

SV660N

스타트-업 메뉴얼



목차

1	개요.....	3
2	문서의 목적	3
3	개정 내역.....	3
4	결선 & 통신.....	4
4.1	STO 단자 연결.....	5
5	직렬 통신 케이블.....	6
6	InoDriverShop.....	7
6.1	InoDriverShop 설치 및 실행.....	7
6.2	새 프로젝트 생성.....	7
6.3	유저 인터페이스	9
6.4	시운전 및 조작	10
6.4.1	전원 공급.....	11
6.4.2	공장 초기화.....	11
6.4.3	조그 운전.....	11
6.4.4	모터 파라미터.....	12
6.5	파라미터 관리	15
6.5.1	백업.....	15
6.5.2	복구	16
6.5.3	오프라인 편집.....	17
6.5.4	파라미터 비교	18
6.6	게인 튜닝	20
6.6.1	Inertia 자동 튜닝.....	21
6.6.2	STUNE	23
6.6.3	ETUNE.....	27
6.6.4	Rigidity level calculation	29
6.6.5	Mechanical analysis.....	32
6.6.6	Filter Adjustment.....	38
6.6.7	Model tracking 기능.....	42
6.6.8	Gain 조정 파라미터.....	43
6.7	연속 오실로스코프	48
6.8	Trigger 오실로스코프	49
6.8.1	EtherCAT 위치 보간.....	50
6.8.2	SYNC and IRQ phase position (μs) [49]	52
6.9	Blackbox.....	56
6.11	인터페이스 언어 변환	57
7	축 스케일링.....	58

7.1	SV660N 스케일링 설정	58
7.2	InoProShop 스케일링 설정	59
7.2.1	속도 계산	62
8	앱솔루트 엔코더 시스템	63
8.1	리니어 모드	63
8.2	앱솔루트 엔코더 시스템 파라미터	66
9	부록	67
9.1	Phase Angle tuning	67
9.2	Drive loops cycle time	68
9.3	Position reference filter	69
9.4	CiA402 Object Dictionary	70

1 개요

Authors: Raúl Sampé(Translation into Korean : Myungjun, Kim)

Date: 05.03.2021

Hardware: SV660N

Software: InoDriverShop v3.2.1.1

Info: SV660N 스타트-업 절차 가이드

2 문서의 목적

본 문서의 목적은 SV660N 서보 드라이브의 스타트-업 및 진단을 용이하게 하기 위함입니다. SV660N 시리즈의 고성능 AC 서보 드라이브는 50W ~ 7.5kW까지의 전력 범위를 포함하고 있습니다. 여러 서보 드라이브의 네트워크 연결을 위해 호스트 컨트롤러와 함께 동작하는 EtherCAT 통신 프로토콜을 지원합니다.

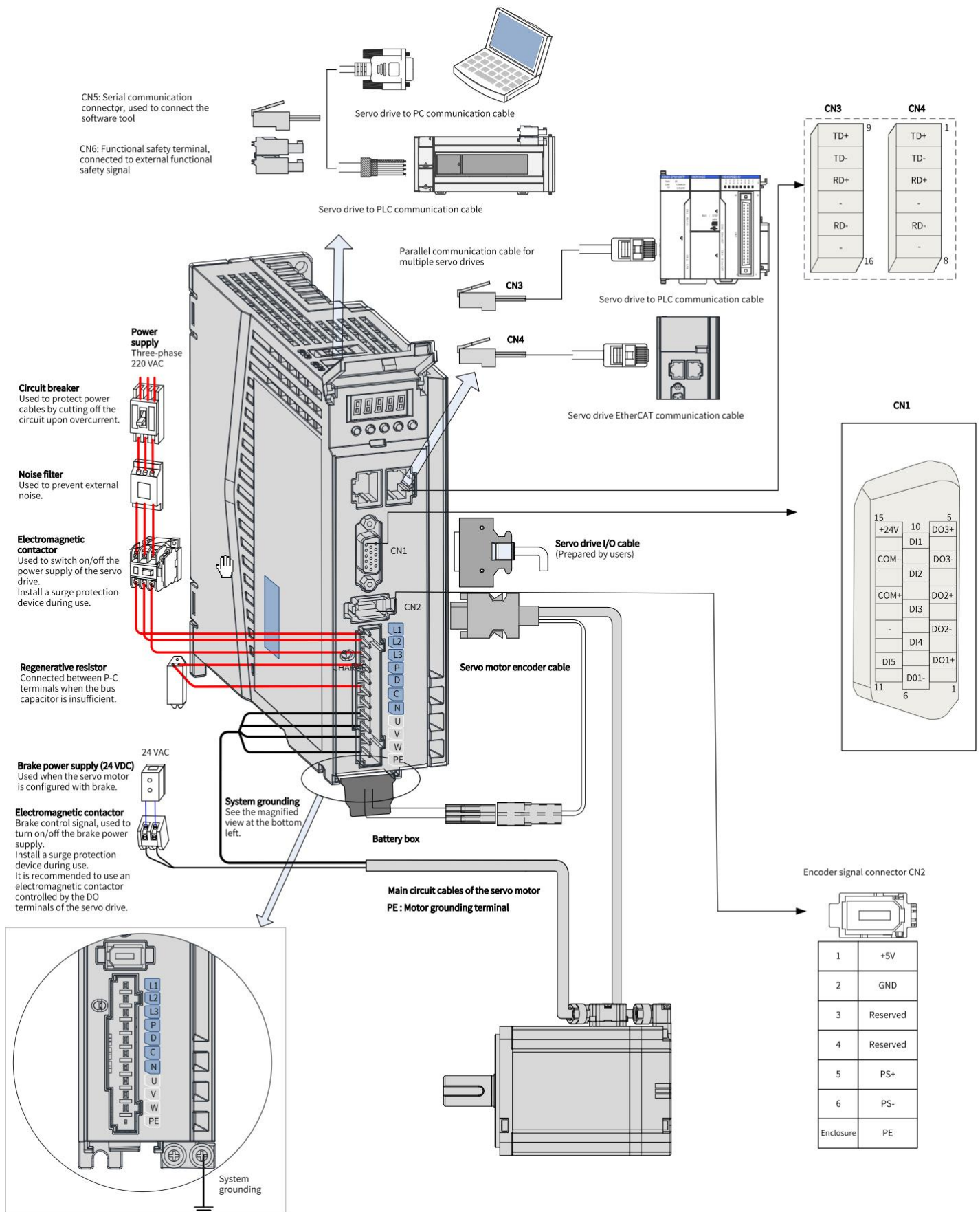
이 문서는 여러 목차로 나뉘어 기본 배선, 진단 PC와의 통신 및 서보 드라이브의 구성 및 진단 기능을 수행하는데 사용되는 InoDriverShop 프로그램의 작동 방식을 설명합니다.

InoDriverShop 소프트웨어를 사용하려면 [목차 5 - 직렬 통신 케이블]에 설명된 직렬 통신 케이블 S6-L-T00-3.0이 필요합니다.

3 개정 내역

Revision	Date	Author	Description
1.2	4 February 21	Raúl Sampé	First release
1.3	5 March 21	Raúl Sampé	The following sections have been added: 6.5.4 Comparison 6.8.1 EtherCAT position interpolation 7 Axis Scaling 8 Absolute encoder system 9.4 CiA402 Object Dictionary

4 결선 & 통신



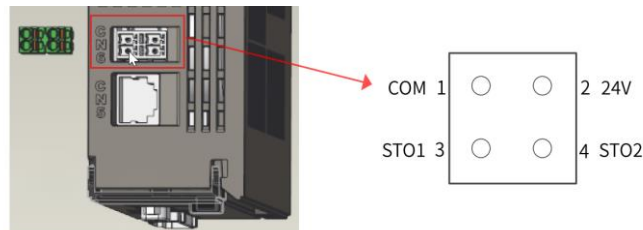
4.1 STO 단자 연결

이 목차에서는 Safety Torque Off(STO)의 안전 기능을 위한 I/O 단자(CN6)의 정의와 기능에 대해 설명합니다.

두 개의 격리된 입력 단자는 STO 기능의 듀얼 채널 입력 STO1/STO2로 구성 됩니다.

보다 편리하고 안전하게 설치할 수 있도록 공급 전압(+24V)이 있는 추가 핀이 통합되어 있습니다. 안전 회로가 설치되었지만 STO 기능이 필요하지 않는 경우 24V의 Bridging(점퍼)가 필요합니다.

NOTE 서보 드라이브는 STO1과 STO2의 입력 상태가 모두 "1" 또는 "H"인 경우에만 정상적으로 작동할 수 있습니다. STO1 또는 STO2(또는 둘 다)의 입력 상태가 "0" 또는 "L"이면 서보드라이브를 실행 할 수 없습니다.



Terminal	Pin No.	Name	Value	Description
CN6	1	COM	0 V	STO reference ground
	2	24V	24 V	24 V power supply
	3	STO1	-	Control input for STO1
	4	STO2	-	Control input for STO2

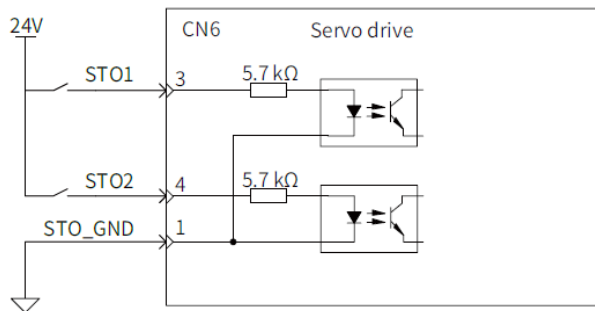


Figure 1. Example of external 24 V connection

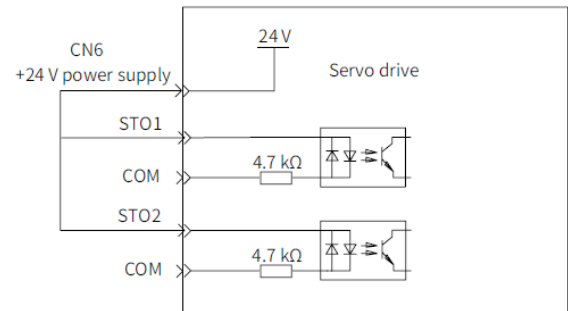


Figure 2. Example of internal 24 V connection

5 직렬 통신 케이블

SV660N을 컴퓨터와 연결하는 데 사용되는 케이블은 S6-L-T00-3.0입니다. DB9(PC 측)에서 RJ45(드라이브 측)로 변환되는 케이블입니다. 물리적 계층은 RS232 통신에 따릅니다.

Model Number: S6-L-T00-3.0

Material Code: 15041243



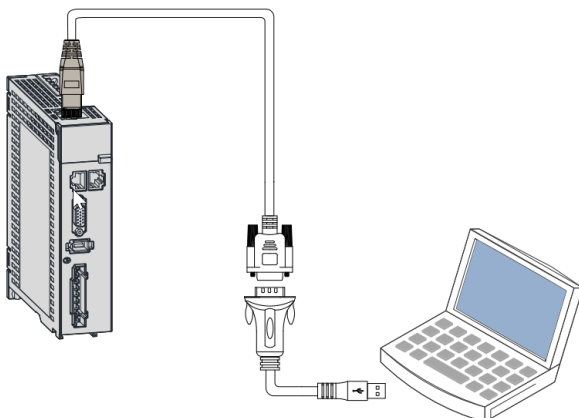
Figure 1. 서보 드라이브와 PC 통신 케이블 핀의 연결 관계

RJ45 on Servo Drive Side (A)		DB9 on PC Side (B)	
Signal Name	Pin No.	Signal Name	Pin No.
RS232-TXD	6	PC-RXD	2
RS232-RXD	7	PC-TXD	3
GND	8	GND	5
PE (shield)	Enclosure	PE (shield)	Enclosure

Figure 2. PC 측에서 DB9("앞 그림에서의 B")의 핀 정의

Pin No.	Definition	Description	Terminal Pin Layout
2	PC-RXD	PC receiving end	
3	PC-TXD	PC transmitting end	
5	GND	Ground	
Enclosure	PE	Shield	

컴퓨터에 RS232 직렬 포트가 설치되어 있지 않은 경우 USB/RS232 컨버터(숫)가 필요합니다.

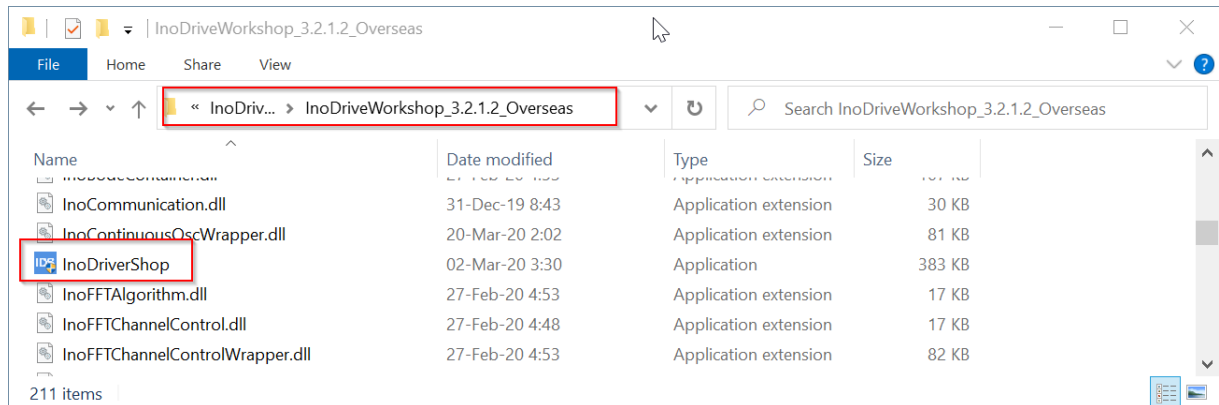


6 INODRIVERSHOP

InoDriveShop은 SV660N 드라이브 시리즈의 시운전 및 진단 도구입니다.
이 문서에서는 InoDriverShop 버전 V3.2.1.1에 대해 설명합니다.

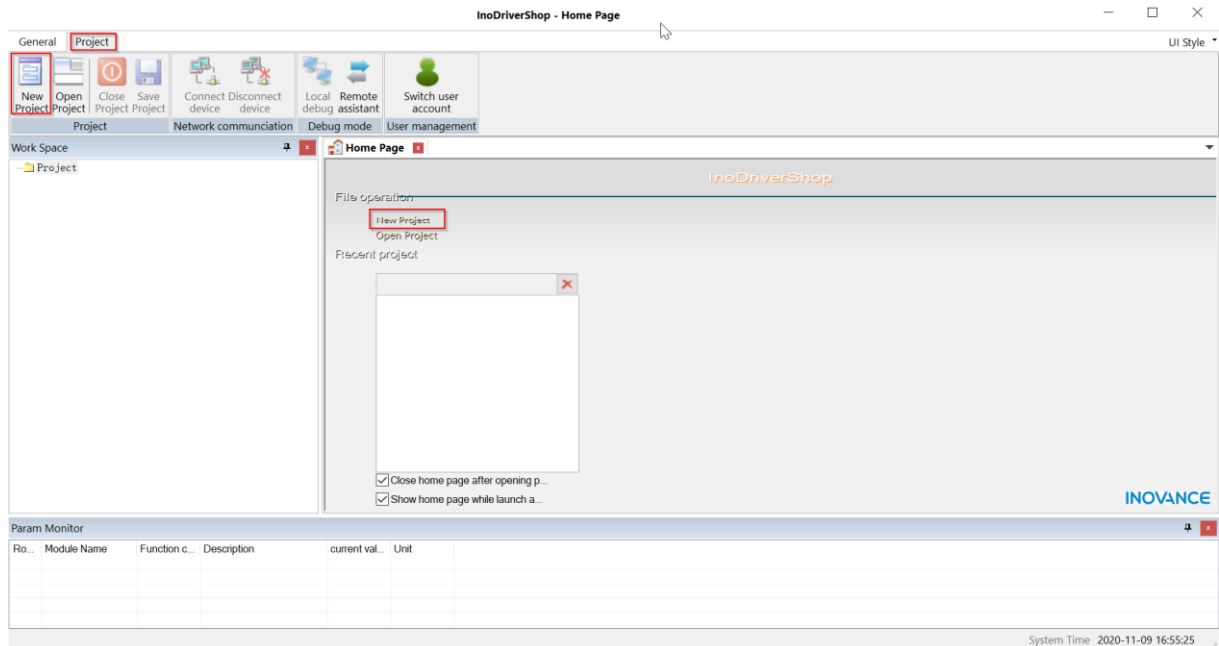
6.1 InoDriverShop 설치 및 실행

이 프로그램은 설치할 필요가 없습니다. 컴퓨터의 폴더에 있는 파일의 압축을 풀면 실행이 가능합니다. 최종 폴더에서 파일의 압축을 풀면 실행 파일 InoDriverShop이 생성됩니다. 이 파일을 실행하면 사용자 환경이 열립니다.



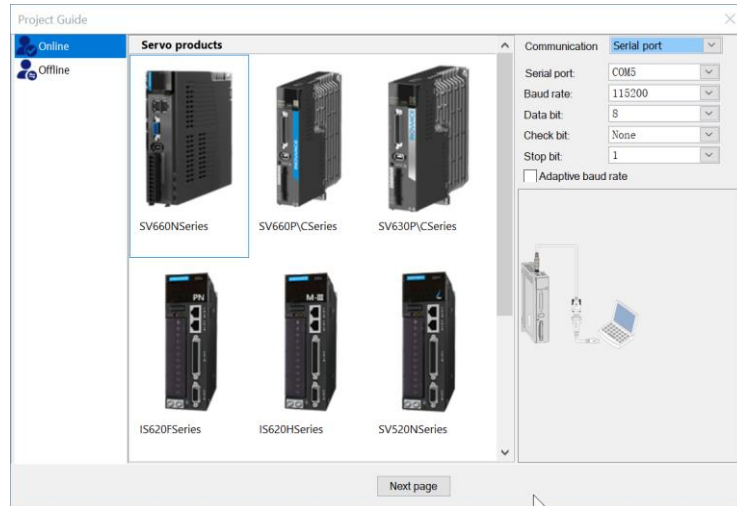
6.2 새 프로젝트 생성

새 프로젝트를 생성하려면 새 프로젝트 아이콘 또는 시작화면에서 명령을 클릭하십시오.



드라이브 유형을 선택하는 해당 대화 상자가 표시됩니다. 온라인 또는 오프라인에서 새 프로젝트를 만들 수 있습니다. 오프라인 프로젝트를 사용하면 컴퓨터에 연결하지 않고도 프로젝트를 만들 수 있습니다.
드라이브에 연결하는 경우 적절한 통신 매개 변수를 선택하십시오. PC 통신 케이블을 사용하여 서보 드라이브와 PC를 연결합니다. SV660N의 기본 파라미터는 다음과 같습니다.

- Communication: Serial port
- Baud Rate: 115200
- Data bit:8
- Check bit: none
- Stop bit: 1

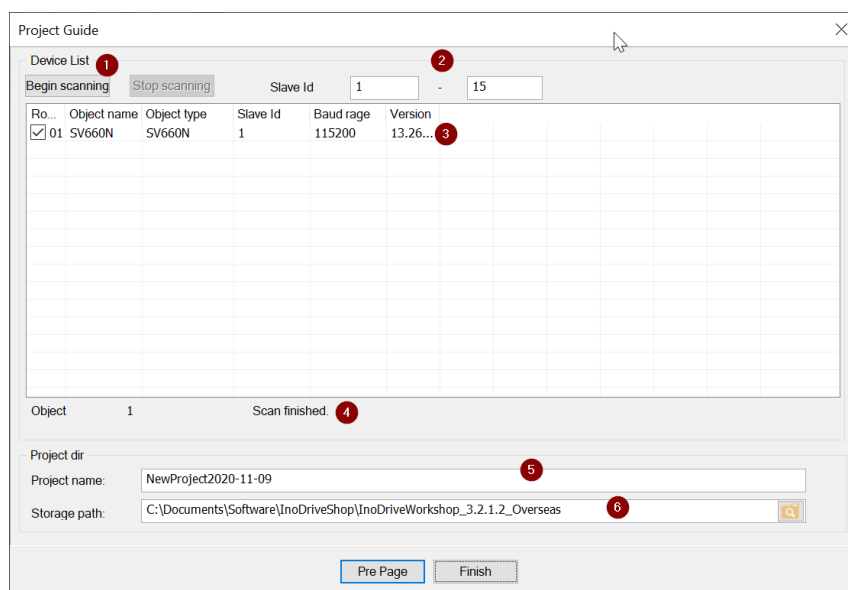


해당 드라이브 모델(이 경우 SV660N)을 선택하고 "Next Page" 버튼을 클릭합니다.

다음 이미지에는 드라이브 검색 대화상자가 표시됩니다:

1. 대화 상자가 열리면 장치 검색이 자동으로 시작됩니다. 그러나 이 버튼을 사용하여 스캔 절차를 시작하거나 중지할 수 있습니다.
2. 이 텍스트 상자에는 장치를 검색하는 범위 노드 ID가 있습니다. 일반적으로 드라이브는 ID 1을 사용하지 않습니다.
3. 장치가 감지되면 이 목록에 표시됩니다.
4. 이 메시지는 검색이 끝나는 시간을 나타냅니다.
5. 프로젝트 명
6. 프로젝트가 저장되는 폴더 경로

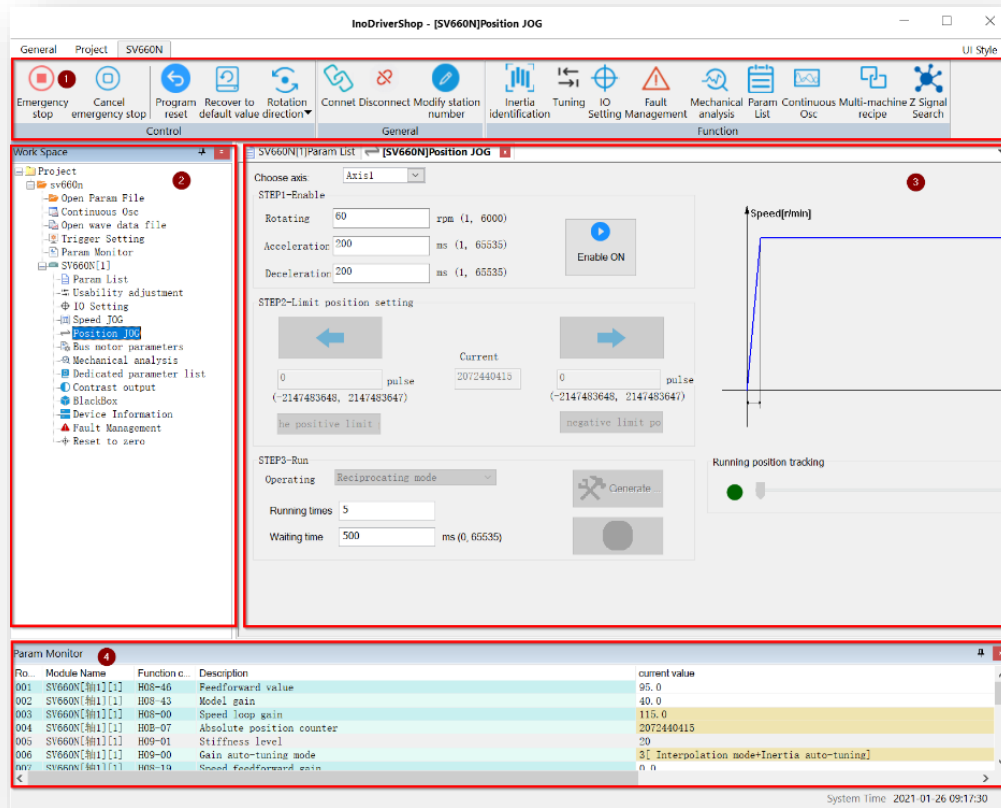
직렬 포트 통신에 연결된 SV660N 드라이브를 선택하고 프로젝트 이름을 정의한 후 "Finish" 버튼을 누릅니다.



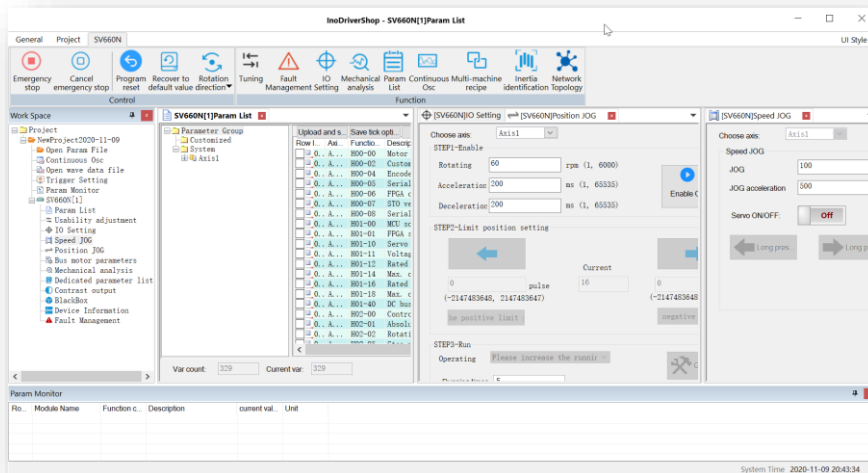
6.3 유저 인터페이스

메인 화면은 세 섹션로 나뉘어 집니다.

1. 가장 일반적인 기능에 접근하는 버튼
2. 프로젝트 트리, 여기서 모든 프로그램 옵션에 접근할 수 있습니다.
3. 이 섹션은 프로그램의 다양한 화면을 보여줍니다.
4. 파라미터 모니터

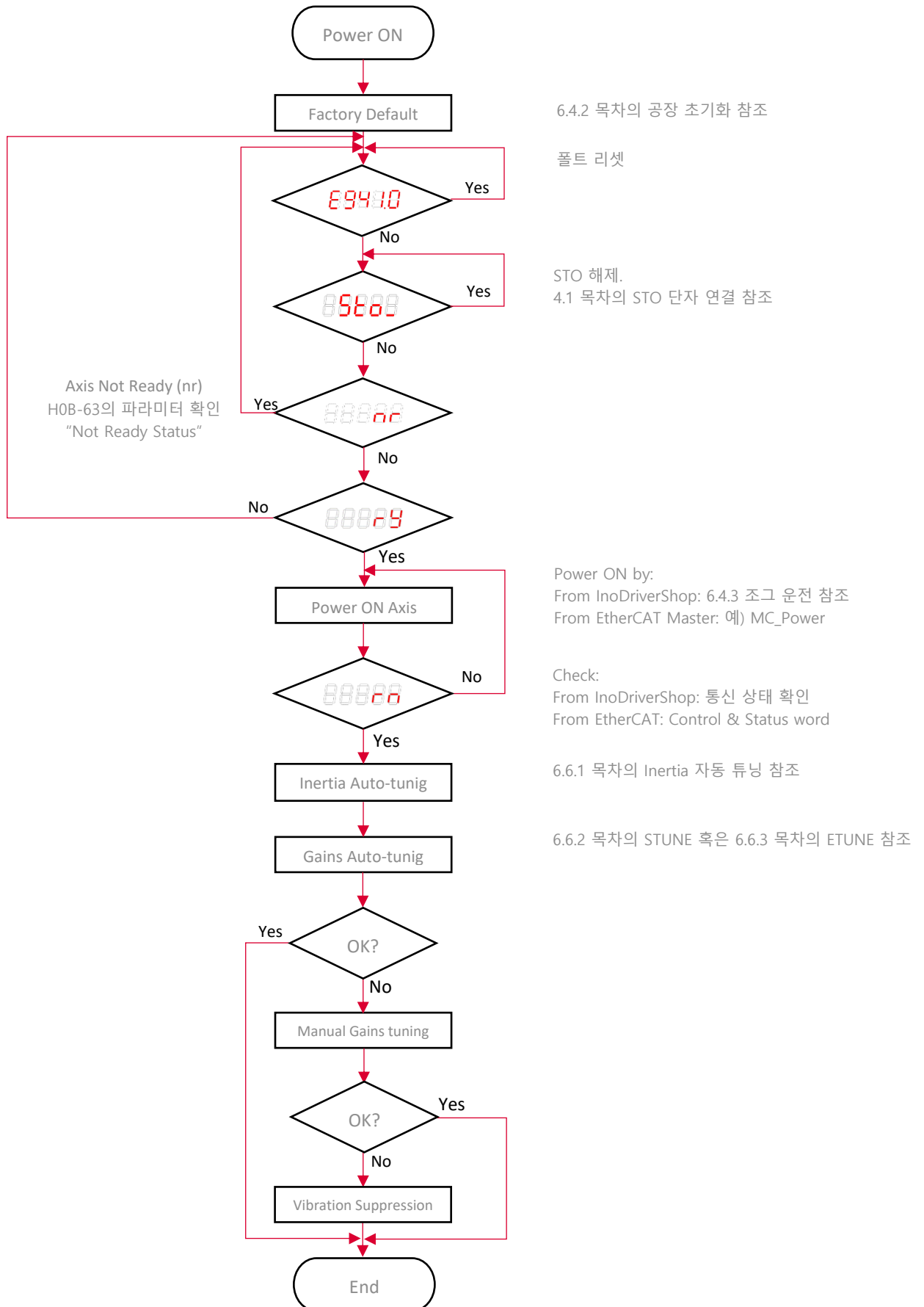


탭을 드래그하면 다음 이미지에 표시된 것처럼 프로그램의 여러 창이나 섹션을 구성할 수 있습니다.



6.4 시운전 및 조작

다음 그림은 해당 축 시운전에 대한 일반적인 절차를 보여줍니다.



6.4.1 전원 공급

입력 전원 공급 장치 켜기

단상 220V 전원 공급기의 입력 단자는 L1 및 L2입니다.

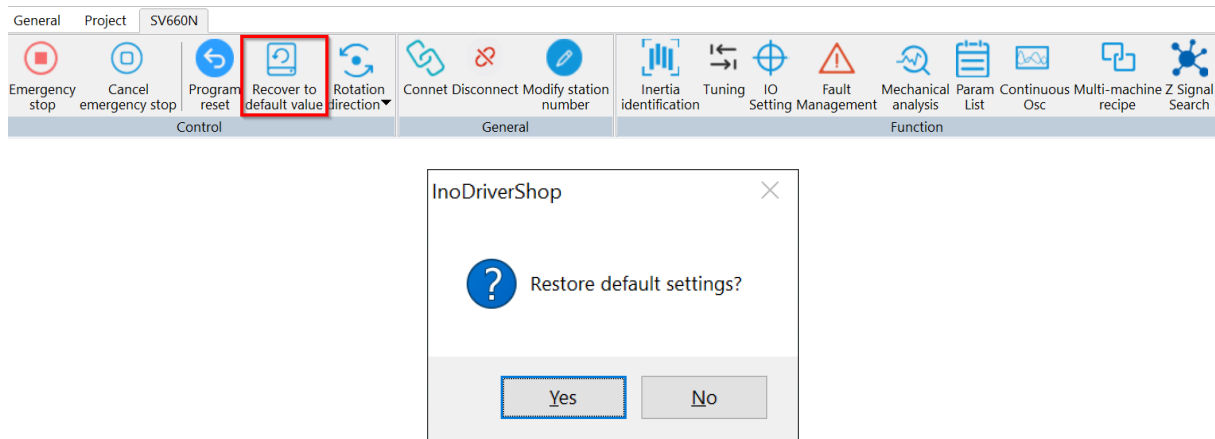
3상 전원 공급 장치의 입력 단자는 L1C/L2C(컨트롤 회로 전원 입력 단자) 및 R/S/T(주 회로 전원 입력 단자)입니다.

