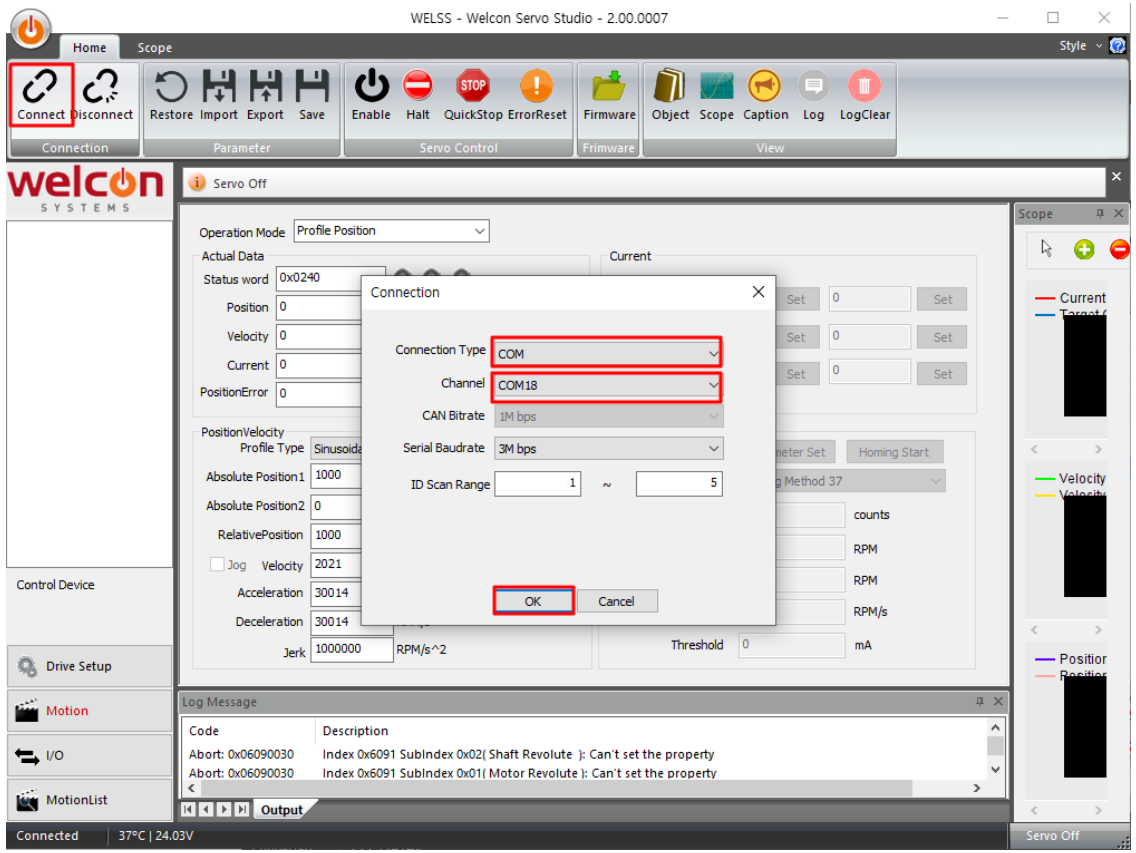
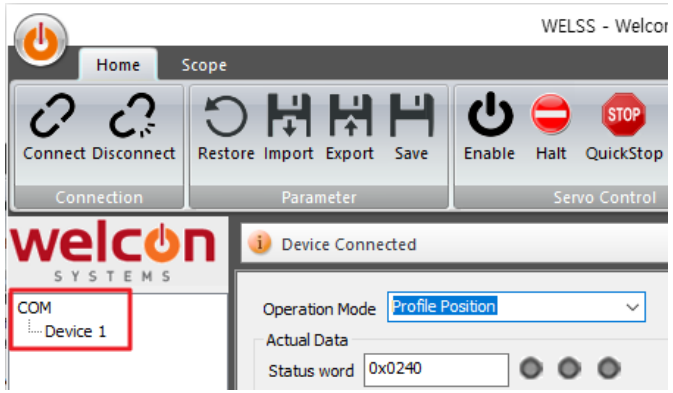
Welcon Systems
기본과정 교육자료

2024.01.26

Drive 연결 및 기본 Setting

1. Drive – UI 연결





- WELSS_EXE 설치 및 실행 -> USB to Mini 5pin 케이블로 PC와 Drive 연결
- Connect -> Connection Type을 Com으로 설정 -> Channel 확인(장치 관리자에서 Port 확인) -> OK -> Drive 연결 상태 확인

  ChannelI에 연결한 USB가 정상적으로 잡히지 않을 시 USB Driver 설치 후 진행

  USB Driver 설치 링크 :

