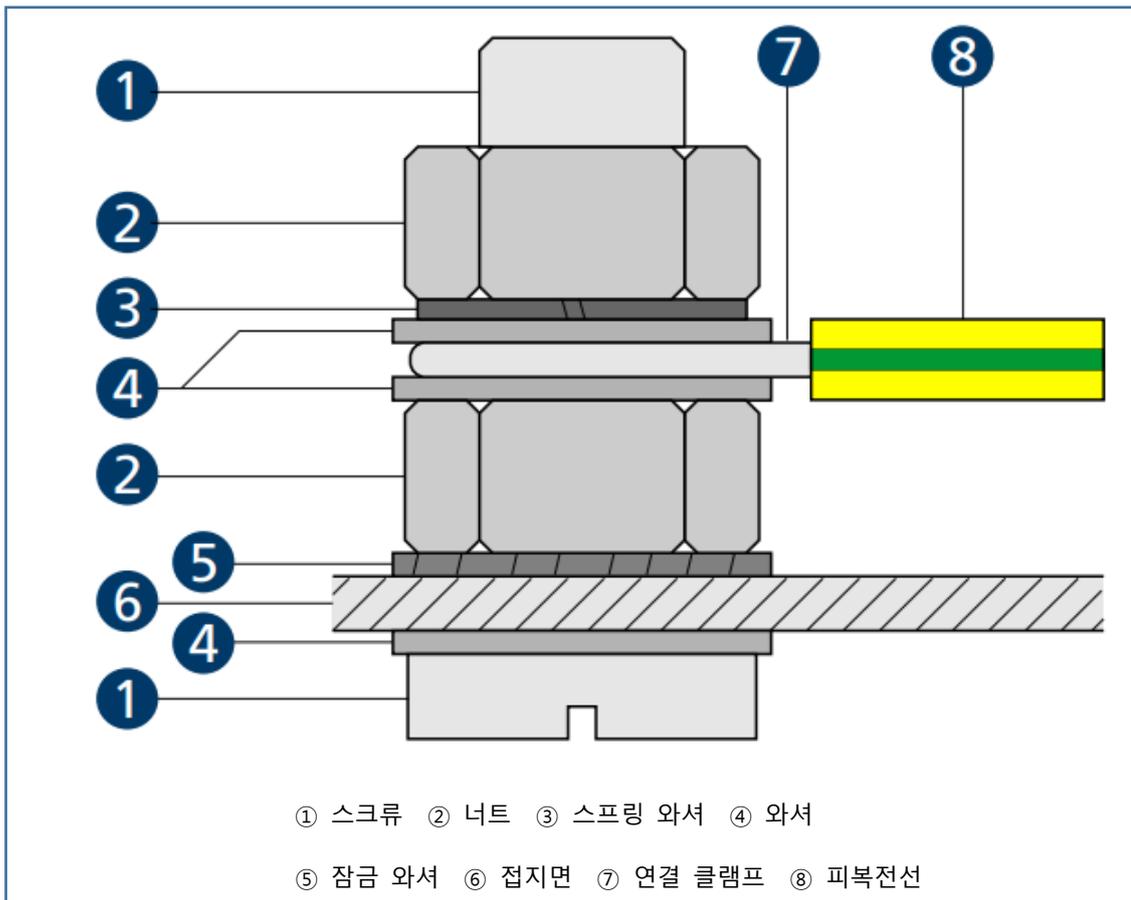


[실드 케이블의 접지 연결 방법]

- 센서 신호는 별도의 실드를 사용할 경우 공용 전원선 또는 모터 전원 라인과 동일 선상에 배치가 가능합니다. 이 경우 외부 실드는 그림 ④와 같이 구성되어야 합니다.
- 그림 ②의 형태로 구성 시 특정 조건에서 정상적인 접지 기능을 하지 않을 수 있습니다. 접지 위치의 변경을 통하여 문제 해결이 불가능한 경우 Y1, Y2, X1, X2 등급의 안전 커패시터 등을 사용하여 그림 ③과 같은 형태로 구성하여야 합니다. 이러한 경우 해당 모터와 컨트롤러 쪽의 연결부를 제외하고 다른 케이블의 실드 부위와 중복 연결을 피해 주십시오.
- 실드 처리된 케이블의 표준 연결 예시는 다음 페이지의 그림들을 참조하여 주십시오.