입력 전원 공급기를 켜 후 버스 전압 표시기가 정상 상태이고 키패드가 "reset" → "ry" 순서대로 표시되면 서보 드라이브가 실행 준비가 되었음을 나타내고 호스트 컨트롤러에서 S-ON 신호가 전송될 때까지 기다립니다.

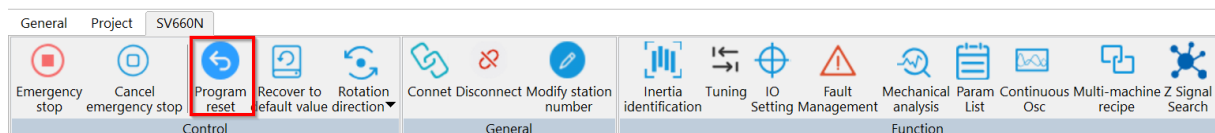
	전원을 켜 후 첫번째 상태입니다. 초기화 또는 초기화가 완료되면 서보 드라이브가 자동으로 다른 상태로 전환됩니다.
	서보 드라이브가 실행될 준비가 되어 있고 호스트 컨트롤러에서 S-ON 신호가 전송될 때까지 기다립니다.
	STO가 활성화됩니다. STO1 및 STO2를 24V 입력 전압 신호에 연결하여 "Ready" 상태로 전환합니다.

6.4.2 공장 초기화

드라이브의 출고 시 기본 파라미터는 소프트웨어 InoDriverShop을 통해 복원하거나 "H02-31 시스템 파라미터 초기화" 매개 변수를 사용하여 0에서 1로 변경할 수 있습니다.



일부 파라미터는 전원을 다시 켜 후에 유효해야 합니다. 소프트웨어 재설정을 통해 매개 변수를 확인할 수 있습니다. 따라서 공장 초기 매개 변수를 복원한 후 소프트웨어 재설정을 수행하는 것이 좋습니다.

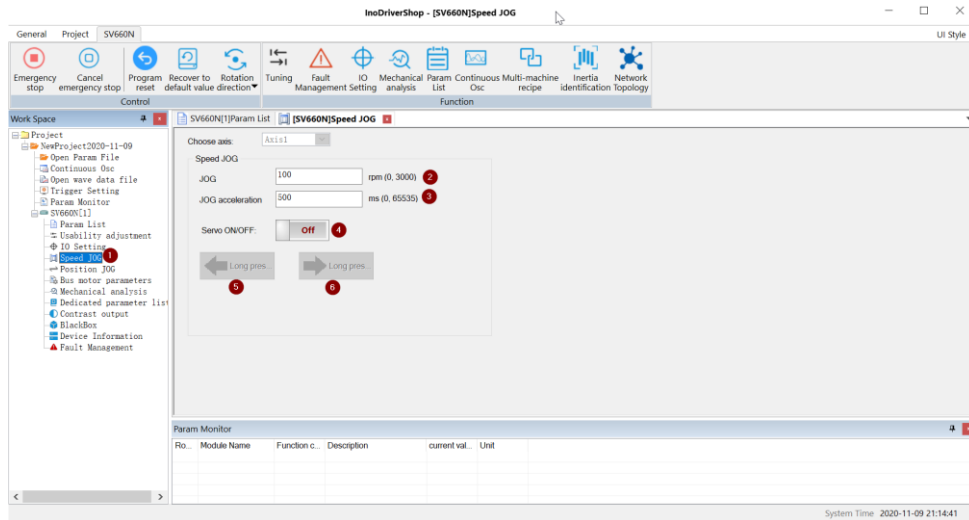


6.4.3 조그 운전

키패드(속도 모드에서 조그/위치 모드에서 조그) 또는 Inovance 소프트웨어 도구(속도 모드에서 조그)를 사용하여 조그 기능을 시작할 수 있습니다.

1. 조그 운전 화면을 엽니다.

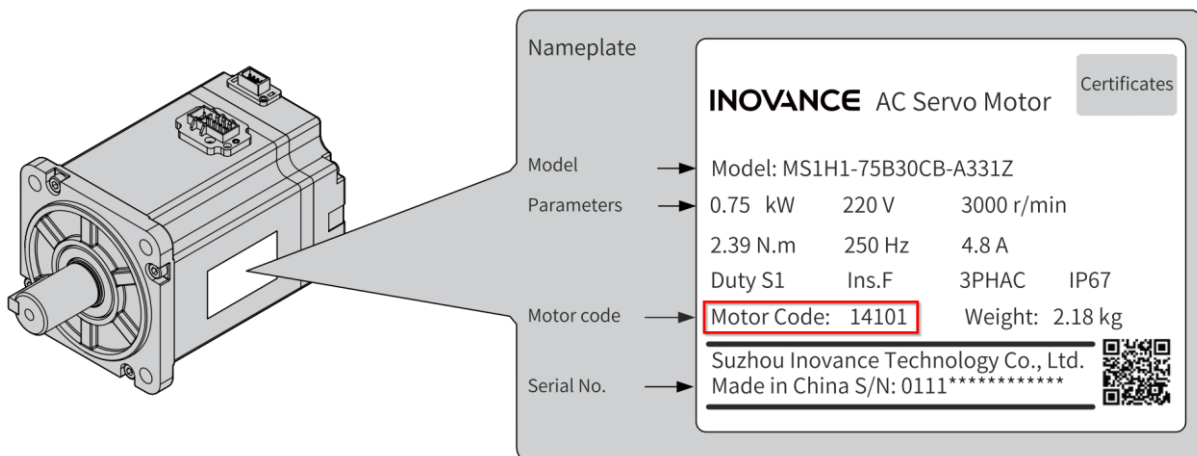
- 2,3. 속도와 가속 값을 조정합니다.
4. 드라이브를 Enable합니다.(S-ON 신호)
- 5,6. 조그 운전 모드에서 정방향 혹은 역방향으로 움직입니다.

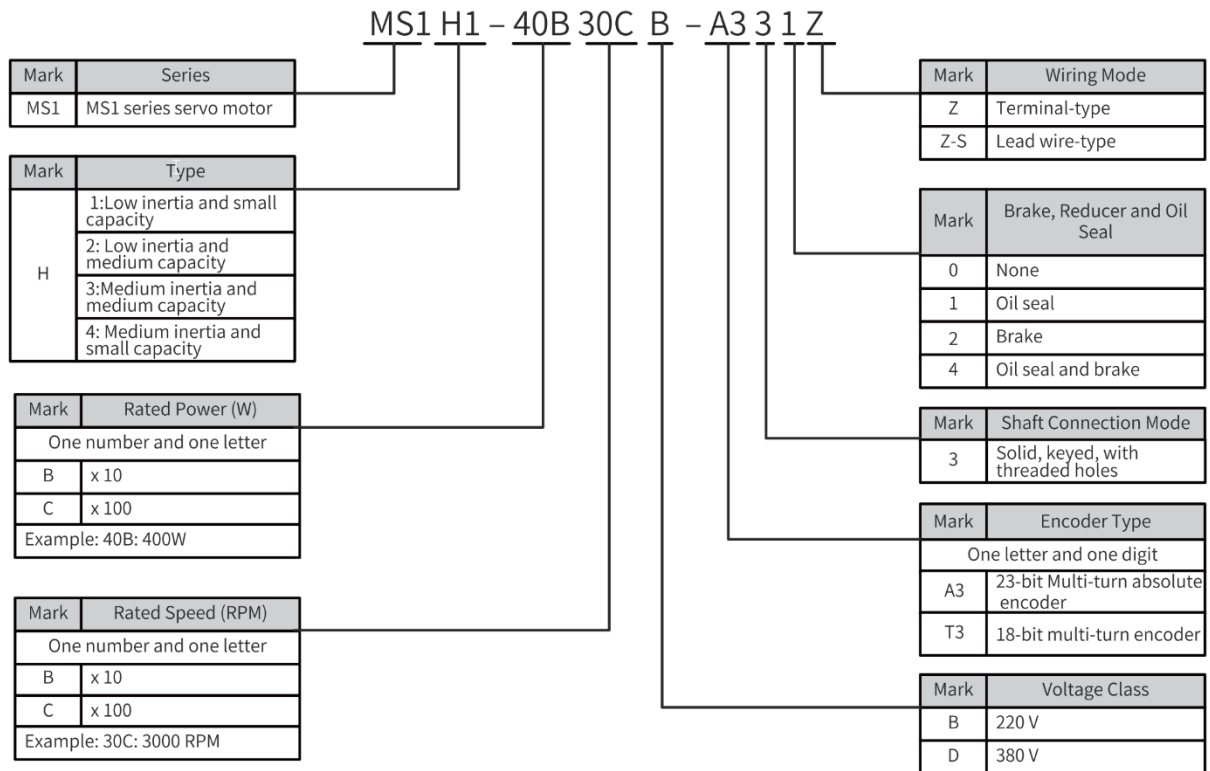


6.4.4 모터 파라미터

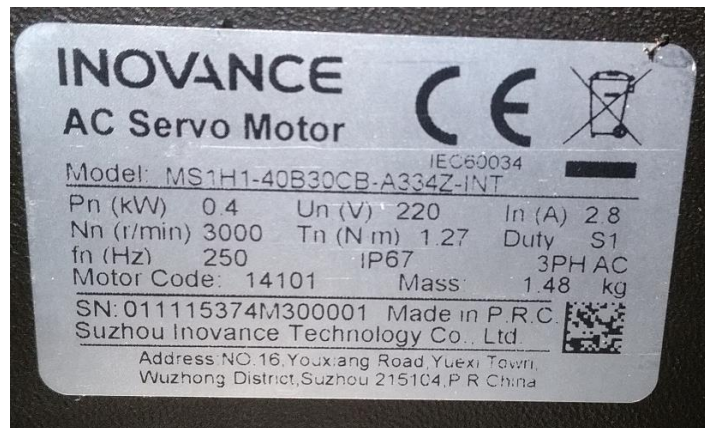
모터가 INOVANCE MS1 시리즈 서보 모터에 속하는 경우 파라미터가 엔코더에 저장되어 있습니다. 따라서 모터 파라미터를 구성할 필요는 없지만 파라미터 "H00-00 Motor Code"가 명판에 표시된 모터 코드와 일치하는지 확인하는 것이 중요합니다.

6.4.4.1 명판과 모델





6.4.4.2 모터 샘플



Model	Frame Size (mm)	Rated Output (kW) ^[1]	Rated Torque (N·m)	Maximum Torque (N·m)	Rated Current (Arms)	Maximum Current (Arms)
MS1H1-40B30CB	60	0.4	1.27	4.46	2.8	10.10

Encoder Type A3: 23 bit Multi-turn absolute encoder

Rated Voltage H00-09 = 220 V

Rated Power H00-10 = 0.4 kW

Rated Current H00-11 = 2.8 A

Rated Torque H00-12 = 1.27 Nm

Max. Torque H00-13 = 4.46 Nm

Motor Code H00-00 = 14101

Parameter Group	Upload and save (Current page all)	Upload and save (All lock options)	Open recipe	Save settings (All lock options)	Write all (Except groups H00 and H01)	Write all lock options (current page)	Compare	Find	General user
Axis 1/800 [Servo motor parameters]									
Axis 1/801 [Servo drive parameters]									
Axis 1/802 [Basic control parameters]									
Axis 1/803 [Terminal input parameters]									
Axis 1/804 [Terminal output parameters]									
Axis 1/805 [Position control parameters]									
Axis 1/806 [Speed control parameters]									
Axis 1/807 [Torque control parameters]									
Axis 1/808 [Gain parameters]									
Axis 1/809 [Gain auto-tuning parameters]									
Axis 1/80A [Fault and protection parameters]									
Axis 1/80B [Monitoring parameters]									
Axis 1/80D [Auxiliary function parameters]									
Axis 1/80E [Communication function parameters]									
Axis 1/818 [Position comparison output]									
Axis 1/819 [Target position parameters]									

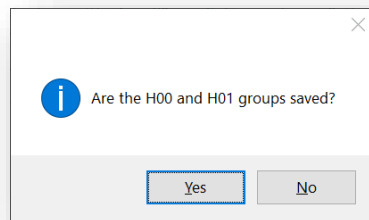
Row Index	Parameter Id	Parameter Name	Parameter Value	Default	Minimu	Maximum v.	Unit	Modified Type	Show Type
001	H00-09	Rated voltage	0 [220 V]	0	0	1		Down time modification	Decimal
002	H00-10	Rated power	0.40	0.75	0.01	655.35	kW	Down time modification	Decimal
003	H00-11	Rated current	2.80	4.70	0.01	655.35	A	Down time modification	Decimal
004	H00-12	Rated torque	1.27	2.39	0.10	655.35	Nm	Down time modification	Decimal
005	H00-13	Max. torque	4.46	7.16	0.10	655.35	Nm	Down time modification	Decimal
006	H00-14	Rated speed	3000	3000	100	6000	rps	Down time modification	Decimal
007	H00-15	Max. speed	6000	6000	100	6000	rps	Down time modification	Decimal
008	H00-16	Moment of inertia	0.38	1.30	0.01	655.35	kgcm ²	Down time modification	Decimal
009	H00-17	Number of pole pairs of PMN	5	5	2	65535		Down time modification	Decimal
010	H00-18	Stator resistance	1.970	0.500	0.001	65.535	Ω	Down time modification	Decimal
011	H00-19	Stator inductance L _q	8.71	3.27	0.01	655.35	mH	Down time modification	Decimal
012	H00-20	Stator inductance L _d	8.71	3.87	0.01	655.35	mH	Down time modification	Decimal
013	H00-21	Linear back EMF coefficient	32.00	33.30	0.01	655.35	mV/rpm	Down time modification	Decimal
014	H00-22	Torque coefficient K _t	0.45	0.51	0.01	655.35	Nm/A	Down time modification	Decimal
015	H00-24	Mechanical constant T _m	0.50	0.24	0.01	655.35	ms	Down time modification	Decimal
016	H00-26	Absolute encoder position offset	15154	8192	0	4294967295		Down time modification	Decimal
017	H00-30	Encoder selection (Hex)	0x0013; 0x13; I...	19	0	4095		Down time modification	Hexade...
018	H00-31	Encoder PPR	8388608	8388608	1	1073741824	p/Rev	Down time modification	Decimal
019	H00-37	Absolute encoder function setting bit	0x0000	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
020	H00-40	Rated motor current	65535	0	0	65535		Down time modification	Decimal
021	H00-61	Brake close time	65535	0	0	65535	ms	Down time modification	Decimal
022	H00-63	Max. motor current	42949672.95	16.95	0.00	65535.00	A	Down time modification	Decimal
023	H00-73	Bit0 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
024	H00-74	Bit23 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
025	H00-75	Bit45 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
026	H00-76	Bit67 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
027	H00-77	Bit89 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
028	H00-78	Bit11 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
029	H00-79	Bit13 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
030	H00-80	Bit15 of motor SN code	0xFFFF	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
031	H00-98	Motor attribute check	0x0000	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
032	H01-22	D-axis coupling voltage compensation coefficient	100.0	50.0	0.0	1000.0	%	Any modification	Decimal
033	H01-23	Q-axis back EMF compensation coefficient	100.0	50.0	0.0	1000.0	%	Any modification	Decimal
034	H01-24	D-axis current loop gain	700	500	0	20000	Hz	Any modification	Decimal
035	H01-25	D-axis current loop integral compensation factor	2.00	1.00	0.01	100.00		Any modification	Decimal
036	H01-27	Q-axis current loop gain	400	500	0	20000	Hz	Any modification	Decimal
037	H01-28	Q-axis current loop integral compensation factor	2.00	1.00	0.01	100.00		Any modification	Decimal
038	H01-39	Current loop version No.	0x0000	0	0	65535		Down time modification	Hexade...
039	H01-52	D-axis proportional gain in performance priority mode	800	2000	0	20000	Hz	Any modification	Decimal
040	H01-53	D-axis integral gain in performance priority mode	2.00	1.00	0.01	100.00		Any modification	Decimal
041	H01-54	Q-axis proportional gain in performance priority mode	800	2000	0	20000	Hz	Any modification	Decimal
042	H01-55	Q-axis integral gain in performance priority mode	2.00	1.00	0.01	100.00		Any modification	Decimal

6.5 파라미터 관리

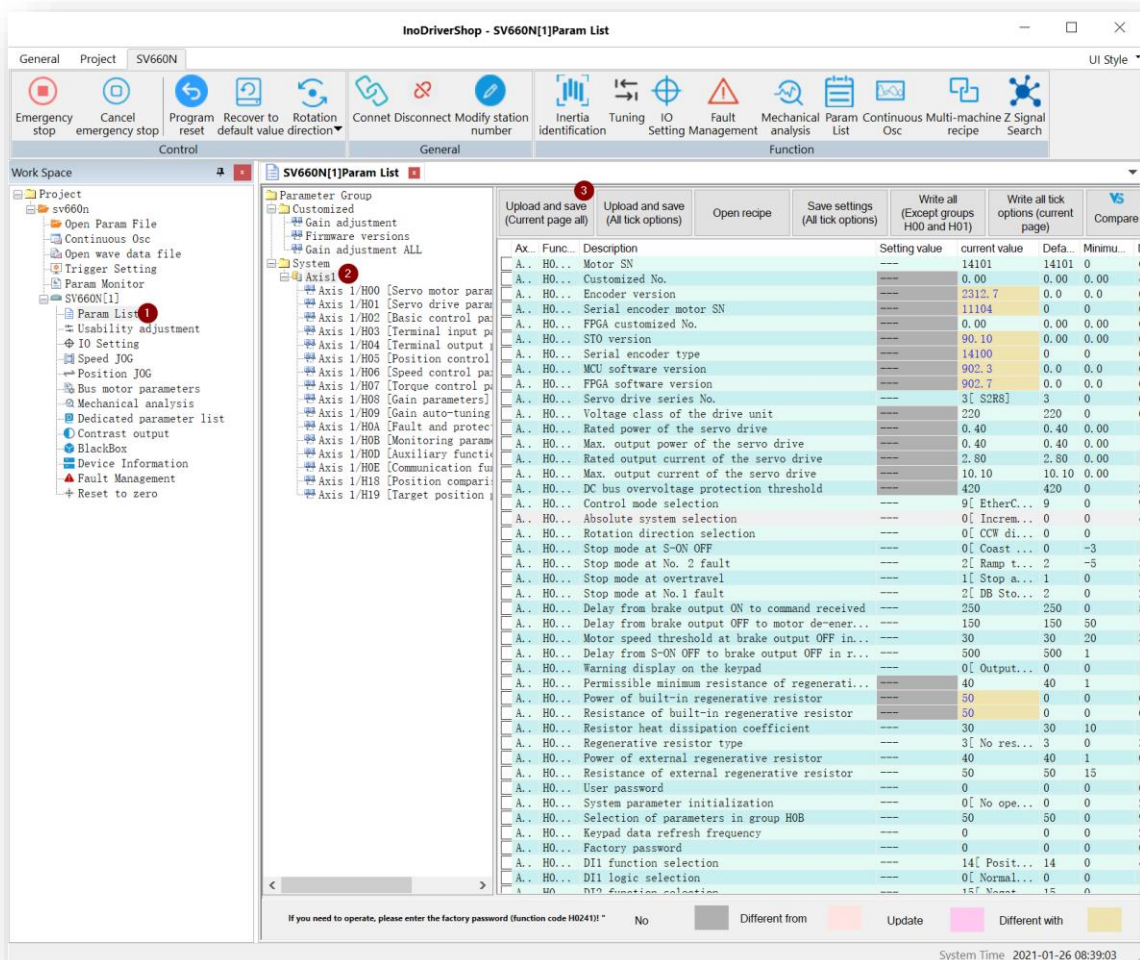
6.5.1 백업

다음 절차에 따라 드라이브 파라미터의 백업 사본을 만들 수 있습니다.

1. "Param List" 클릭
2. 축 그룹을 선택합니다.
3. "Upload and save(Current page all)" 클릭
4. 다음 메시지가 나타납니다. 파라미터 H00, H01을 파라미터 파일에 저장할지 여부를 선택합니다.



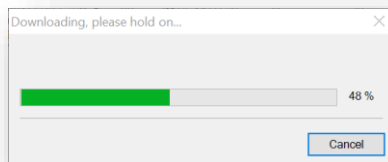
5. 파라미터를 저장할 파일을 선택합니다.



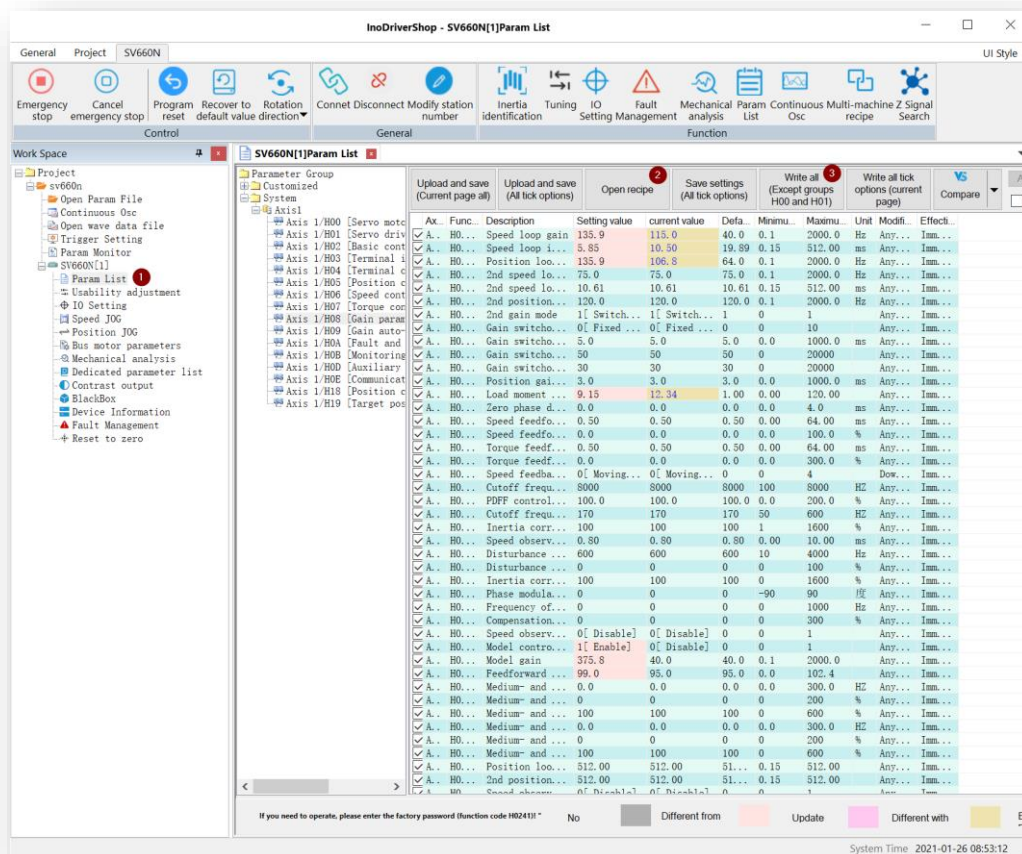
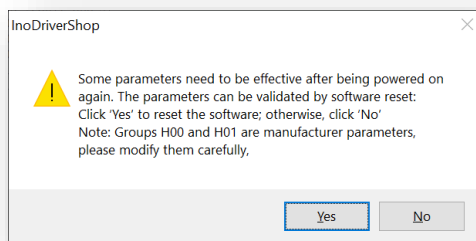
6.5.2 복구

다음 절차는 백업 파일에서 드라이브 파라미터를 복원하는 단계를 보여줍니다.

1. "Param List" 클릭
2. "Open Recipe"를 클릭합니다. 파라미터 파일 값이 "Setting value" 필드에 표시됩니다.
3. "Write all(그룹 H00과 H01 제외)"을 클릭합니다. 진행률 표시줄에 다운로드 프로세스 상태가 표시됩니다.



다음 메시지가 나타납니다. 파라미터를 다운로드한 후 드라이브를 재설정하는 것이 좋습니다. "Yes"를 클릭하여 드라이브 소프트웨어 재설정합니다.

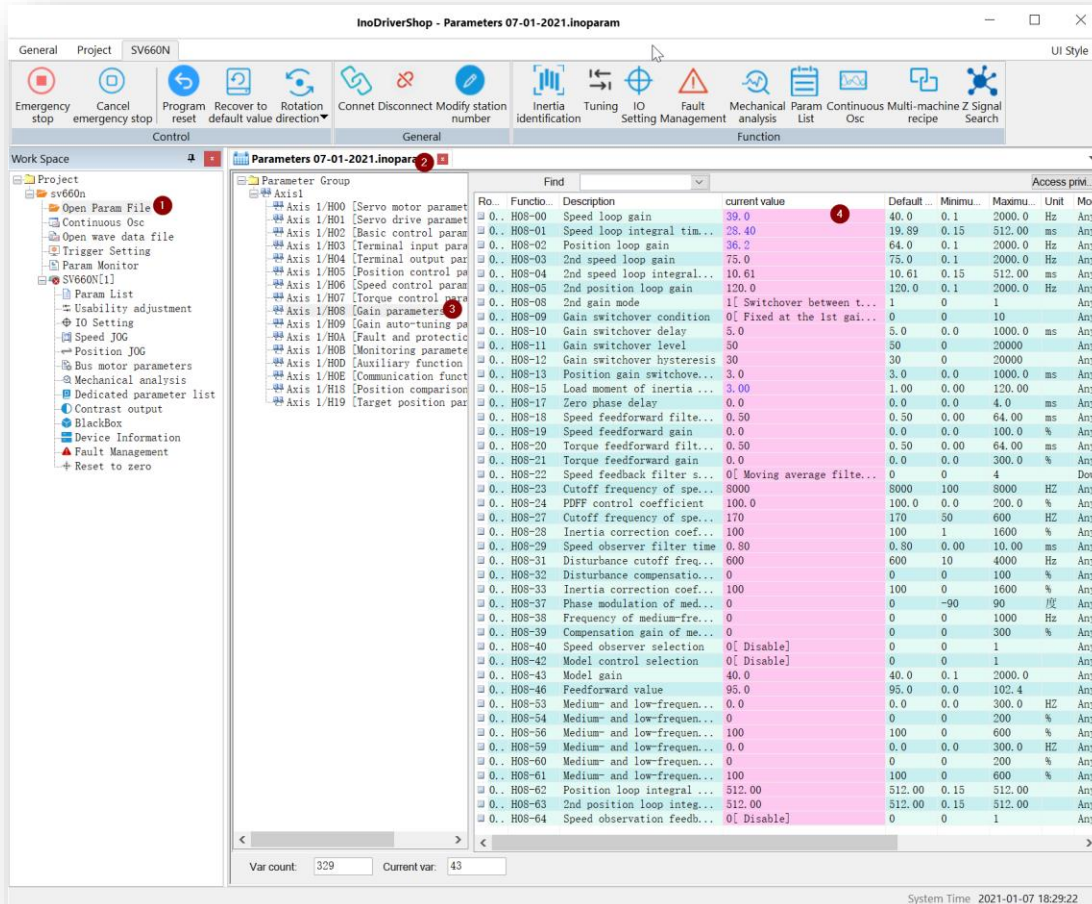


6.5.3 오프라인 편집

드라이브에 연결하지 않고 파라미터 값을 편집하려면 다음 단계를 수행하십시오.

1. "Open Parameter file" 클릭
2. 열린 파일 대화상자에서 해당 파라미터 파일을 선택합니다.
3. 해당 파라미터 섹션 선택
4. 파라미터의 "Current value" 편집

파라미터 값의 변경 사항은 해당 파라미터 파일에 자동으로 저장됩니다.



6.5.4 파라미터 비교

InoDriverShop 소프트웨어에는 프로젝트 파라미터 변수를 비교하는 두 가지 옵션이 있습니다.

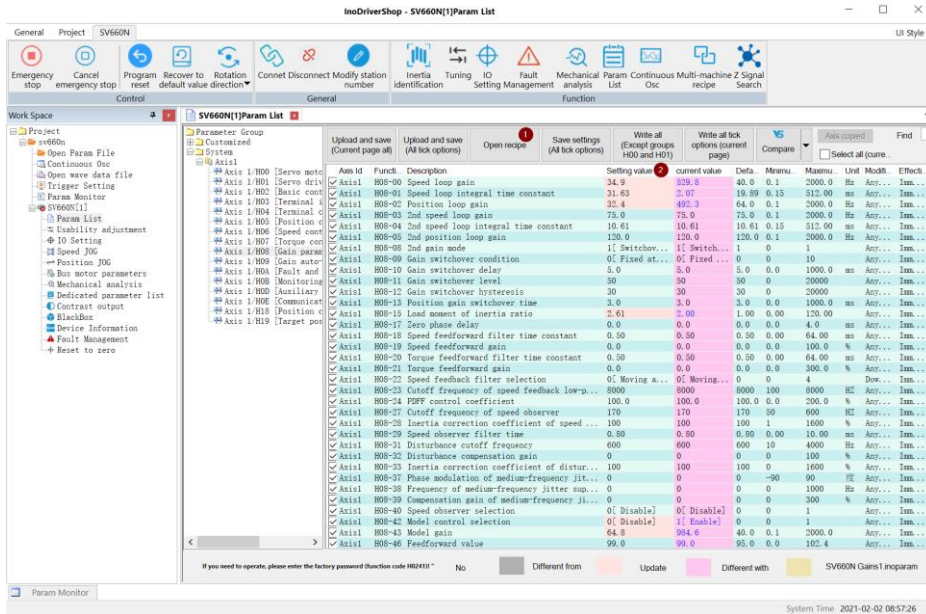
첫 번째 옵션을 사용하면 프로젝트의 현재값을 파라미터 파일과 비교할 수 있습니다.

두 번째 옵션을 사용하면 파일의 값을 공장 값과 비교할 수 있습니다.

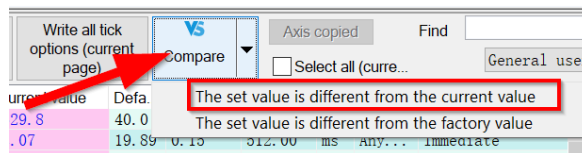
6.5.4.1 실제 값과 비교

파라미터 파일을 실제 값과 비교하려면 다음 절차를 따르십시오.