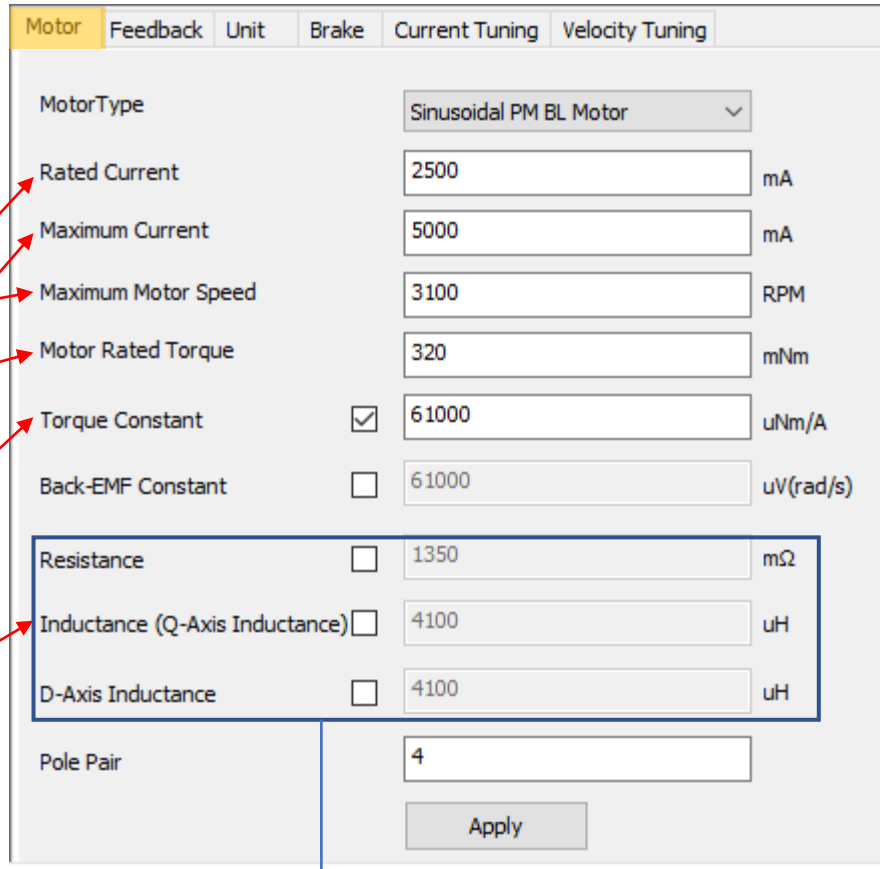
  https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers

2. Motor Setup

SM0402 - 100 Watt		
Preferred Model & Winding Letter		^ F
Base Model Number (with 2500 PPR incremental encoder non-sealed plastic connectors, no brake)		SM0402 FE2-KCD-NNV
Typical Supply Voltages		24-80 VDC
Basic DC Bus Voltage	V (dc)	60
Rated Output Power	watts	100
Rated Speed	rpm	3000
Max. Mechanical Speed	rpm	6000
Rated Torque	Nm	0.32
Continuous Stall Torque	Nm	0.34
Peak Torque	Nm	0.91
Rated Current	A (rms)	5.2
Continuous Stall Current	A (rms)	5.6
Peak Current	A (rms)	15.6
Voltage Constant ±5%	V (rms) / K rpm	3.8
Torque Constant ±5%	Nm / A (rms)	0.061
Winding Resistance (Line-Line)	Ohm ±10% @25°C	0.48
Winding Inductance (Line-Line)	mH (typ.)	0.58