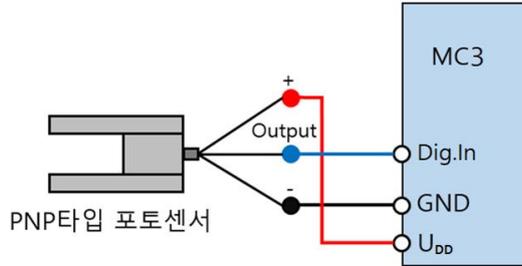
[모터 케이블의 실드 연결 예시]



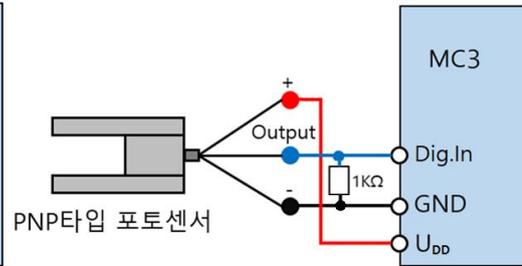
[실드 연결 부분의 결속 처리 예시]

7.6 MC3 컨트롤러 자체 5V 전원을 사용하여 센서를 연결하는 방법

MC3 컨트롤러의 I/O 단자에는 5V 센서 또는 외부 엔코더 동작을 지원할 수 있도록 DC5V 전압 출력 단자가 존재합니다. 해당 단자를 이용하여 5V 센서 시스템을 구성하고자 할 경우 아래 회로도를 참조하여 주십시오.

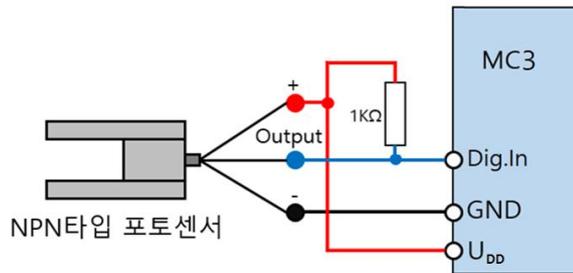


[PNP 센서, Pull-Down 저항 미장착]



[PNP 센서, Pull-Down 저항 장착]

i **참조:** PNP 센서 사용 중 신호 출력이 정상적으로 동작하지 않을 경우 Pull-Down 저항을 장착하여 주십시오.



[NPN 센서]

7.7 어플리케이션 노트 모음

아래 링크 자료는 FAULHABER 공식 어플리케이션 노트입니다. 번역되지 않은 영문 원본 자료이므로 이 점을 감안하여 추가 자료가 필요할 경우 참조하여주십시오.

- AN191. 아두이노에 MC3 RS232를 연결하여 제어하는 법 ([링크](#) / [라이브러리](#))
- AN189. MC3001용 마더보드 설계에 대한 기초자료 ([링크](#))
- AN188. MC3 컨트롤러의 RS232 설정과 관련된 기초 매뉴얼 ([링크](#))
- AN187. 접지, 실드 케이블 제작법 및 필터 구성 매뉴얼 ([링크](#))
- AN186. CODESYS 장치에서 Faulhaber MC3 CO 컨트롤러 연결하기 ([링크](#))
- AN183, DC 전류의 평탄화 계산자료 ([링크](#))
- AN176. 모션 매니저 테스트용 라이브러리 ([링크](#))
- AN171. Kendrion을 사용하여 EtherCAT 네트워크 구축 ([링크](#))
- AN169. TwinCAT3를 사용하여 EtherCAT 네트워크 구축 ([링크](#))
- AN164. CODESYS을 사용하여 EtherCAT 네트워크 구축 ([링크](#))
- AN161. Omron PLC를 사용하여 EtherCAT 네트워크 구축 ([링크](#))
- AN159. 감속기 출력 축에 엔코더를 설치하여 사용할 경우 내부 설정 방법 ([링크](#))
- AN158. SSI, 또는 BiSS-C 인터페이스 애플루트 엔코더 설정에 대한 기술자료 ([링크](#))
- AN155. 서드파티 BLDC모터를 MC3 컨트롤러에 연결하여 사용할 경우 ([링크](#))
- AN149. Beckhoff PLC를 사용하여 NC Axis 모드로 CANopen 네트워크 구축 ([링크](#))