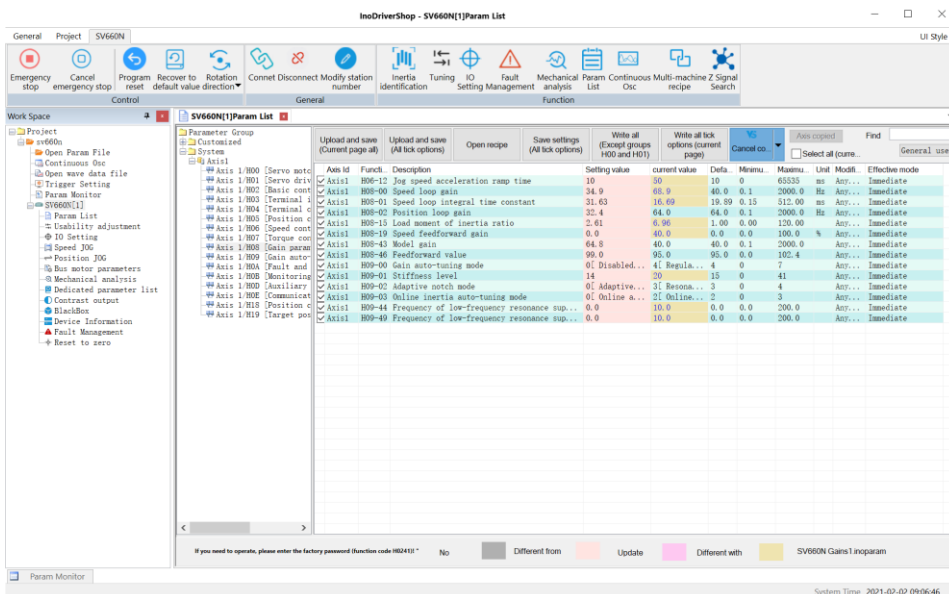
1. 파라미터 파일을 엽니다. "Open Recipe"를 클릭하십시오. 버튼을 누르고 해당하는 파라미터 파일을 선택합니다. 파라미터 파일을 연 후, 이 파일의 값이 "Setting value" 열에 로드됩니다.



2. 비교 버튼을 클릭하고 "The set value is different from the current value"를 선택합니다.



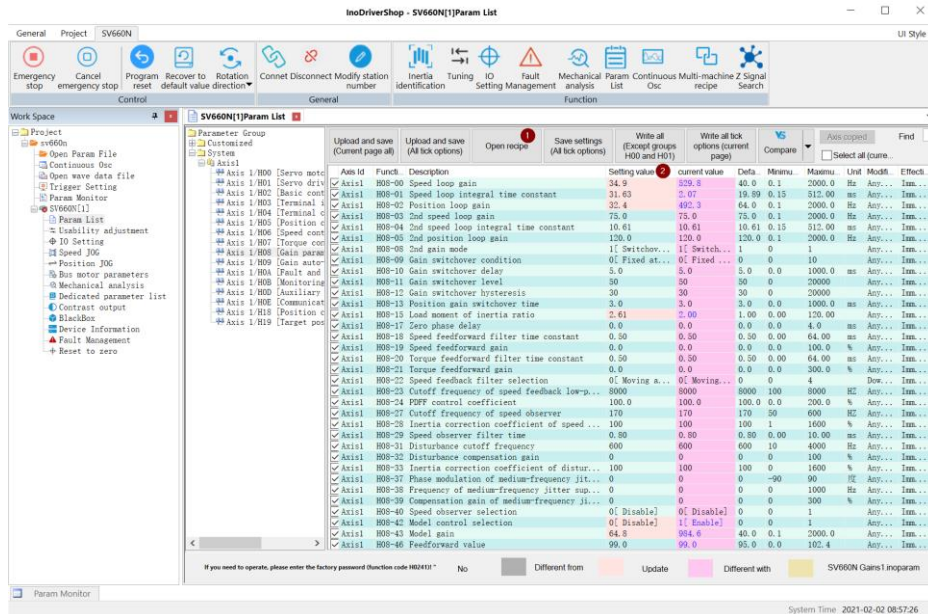
3. 비교 결과는 다음과 같습니다.



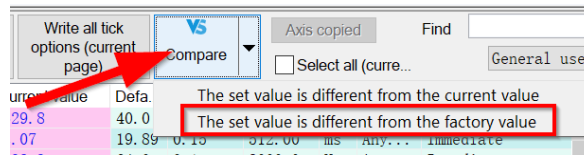
6.5.4.2 공장 초기 값과의 비교

파라미터 파일과 공장 출고 시 값을 비교하려면 다음 절차를 따르십시오.

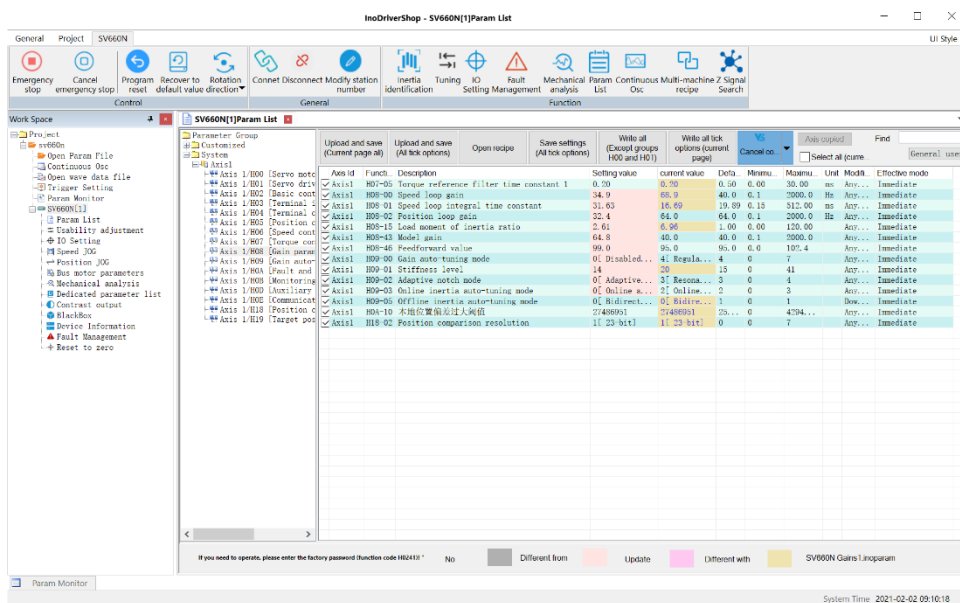
1. 파라미터 파일을 엽니다. "Open Recipe" 버튼을 클릭하여 해당 파라미터 파일을 선택합니다.
파라미터 파일을 연 후, 이 파일의 값이 "Setting value" 열에 로드됩니다.



2. "Compare" 버튼을 클릭하고 "The set value is different from the factory value"를 선택합니다.



3. 비교 결과는 다음과 같습니다.

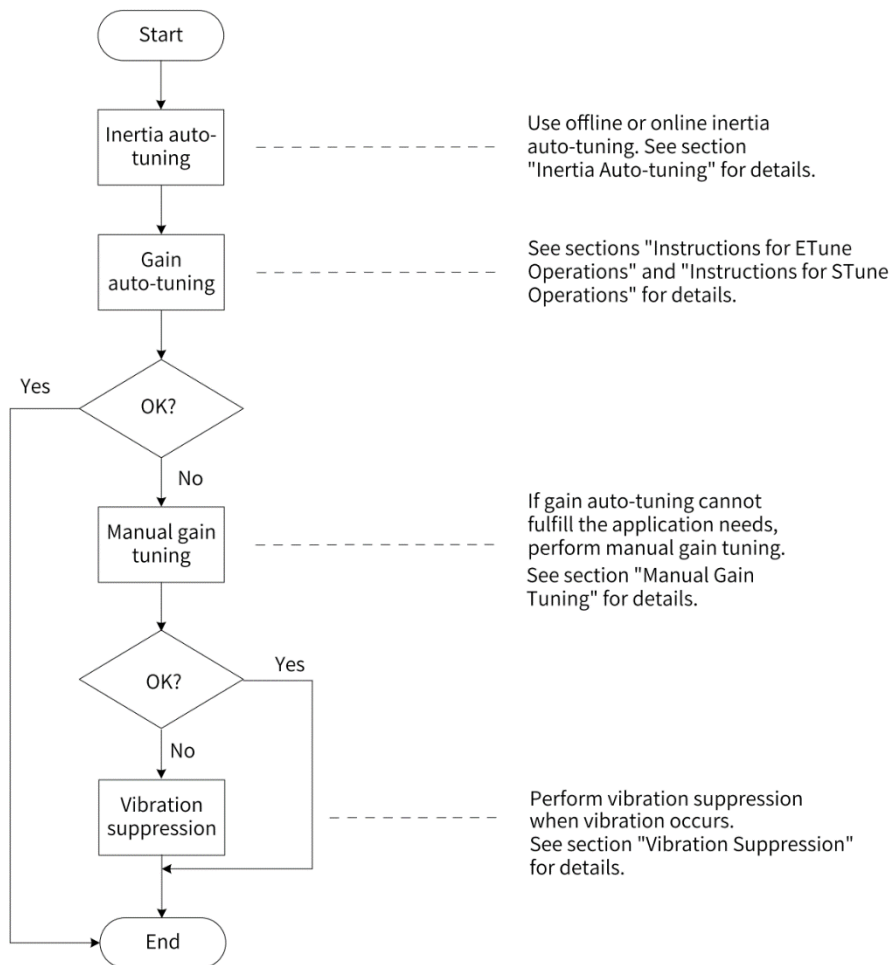


6.6 게인 튜닝

서보 드라이브의 게인 파라미터를 적절한 값으로 설정하여 서보 드라이브가 내부 레퍼런스 혹은 전송된 명령을 기반으로 모터를 최대한 빠르고 정확하게 구동할 수 있도록 합니다.

게인은 서로 영향을 받는 여러 파라미터(위치 루프 게인, 속도 루프 게인, 필터 및 관성 비율 포함)의 조합에 의해 정의됩니다. 균형잡힌 성능을 유지하려면 이 파라미터들을 적절한 값으로 설정하십시오.

NOTE 튜닝하기 전에 조그 운전을 통해 시운전을 수행하여 모터가 올바르게 작동하는지 확인하십시오. 다음 그림은 게인 조정을 위한 일반적인 절차를 보여줍니다.

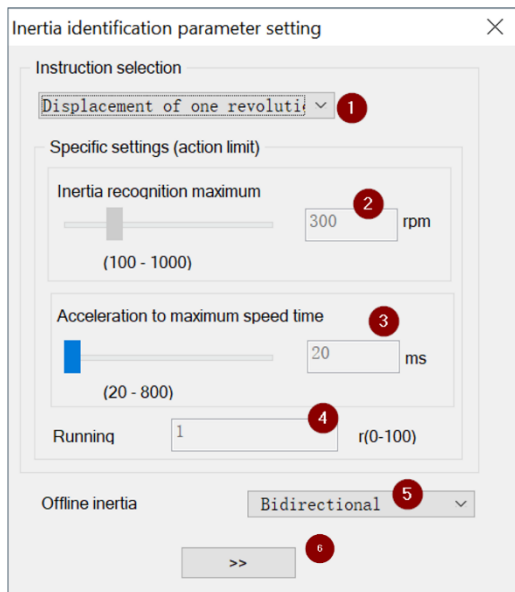
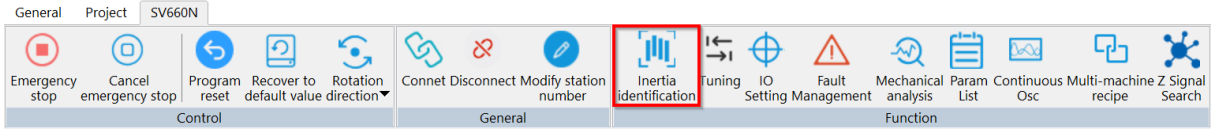


6.6.1 INERTIA 자동 튜닝

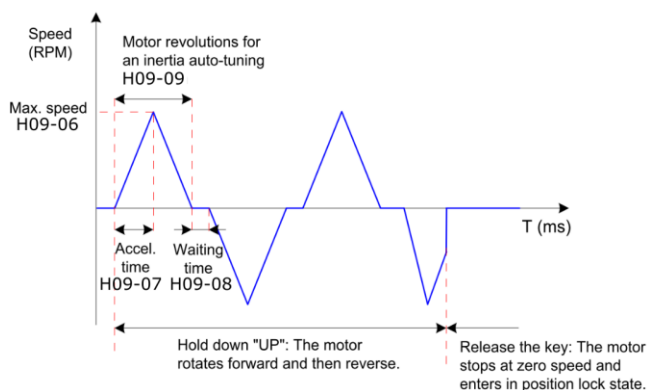
부하 관성비(H08-15)는 다음 공식을 사용하여 계산됩니다.

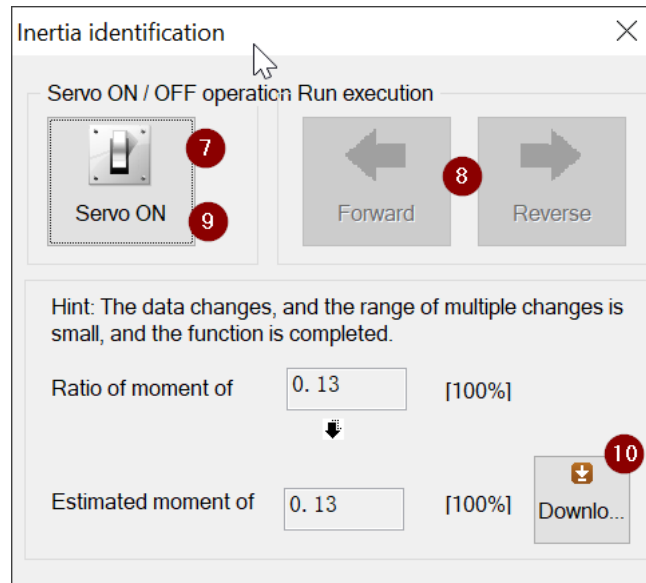
$$\text{load inertia ratio (H08 - 15)} = \frac{\text{Total moment of inertia of the mechanical load}}{\text{Moment of inertia of the motor (H00 - 16)}}$$

"Inertia Identification"을 클릭하십시오. 아이콘을 클릭하여 Inertia Identification 설정 화면에 접근합니다.



1. Parameter H09-09 - Inertia 자동 튜닝당 모터 회전 수
 - a. 1회전 변위
 - b. 5회전 변위
 - c. 사용자 설정
2. Parameter H09-06 - Inertia 자동 튜닝 최대 운전 속도
3. Parameter H09-07 - Inertia 자동 튜닝 중 최대 속도로 가속하는데 걸리는 시간 상수
4. Parameter H09-09 - Inertia 자동 튜닝당 모터 회전수 사용자 지정
5. Parameter H09-05 - 오프라인 Inertia 자동 튜닝 모드
 - a. 단방향
 - b. 양방향
6. 버튼을 눌러 다음 단계로 이동합니다. 관성 설정이 정상이면 이 버튼을 클릭합니다..





7. 드라이브 Enable
8. Inertial 자동 튜닝을 시작합니다. 이 두 버튼 중 하나를 누르면 Inertial 자동 튜닝이 시작됩니다. 모터가 이전 화면에서 구성한 대로 이동합니다. 계산된 관성 값이 다음 "estimated moment of inertia" 위치에 나타납니다. 이 값이 안정화될 때까지 테스트를 계속 진행합니다.
9. 드라이브 Disable
10. 관성 값을 H08-15 파라미터에 저장합니다.

6.6.1.1 온라인 자동 튜닝

이 방법은 호스트 컨트롤러에서 보내는 동작 신호로부터 관성을 자동으로 계산합니다. 서보 드라이브는 Inertia Ratio를 실시간으로 계산하여 30분마다 결과를 H08-15에 저장합니다.

다른 H09-03h 값은 H08-15에서 관성비의 다른 업데이트 속도를 나타냅니다.

- H09-03h = 1: 공작기계, 목각기 등 실제 관성비가 거의 변하지 않는 시나리오에 적용됩니다.
- H09-03h = 2: 관성비가 천천히 변하는 시나리오에 적용됩니다.
- H09-03h = 3: 운송 조작기와 같이 실제 관성비가 빠르게 변하는 시나리오에 적용됩니다.

NOTE 온라인 관성 자동 튜닝은 리미트 스위치 및 프레스 피팅에 대한 타격과 관련된 어플리케이션에서는 사용하지 마십시오.

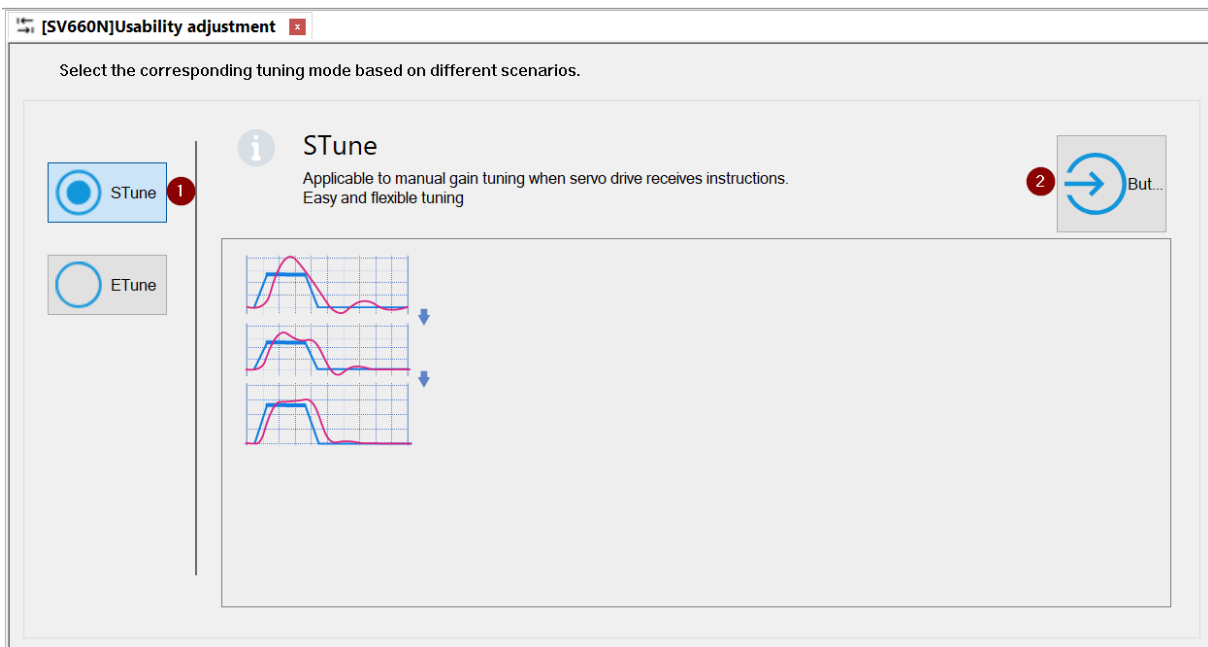
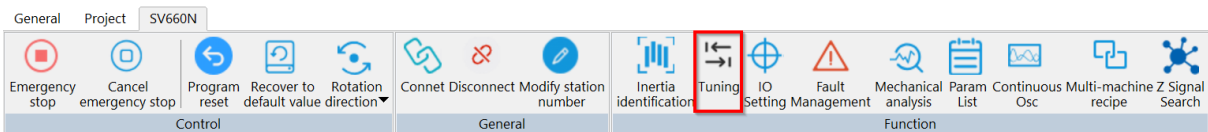
6.6.2 STUNE

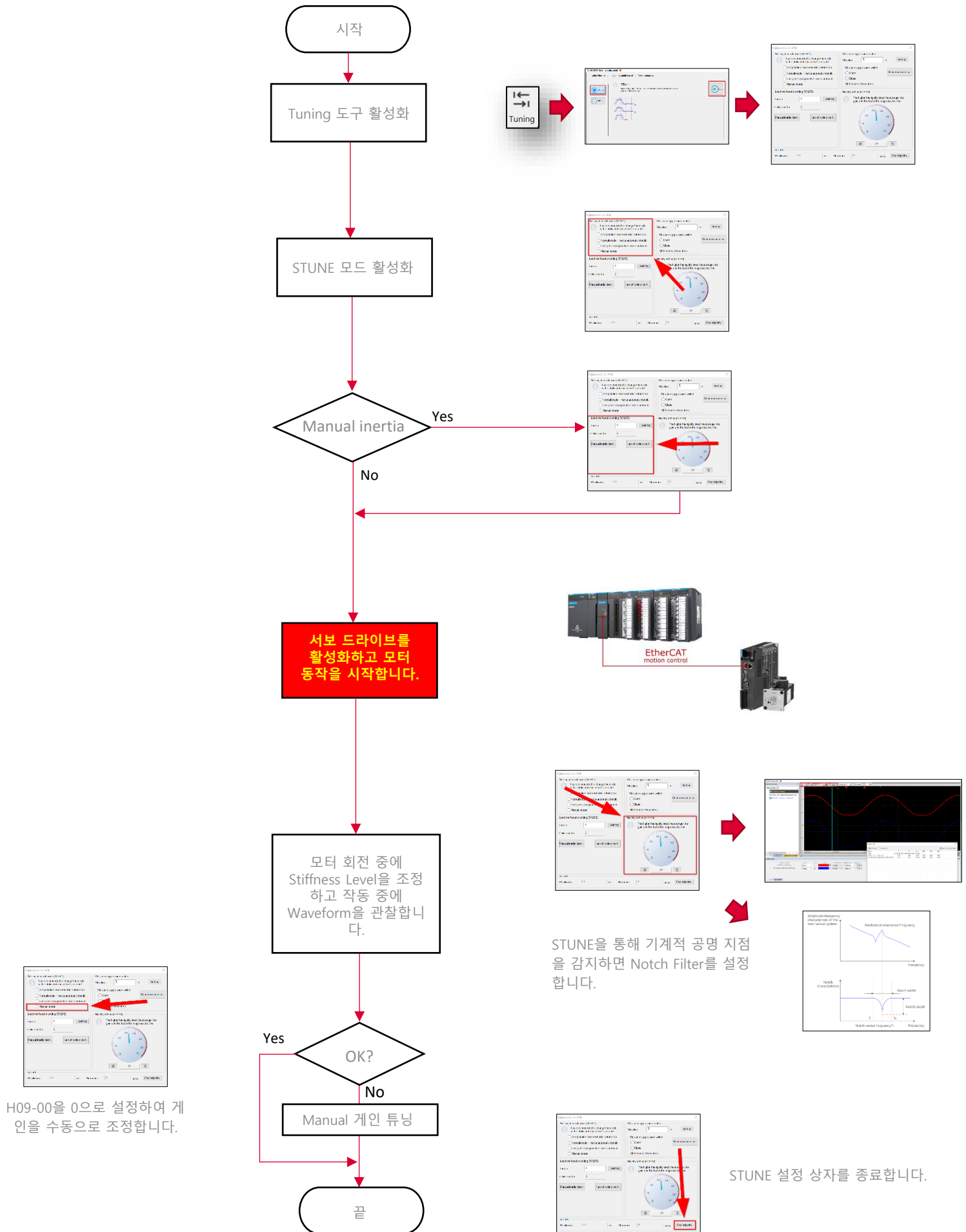
STUNE을 통해서, 서보 튜닝 조건은 단일 파라미터 셋팅에 의해 충족되고 부하 관성비가 상황에 알맞게 적용되며 공진 억제 파라미터가 자동으로 설정되므로 디버깅의 어려움을 크게 줄이고 튜닝을 개선합니다.

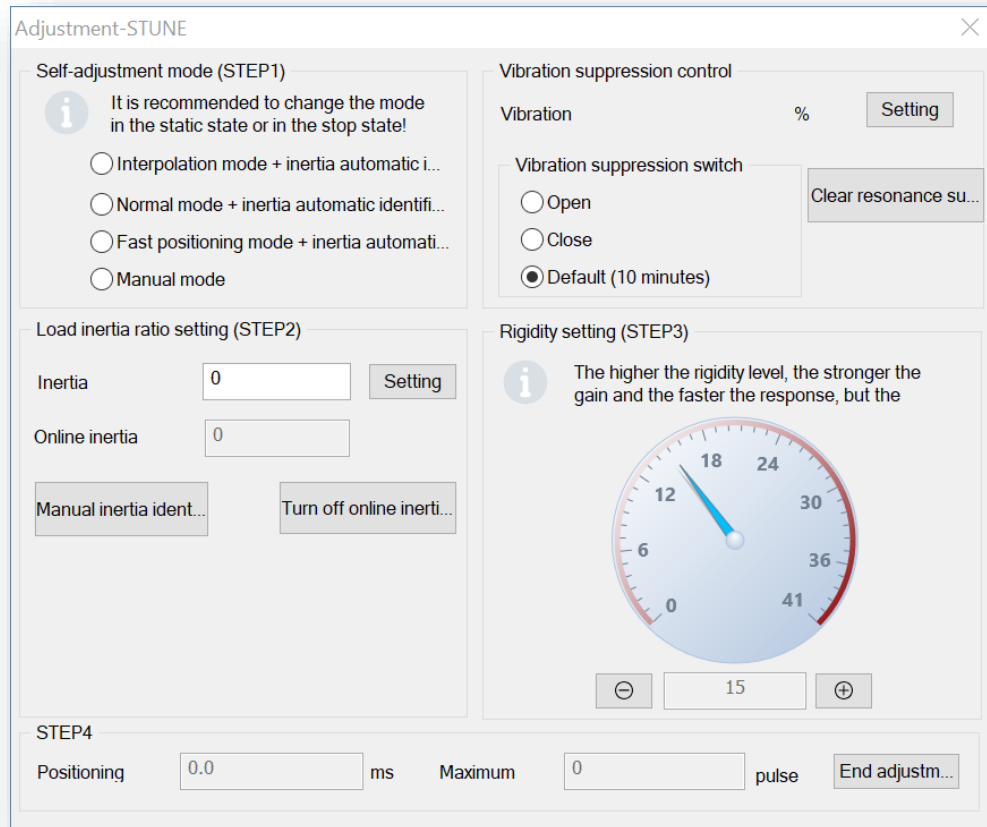
STUNE은 설정된 강성 레벨(Stiffness level) H09-01에 따라 게인 자동 조정을 수행합니다. 이 절차는 신속성과 안정성의 요건을 모두 충족시키는 것을 목표로 합니다.

STUNE 기능은 H09-00(Gain auto-tuning mode)가 4(Normal mode+Inertial auto-tuning)로 설정되면 기본적으로 활성화됩니다. 명령 입력 10분 후 서보 드라이브가 자동으로 꺼집니다.

STUNE 기능은 약간의 부하 관성 변화의 특징이 있는 어플리케이션에 사용됩니다. 변화가 심하거나 Inertia-auto tuning을 사용할 수 없는 어플리케이션인 경우(작동 속도가 너무 낮거나 가속 속도가 너무 낮기 때문에), 전원을 처음 켜 후 STUNE 기능을 비활성화합니다.







STEP 1 - Self-Adjustment mode:

H09-00		Application	Inertia auto-tuning	Resonance suppression	Model Tracking Function
0	Manual mode	수동 게인 조정 필요		NO	NO
1	Standard stiffness level mode	게인 자동 조정은 설정된 Stiffness Level에 따라 수행됩니다.	NO	NO	NO
2	Positioning mode	게인 자동 조정은 설정된 Stiffness Level에 따라 수행됩니다. 이 모드는 빠른 위치 결정이 필요한 경우에 적용됩니다.	NO	NO	NO
3	Interpolation mode	CNC, 겐트리 동기화, 전자 캠/기어와 같은 궤적 제어에 적용됩니다.	YES H09-03 = 2	YES	NO
4	Normal mode	일반 위치 지정(기본값)입니다. 일반 위치 결정 제어, 부하 관성의 자동 식별에 적용됩니다.	YES H09-03 = 2	YES	NO
6	Fast positioning mode	짧은 이동 및 고주파 위치 결정 제어에 적용됩니다. 관성 적응 범위가 작은 10ms 이내의 위치 결정을 실현하기 위해 모델 추종 알고리즘이 추가됩니다.	YES H09-03 = 2	YES	YES H08-42=1

STEP 2 - Load inertia ratio setting

목차 6.6.1 Inertia 자동 튜닝을 참조하십시오.

STEP 3 - Rigidity Setting

H09-01(Stiffness level selection)의 값 범위는 0~41입니다. 레벨 0은 가장 약한 강성과 가장 낮은 강성을 나타내며 레벨 41은 가장 강한 강성과 가장 높은 강성을 나타냅니다.

목차 6.6.4 Rigidity level을 참조하십시오.

추천 Stiffness Level	부하 메커니즘의 유형
Level 4 to level 8	대규모 기계
Level 8 to level 15	컨베이어 설비와 같이 강성이 낮은 어플리케이션
Level 15 to level 20	Ball Screw 및 직결 커플링 모터와 같이 강성이 높은 어플리케이션

진동 억제 제어(Vibration suppression control)

Vibration: 파라미터 H09-11 : 진동 임계값. 서보 드라이브에 의해 감지된 토크 리플이 H09-11의 설정값을 초과하여 제어할 수 없게 되면 ER661이 보고되는 레벨 10에 도달할 때까지 강성 수준이 자동으로 감소합니다.