출처 : MOONS' SM servo motors manual

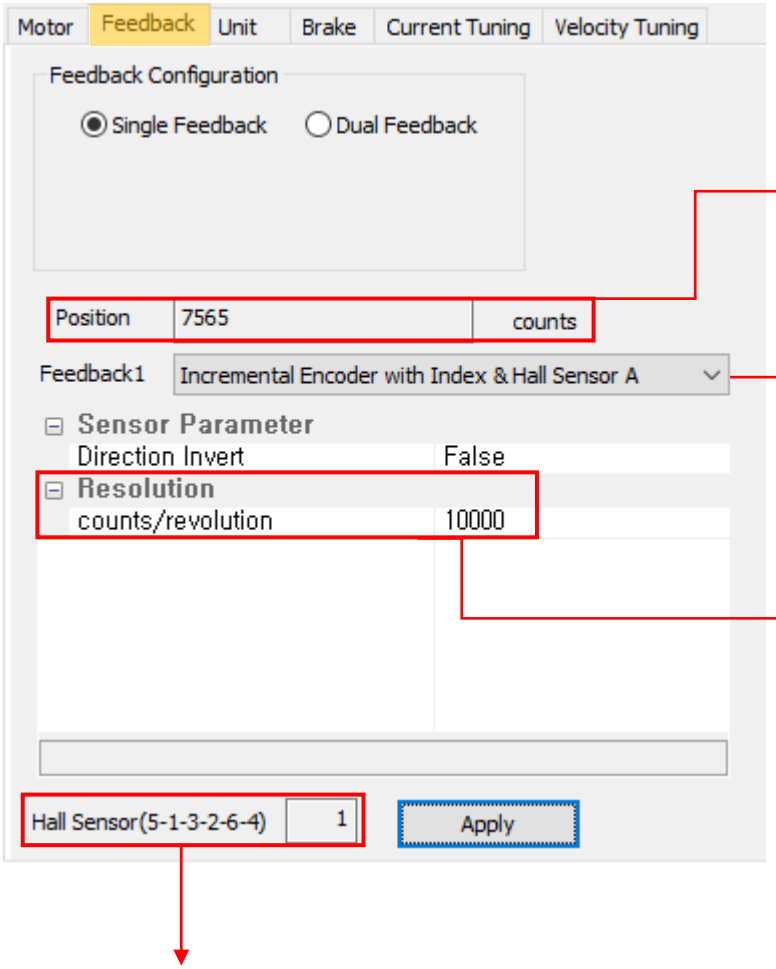
* 단위에 주의하여 입력



Auto Current Tuning 시 측정하여 자동 입력

- Check Box가 있는 Parameter들은 체크박스를 해제 시 자동으로 계산/측정한 값으로 Setting 됨

3. Motor Feedback Setting - Single Feedback



Actual Position -> 현재 Encoder 값 표시

Encoder 종류 선택

Encoder 분해능 입력

- Rotary Motor

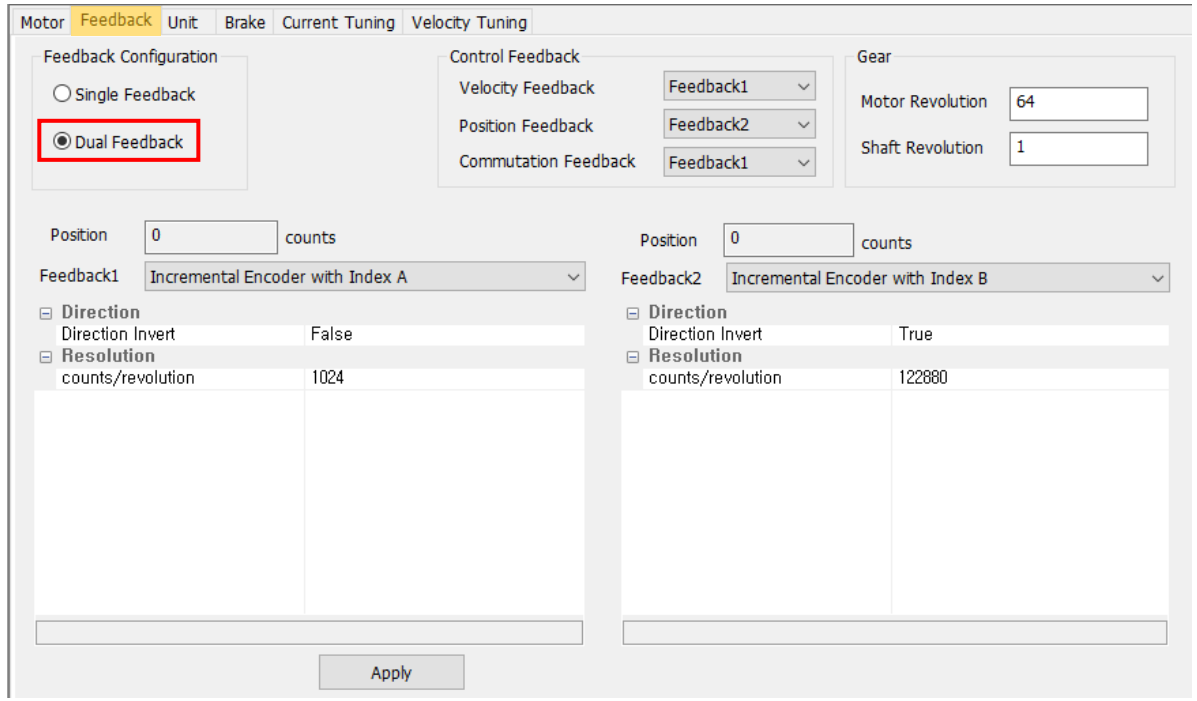
2500PPR -> 10000 counts/revolution(4체배)
10000CPR -> 10000 counts/revolution

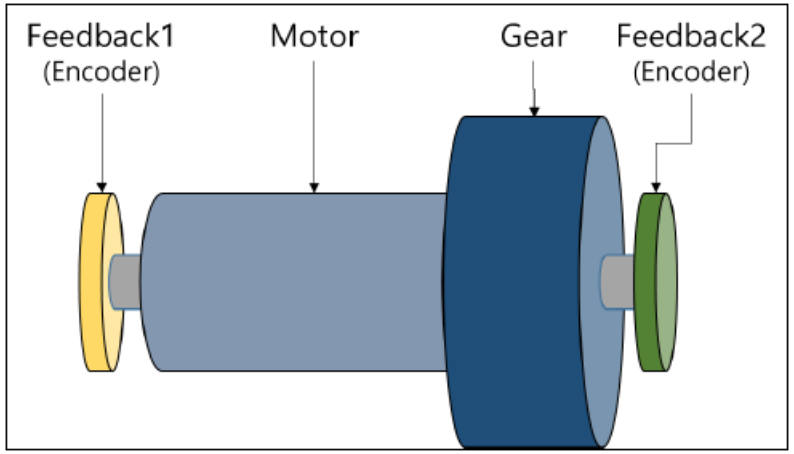
- Linear Encoder

1um 분해능 -> 1000000 counts/m
5um 분해능 -> 200000 counts/m

Hall Sensor Pattern을 나타냅니다.
(0 또는 7이 표시 될 경우 Hall Sensor 신호 이상)