Vibration suppression switch:

파라미터 H09-37 : Vibration monitoring time

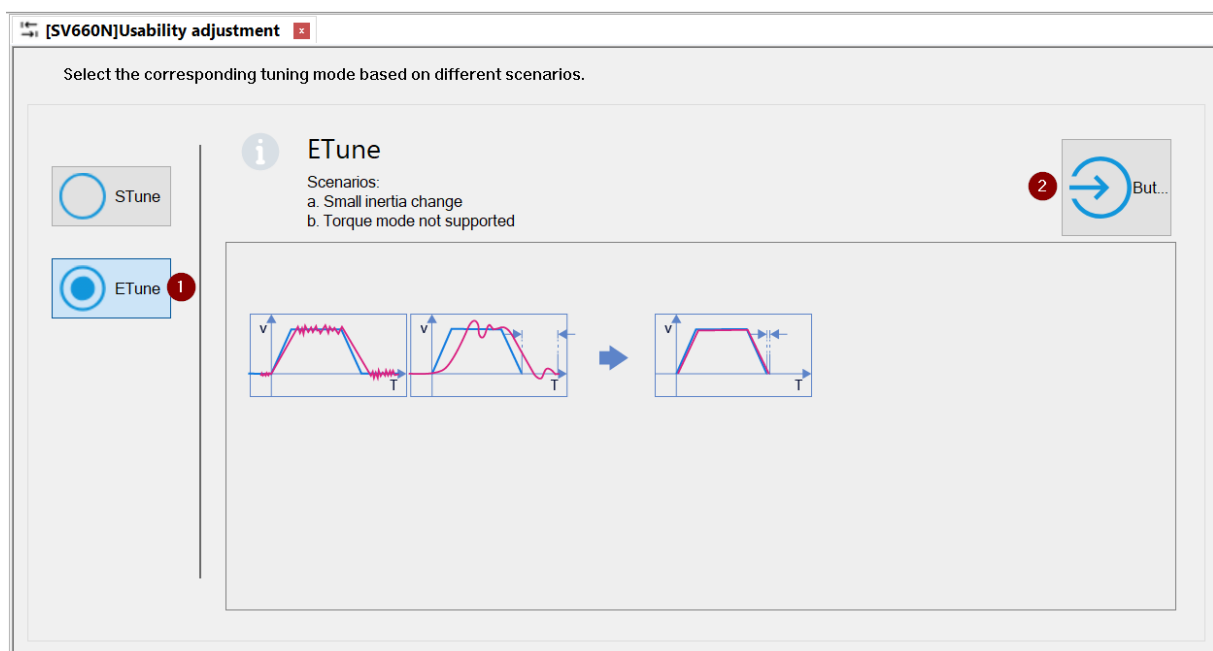
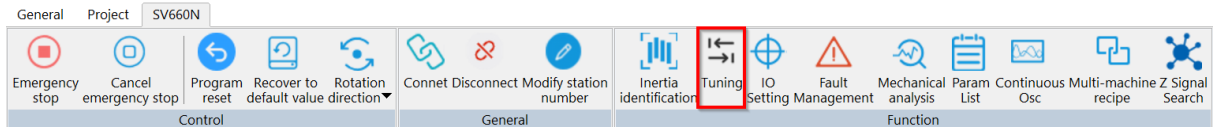
- Open → H09-37 = 65536
- Close → H09-37 = 0
- Default (10 minutes) → H09-37 = 600

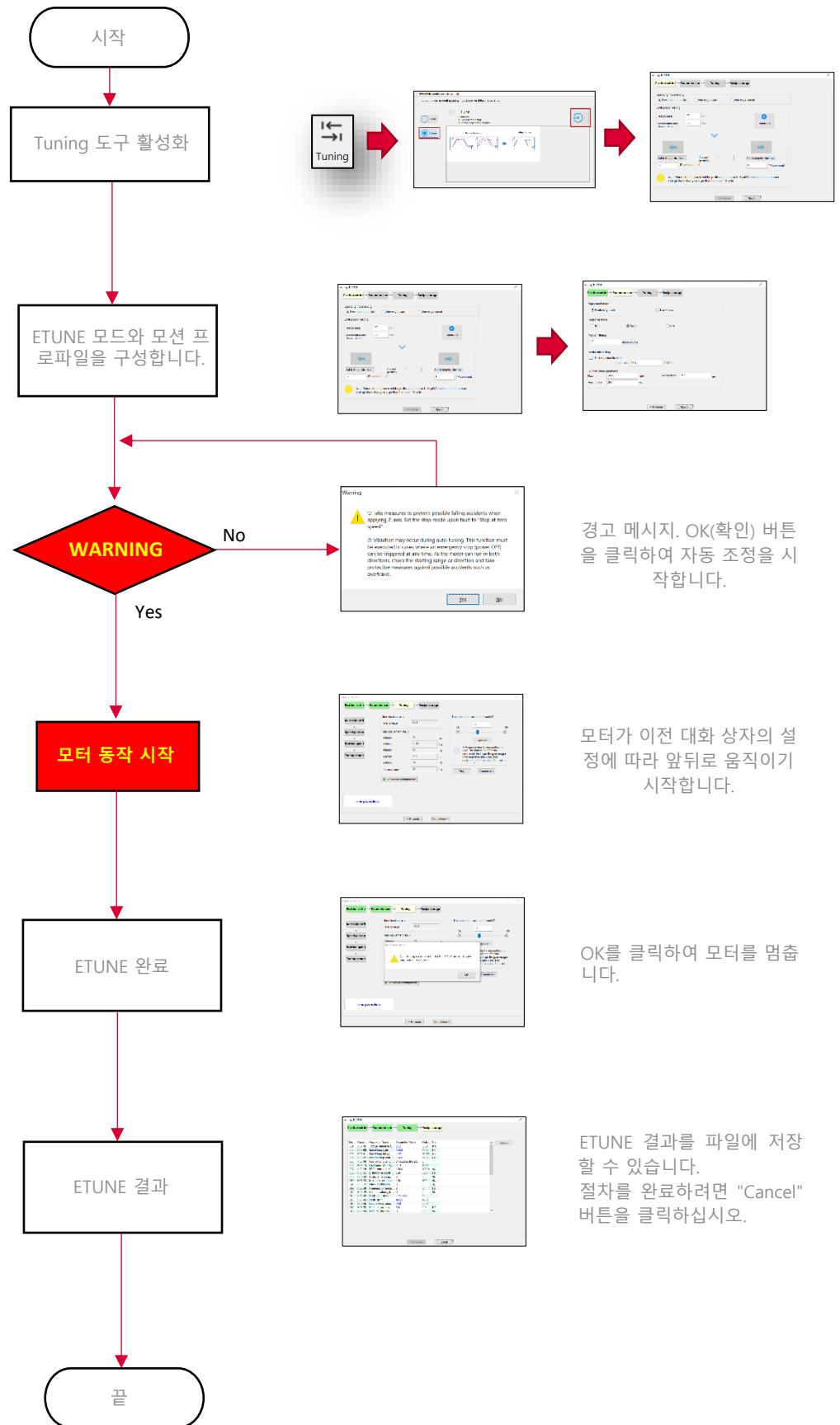
H09-00(Gain auto-tuning mode)이 3, 4, 6으로 설정된 경우, 서보 드라이브는 전원 켜기 또는 강성 레벨 설정 후 10분(또는 H09-37로 정의된 다른 시간 간격) 이내에 Inertia Auto Tuning을 자동으로 수행하여 진동을 억제한 다음 Inertia Auto Tuning에서 빠져나옵니다. Inertia Auto Tuning 기능은 비활성화된 후에는 H09-09를 3, 4, 6으로 설정하여 다시 활성화할 수 없습니다.

6.6.3 ETUNE

ETUNE은 사용자가 모션 프로파일과 원하는 응답 레벨을 설정하여 자동 조정을 수행하도록 유도하기 위해 설계된 Wizard 형태의 기능입니다. 모션 프로파일 및 응답 레벨을 설정한 후에는 서보 드라이브가 자동 조정을 수행하여 최적의 게인 파라미터를 얻습니다. 자동 조정된 파라미터는 동일한 모델의 다른 장치에서 사용할 수 있는 레시피로 저장 및 내보낼 수 있습니다.

ETUNE 기능은 약간의 부하 관성 변화를 특징으로 하는 용도에 사용됩니다.





6.6.4 RIGIDITY LEVEL CALCULATION

H09-01(Stiffness level selection)의 값 범위는 0~41입니다. 레벨 0은 가장 약한 강성과 가장 낮은 강성을 나타내며 레벨 41은 가장 강한 강성과 가장 높은 강성을 나타냅니다. 다음 표에는 다양한 부하 유형에 대한 강성 수준이 나와 있습니다.

추천 Stiffness Level	부하 메커니즘의 유형
Level 4 to level 8	대규모 기계
Level 8 to level 15	컨베이어 설비와 같이 강성이 낮은 어플리케이션
Level 15 to level 20	Ball Screw 및 직결 커플링 모터와 같이 강성이 높은 어플리케이션

이 강성 수준 값을 얻으려면 서로 다른 파라미터 사이에 몇 가지 관계가 있어야 합니다.

- 모터 관성 모멘트 J_m
- 부하 관성 모멘트 J_l
- 모터 토크 N_t
- 정격 전류 I_n

이 예에서는 다음 모터 MS1H1-40B30CB-A331Z가 다음 데이터와 함께 사용됩니다.

Drive Parameter	Description	Value
H00-11	정격 전류 I_n	2.8A
H00-12	정격 토크 T_n	
H00-22	토크 계수 K_t	0.53 Nm/A _{rms}
H00-16	관성 모멘트	0.376·10 ⁻⁴ kgm ²

Inertia ratio H08-15=1

$J_l = \text{ratio} \cdot J_m$

$$\text{Inertia ratio (H08 - 15)} = \frac{J_l}{J_m} \rightarrow J_l = I_{ratio} \cdot J_l = 0.376 \cdot 10^{-4} \text{Kg} \cdot \text{m}^2$$

각운동 중인 차체의 토크:

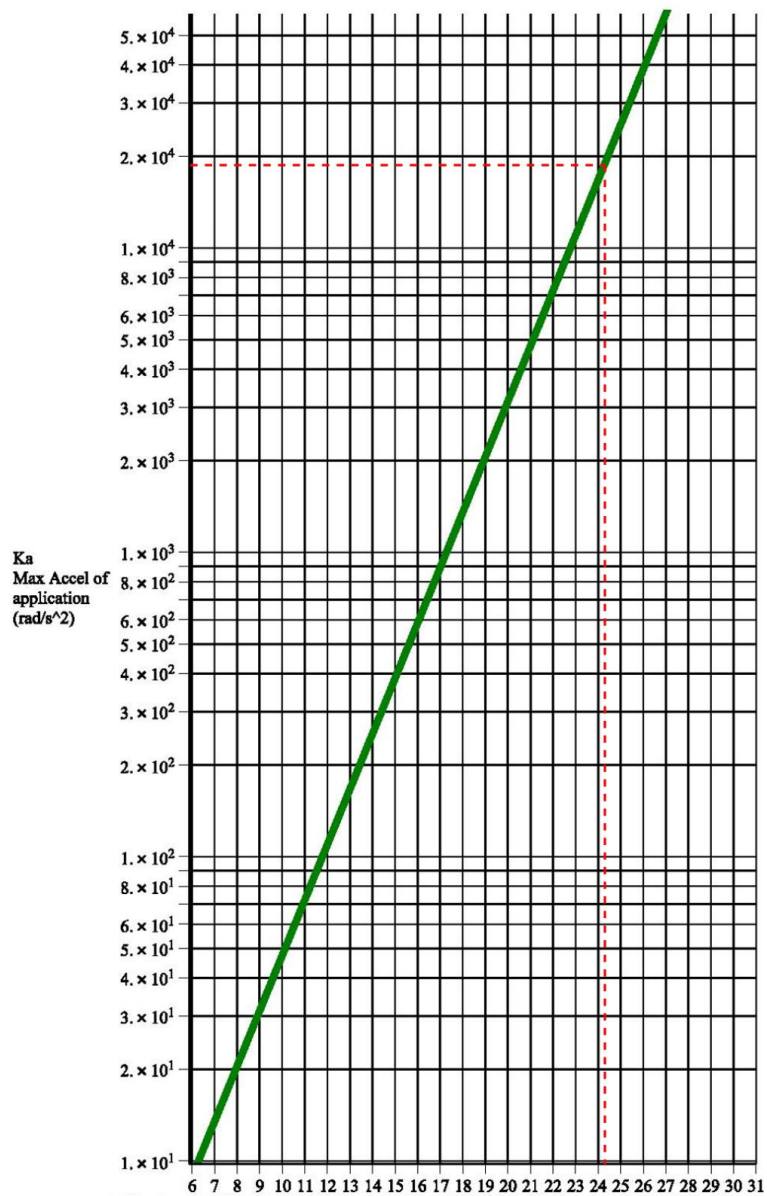
$$T = J_t \cdot \alpha \rightarrow \alpha = \frac{T}{J_t} = \frac{T}{J_l + J_m} = \frac{0.53 \frac{\text{Nm}}{\text{A}_{rms}} \cdot 2.8\text{A}}{0.376 \cdot 10^{-4} \text{Kg} \cdot \text{m}^2 + 0.376 \cdot 10^{-4} \text{Kg} \cdot \text{m}^2} = 19734 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

여기서,

$\sum \text{Inertia}$ =moment of inertia(Kgm²)

α =angular acceleration (rad/s²)

다음 표에서 약 24의 강성 수준을 계산할 수 있습니다. 그러면 H09-01 = 24



с҃с҃п҃м {ϕLCCb9{ { [9±9[

이 섹션에서는 Stiffness level의 값에 따라 계인 값을 보여줍니다.

l лфлллY Df-y I-dzú2núdzYylyз Y2RŠ

l лфллмY {úáŧŧyŠää fŠŦŠŧ

l лулллY {LúŠŠŔ f22LJ LJW2LJ2Wúú2yI-f Эf-y

l луллмY {LúŠŠŔ f22LJ lyúŠWl-f Эf-y

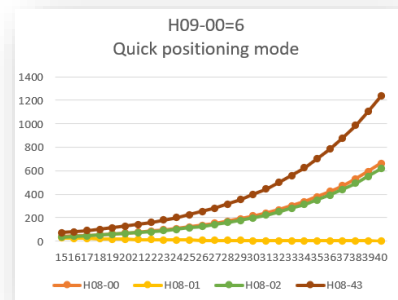
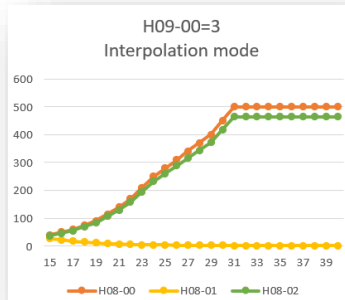
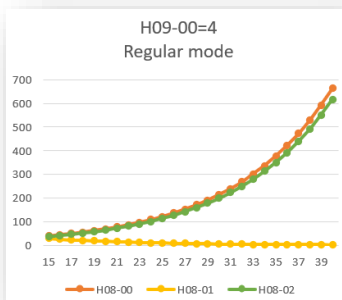
l луллнY t2áúú2y-f22LJ LJW2LJ2Wúú2yI-f Эf-y

l лулпоY ϕWl-fŦŦlyз fdyúú2y Y2RŠŧ Эf-y

l лулпсY ϕWl-fŦŦlyз fdyúú2y fŠŠŔf2WúŦl-WŔ Эf-y

l лтллрYϕ2WlJdzŠ WŠŧŧWŠyŦŦŠ ŧáúŠW úáYŠ Ŧ2yáúŧ-yú

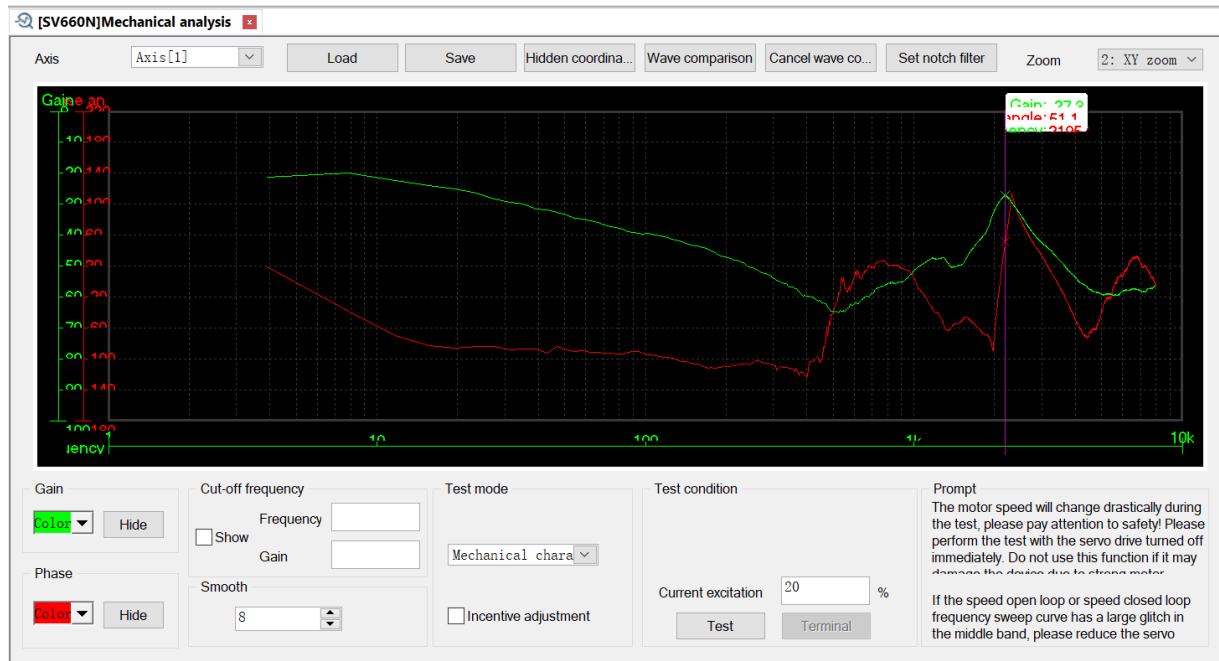
l лфлллГп					l лфлллГо				l лфлллГс					
l лфллм {úáŧŧyŠää fŠŦŠŧ	l лул лл	l лул лм	l лул лн	l лтл лр	l лул лл	l лул лм	l лул лн	l лтл лр	l лул лл	l лул лм	l лул лн	l лулпо	l лул пс	l лтл лр
мр	оф	ну	ос҃н	л҃н	пл	нт҃по	от҃м	л҃н	оф	ну҃мо	ос҃н	тн҃п	фф	л҃н
мс	по҃т	нр҃мм	пл҃с	л҃н	рл	нм҃фр	пс҃п	л҃н	по҃т	нр҃мм	пл҃с	ум҃н	фф	л҃н
мт	пф	нн҃оу	пр҃р	л҃н	сл	му҃ну	рр҃т	л҃н	пф	нн҃оу	пр҃р	фм	фф	л҃н
му	рп҃ф	мф҃фу	рм	л҃н	тр	мп҃сн	сф҃т	л҃н	рп҃ф	мф҃фу	рм	млн	фф	л҃н
мф	см҃р	мт҃уо	рт҃м	л҃н	фл	мн҃му	уо҃с	л҃н	см҃р	мт҃уо	рт҃м	мпн	фф	л҃н
нл	су҃ф	мр҃фн	сп	л҃н	ммр	ф҃ро	млс҃у	л҃н	су҃ф	мр҃фн	сп	мну	фф	л҃н
нм	тт҃м	мпнн	тм҃с	л҃н	млл	т҃уо	мол҃м	л҃н	тт҃м	мпнн	тм҃с	мпон	фф	л҃н
нн	ус҃п	мн҃сф	ул҃н	л҃н	мтл	с҃пп	мрт҃ф	л҃н	ус҃п	мн҃сф	ул҃н	мсл҃п	фф	л҃н
но	фс҃у	мм҃оо	уф҃ф	л҃н	нмл	рнн	мфр҃м	л҃му	фс҃п	мм҃оо	уф҃ф	мтф҃у	фф	л҃н
нп	млу҃п	мл҃мм	млл҃т	л҃н	нрл	п҃оу	нон҃о	л҃мр	млу҃п	мл҃мм	млл҃т	нлм҃п	фф	л҃н
нр	мнм҃п	ф҃ло	ммн҃у	л҃н	нул	о҃фм	нсл҃н	л҃мп	мнм҃п	ф҃ло	ммн҃у	ннр҃с	фф	л҃н
нс	мос	у҃лс	мнс҃о	л҃н	омл	о҃ро	нуу҃м	л҃мн	мос	у҃лс	мнс҃о	нрн҃с	фф	л҃н
нт	мрн҃о	т҃н	мпм҃р	л҃н	опл	о҃нн	омр҃ф	л҃мм	мрн҃о	т҃н	мпм҃р	нуо	фф	л҃н
ну	мтл҃р	с҃по	мру҃п	л҃н	отл	н҃фр	опо҃у	л҃м	мтл҃р	с҃по	мру҃п	омс҃у	фф	л҃н
нф	мфм	р҃тп	мтт҃р	л҃н	плл	н҃тп	отм҃т	л҃лф	мфм	р҃тп	мтт҃р	орр	фф	л҃н
ол	нмо҃ф	р҃мо	мфу҃т	л҃му	прл	н҃по	пму҃н	л҃лу	нмо҃ф	р҃мо	мфу҃т	офт҃п	фф	л҃му
ом	ноф҃с	п҃рт	ннн҃с	л҃мс	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	ноф҃с	п҃рт	ннн҃с	ппрн	фф	л҃мс
он	нсу҃п	п҃лу	нпф҃п	л҃мп	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	нсу҃п	п҃лу	нпф҃п	пфу҃у	фф	л҃мп
оо	олл҃с	о҃сп	нтф҃о	л҃мо	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	олл҃с	о҃сп	нтф҃о	рру҃с	фф	л҃мо
оп	оос҃т	о҃нр	омн҃ф	л҃мм	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	оос҃т	о҃нр	омн҃ф	снр҃у	фф	л҃мм
ор	отт҃м	н҃ф	орл҃п	л҃м	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	отт҃м	н҃ф	орл҃п	тлл҃у	фф	л҃м
ос	пнн҃о	н҃рф	офн҃п	л҃лф	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	пнн҃о	н҃рф	офн҃п	туп҃у	фф	л҃лф
от	пто	н҃ом	поф҃р	л҃лу	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	пто	н҃ом	поф҃р	утф	фф	л҃лу
оу	рнф҃у	н҃лт	пфн҃о	л҃лт	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	рнф҃у	н҃лт	пфн҃о	фуп҃с	фф	л҃лт
оф	рфо҃п	м҃уп	ррм҃п	л҃лс	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	рфо҃п	м҃уп	ррм҃п	ммлн҃у	фф	л҃лс
пл	ссп҃с	м҃сп	смт҃с	л҃лр	рлл	н҃мф	псп҃с	л҃лт	ссп҃с	м҃сп	смт҃с	мнорн	фф	л҃лр



Copyright 2019 INOVANCE Co., Ltd.

다음 그림과 같이 Mechanical Analysis 기능은 서로 다른 주파수에서 전체 시스템의 속도 반응을 테스트하고 Baud Rate Diagram을 생성해 공명 주파수를 찾고 Notch를 설정할 수 있도록 도와줍니다.

예를 들어 앞 그림에 표시된 공명 주파수는 2195Hz입니다.



- **12.2.2** 서보의 Closed Loop 주파수 응답을 직접 측정합니다. 측 응답 대역폭을 결정하는데 사용됩니다.
- **12.2.3** 이 Trace는 드라이브 및 모터의 메커니즘 주파수 응답을 보여줍니다. 모터, 구동 장치 및 축에 부착된 모든 기계 차체의 기계적 및 전기적 특성을 직접 측정합니다. 기계적 공명점을 결정하는 데 사용됩니다.

Closed control loop는 대역폭을 결정하는 데 사용되는 반면 Open control loop는 진폭 응답을 계산하는데 사용됩니다. 대역폭은 위상 응답이 -3dB 또는 -90° 라인을 처음 통과하는 곳에서 읽힙니다. 시스템의 대역폭이 높을수록 안정성이 높아지고 제어 루프 게인이 높게 설정될 수 있습니다. 이는 높은 역학을 초래합니다.

12.2.4 이 Check Box를 선택할 때, 진동이 과도할 경우 전류는 자동으로 감소합니다. 전류 소모가 적절한 값을 설정한 경우 'Incentive adjustment' 기능이 작동하지 않습니다. 일반적으로 이 기능은 사용되지 않습니다.

12.2.5 평활 비율(Smoothing percentage)을 높이면 Bode plot Trace가 더 깨끗하고 읽기 쉬워집니다. 테스트에는 영향을 미치지 않지만, 표시된 파형에 많은 파장 노이즈가 있을 경우 값을 조정하여 공명 주파수를 찾을 수 있습니다.

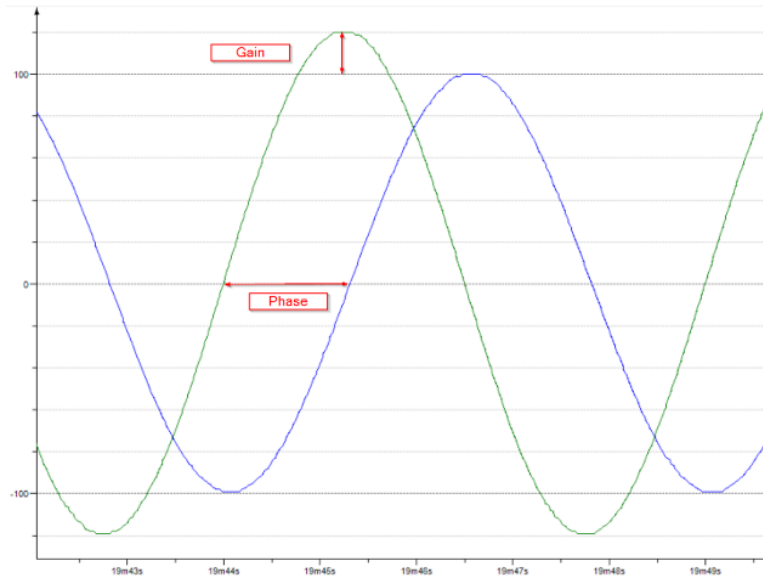
12.2.6 시험을 진행하는데 사용되는 토크의 백분율. 강한 진동을 피하기 위해 처음에는 보통 10% 여자 레벨을 설정하며, 파동 피드백에 따라 값을 조정할 수 있습니다.

6.6.5.1 BODE PLOT(보데 선도)

Bode Diagram은 주파수 범위 내에서의 시스템을 나타낸 것입니다. Bode Diagram은 진폭(게인 응답)에 대한 그래프와 위상 편이(위상 응답)에 대한 그래프로 구성됩니다. 이 그래프는 고조파 여자(상용 진동)에 대한 시스템의 정지 반응을 설명합니다. 주파수는 X축에 로그로 표시됩니다.

시스템의 주파수 응답을 결정하기 위해 다음 절차를 수행합니다. 특정 진폭과 주파수의 사인파 신호가 시스템의 입력에 적용됩니다. 입력 신호의 주파수가 증가하면 출력 신호와 비교됩니다. 처음에는 출력이 입력과 함께 진폭 및 주파수로 정렬되지만, 입력 주파수를 늘릴 때는 진폭을 늘리지 않고 출력 신호의 진폭과 위상이 다릅니다.

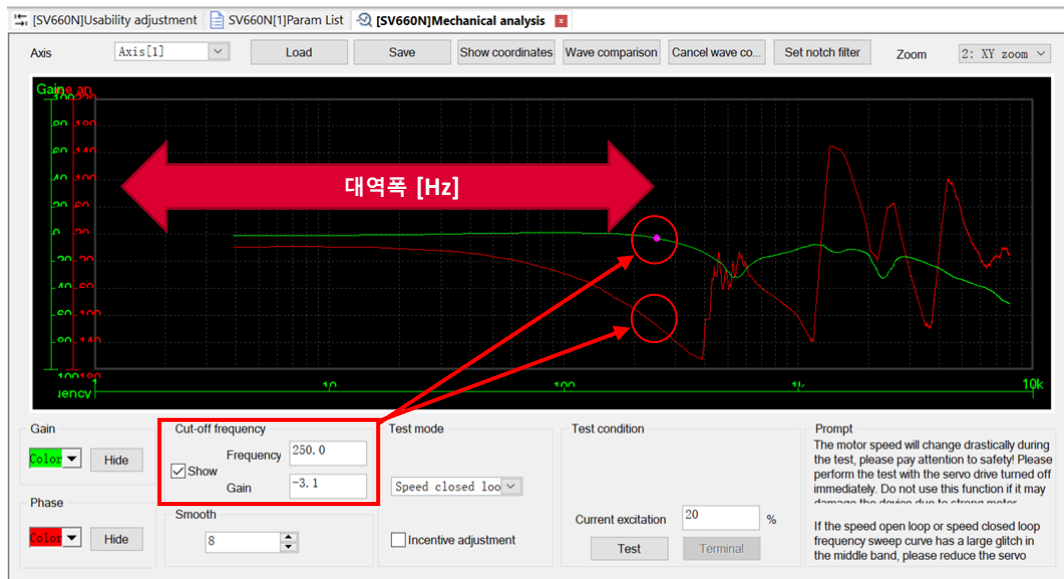
이상적인 시스템에서 출력은 진폭 및 위상 입력을 따릅니다. 즉, 게인은 0dB이고 위상은 0°입니다. 그러나 실제 어플리케이션에서는 출력 신호가 입력 신호를 따라갈 수 없고 진폭과 위상 쉬프트만큼 증가하는 특정 주파수가 있습니다.



6.6.5.2 AXIS BANDWIDTH

"Speed Close Loop" Bode Diagram을 사용하여 시스템의 대역폭을 확인할 수 있습니다. 대역폭은 시스템의 응답과 관련이 있습니다. 대역폭이 높을수록 반응이 좋고 Control loop gain을 더 높게 설정할 수 있습니다. 이는 높은 역할을 초래합니다.

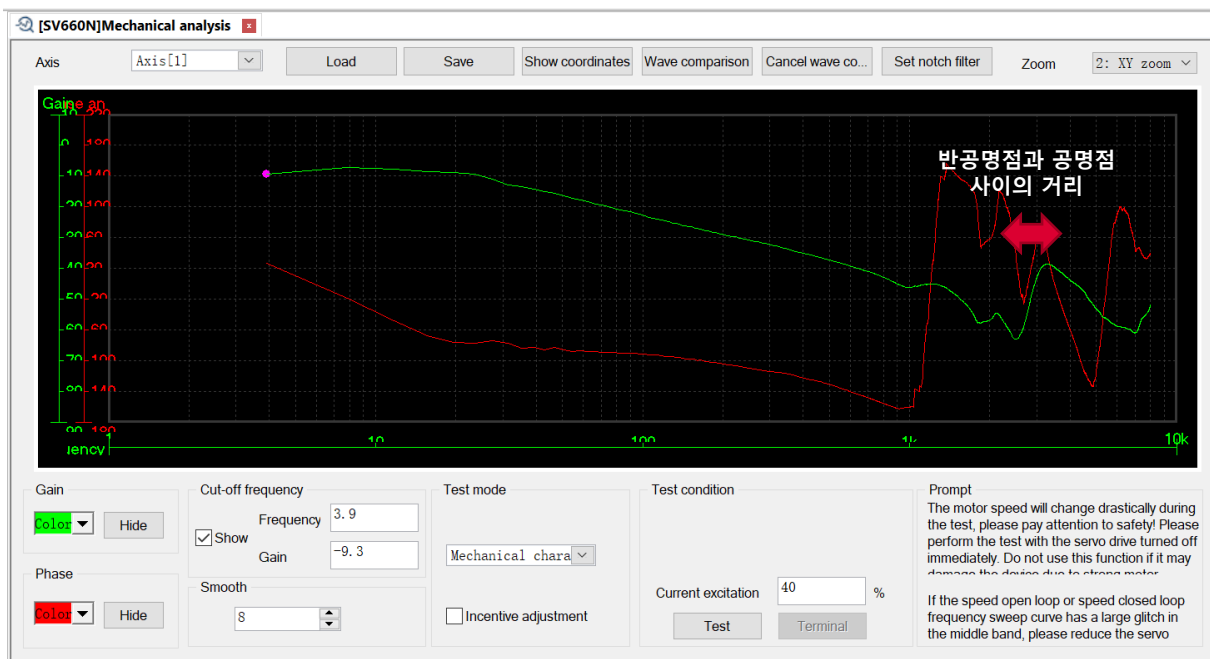
Bode plot의 대역폭은 게인 plot이 -3dB를 교차하거나 위상이 -90°에 도달하는 지점에 따라 결정됩니다.



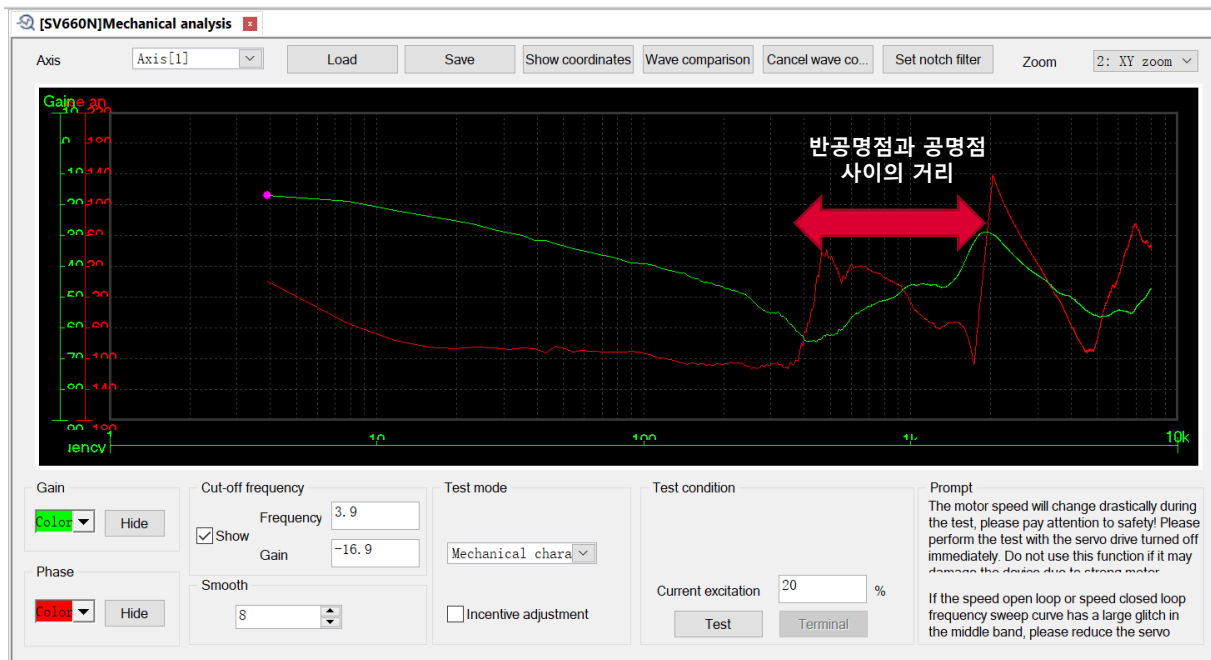
6.6.5.3 INERTIA RATIO

Bode Diagram에는 시스템의 관성 비율도 표시됩니다. 반공명점과 공명점 사이의 거리가 클수록 모터와 부하 사이의 관성비가 커집니다.

Example 1: Pulley 32T 0.095 kg



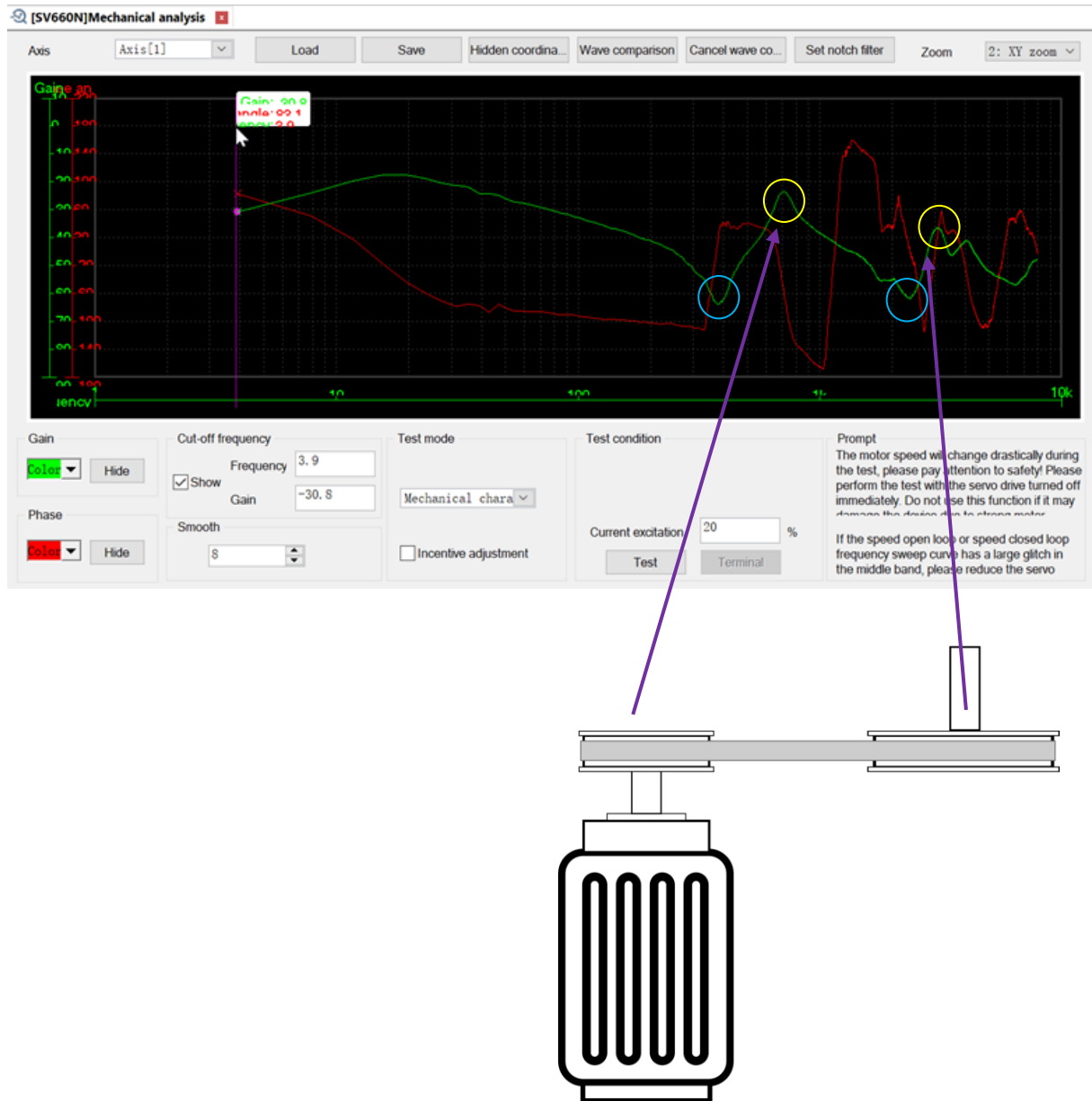
Example 2: Pulley 60T 0.480 kg



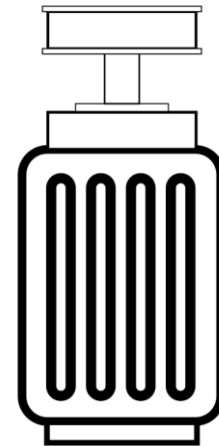
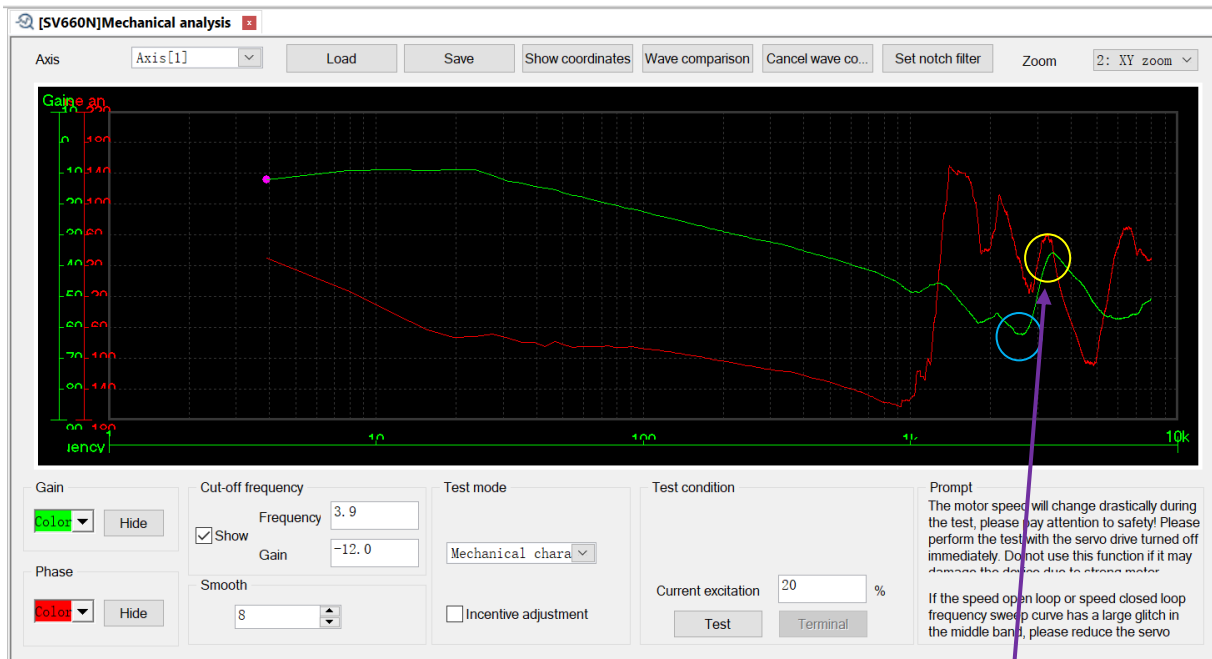
6.6.5.4 RESONANCE POINT

기계 시스템의 요소는 다른 공명 주파수를 야기합니다. 시스템의 각 기계적 요소는 반공명점[■]과 공명점[■]을 모두 보여주는 고유한 본연의 공명 주파수를 가지며, 여기서 기계적 요소가 시스템에서 분리되거나 공명점에서 여자됩니다. 각 노드 쌍은 시스템의 결합된 요소와 관련이 있습니다. 시스템에는 여러 개의 공명 노드가 있을 수 있지만 첫 번째 공명 노드의 주파수보다 큰 대역폭은 달성할 수 없기 때문에 첫 번째 노드 집합(최저 주파수)이 가장 중요합니다.

Example 1: 벨트가 있는 두개의 풀리. 이 경우 벨트에 의해 결합된 두 개의 풀리로 인해 기계적 분석에서 두 개의 공명점이 어떻게 표시되는지 알 수 있습니다.



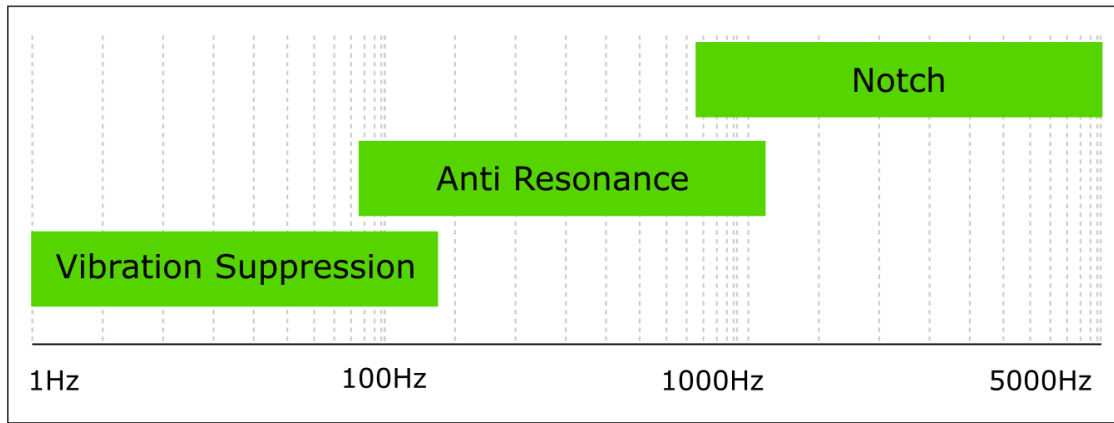
Example 2: 한 개의 풀리. 모터에 결합된 부하가 단일 요소로 이루어지기 때문에 기계적 분석에서는 공명점이 하나만 표시됩니다.



6.6.6 FILTER ADJUSTMENT

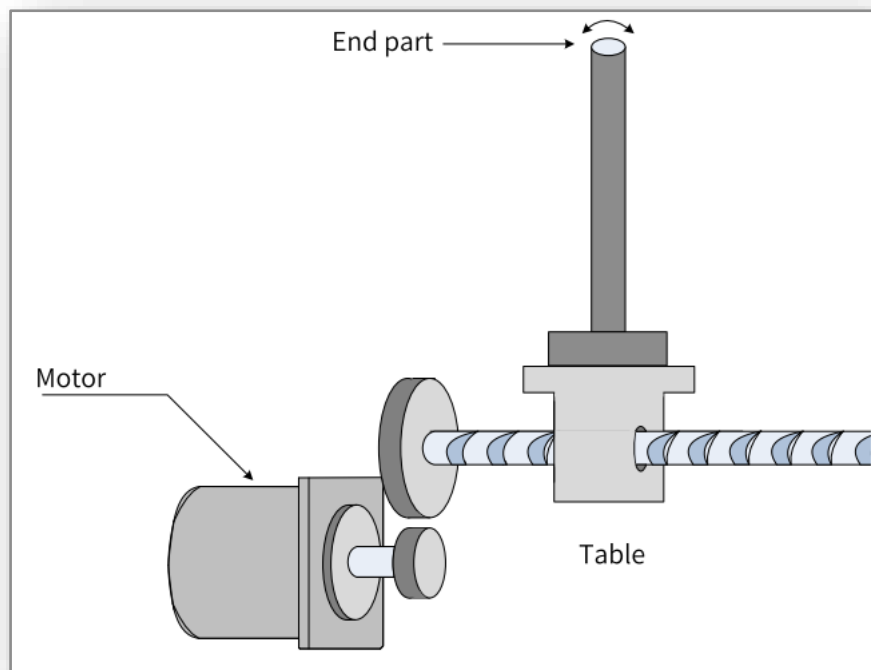
모든 기계 시스템에서는 제어 루프 대역폭 내의 위치에 따라 고주파, 중주파 또는 저주파수로 분류될 수 있는 공진이 있습니다.

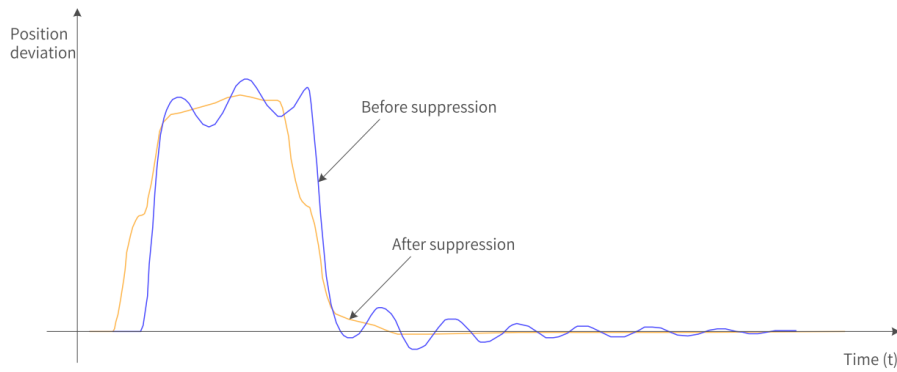
이러한 공명을 제거하기 위해 일반적으로 저주파 감쇠를 위한 Damping Filter와 고주파 필터를 위한 Notch Filter 두 가지 유형의 필터가 사용됩니다.



저주파 - 진동 억제

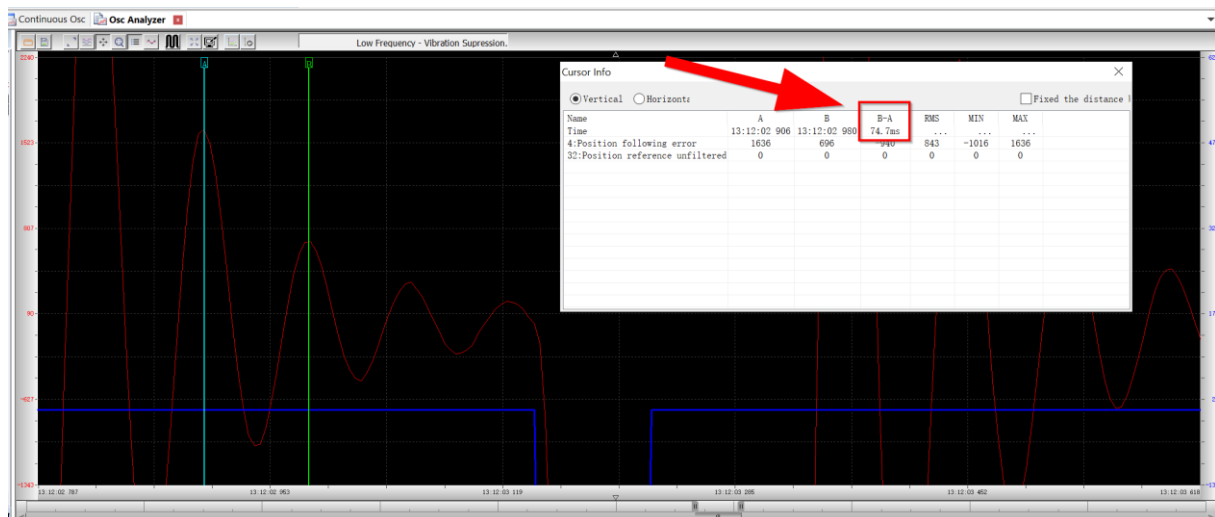
기계적 부하 끝단이 길고 무거운 경우, 빠른 가감속 중에 이 부품에 진동이 쉽게 발생하여 Settling Time에 영향을 미칠 수 있습니다. 이러한 진동을 저주파 공진이라고 하는데, 그 주파수는 일반적으로 100Hz 이내이기 때문입니다.



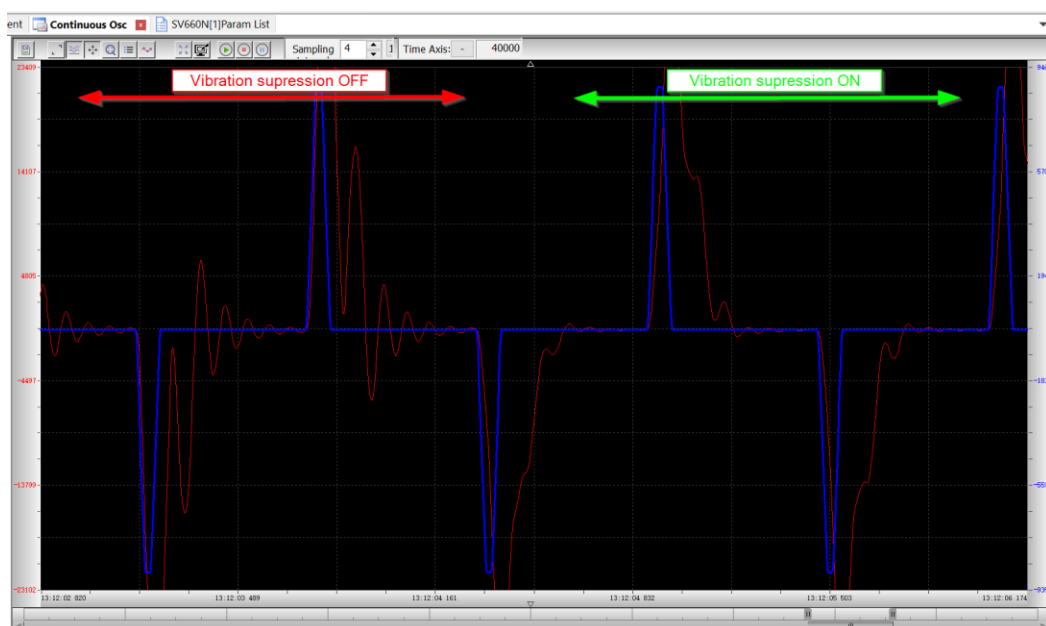


이러한 진동을 억제하려면 저주파 공명 억제 기능(Low frequency resonance suppression function)을 사용해야 합니다. INOVANCE 소프트웨어 도구의 오실로스코프 기능을 사용하여 Position following error를 추적하고 Position following error 변동 주파수(저주파 공명 주파수)를 계산합니다. 그런 다음 H09-38(또는 H09-44) 및 H09-49를 수동으로 입력하고 다른 파라미터의 값을 기본값으로 유지합니다. 저주파 공명 억제 필터를 사용한 후 억제 효과를 관찰합니다.

Example: position following error frequency 74.7ms = 13.38Hz



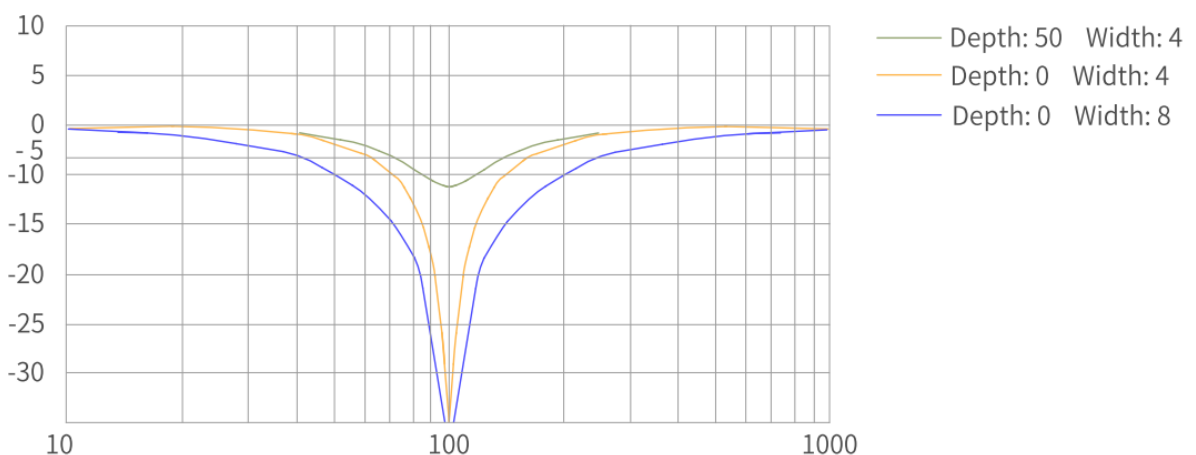
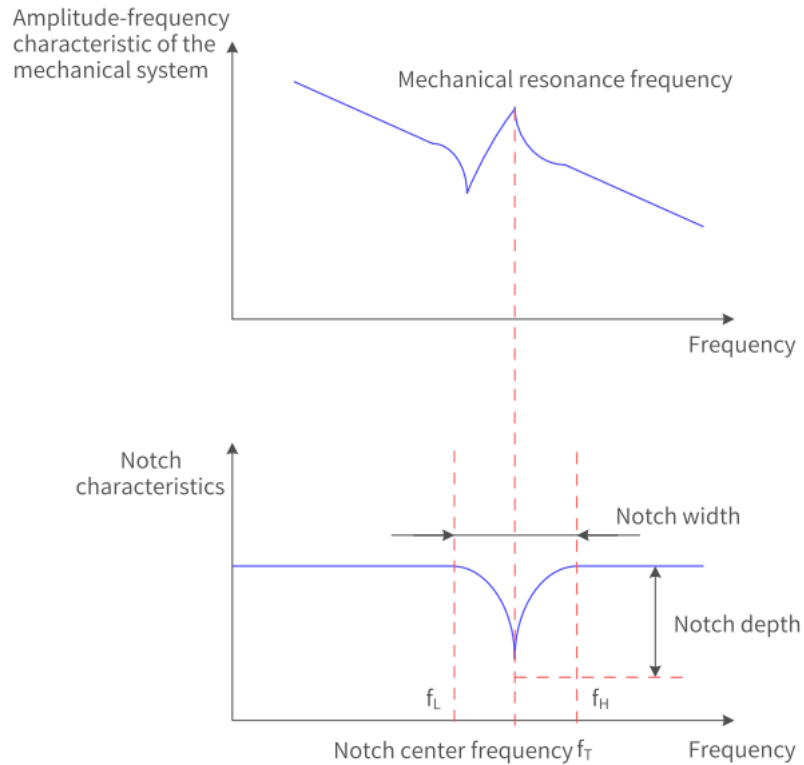
Vibration suppression ON → H09-38=13.4Hz and H09-49=13.4Hz



고주파 - Notch Filter

Notch Filter는 중앙 주파수 주변의 좁고 특정 범위의 주파수 응답을 감쇠합니다. 지정된 범위보다 크거나 낮은 주파수는 변경되지 않습니다. Notch(중앙) 주파수에 가까운 신호는 심하게 감쇠되지만 감쇠는 지정된 범위의 끝에서 떨어집니다.

Notch는 기계적 공명을 억제하기 위해 특정 주파수에서 게인을 감소시킵니다. 진동이 Notch로 억제된 후에는 게인을 계속 늘릴 수 있습니다. Notch의 작동 원리는 다음과 같습니다.



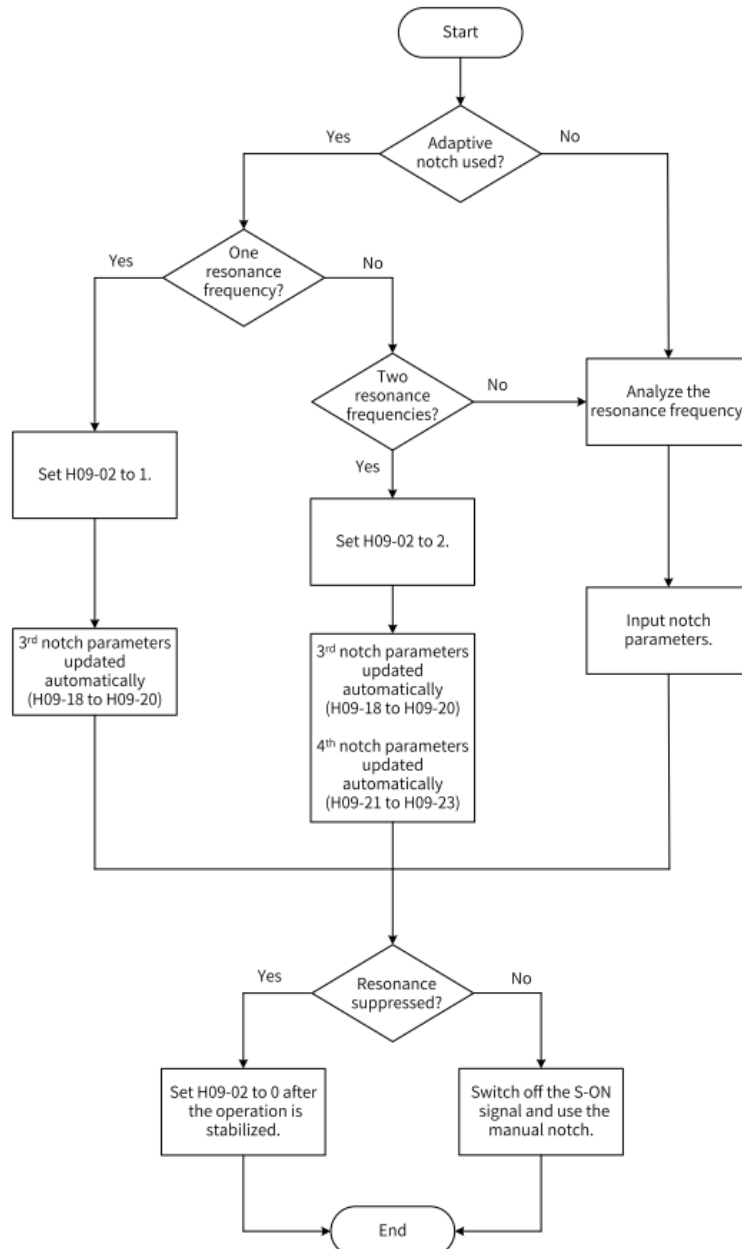
총 4개의 Notch Filter를 사용할 수 있으며, 각각은 주파수, 폭 레벨 및 깊이 레벨이라는 세 가지 파라미터로 정의됩니다. 1차 및 2차 수동 Notch의 파라미터는 6.6.5 Mechanical Analysis를 사용하여 사용자가 수동으로 설정합니다. 3번째 및 4번째 Notch의 파라미터는 Adaptive Notch로 구성한 후 수동으로 설정하거나 자동으로 설정할 수 있습니다(H09-02=1 또는 2).

	Manual Notch		Manual / Adaptive Notch	
	1 st Notch	2 nd Notch	3 rd Notch	4 th Notch
Frequency	H09-12	H09-15	H09-18	H09-21
Width level	H09-13	H09-16	H09-19	H09-22
Depth level	H09-14	H09-17	H09-20	H09-23

NOTE "주파수"가 기본값(4000Hz)이면 Notch Filter가 유효하지 않습니다.

NOTE 공명 억제에는 Adaptive Notch(H09-02=1 또는 2)가 선호됩니다. 수동 Notch는 Adaptive Notch가 원하는 성능을 제공하지 못하는 경우에 사용할 수 있습니다.

Adaptive Notch 사용 절차:



6.6.7 MODEL TRACKING 기능

위치 제어 모드에서만 사용할 수 있는 모델 추적 기능을 사용하여 반응성을 개선하고 위치 지정 시간을 단축할 수 있습니다.

모델 추적에 사용되는 파라미터는 일반적으로 게인 파라미터와 함께 STUNE 또는 ETUNE을 통해 자동으로 설정됩니다.

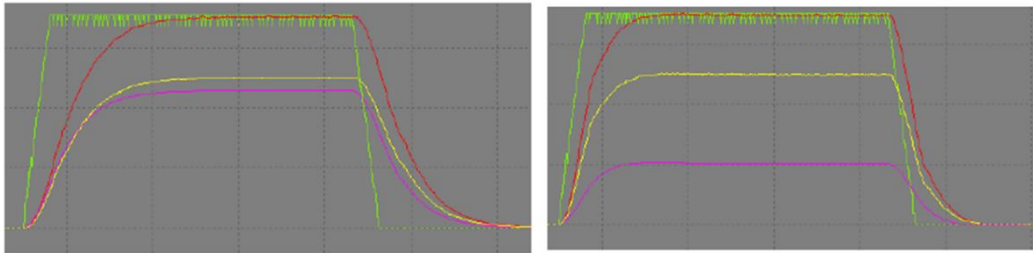
그러나, 수동 조정이 필요할 수 있습니다. 모델 추적 기능은 시스템 이상적인 수학적 모델을 기반으로 하며, "Feed-Forward Controller + Filter"로 사용됩니다.

일반적으로, 이 기능은 Point-to-Point 퀵 포지셔닝 모드(H09-00=6)에 적용됩니다.