3. Motor Feedback Setting - Dual Feedback

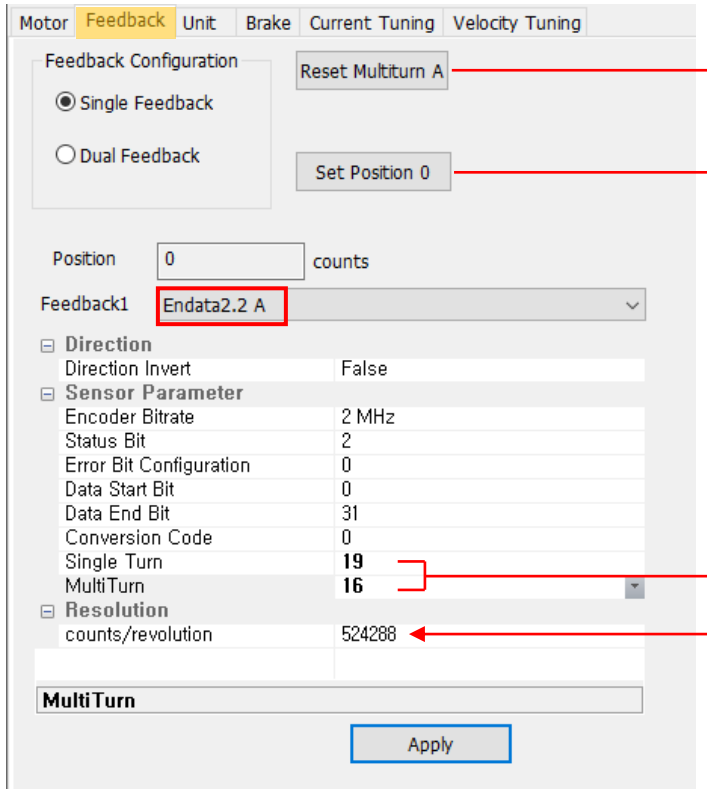




- Feedback Configuration을 Dual Feedback 선택
- Commutation, Velocity, Position 제어에 사용할 Control Feedback 설정
  - Commutation Feedback : Hall Sensor가 있는 Feedback혹은 Absolute Encoder 선택
  - 부하가 있는 시스템일 경우에는 반드시 조립 전에 Phase Tuning을 완료하고 조립
- Gear Ratio 설정
  - Ex) 100:1 감속기 사용시(Motor가 100회 회전 시 감속기 후단 샤프트가 1회 회전) -> Motor Revolution: 100, Shaft Revolution: 1

* 반드시 입력단 Encoder를 Feedback1에 세팅

3. Motor Feedback Setting - Absolute Encoder



멀티턴 리셋

Set Position 0
-> 현재 위치값을 0x20A5 – Actual Position Offset으로 설정한 후 현재 위치를 0으로 변경

Single turn 입력 시 Resolution 자동 입력

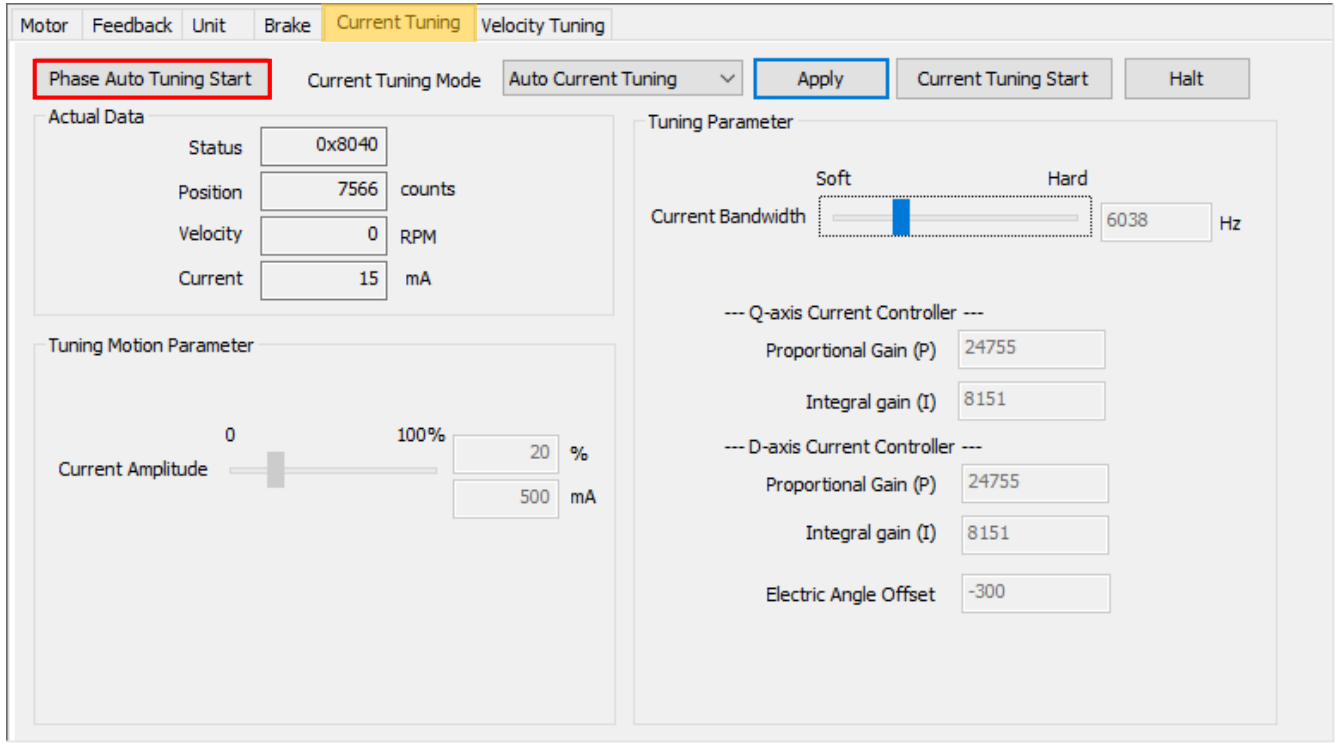
- 드라이브별로 지원하는 Absolute Encoder가 다르기 때문에 엔코더 지원 여부를 먼저 확인
- 사용하는 Absolute Encoder 선택 후 엔코더 프로토콜에서 Status Bit, Error Bit 를 확인하여 설정
- 관련 Error

  1) Serial Encoder Error : 시리얼 엔코더로부터 받은 데이터의 에러 비트가 활성화 된 경우 발생

  2) Serial Encoder Disconnection Error : 시리얼 엔코더의 결선에 문제가 있는 경우 발생

Tunning

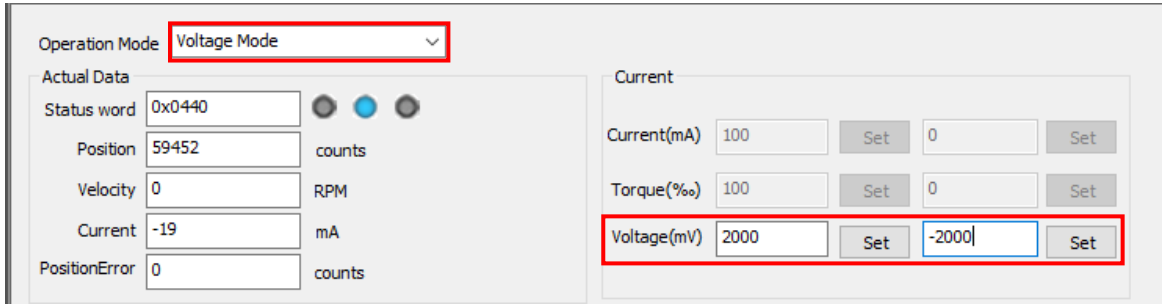
1. Phase Auto Tuning(1)

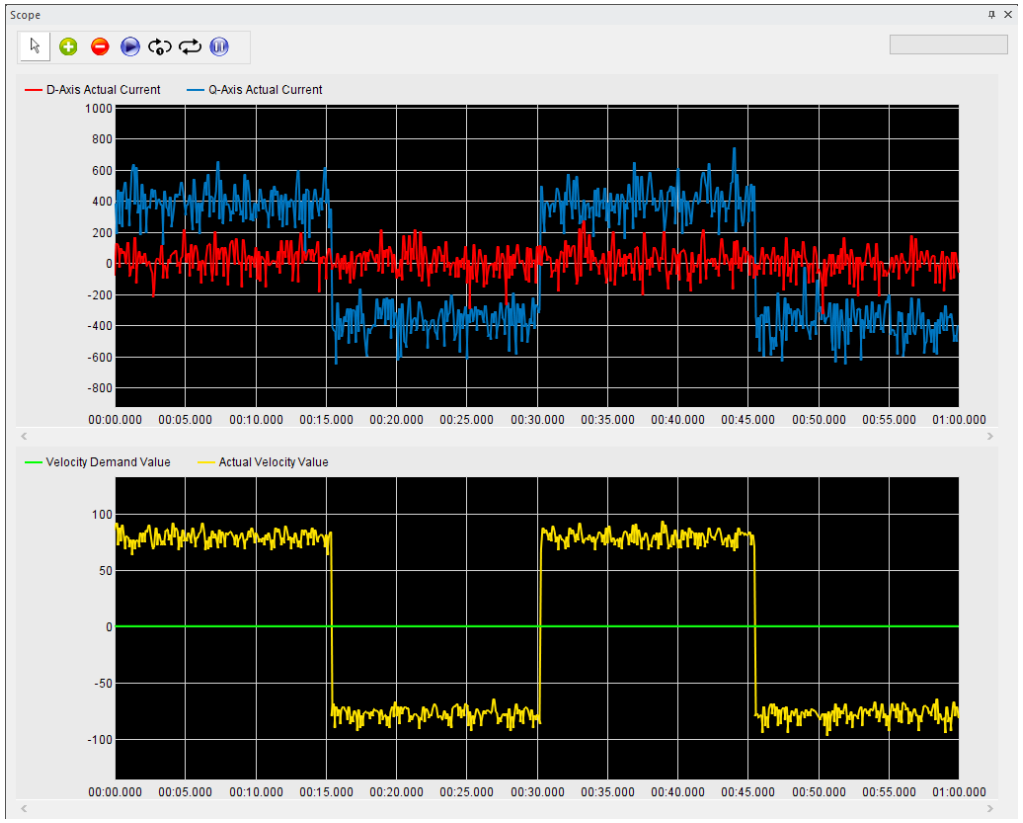


- Motor를 강제로 움직이면서 UVW 상과 전기각을 자동으로 찾음
- 외부 부하가 없는 상태에서 진행하는 것을 권장
- Feedback Direction 재설정 시 반드시 Phase Auto Tuning 진행
- Phase Tuning 실패 시 Pole Pair, Magnetic Pitch, Encoder Resolution등 확인

1. Phase Auto Tuning(2) – 전기각 Offset

- Phase Auto Tuning 진행 후 Voltage Mode로 모터를 구동하여 Auto Tuning으로 찾은 전기각 Offset이 맞는지 확인
  -> D-Axis Actual Current, Q-Axis Actual Current 및 Velocity 확인
- D축 전류는 0에 수렴해야 하고, Q축 전류 및 속도는 전압 방향에 따라 대칭 되어야 함