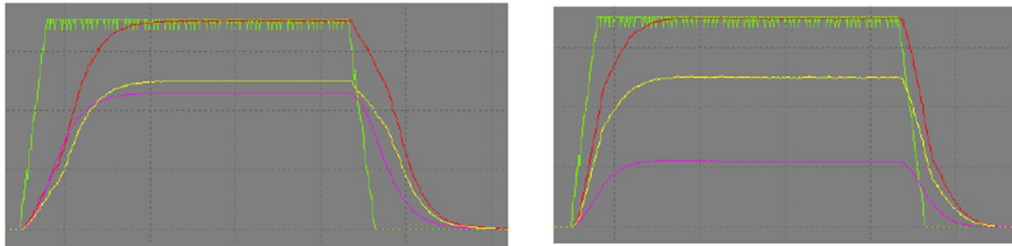
관련 파라미터의 효과:

Reference speed Actual speed Position feedback Following error

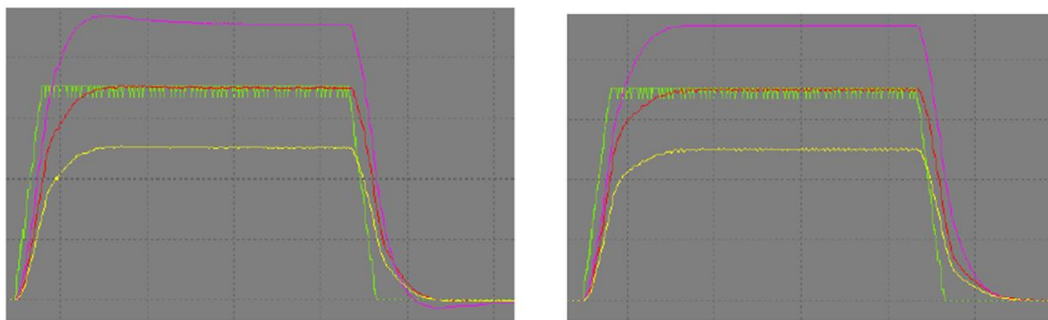
H08-43: 모델 게인(아래 곡선과 같이 H08-43이 75에서 175로 증가하면 속도 반응이 Reference에 더 가까워짐)



H08-46: 모델 Feedforward(아래 곡선과 같이 H08-46을 1%에서 90%로 증가시켜 효과적으로 포지셔닝 시간을 단축할 수 있음)



H08-51: 모델 필터 시간 2(아래 곡선과 같이 H08-51을 0ms에서 0.5ms로 증가시켜 너무 강한 Feedforward로 인한 오버슈트를 효과적으로 줄일 수 있음)



Drive Parameter	Description	Unit	Range	Default
H08-42	Model control selection		0 to 1	0
H08-43	Model Gain		0.1 to 2000	40
H08-46	Model feedforward	%	0 to 102.4	95
H08-51	Model filter time 2		0 to 2000	0

6.6.8 GAIN 조정 파라미터

이 섹션에서는 드라이브의 여러 루프에 대한 게인 및 필터 조정과 관련된 모든 파라미터를 보여줍니다. 첫 번째 섹션은 모든 파라미터 변수가 있는 표입니다. 두 번째 섹션은 드라이브 루프의 가장 중요한 파라미터가 포함된 다이어그램입니다.

MENU 8

	Function code ID	Description	Current var value	Unit	Minimum value	Maximum value	Default Value
Speed & position loop gains	H08-00	Speed loop gain	40	Hz	0.1	2000	40
	H08-01	Speed loop integral time constant	19.89	ms	0.15	512	19.89
	H08-02	Position loop gain	64	Hz	0.1	2000	64
	H08-03	2nd speed loop gain	75	Hz	0.1	2000	75
	H08-04	2nd speed loop integral time constant	10.61	ms	0.15	512	10.61
	H08-05	2nd position loop gain	120	Hz	0.1	2000	120
	H08-08	2nd gain mode	1		0	1	1
Gain Switchover	H08-09	Gain switchover condition	0		0	10	0
	H08-10	Gain switchover delay	5	ms	0	1000	5
	H08-11	Gain switchover level	50		0	20000	50
	H08-12	Gain switchover hysteresis	30		0	20000	30
	H08-13	Position gain switchover time	3	ms	0	1000	3
	H08-15	Load moment of inertia ratio	1		0	120	1
	H08-17	Zero phase delay	0	ms	0	4	0
	H08-18	Speed feedforward filter time constant	0.5	ms	0	64	0.5
	H08-19	Speed feedforward gain	0	%	0	100	0
	H08-20	Torque feedforward filter time constant	0.5	ms	0	64	0.5
	H08-21	Torque feedforward gain	0	%	0	300	0
	H08-22	Speed feedback filter selection	0		0	4	0
	H08-23	Cutoff frequency of speed feedback low-pass filter	8000	HZ	100	8000	8000
	H08-24	PDFF control coefficient	100	%	0	200	100
Speed Observer	H08-27	Cutoff frequency of speed observer	170	HZ	50	600	170
	H08-28	Inertia correction coefficient of speed observer	100	%	1	1600	100
	H08-29	Speed observer filter time	0.8	ms	0	10	0.8
Disturbance Observer	H08-31	Disturbance cutoff frequency	600	Hz	10	4000	600
	H08-32	Disturbance compensation gain	0	%	0	100	0
	H08-33	Inertia correction coefficient of disturbance observer	100	%	0	1600	100
Mechanical Resonance	H08-37	Phase modulation of medium-frequency jitter suppression 2	0	?	-90	90	0
	H08-38	Frequency of medium-frequency jitter suppression 2	0	Hz	0	1000	0

	Function code ID	Description	Current var value	Unit	Minimum value	Maximum value	Default Value
	H08-39	Compensation gain of medium-frequency jitter suppression 2	0	%	0	300	0
	H08-40	Speed observer selection	0		0	1	0
	H08-42	Model control selection	0		0	1	0
	H08-43	Model gain	40		0.1	2000	40
	H08-46	Feedforward value	95		0	102.4	95
Vibration Suppression	H08-53	Medium- and low-frequency jitter suppression frequency 3	0	HZ	0	300	0
	H08-54	Medium- and low-frequency jitter suppression compensation 3	0	%	0	200	0
	H08-56	Medium- and low-frequency jitter suppression phase modulation 3	100	%	0	600	100
	H08-59	Medium- and low-frequency jitter suppression frequency 4	0	HZ	0	300	0
	H08-60	Medium- and low-frequency jitter suppression compensation 4	0	%	0	200	0
	H08-61	Medium- and low-frequency jitter suppression phase modulation 4	100	%	0	600	100
	H08-62	Position loop integral time constant	512		0.15	512	512
	H08-63	2nd position loop integral time constant	512		0.15	512	512
	H08-64	Speed observation feedback source	0		0	1	0

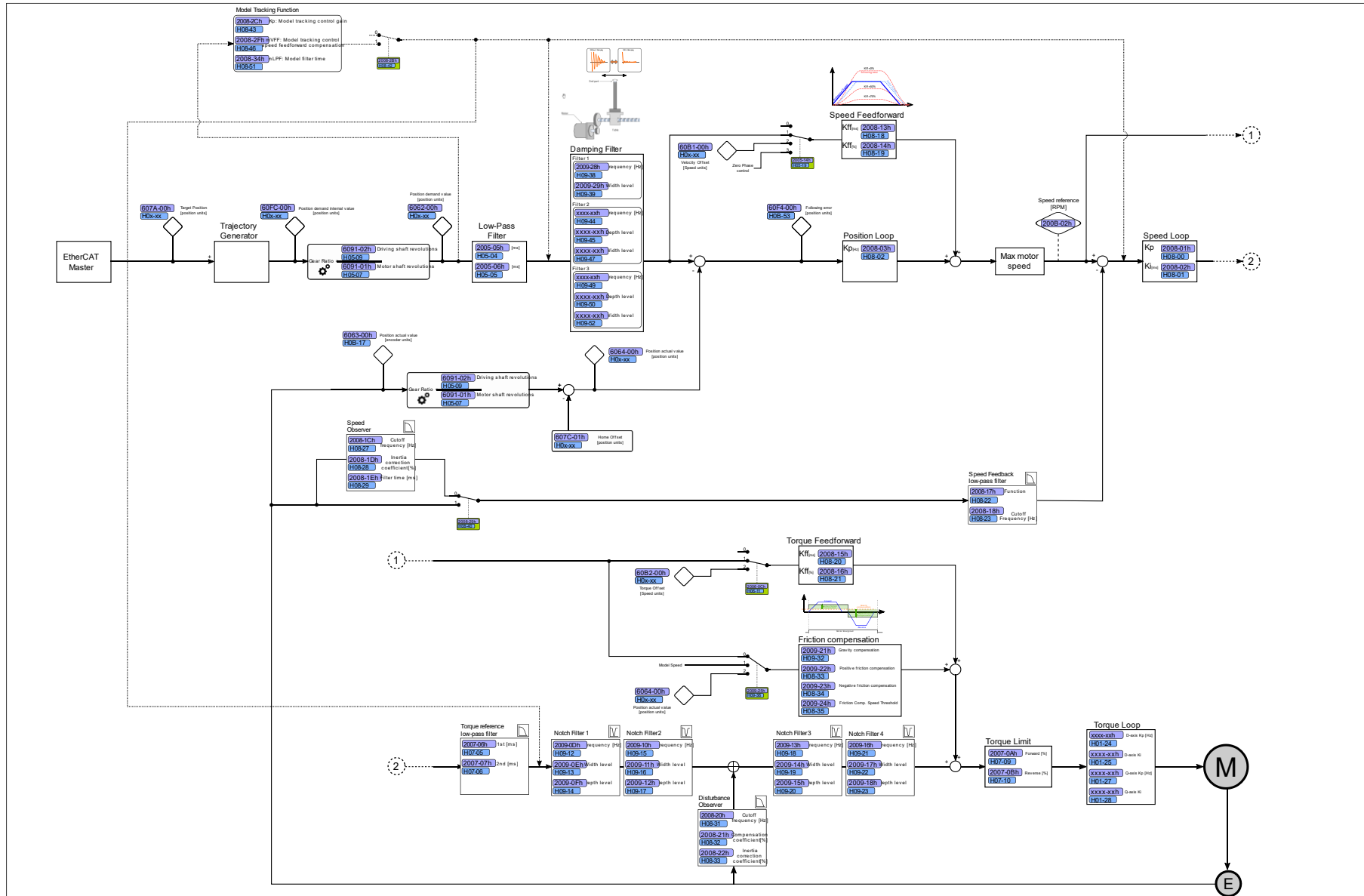
MENU 9

	Function code ID	Description	Current var value	Unit	Minimum value	Maximum value	Default Value
	H09-00	Gain auto-tuning mode	4		0	7	4
	H09-01	Stiffness level	15		0	41	15
	H09-02	Adaptive notch mode	3		0	4	3
Inertia	H09-03	Online inertia auto-tuning mode	2		0	3	2
	H09-05	Offline inertia auto-tuning mode	1		0	1	1
	H09-06	Max. speed of inertia auto-tuning	500	rpm	100	1000	500
	H09-07	Time constant for accelerating to the maximum speed during inertia auto-tuning	125	ms	20	800	125
	H09-08	Inertia auto-tuning interval	800	ms	50	10000	800
	H09-09	Number of motor revolutions per inertia auto-tuning	1		0	100	1
	H09-11	Vibration threshold	5	%	0	100	5
Mechanical Resonance	H09-12	Frequency of the 1st notch	8000	HZ	50	8000	8000
	H09-13	Width level of the 1st notch	2		0	20	2
	H09-14	Depth level of the 1st notch	0		0	99	0
	H09-15	Frequency of the 2nd notch	8000	HZ	50	8000	8000

	Function code ID	Description	Current var value	Unit	Minimum value	Maximum value	Default Value
	H09-16	Width level of the 2nd notch	2		0	20	2
	H09-17	Depth level of the 2nd notch	0		0	99	0
	H09-18	Frequency of the 3rd notch	8000	HZ	50	8000	8000
	H09-19	Width level of the 3rd notch	2		0	20	2
	H09-20	Depth level of the 3rd notch	0		0	99	0
	H09-21	Frequency of the 4th notch	8000	HZ	50	8000	8000
	H09-22	Width level of the 4th notch	2		0	20	2
	H09-23	Depth level of the 4th notch	0		0	99	0
	H09-24	Auto-tuned resonance frequency	0	HZ	0	5000	0
	H09-32	Gravity compensation value	0	%	0	100	0
	H09-33	Forward friction compensation value	0	%	0	100	0
	H09-34	Reverse friction compensation value	0	%	-100	0	0
	H09-35	Friction compensation speed	2		0	20	2
	H09-36	Friction compensation speed selection	0		0	19	0
	H09-37	Vibration monitoring time	600		0	65535	600
Mechanical low-frequency resonance	H09-38	Frequency of low-frequency resonance suppression 1 at the mechanical end	100	HZ	1	100	100
	H09-39	Setting of low-frequency resonance suppression 1 at the mechanical end	2		0	3	2
	H09-41	Frequency of the 5th notch	8000	HZ	50	8000	8000
	H09-42	Width level of the 5th notch	2		0	20	2
	H09-43	Depth level of the 5th notch	0		0	99	0
	H09-44	Frequency of low-frequency resonance suppression 2 at the mechanical end	0		0	200	0
	H09-45	Response of low-frequency resonance suppression 2 at the mechanical end	1		0.01	10	1
	H09-47	Width of low-frequency resonance suppression 2 at the mechanical end	1		0	2	1
	H09-49	Frequency of low-frequency resonance suppression 3 at the mechanical end	0		0	200	0
	H09-50	Response of low-frequency resonance suppression 3 at the mechanical end	1		0.01	10	1
	H09-52	Width of low-frequency resonance suppression 3 at the mechanical end	1		0	2	1

	Function code ID	Description	Current var value	Unit	Minimum value	Maximum value	Default Value
	H09-56	STune mode setting	4		0	4	4
	H09-57	STune resonance suppression switchover frequency	900	Hz	0	4000	900
	H09-58	STune resonance suppression reset selection	0		0	1	0

6.6.8.1 GAIN 조정 파라미터 다이어그램

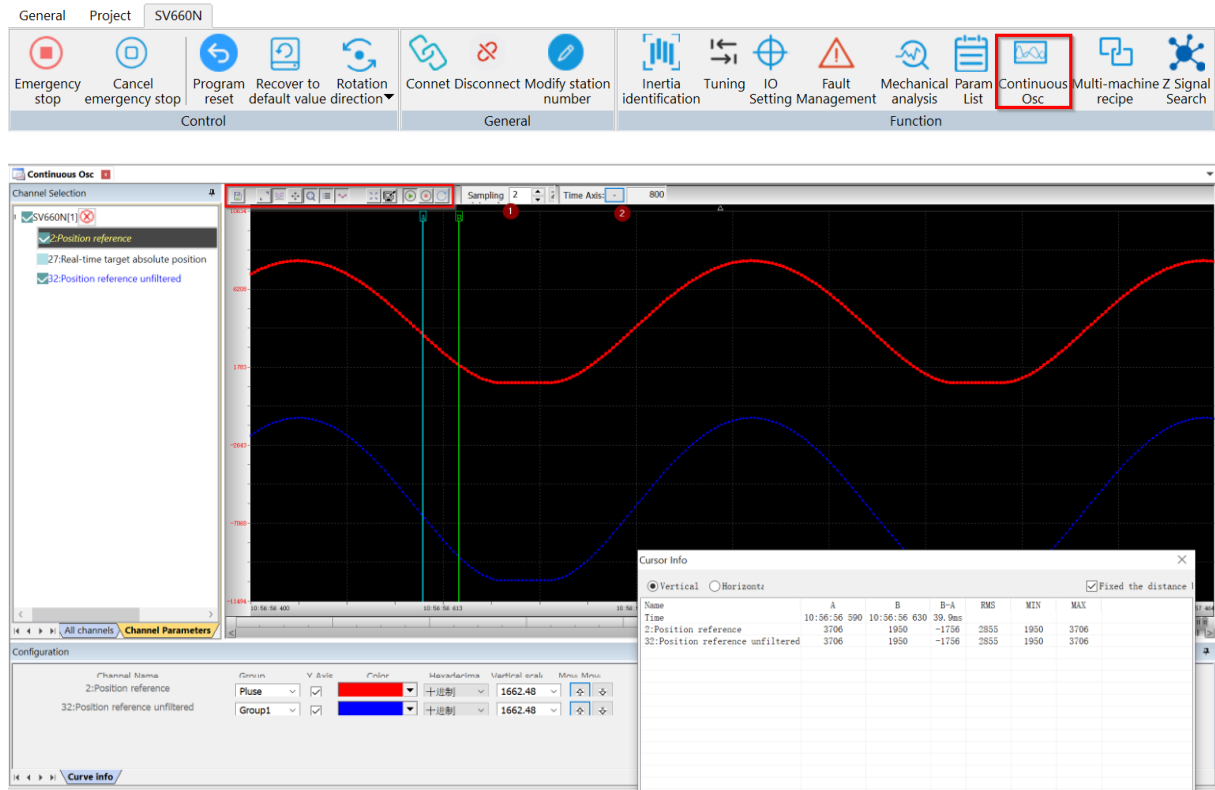


Author	Raúl Sampe	02. Nov. 20	SV660N Parameters & CiA402 Objects	Gain Adjustment Parameters	INOVANCE	v1.0
Revised		02. Nov. 20				1/1



6.7 연속 오실로스코프

연속 샘플링은 Long-term 획득을 지원합니다. Long-term 수집 중에 파형 데이터는 현재 프로젝트 디렉토리 "WaveData" 안에 자동으로 저장됩니다. 따라서 장기간 지속적으로 샘플을 수집해야 하는 경우 충분한 하드 디스크 공간을 확보하기만 하면 데이터 손실 없이 장기간 실행할 수 있습니다.

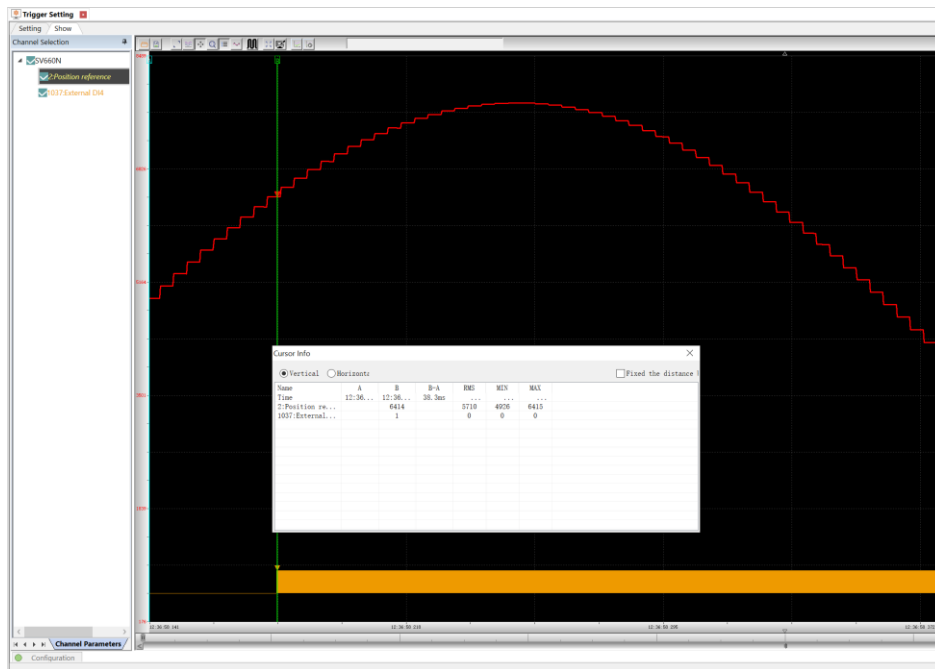


[1] 샘플링 타임, 최소 시간은 3ms

[2] 시간 축

	파일로 샘플링 데이터 저장합니다.
	화면에 맞게 데이터를 자동 조정합니다.
	다중 채널 모드를 활성화합니다. 활성 상태인 경우 각 채널이 다른 그래프에 표시됩니다. 그렇지 않으면 모든 채널이 동일한 그래프에 표시됩니다.
	팬 모드를 활성화합니다. 그래프 위에 마우스 오른쪽 커서를 놓으면 그래프가 마우스 움직임을 따라 이동합니다.
	줌 인을 활성화합니다.
	커서를 활성화 합니다.
	샘플링 포인트를 표시합니다.
	전체 화면으로 전환합니다.
	현재 데이터 샘플링 스크린샷을 촬영합니다.
	샘플링을 시작합니다.
	샘플링을 중지하는 버튼입니다. 데이터를 클릭하면 현재 프로젝트 디렉토리 "WaveData"에 저장됩니다.
	샘플링을 일시 중지하는 버튼으로 다음과 같이 변합니다. 이 순간에도, 데이터는 계속 수집되고 있지만 인터페이스 데이터는 새로 고쳐지지 않습니다. 를 다시 클릭한 후에도 샘플링이 재개되며, 수집된 데이터는 일시 중지 중에도 정상적으로 표시될 수 있습니다.
	sampling resumes

트리거 샘플링은 이벤트성 데이터 수집을 지원합니다. 스코프는 수신 신호를 모니터링하여 값이 설정된 임계값을 초과(또는 아래로)할 때까지 기다린 다음 스코프가 파형을 캡처 및 표시하도록 합니다.



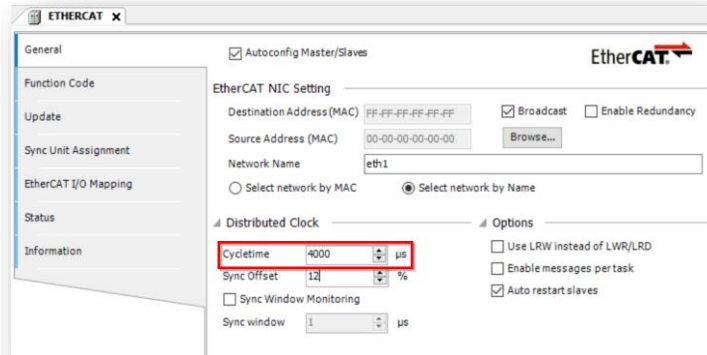
Ordinary Channel:

ID	Description	Parameter	Update Rate
17	Position reference absolute value	CiA402 position demand value 6062h (encoder unit)	250μs
27	Real-time target absolute position: CiA402 target position 607Ah + 60B0h	CiA402 target position 607Ah + 60B0h	EtherCAT cycle
28	Real-time target speed: CiA402 target speed 60FFh + 60B1h	CiA402 target speed 60FFh + 60B1h	EtherCAT cycle
29	Real-time target torque: CiA402 target torque 6071h + 60B2h	CiA402 target torque 6071h + 60B2h	EtherCAT cycle
30	Control Word: CiA402 Control Word 6040h	CiA402 Control Word 6040h	EtherCAT cycle
31	Status Word: CiA402 Control Word 6041h	CiA402 Status Word 6041h	1ms
2	Position reference: position increment		250μs
32	Position reference unfiltered: position increment		250μs
3	Position feedback: position increment		250μs
20	Position feedback absolute value: absolute position	CiA402 position actual value* 6063h (encoder unit) H0B-17	62.5μs
4	Position following error	H0B-15	62.5μs
25	Position following deviation-reference unit	H0B-53 Following Error Actual Value 60F4h	250μs
5	Speed reference (rpm)	H0B-01	62.5μs
6	Speed feedback (rpm)	606Ch (instruction unit/s)	62.5μs
7	Speed feedback filter	H0B-00	1ms
8	Torque reference	H0B-02	62.5μs
9	Current Feedback	6077h	62.5μs

6.8.1 EtherCAT 위치 보간

CSP 모드에서는 서보 드라이브가 드라이브에서 전류/속도/위치 루프를 클로즈 상태에서 Position-Follower로 작동합니다. EtherCAT 마스터는 모든 계산을 수행하여 모터를 원하는 위치로 이동하는 모션 프로파일을 생성합니다.

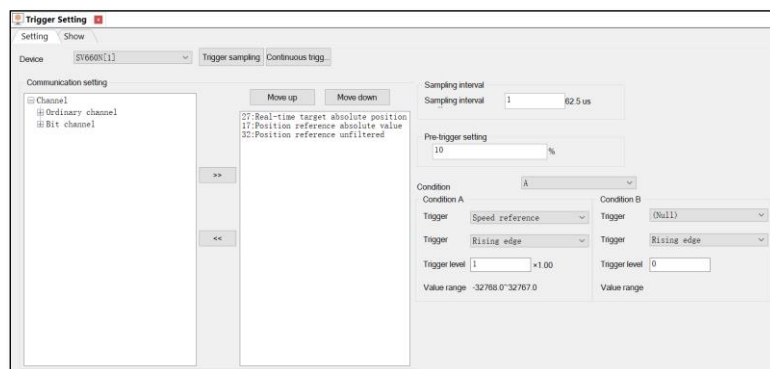
서보 드라이브는 모든 PDO(CiA402 Object 607Ah)에서 위치 증가만 볼 수 있으며, 최종 목표 위치 또는 속도에 대한 정보(데이터)가 없습니다. 업데이트 속도는 마스터의 EtherCAT Cycle Time 기반에 따라 달라집니다.



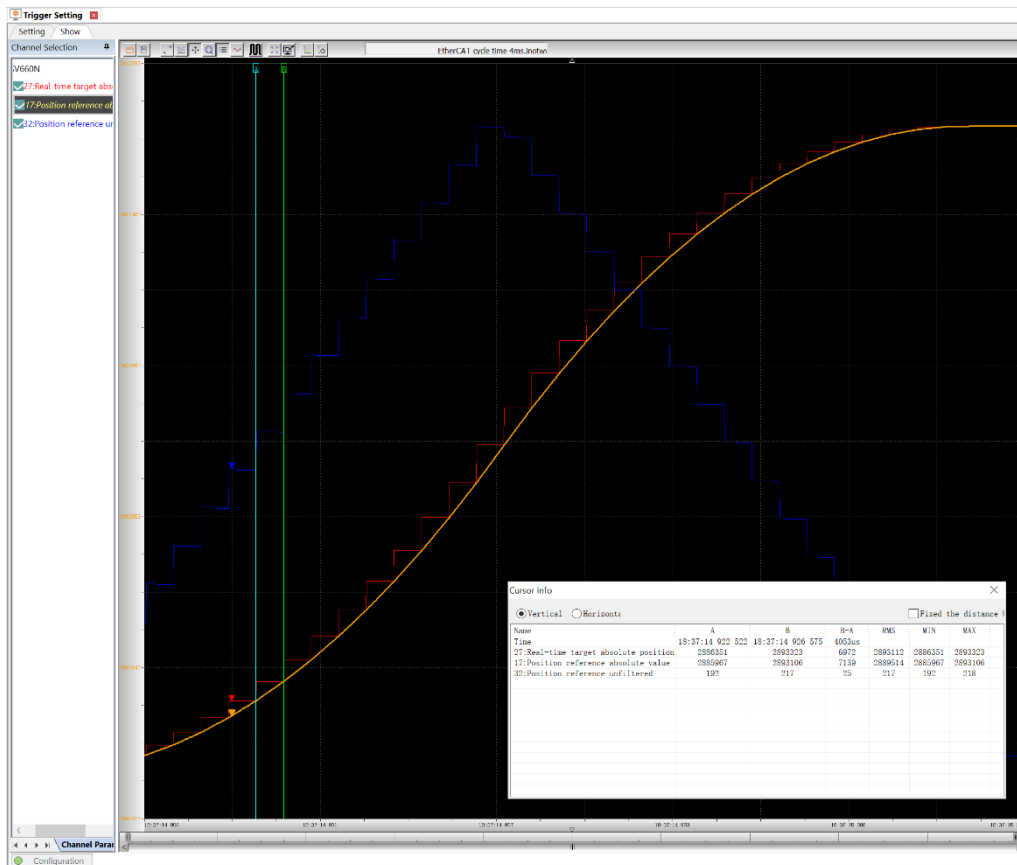
다음 두 그래프는 4ms와 8ms으로 설정된 EtherCAT Cycle Time 사이의 차이를 보여줍니다. 파형 신호는 EtherCAT 마스터가 각 사이클에 전송한 위치를 나타내며 주황색 파형은 EtherCAT에서 각 사이클을 수신한 두 포인트 사이에 보간된 위치입니다. 드라이브는 주황색 파형의 값을 사용하여 위치 루프에서 기준으로 사용합니다.

ID	Description	Parameter	Update Rate
27	Real-time target absolute position	CiA402 target position 607Ah + 60B0h	EtherCAT cycle
17	Position reference absolute value	CiA402 position demand value 6062h (encoder unit)	250µs
32	Position reference unfiltered: position increment		250µs

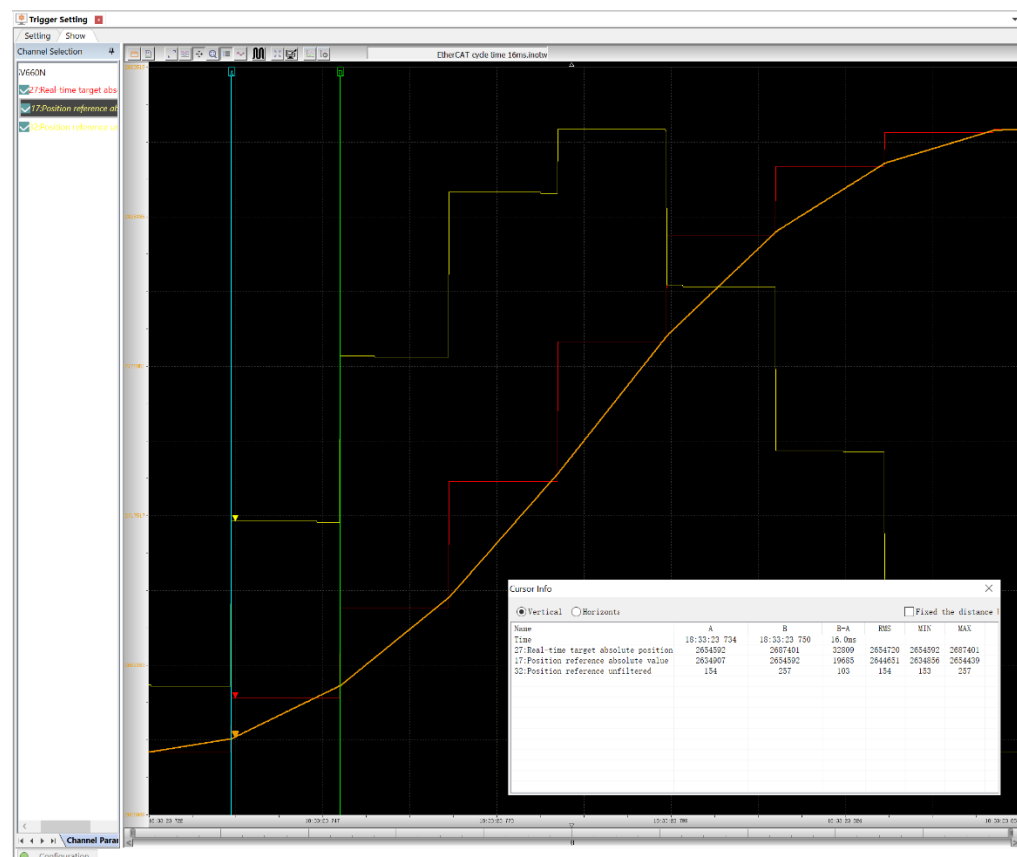
Trigger configuration:



Example 1: EtherCAT cycle time 4ms



Example 2: EtherCAT cycle time 8ms



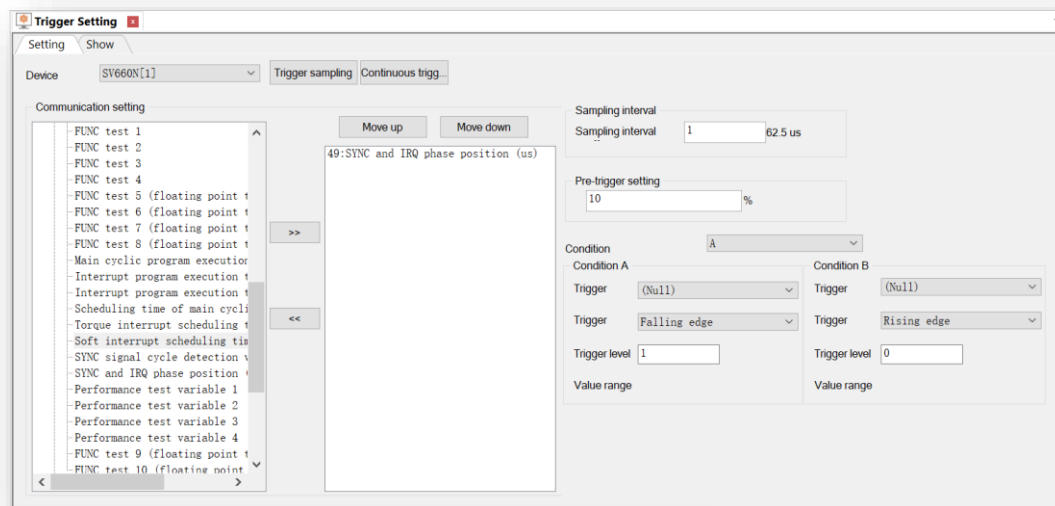
6.8.2 SYNC AND IRQ PHASE POSITION (μ S) [49]

SV660N은 마스터와 정확한 동기화를 유지하기 위해 Distributed Clock 모드를 사용합니다.