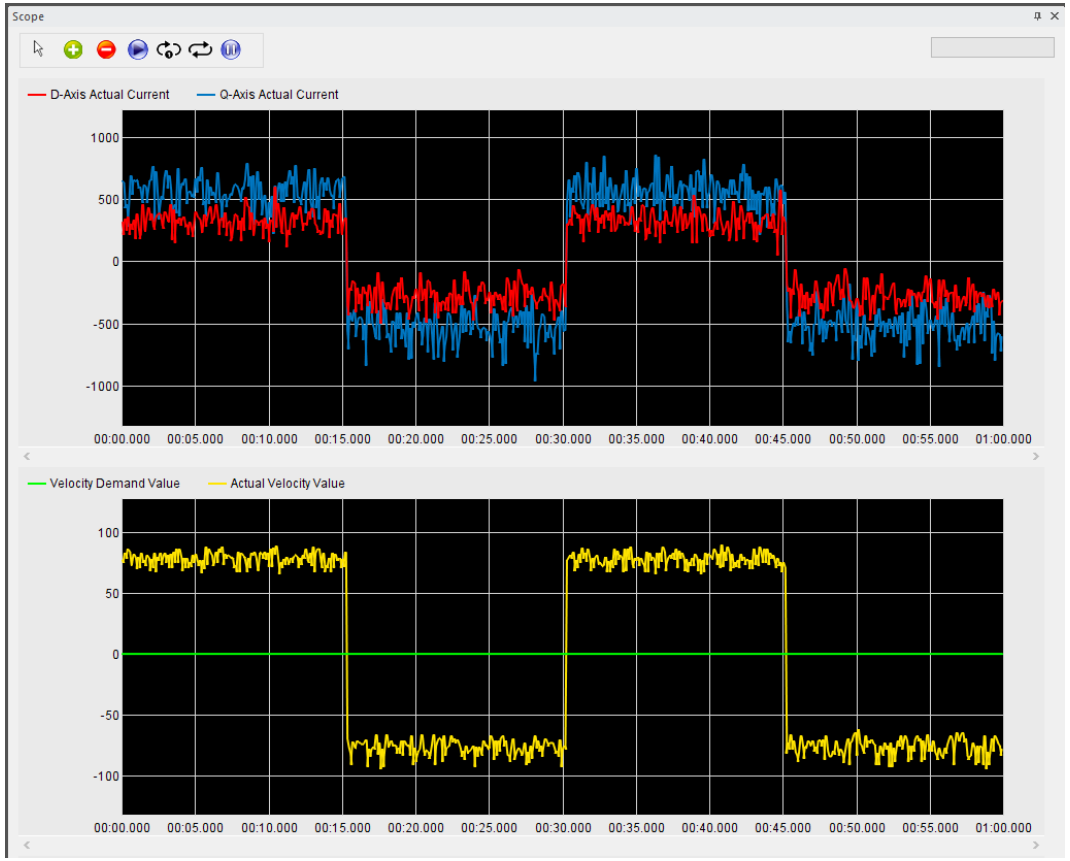




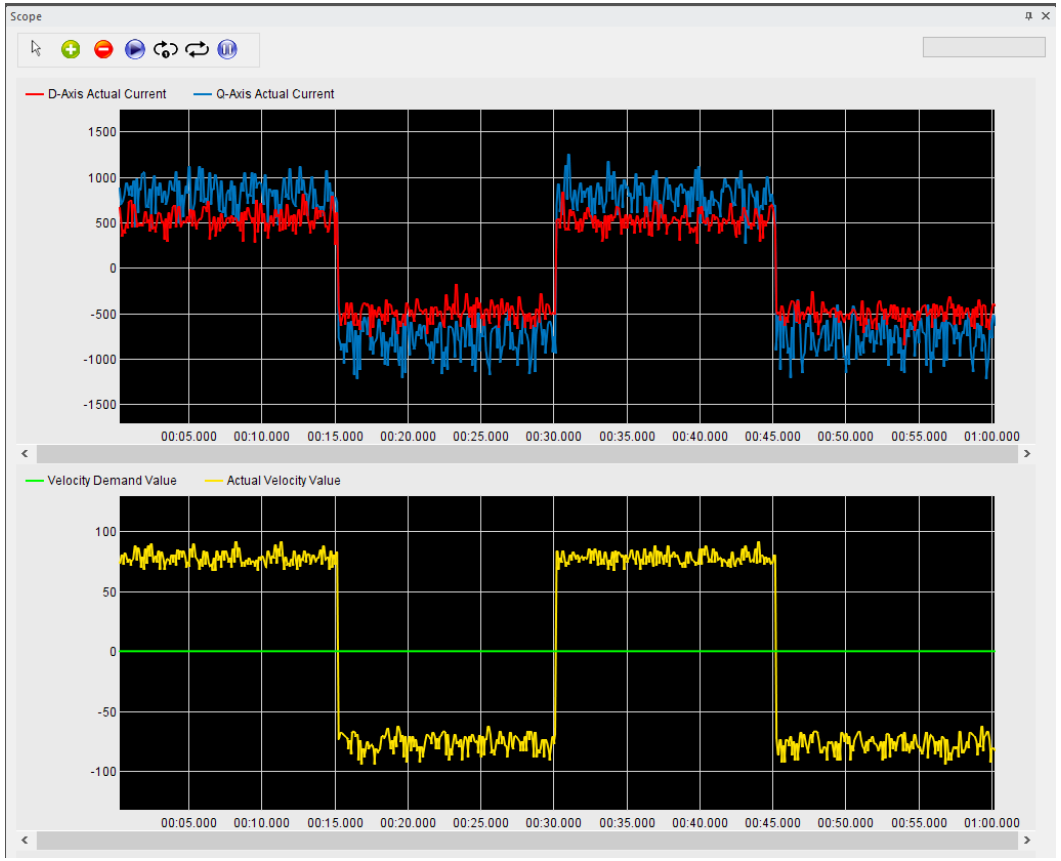
<전기각 Offset -150(15도)>

<전기각 Offset -250(25도)>

1. Phase Auto Tuning(3) – 전기각 Offset



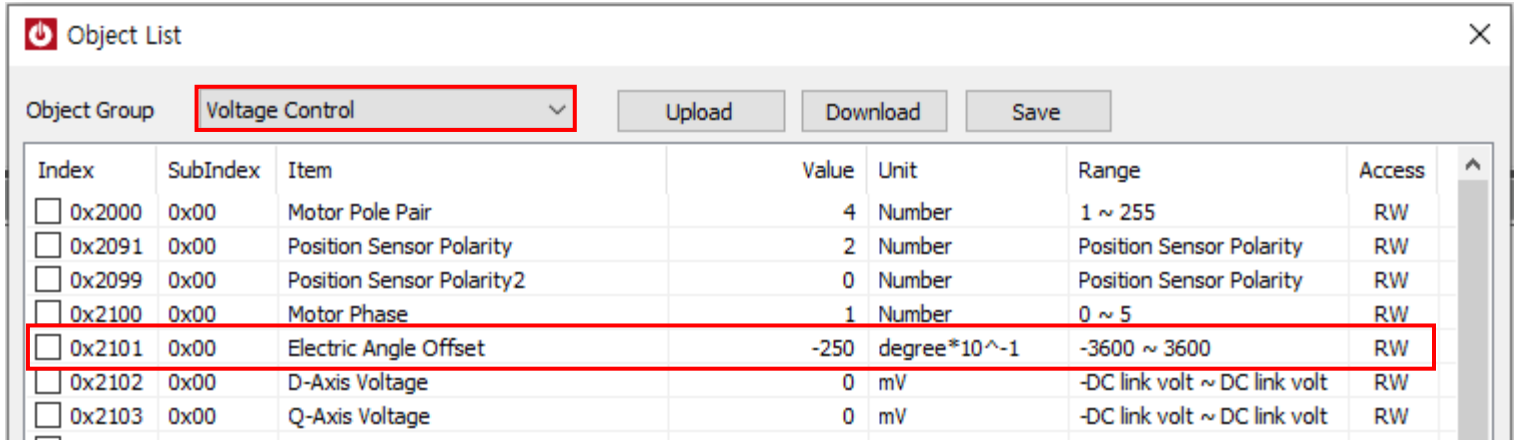
<전기각 Offset -350(35도)>



<전기각 Offset -450(45도)>

- 전기각 Offset이 틀어진 경우 틀어진 정도에 따라 전류 효율이 떨어지게 되어 같은 전압으로 구동 시켰을 때 전류를 더 많이 사용하게 됨