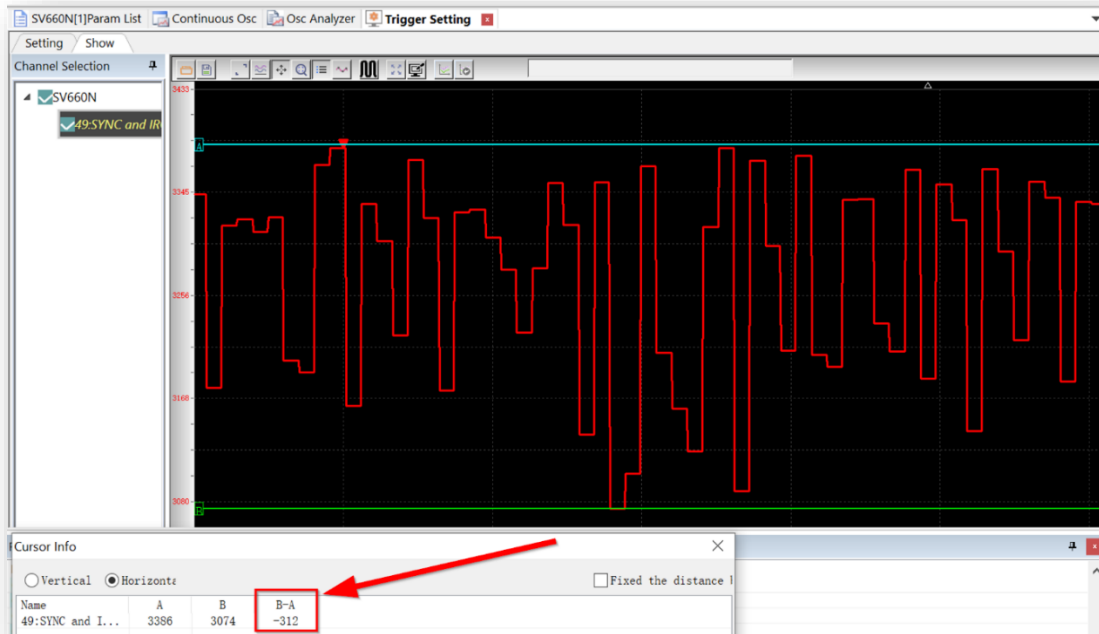
[Source EtherCAT.org]

Distributed Clocks 방법은 EtherCAT 네트워크에서 슬레이브 간에 매우 정밀한 시간 동기화를 제공합니다. DC(Distributed Clock)는 ESC-Internal Clocks를 참조하기 때문에 슬레이브 사이의 동기화 시간은 1μ s보다 훨씬 더 잘 보장될 수 있습니다. DC의 필요조건은 개발 중인 슬레이브 장치의 동기화 정밀도의 필요성에 따라 달라집니다. 예를 들어, 여러 서보 드라이브가 기능적으로 결합된 기계에서는 일괄된 움직임을 수행하기 위해 축을 정밀하게 동기화해야 합니다. 이러한 이유로 서보 드라이브의 많은 슬레이브들은 다른 슬레이브와의 높은 동기화 정밀도를 달성하기 위해 DC를 채택합니다. 따라서, DC 기능은 서보 드라이브 시스템 또는 I/O 슬레이브가 서보 드라이브와 동기화되는 경우에 구현되어야 합니다.

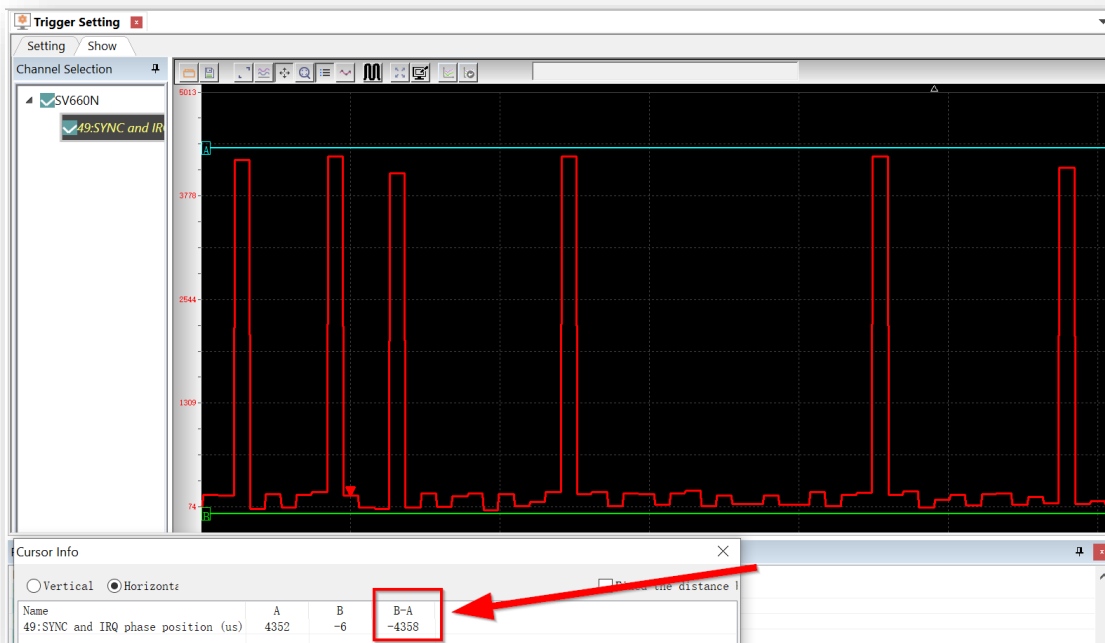
Trigger Tool을 사용하여 마스터와 슬레이브 간의 동기화를 확인할 수 있습니다. [49]"SYNC and IRQ Phase position" 값은 슬레이브 MicroProcessor Interrupt와 SYNC Signal Interrupt 사이의 Offset을 나타냅니다.



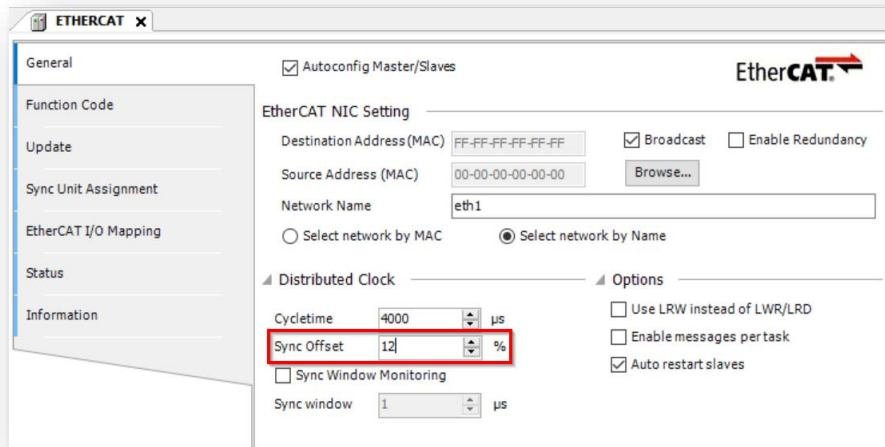
Example 1: 이 Trace는 EtherCAT 마스터의 Jitter(신호의 불안정, 변동)가 허용 가능한 값일 때, [49]"SYNC and IRQ Phase Position"의 값을 보여줍니다. EtherCAT 마스터 사이클 시간은 4ms입니다.



Example 2: 이 Trace는 EtherCAT 마스터의 Jitter(신호의 불안정, 변동)가 허용되지 않는 값일 때, [49]"SYNC and IRQ Phase Position"의 값을 보여줍니다. EtherCAT 마스터 사이클 시간은 4ms입니다. 이 경우 일부 사이클에서 [49] 값이 너무 높게 측정되는 것을 관찰할 수 있습니다. 그 이유는 EtherCAT SYNC 신호가 마스터 IRQ 중단에 매우 가깝고, 이 두 신호가 겹치기 때문입니다. 이 예에서는 마스터의 "Time Shift" 파라미터가 12%에서 30%로 수정되어 이 효과가 발생합니다.



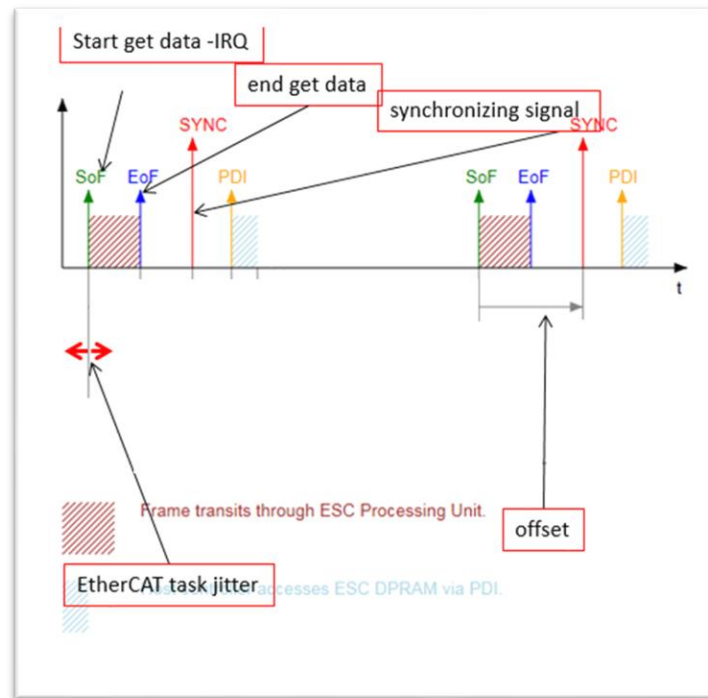
다음 이미지는 InoProShop EtherCAT Master 구성을 보여줍니다. EtherCAT 설정을 사용하면 "Sync Offset" 값을 변경하여 SYNC 신호에 대한 IRQ의 위치를 변경할 수 있습니다.



Distributed Clock은 슬레브 간에 매우 높은 동기화가 필요한 어플리케이션에 사용됩니다. 모든 슬레브 Clock은 동일한 시간 기준으로 정렬되고 각 슬레브 내에서 Synchronous Event를 생성합니다.

원활한 동기화를 위해 프로세스 데이터 업데이트를 Trigger하는 SYNC Signal은 항상 새 데이터 값을 전달하는 프레임의 수신을 따라야 합니다. 그러나 프레임의 전송 시간은 마스터의 구현에 따라 변동될 수 있으므로 새로운 출력 데이터를 전달하는 프레임이 SYNC 신호와 겹칠 수 있습니다.

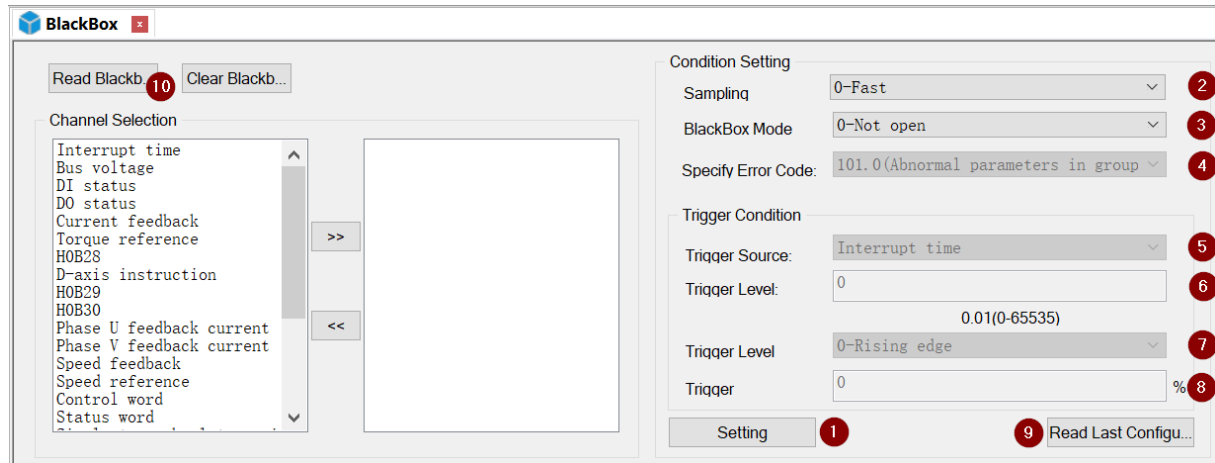
다음 이미지는 EtherCAT Slave Timing을 보여줍니다.



- EoF: End of Frame. 프레임의 끝.
- SoF: Start of Frame. Ethernet 프레임의 서문 끝에 있는 Ethernet SOF 구분 기호.
- PDI: 프로세스 데이터 인터페이스 또는 물리적 디바이스 인터페이스 : 프로세스 측에서 ESC에 액세스할 수 있는 인터페이스.
- IRQ: 마스터 어플리케이션 사이클 타임.
- SYNC: Distributed Clocks 유닛에서 생성된 신호.
- Offset [2]: EtherCAT Master 구성의 "Sync Offset"과 관련된 값.

6.9 BLACKBOX

Black Box는 에러가 발생할 때 데이터 수집에 사용되므로 결함의 원인을 분석하는데 편리합니다.



[1] 조건 설정 : Black Box 기능을 활성화하십시오. 조건 파라미터를 올바르게 설정하십시오. 그렇지 않으면 데이터가 정상적으로 캡처되지 않습니다.

[2] 샘플링 주파수 : 0-고속(샘플링 주파수: 16kHz, 샘플링 간격 62.5us), 1-중간(4kHz, 250us), 2-저속(1kHz, 1ms)

[3] 트리거 모드 : 0-열리지 않음, 1-임의 오류, 2-특정 오류, 3-특정 조건 Trigger (Trigger 모드가 2-특정 오류인 경우 Drop-down 메뉴[4]를 통해 지정된 고장 코드를 선택할 수 있습니다. 이 때 트리거 위치를 구성할 수도 있습니다. Trigger 위치는 Trigger 조건 전후에 수집된 데이터를 나타냅니다.)

Trigger 모드가 3-특정 조건인 경우 Trigger 소스는 Drop-down 메뉴[5]를 통해 해당 관찰 채널 변수를 선택하고 Trigger Level을 설정합니다. Trigger Level[6]을 가로지르는 관찰 변수의 값을 작은 값에서 큰 값으로 보려면 Trigger Level 선택[7]을 0-상승 엣지로 선택합니다. Trigger Level을 큰 값에서 작은 값으로 하려면, 2-하강 엣지를 선택합니다.

설정 버튼[1]을 클릭하여 Black Box Trigger 조건을 드라이브로 전송합니다.

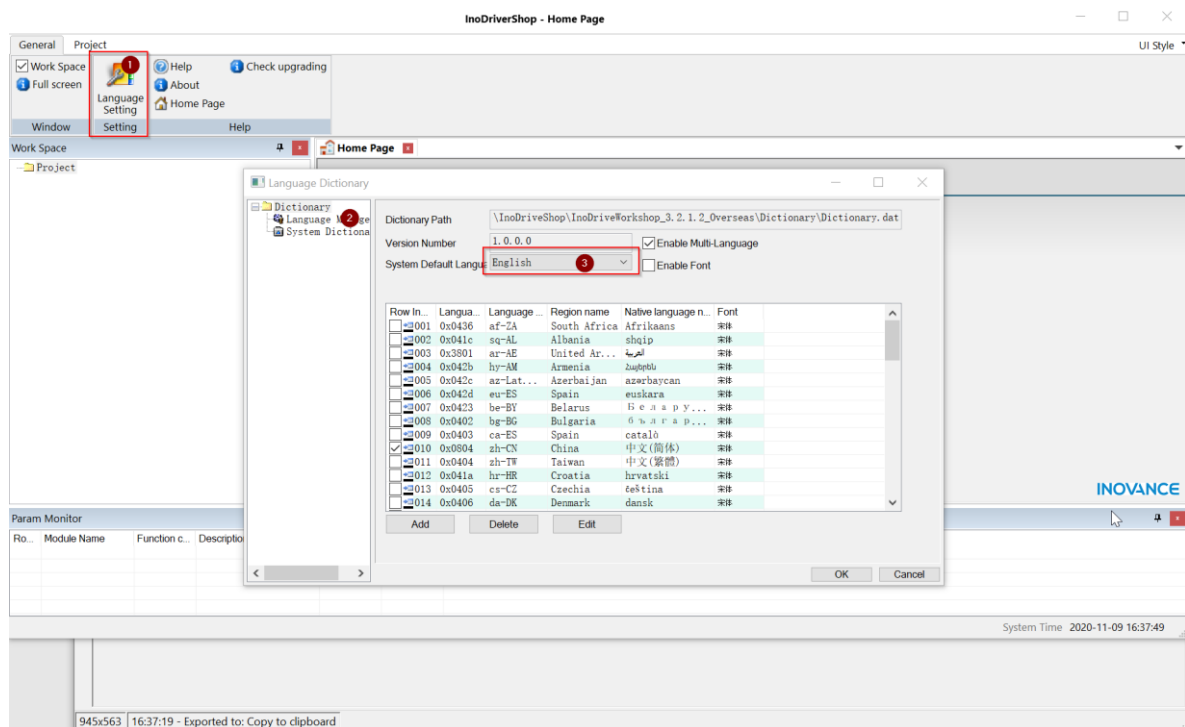
또한 사용자는 "Read last configuration" [9]을 클릭하여 마지막으로 설정된 Trigger 조건 정보를 가져올 수 있습니다.

관찰한 채널을 최대 4개까지 선택합니다. 채널을 삭제하기 위하여 >> 과 << 버튼을 클릭합니다.

Black Box 데이터 읽기를 시작하려면 "Read Black Box Data" [10]을 클릭하십시오. 판독 후 오실로스코프 인터페이스로 이동하여 채널 데이터를 표시합니다.

6.11 인터페이스 언어 변환

사용자 인터페이스의 언어를 변경하려면 프로그램의 기본 탭에 액세스하고 "Language Settings" 버튼을 클릭합니다. 대화 상자가 나타나면 원하는 언어를 선택합니다.

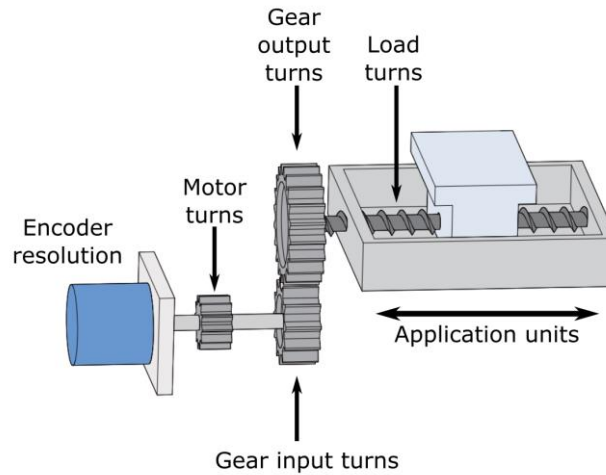


7 축 스케일링

축 스케일링 또는 어플리케이션 단위를 수정하는 방법에는 SV660N 또는 EtherCAT 마스터에서 스케일링을 수정하는 두 가지 방법이 있습니다. 이 두 가지 방법은 다음 절에서 설명합니다.

7.1 SV660N 축 스케일링 설정

다음 그림은 Position Reference(Reference Unit), 부하 변위 및 전자 기어비 사이의 관계를 보여줍니다.



Encoder resolution ⇔ Motor turns

Gear input turns ⇔ Gear output turns

Load turns ⇔ Application units

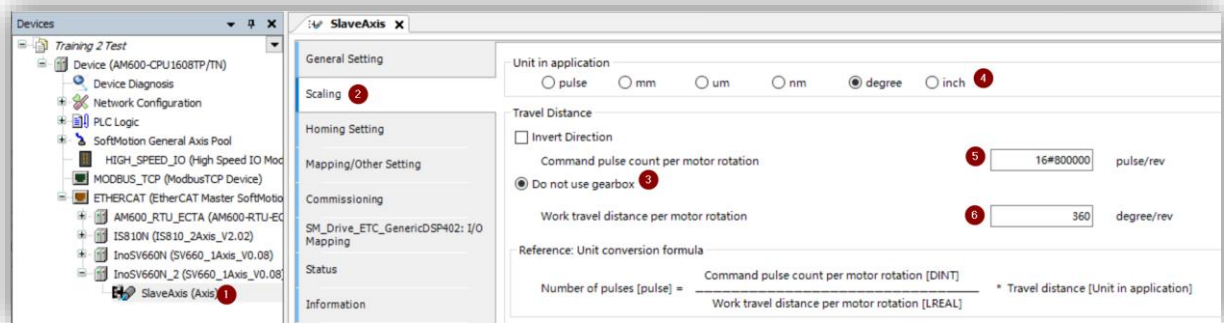
$$\text{Scaling factor} = \frac{6091 - 1h}{6091 - 2h} = \frac{H05 - 07}{H05 - 09} = \frac{\text{Encoder resolution}}{\text{Motor turns}} \times \frac{\text{Gear input turns}}{\text{Gear output turns}} \times \frac{\text{Load turns}}{\text{Application units}}$$

Step	Item	Mechanism		
		Ball Screw	Belt Pulley	Rotary actuator
1	Mechanical parameters	Reduction ratio R: 2/1 Lead: 0.01 m	Reduction ratio R: 5/1 Diameter of belt pulley: 0.2 m (circumference: 0.628 m)	Reduction ratio R: 10/1 Load rotating angle for one load shaft revolution: 360°
2	Encoder resolution	23 bit 8388608 pulses/revolution	23 bit 8388608 pulses/revolution	23 bit 8388608 pulses/rev.
3	Application units	1μm=0.00001 m	0.1mm=0.001m	0.01°
4	Calculation	$\frac{8388608}{1} \times \frac{2}{1} \times \frac{1}{0.01/0.00001}$	$\frac{8388608}{1} \times \frac{5}{1} \times \frac{1}{0.628/0.001}$	$\frac{8388608}{1} \times \frac{2}{1} \times \frac{1}{360/0.01}$
5	Setting	H05-07=16777216 H05-09=1000	H05-07=41943040 H05-09=628	H05-07=83886080 H05-09=36000

7.2 INOPROSHOP 스케일링 설정

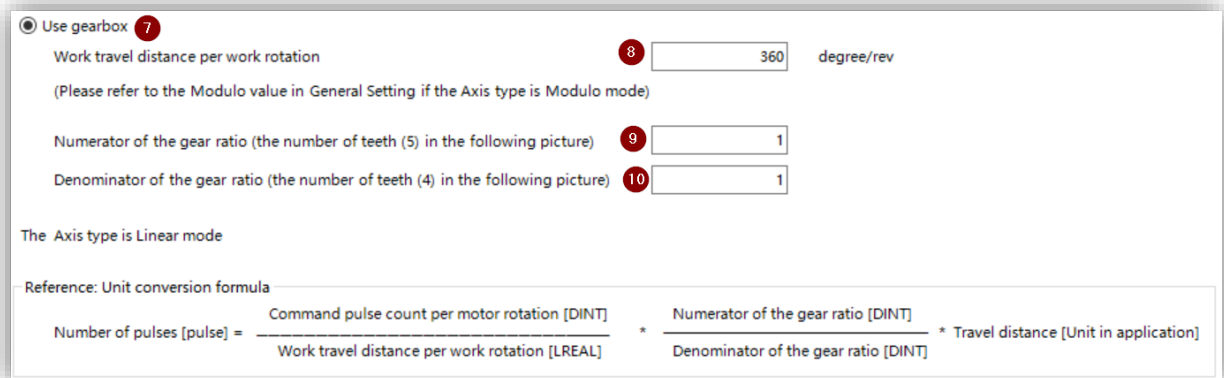
EtherCAT Master에서 축 스케일링을 수정할 수도 있습니다. 이 섹션에서는 InoProShop 소프트웨어를 사용한 스케일링 구성에 대해 설명합니다. 축 스케일링을 변경하려면 다음 절차를 따르십시오.

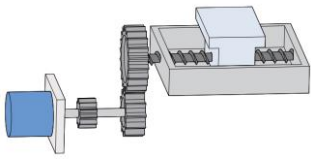
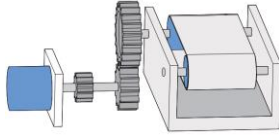
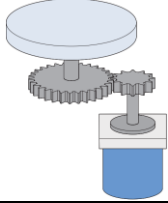
1. 축 설정을 엽니다.
2. 스케일링을 선택합니다.
3. "감속기 사용 안함."을 선택합니다.
4. 해당 단위를 선택합니다. 이는 축 동작에 영향을 미치지 않고 정보 목적에만 영향을 미칩니다.
5. 엔코더의 Pulse/Revolutions를 정의합니다.
 - a. 23 bit encoder: set 16#800000 or 8388608
 - b. 20 bit encoder: set 16#100000 or 1048576
 - c. 다른 종류의 엔코더는 상응하는 값을 설정합니다.
6. 모터 회전에 해당하는 이동 거리 정의.



기계적 감속기 비율이 있는 경우 다음 절차를 따르십시오.

7. 감속기 옵션을 활성화합니다.
8. 부하 회전에 해당하는 이동 거리를 정의합니다.
9. 감속비의 분자를 설정합니다.
10. 감속비의 분모를 설정합니다.



Item	Mechanism		
	Ball Screw	Belt Pulley	Rotary actuator
			
Mechanical parameters	Reduction ratio R: 2/1 Lead: 0.01 m	Reduction ratio R: 5/1 Diameter of belt pulley: 0.2 m (circumference: 0.6283185 m)	Reduction ratio R: 10/1 Load rotating angle for one load shaft revolution: 360°
Encoder resolution	23 bit 8388608 pulses/revolution	23 bit 8388608 pulses/revolution	23 bit 8388608 pulses/rev.
Application units	μm	millimetres	Degrees
Setting	- Encoder count/rev: 16#800000 - Enable Gear box - Load displacement: 0.01m=10000 μm - Gear numerator: 1 - Gear denominator: 2	- Encoder count/rev: 16#800000 - Enable Gear box - Load displacement: 628.3185 mm - Gear numerator: 1 - Gear denominator: 5	- Encoder count/rev: 16#800000 - Enable Gear box - Load displacement: 360° - Gear numerator: 1 - Gear denominator: 10

Ball screw:

Unit in application
☐ pulse ☐ mm ☒ μm ☐ nm ☐ degree ☐ inch

Travel Distance
☐ Invert Direction
Command pulse count per motor rotation pulse/rev
☐ Do not use gearbox
Work travel distance per motor rotation μm/rev

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per motor rotation [LREAL]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

☒ Use gearbox
Work travel distance per work rotation μm/rev
(Please refer to the Modulo value in General Setting if the Axis type is Modulo mode)
Numerator of the gear ratio (the number of teeth (5) in the following picture)
Denominator of the gear ratio (the number of teeth (4) in the following picture)

The Axis type is Linear mode

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per work rotation [LREAL]}} * \frac{\text{Numerator of the gear ratio [DINT]}}{\text{Denominator of the gear ratio [DINT]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

Belt Pulley:

Unit in application
☐ pulse ☒ mm ☐ um ☐ nm ☐ degree ☐ inch

Travel Distance
☐ Invert Direction
 Command pulse count per motor rotation pulse/rev
☐ Do not use gearbox
 Work travel distance per motor rotation mm/rev

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per motor rotation [LREAL]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

☒ Use gearbox
 Work travel distance per work rotation mm/rev
 (Please refer to the Modulo value in General Setting if the Axis type is Modulo mode)
 Numerator of the gear ratio (the number of teeth (5) in the following picture)
 Denominator of the gear ratio (the number of teeth (4) in the following picture)

The Axis type is Linear mode

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per work rotation [LREAL]}} * \frac{\text{Numerator of the gear ratio [DINT]}}{\text{Denominator of the gear ratio [DINT]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

Rotary Actuator:

Unit in application
☐ pulse ☐ mm ☐ um ☐ nm ☒ degree ☐ inch

Travel Distance
☐ Invert Direction
 Command pulse count per motor rotation pulse/rev
☐ Do not use gearbox
 Work travel distance per motor rotation degree/rev

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per motor rotation [LREAL]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

☒ Use gearbox
 Work travel distance per work rotation degree/rev
 (Please refer to the Modulo value in General Setting if the Axis type is Modulo mode)
 Numerator of the gear ratio (the number of teeth (5) in the following picture)
 Denominator of the gear ratio (the number of teeth (4) in the following picture)

The Axis type is Linear mode

Reference: Unit conversion formula

$$\text{Number of pulses [pulse]} = \frac{\text{Command pulse count per motor rotation [DINT]}}{\text{Work travel distance per work rotation [LREAL]}} * \frac{\text{Numerator of the gear ratio [DINT]}}{\text{Denominator of the gear ratio [DINT]}} * \text{Travel distance [Unit in application]}$$

7.2.1 속도 계산

PLCopen Function Block의 기본 속도는 "Application Units/Second" 입니다. 다음 공식은 분당 모터 회전수(RPM)에서 축 속도를 계산하는데 사용됩니다.

$$Axis\ velocity\ \left(\frac{application\ units}{s}\right) = \frac{(RPM)}{60\ s} \cdot Load\ displacement\ per\ rev. \cdot \frac{gear\ ratio\ numerator}{gear\ ratio\ denominator}$$

Ball screw:

이 공식을 사용하여 모터 속도를 300RPM으로 고정합니다.

$$Axis\ velocity\ \left(\frac{application\ units}{s}\right) = \frac{300\ RPM}{60\ s} \cdot 10000\mu m \cdot \frac{1}{2} = 1500000\ \frac{\mu m}{s}$$

Belt Pulley:

이 공식을 사용하여 모터 속도를 200RPM으로 고정합니다.

$$Axis\ velocity\ \left(\frac{application\ units}{s}\right) = \frac{200\ RPM}{60\ s} \cdot 360^\circ \cdot \frac{1}{10} = 120\ \frac{degree}{s}$$

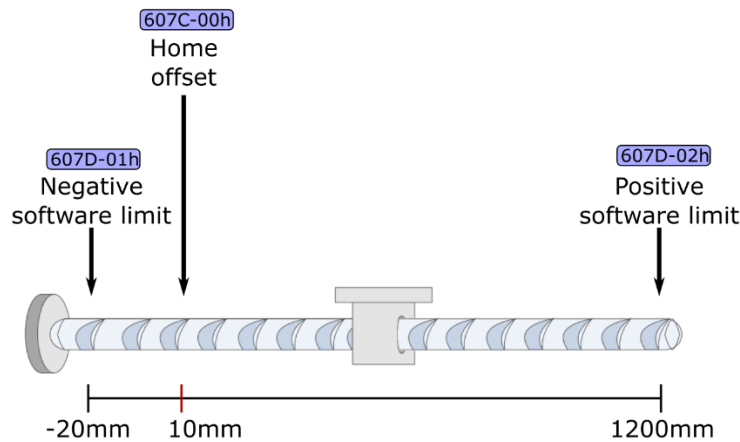
Rotary Actuator:

이 공식을 사용하여 모터 속도를 200RPM으로 고정합니다.

$$Axis\ velocity\ \left(\frac{application\ units}{s}\right) = \frac{200\ RPM}{60\ s} \cdot 360^\circ \cdot \frac{1}{10} = 120\ \frac{degree}{s}$$

8 애플루트 엔코더 시스템

8.1 리니어 모드



리니어 축의 리미트로 절대 위치를 구성하려면 CiA402의 다음 객체에 액세스해야 할 수 있습니다. 이러한 개체에 액세스하려면 섹션 9.4 CiA402 Object Dictionary의 단계를 따르세요.