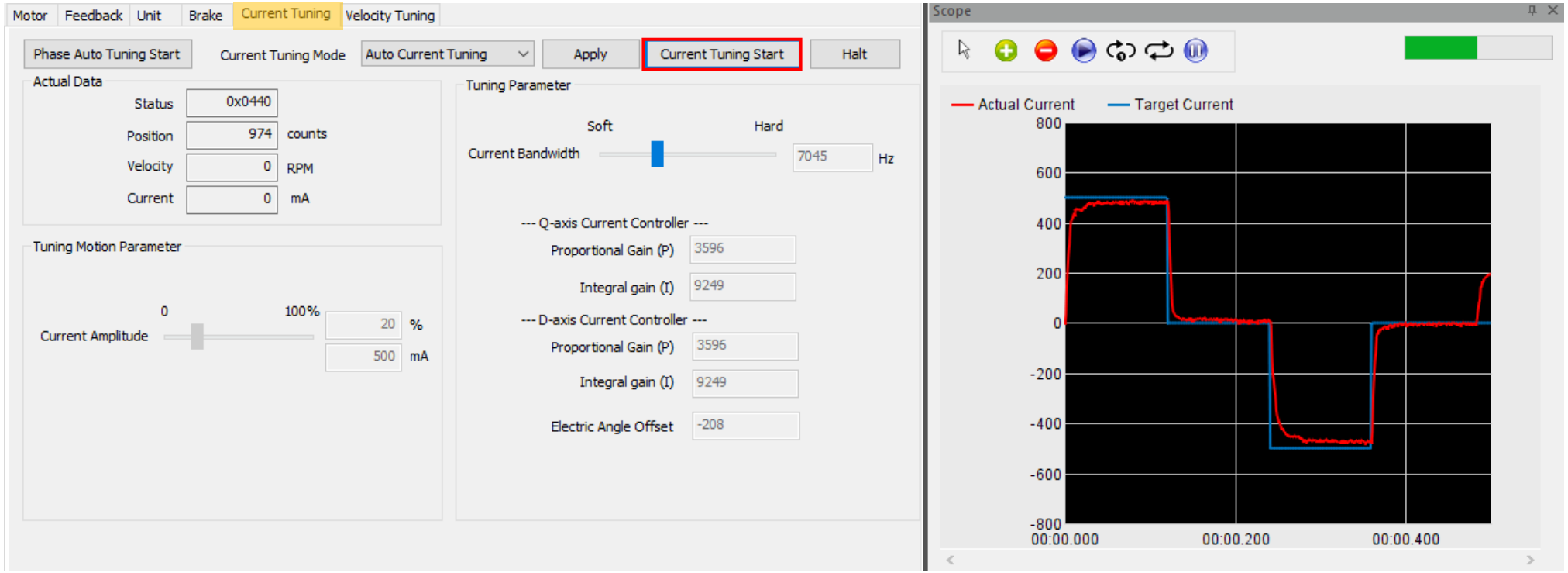
1. Phase Auto Tuning(4) – 전기각 Offset



- Phase Auto Tuning 진행 후 Voltage Mode로 구동하였을 때 전기각 Offset이 맞지 않는 경우

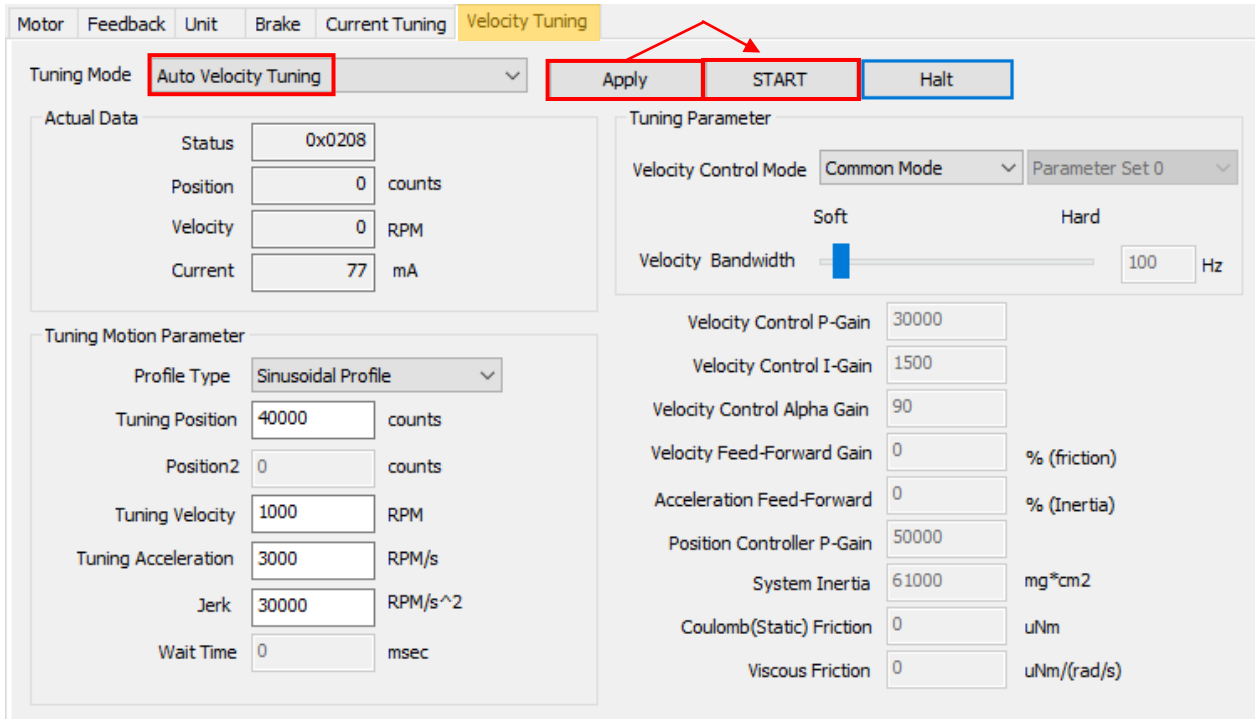
부하가 없는 상태에서 Phase Auto Tuning을 다시 진행 해보거나, Object -> Voltage Control -> Electric Angle Offset 을 약 1도~3도(Value 10~30)씩 변경해가면서 D축, Q축 전류 및 속도 양상을 확인하여 맞춰주어야 함