CiA402 Object	Description	Unit	Range	Default
607C-00h	Home offset	Application units	-2^{31} to $+ (2^{31} - 1)$	0
6098-00h	Homing method	-	1-35	26
60E6-00h	Actual position calculation method	-	0-Absolute position homing After homing is done, the following formula applies: $6064h$ (Position actual value) = $607Ch$ (Home offset) 1-Relative position homing After homing is done, the following formula applies: $6064h$ (Position actual value) = Present position feedback value + $607Ch$ (Home offset)	0
607D-01h	Negative software limit	Application units	-2^{31} to $+ (2^{31} - 1)$	-2^{31}
607D-02h	Positive software limit	Application units	-2^{31} to $+ (2^{31} - 1)$	$2^{31} - 1$

Drive parameters:

Drive Parameter	Description	Unit	Range	Default
H02-01	Absolute system selection	-	0-Incremental position mode 1-Absolute position linear mode 2-Absolute position rotation mode 3-Absolute position linear mode 2 4-Single-turn absolute mode	0
H05-46 (2005-2Fh)	Position offset in absolute position linear mode (low 32 bits)	encoder counts	-2^{31} to $+ (2^{31} - 1)$	0
H05-48 (2005-31h)	Position offset in absolute position linear mode (high 32 bits)	encoder counts	-2^{31} to $+ (2^{31} - 1)$	0
H05-30 (2005-1Fh)	Local homing	-	0-No operation 6-Current position as home	0

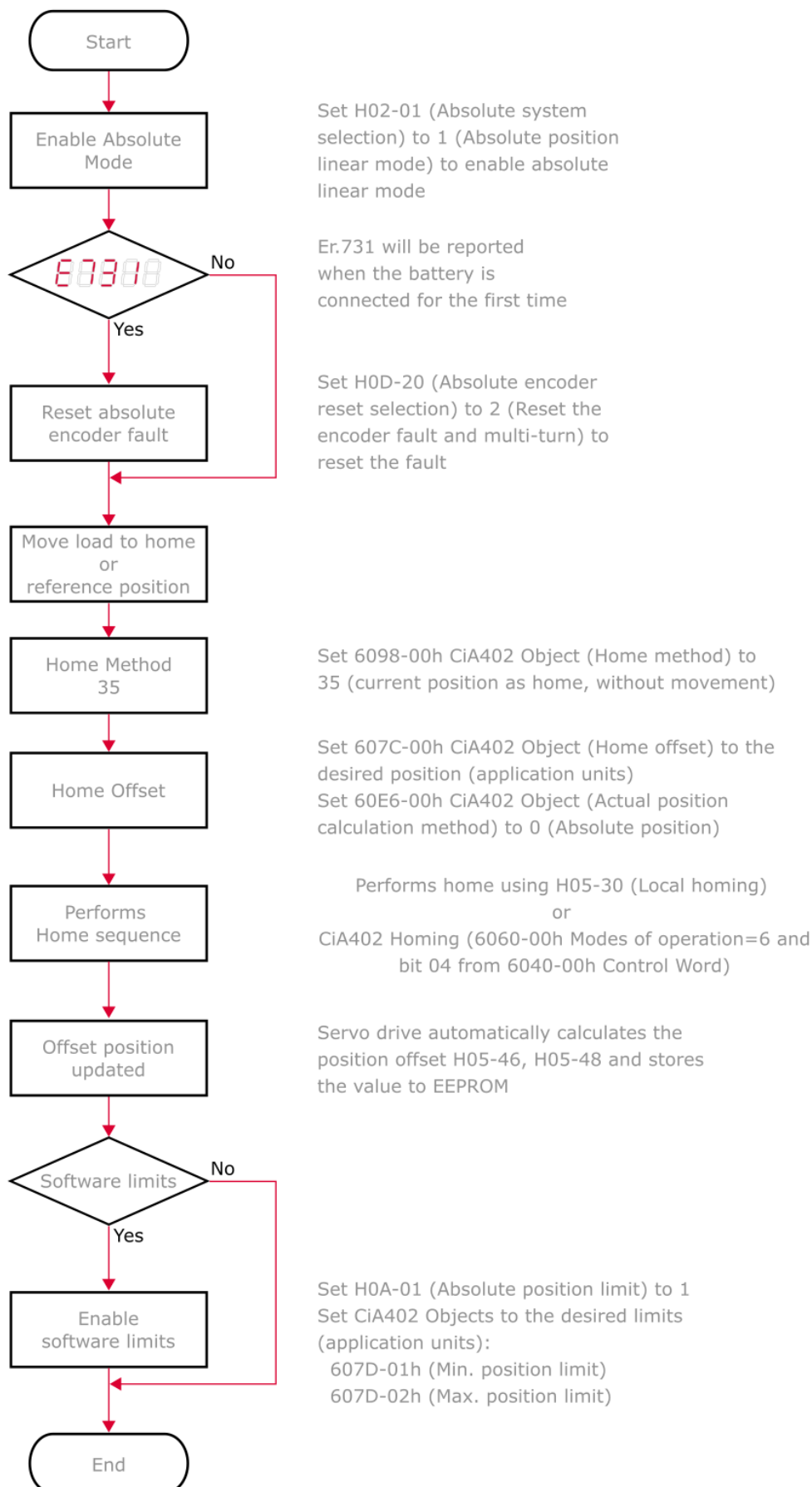
이 두 파라미터(H05-46, H05-48)는 애플루트 엔코더 시스템이 리니어 모드(H02-01=1)에서 작동할 때 모터의 절대 위치(H0B-58, H0B-60 Encoder Unit)에 상대적인 기계적 절대 위치(H0B-77, H0B-79 Encoder Unit)의 Offset을 정의합니다.

절대 위치 리니어 모드의 위치 Offset = 모터 절대 위치 - 기계적 절대 위치

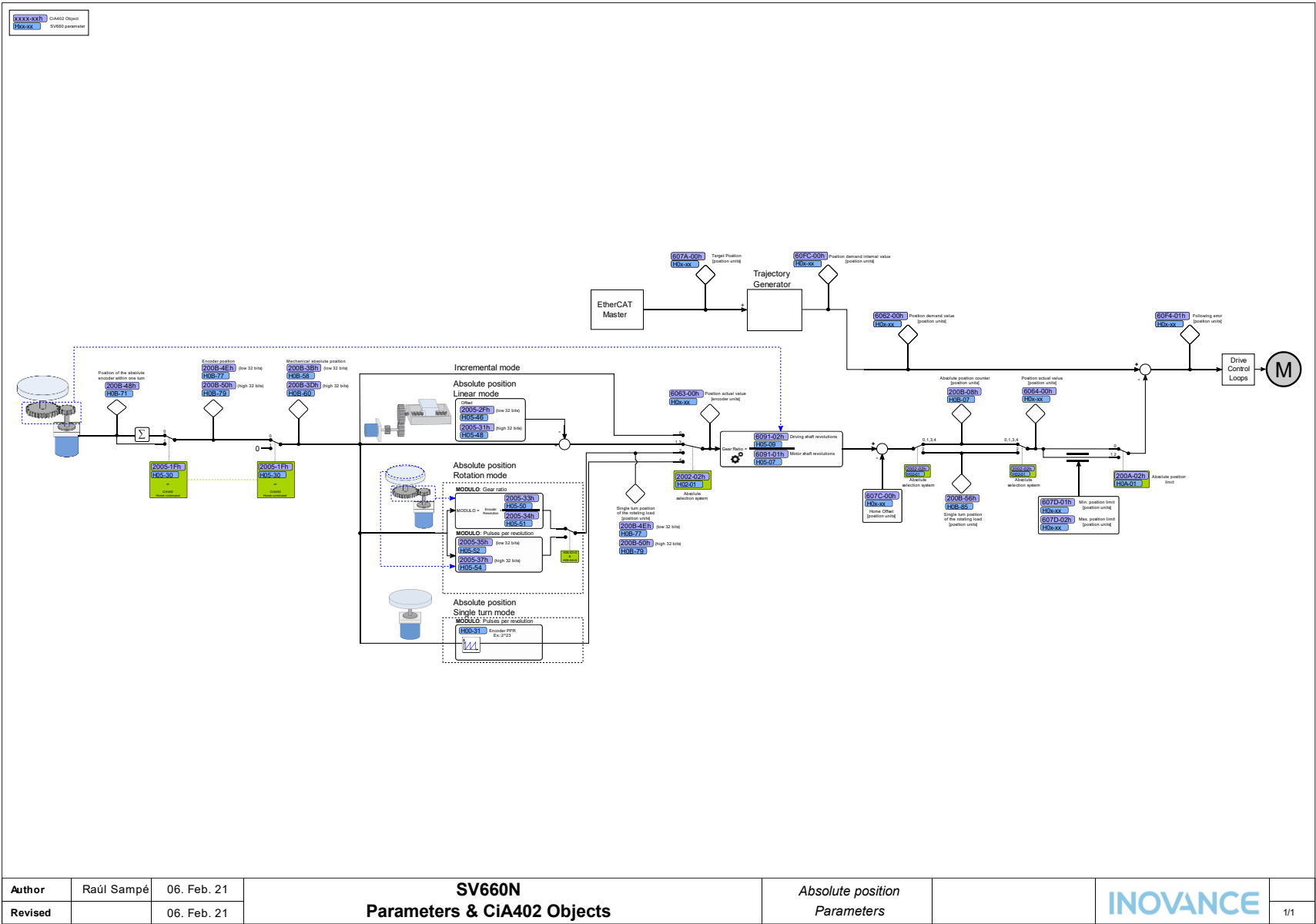
$(H05-46, H05-48) = (H0B-77, H0B-79) - (H0B-58, H0B-60)$

NOTE 이 두 파라미터의 Default 값은 절대 위치 리니어 모드에서 0입니다. Homing이 완료된 후 서보 드라이브는 엔코더에 의한 절대 위치와 기계적 절대 위치 사이의 편차를 자동으로 계산하고 편차 값을 H05-46 및 H05-48에 할당하고 편차를 EEPROM에 저장합니다.

다음 그림은 절대 리니어 모드 구성에 대한 일반적인 절차를 보여줍니다.



8.2 애플루트 엔코더 시스템 파라미터



9 부록

9.1 PHASE ANGLE TUNING

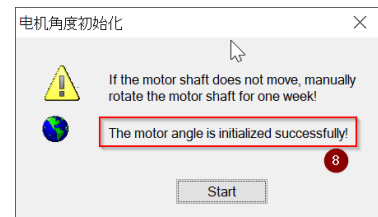
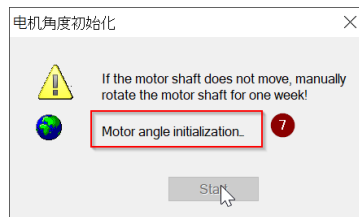
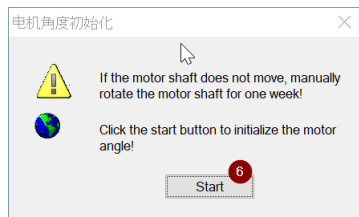
INOVANCE 모터는 이미 단계적으로 출시되었습니다. 위상 값은 엔코더 파라미터 H00-28에 저장됩니다. 어떤 이유로 인해 위상각의 값이 정확하지 않은 경우, 다음 절차를 통하여 위상각 튜닝을 수행할 수 있습니다.

1. "Bus Motor Parameters" 화면을 엽니다.
2. 해당 축을 선택합니다.
3. 엔코더에서 모든 파라미터를 업로드합니다.
4. H00-28 값 참조, 0에 가까워야 합니다.(15000이하, 범위는 0.2^{32})
5. 각도 초기화 설정 상자를 엽니다.
WARNING 각도 초기화가 시작되면 모터가 약 60도 정도 이동합니다. 부하에 연결할 수 있지만 무부하일 경우 더 좋습니다.
6. "Start" 버튼을 클릭하면 모터가 60도 정도 이동했다가 멈춥니다.
7. 각도 튜닝을 진행합니다.
8. 각도 튜닝을 완료합니다.
9. 설정 상자를 닫습니다.
10. 아마도 H00-28 파라미터가 변경되었을 것입니다. 값이 0에 가까운지 확인합니다. 절차를 몇 번 반복하면 값이 비슷해집니다.
11. 드라이브를 재실행합니다. 파라미터 H00-28의 변화는 재실행될때까지 적용되지 않습니다.

NOTE 각도 초기화 프로세스 중에 전원을 재투입했을 때 활성화되는 E941.0 "Parameter modifications" 오류가 나타날 수 있습니다. 이는 파라미터 H00-28 값이 변경되었기 때문입니다.

InoDriverShop - [SV820N_1]Motor Parameters

Row	In.	Para.	Parameter Name	Parameter Value	Defa.	Minimu.	Maximum v.	Unit	Modified T.	Show Type
001	H00-09	Rated voltage	0 [220 V]	0	0	1			Down...	Decimal
002	H00-10	Rated power	0.75	0.75	0.01	655.35	Kw		Down...	Decimal
003	H00-11	Rated current	4.70	4.70	0.01	655.35	A		Down...	Decimal
004	H00-12	Rated torque	2.39	2.39	0.10	655.35	Nm		Down...	Decimal
005	H00-13	Max. torque	7.16	7.16	0.10	655.35	Nm		Down...	Decimal
006	H00-14	Rated speed	3000	3000	100	6000	rpm		Down...	Decimal
007	H00-15	Max. speed	6000	6000	100	6000	rpm		Down...	Decimal
008	H00-16	Moment of inertia	1.30	1.30	0.01	655.35	kgcm ²		Down...	Decimal
009	H00-17	Number of pole pairs of PMSM	5	5	2	360			Down...	Decimal
010	H00-18	Stator resistance	0.500	0.500	0.001	65.535	Ω		Down...	Decimal
011	H00-19	Stator inductance Lq	3.27	3.27	0.01	655.35	mH		Down...	Decimal
012	H00-20	Stator inductance Ld	3.87	3.87	0.01	655.35	mH		Down...	Decimal
013	H00-21	Linear back EMF coefficient	33.30	33.30	0.01	655.35	mV/rpm		Down...	Decimal
014	H00-22	Torque coefficient Kt	0.51	0.51	0.01	655.35	Nm/Arms		Down...	Decimal
015	H00-23	Electrical constant Te	6.54	6.54	0.01	655.35	ms		Down...	Decimal
016	H00-24	Mechanical constant Tm	0.24	0.24	0.01	655.35	ms		Down...	Decimal
017	H00-28	Absolute encoder position offset	8192	8192	0	429496...			Down...	Decimal
018	H00-30	Encoder selection (Hex)	0X0013, 0X13-Inovance 30-bit serial encoder	19	0	4095			Down...	Hexade...
019	H00-31	Encoder PPR	8388608	83...	1	107374...	p/Rev		Down...	Decimal
020	H01-22	D-axis coupling voltage compensation coefficient	50.0	50.0	0.0	1000.0	%		Any mo...	Decimal
021	H01-23	Q-axis back EMF compensation coefficient	50.0	50.0	0.0	1000.0	%		Any mo...	Decimal
022	H01-24	D-axis current loop gain	500	500	0	20000	Hz		Any mo...	Decimal
023	H01-25	D-axis current loop integral compensation factor	1.00	1.00	0.01	100.00			Any mo...	Decimal
024	H01-27	Q-axis current loop gain	500	500	0	20000	Hz		Any mo...	Decimal
025	H01-28	Q-axis current loop integral compensation factor	1.00	1.00	0.01	100.00			Any mo...	Decimal
026	H01-52	D-axis proportional gain in performance priority mode	2000	2000	0	20000	Hz		Any mo...	Decimal
027	H01-53	D-axis integral gain in performance priority mode	1.00	1.00	0.01	100.00			Any mo...	Decimal
028	H01-54	Q-axis proportional gain in performance priority mode	2000	2000	0	20000	Hz		Any mo...	Decimal
029	H01-55	Q-axis integral gain in performance priority mode	1.00	1.00	0.01	100.00			Any mo...	Decimal



9.2 DRIVE LOOPS CYCLE TIME

기본적으로 드라이브 루프 주기는 다음과 같습니다.

- 위치 명령 : 파라미터 H01-61 Command Scheduling Frequency, 1kHz/2kHz/4kHz/8kHz, 최대 125us, 기본 4kHz, 250us와 관련된 위치 명령 주파수 갱신.
- 위치 루프 사이클 : 파라미터 H01-60 FPGA Scheduling Frequency, 8kHz/16kHz, 최대 62.5us의 샘플링 사이클, 기본 16kHz, 62.5us와 관련이 있습니다.
- 속도 루프 사이클 : 파라미터 H01-60 FPGA Scheduling Frequency, 8kHz/16kHz, 최대 62.5us의 샘플링 사이클, 기본 16kHz, 62.5us와 관련이 있습니다.
- 전류 루프 사이클 : 1.6us, 625kHz, 수정할 수 없습니다.

위치 또는 속도 루프의 주기를 변경하려면 암호를 사용하여 슈퍼 사용자 모드를 활성화해야 합니다.

PassWord : SuperAdmin

Upload and save (Current page all)	Upload and save (All tick options)	Open recipe	Save settings (All tick options)	Write all (Except groups H00 and H01)	Write all tick options (current page)	VS Compare	Axis copied	Find		
							☐ Select all (current page)	Super admin	1	
Ax...	Function co...	Description	Setting value	current value	Defa...	Minimu...	Maximu...	Unit	Modifi...	Effect...
A..	H01-00	MCU software version	---	902.3	0.0	0.0	6553.5	No ...		
A..	H01-01	FPGA software version	---	902.9	0.0	0.0	6553.5	No ...		
A..	H01-07	Software test version	---	0.00	0.00	0.00	655.35	No ...		
A..	H01-08	Model parameter version	---	2.00	0.00	0.00	655.35	No ...		
A..	H01-10	Servo drive series No.	3[S2R8]	3[S2R8]	3	0	65535	Dow...	Pow...	
A..	H01-11	Voltage class of the drive unit	---	220	220	0	65535	V	No ...	
A..	H01-12	Rated power of the servo drive	---	0.40	0.40	0.00	1073...	kw	No ...	
A..	H01-14	Max. output power of the servo drive	---	0.40	0.40	0.00	1073...	kw	No ...	
A..	H01-16	Rated output current of the servo drive	---	2.80	2.80	0.00	1073...	A	No ...	
A..	H01-18	Max. output current of the servo drive	---	10.10	10.10	0.00	1073...	A	No ...	
A..	H01-20	Carrier frequency	---	8000	8000	4000	20000	Hz	Dow...	Pow...
A..	H01-21	Dead zone time	---	2.00	2.00	0.01	20.00	us	Dow...	Pow...
A..	H01-22	D-axis coupling voltage compensation coefficient	---	100.0	50.0	0.0	1000.0	%	Any...	Imm...
A..	H01-23	Q-axis back EMF compensation coefficient	---	100.0	50.0	0.0	1000.0	%	Any...	Imm...
A..	H01-24	D-axis current loop gain	---	700	500	0	20000	Hz	Any...	Imm...
A..	H01-25	D-axis current loop integral compensation factor	---	2.00	1.00	0.01	100.00		Any...	Imm...
A..	H01-26	Current sampling Sinc3 filter data extraction rate	---	0[Extraction rate 32]	0	0	3		Dow...	Pow...
A..	H01-27	Q-axis current loop gain	---	400	500	0	20000	Hz	Any...	Imm...
A..	H01-28	Q-axis current loop integral compensation factor	---	2.00	1.00	0.01	100.00		Any...	Imm...
A..	H01-29	Q-axis coupling voltage compensation coefficient	---	6553.5	50.0	0.0	1000.0	%	Any...	Imm...
A..	H01-30	Bus voltage gain adjustment	---	101.7	100.0	50.0	150.0	%	Dow...	Pow...
A..	H01-32	Relative gain of UV sampling	---	32768	32768	1	65535		Dow...	Pow...
A..	H01-34	Servo drive over-temperature threshold	---	90	90	0	150	°C	Any...	Pow...
A..	H01-36	Current sensor range	---	20.83	62.50	0.00	9999.99	A	Dow...	Pow...
A..	H01-38	FPGA phase current protection threshold	---	90.0	90.0	0.0	100.0	%	Dow...	Pow...
A..	H01-39	Current loop version No.	---	0x0000	0x0	0x0	0xFFFF		Dow...	Pow...
A..	H01-40	DC bus overvoltage protection threshold	---	420	420	0	2000	V	No ...	
A..	H01-41	DC bus voltage discharge threshold	---	380	380	0	2000	V	Dow...	Imm...
A..	H01-42	DC bus undervoltage threshold	---	200	200	0	2000	V	Any...	Imm...
A..	H01-52	D-axis proportional gain in performance priority mode	---	900	2000	0	20000	Hz	Any...	Imm...
A..	H01-53	D-axis integral gain in performance priority mode	---	2.00	1.00	0.01	100.00		Any...	Imm...
A..	H01-54	Q-axis proportional gain in performance priority mode	---	900	2000	0	20000	Hz	Any...	Imm...
A..	H01-55	Q-axis integral gain in performance priority mode	---	2.00	1.00	0.01	100.00		Any...	Imm...
A..	H01-56	Current loop low-pass cutoff frequency	---	11000	11000	0	65535	Hz	Dow...	Pow...
A..	H01-59	Serial encoder data transmission compensation time	---	0.000	0.000	0.000	2.000	us	Dow...	Pow...
A..	H01-60	FPGA scheduling frequency selection	---	1[16 kHz]	1	1	2		Dow...	Pow...
A..	H01-61	Command scheduling frequency selection	---	0[4 kHz]	3	0	3		Dow...	Pow...
A..	H01-62	Auto-tuning of servo drive model	---	3	0	0	65535	No ...		
A..	H01-66	Current loop configuration	---	12	12	0	31	KHz	Any...	Imm...
A..	H01-67	Dead zone compensation coefficient	---	1.00	1.00	0.00	2.00		Any...	Imm...
A..	H01-68	Current observer cutoff frequency	---	2000	2000	200	5000		Any...	Imm...
A..	H01-69	Current observer correction coefficient	---	1.00	1.00	0.00	9.00		Any...	Imm...
A..	H01-72	Servo drive model auto-tuning selection	---	0[Not hide]	0	0	1		Any...	Pow...
A..	H01-73	电流采样延迟时间	---	1	1	0	7		Any...	Pow...

9.3 POSITION REFERENCE FILTER

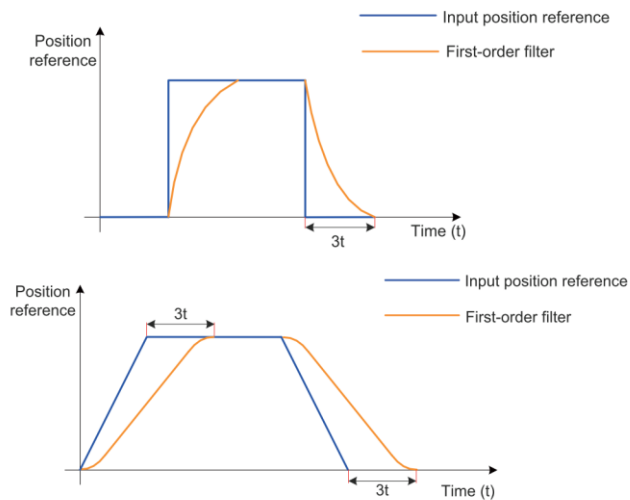
이 기능은 Position References를 전자 기어비로 나누거나 곱한 값으로 필터링합니다. 1차 필터와 이동 평균 필터를 포함합니다.

다음 두 파라미터는 Reference Position Filter를 설명합니다.

H05-04 : First-order low-pass filter tie constant

Position Reference(Encoder Unit)에 대한 1차 저역 필터의 시간 상수를 설정합니다.

Position Reference P가 직사각형 파형 또는 사다리꼴 파형인 경우 1차 저역 통과 필터 이후의 Position Reference는 다음과 같습니다.



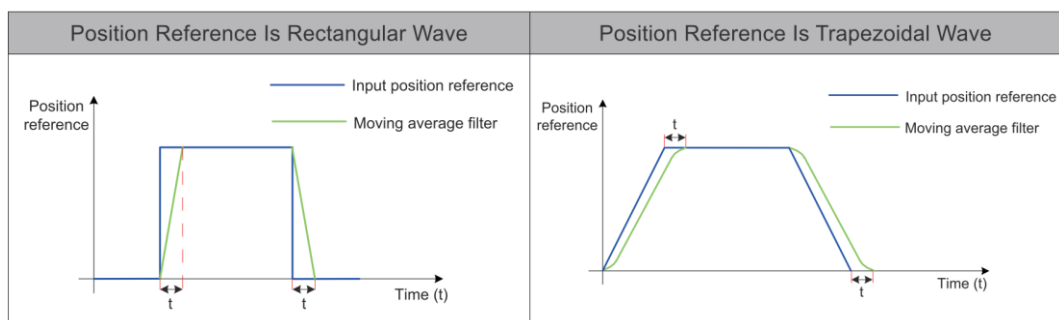
이 기능은 변위(위치 기준 합계)에 영향을 주지 않습니다.

이 파라미터를 너무 크게 설정하면 응답 지연이 증가합니다. 실제 조건에 따라 이 파라미터를 올바르게 설정합니다.

H05-05 : Moving average filter time constant 1

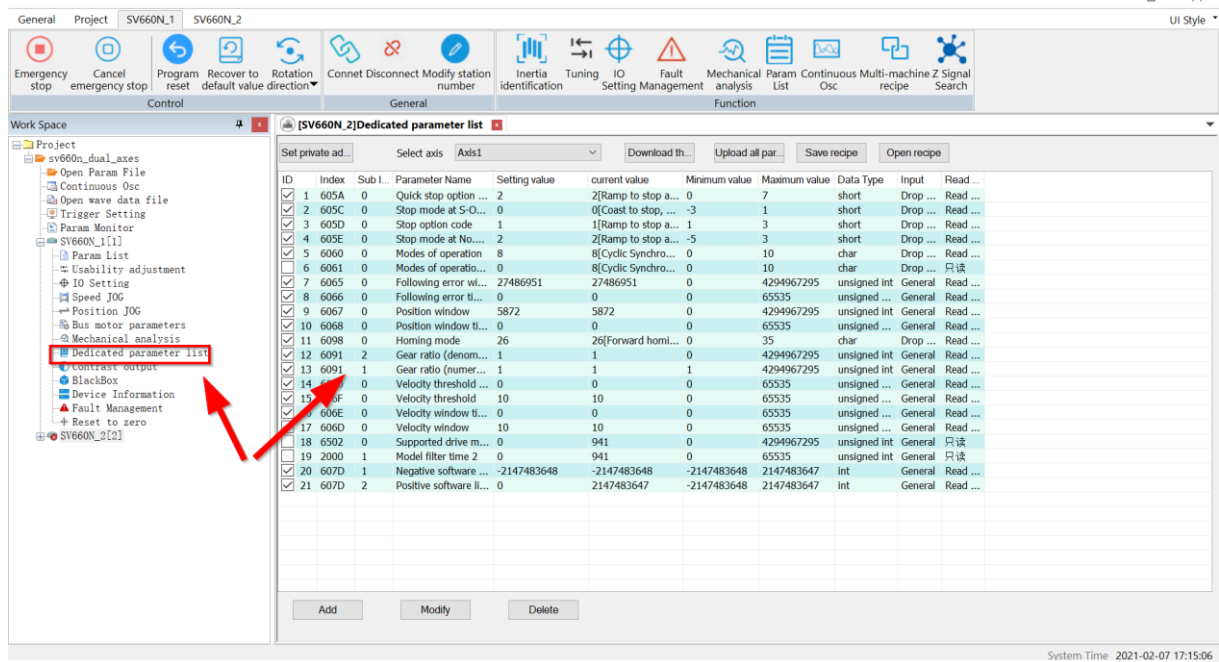
Position Reference(Encoder Unit)에 대한 Moving average filter의 시간 상수를 설정합니다.

Position Reference P가 직사각형 파형 또는 사다리꼴 파형인 경우 평균 값 필터 이후의 Position Reference 값은 다음과 같습니다.



9.4 CIA402 OBJECT DICTIONARY

InoProShop 소프트웨어를 사용하면 CiA402 Object Dictionary 목록에 액세스할 수 있습니다. 이러한 Object에 대한 액세스는 "Dedicated Parameter List" 옵션을 통해 이루어집니다. 이 옵션은 일부 Object가 이미 구성된 목록을 보여줍니다.



"Add" 및 "Modify" 버튼을 통해 CiA402 Object Dictionary의 다른 Object에 접근하도록 이 목록을 수정할 수 있습니다. 다음 이미지는 CiA402 Object 607D-01h "Negative software limit"을 값을 추가할 수 있는 설정 도구 상자를 보여줍니다.