2. Current Tuning



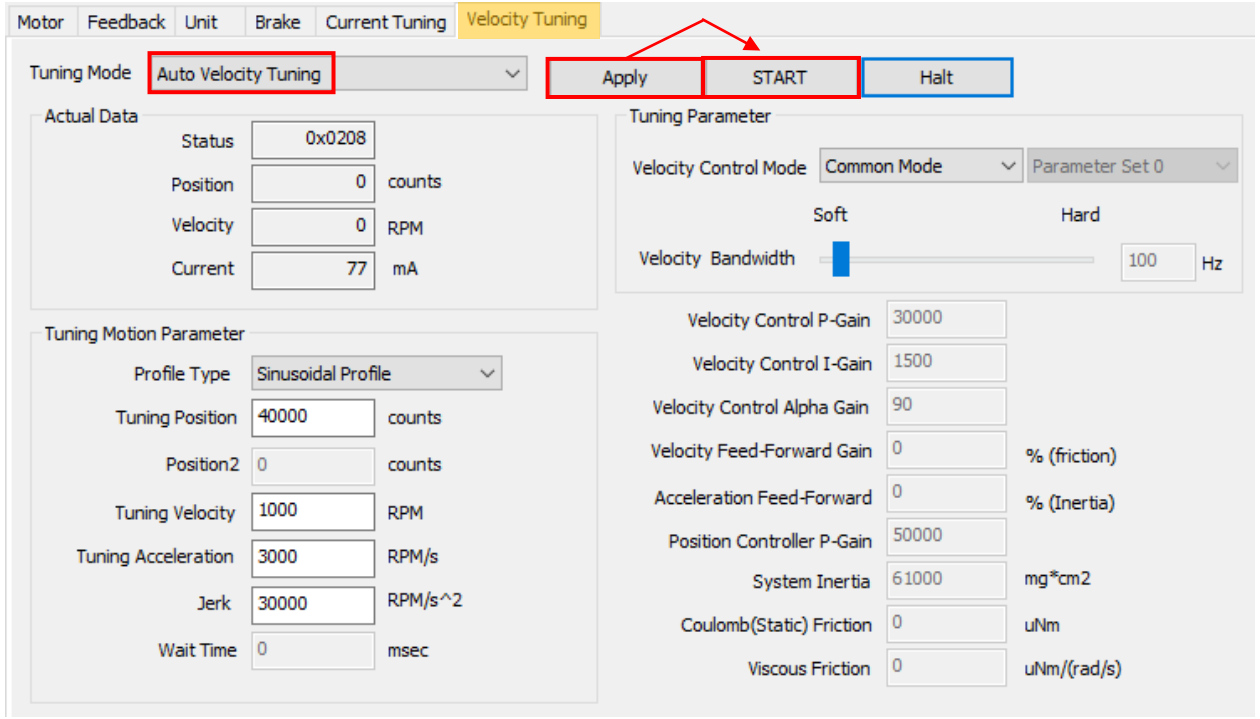
- 저항 및 인덕턴스를 측정
- 저항, 인덕턴스, Bandwidth로 P, I Gain 계산
- Bandwidth가 높을수록 응답성 ↑, But 소음 및 진동 발생 가능
- Bandwidth가 낮을수록 응답성 ↓, But 소음 및 진동 감소
- Tuning 완료 후 출력되는 Current Graph를 통하여 지령에 대한 응답성 확인

3. Auto Velocity Tuning(1)



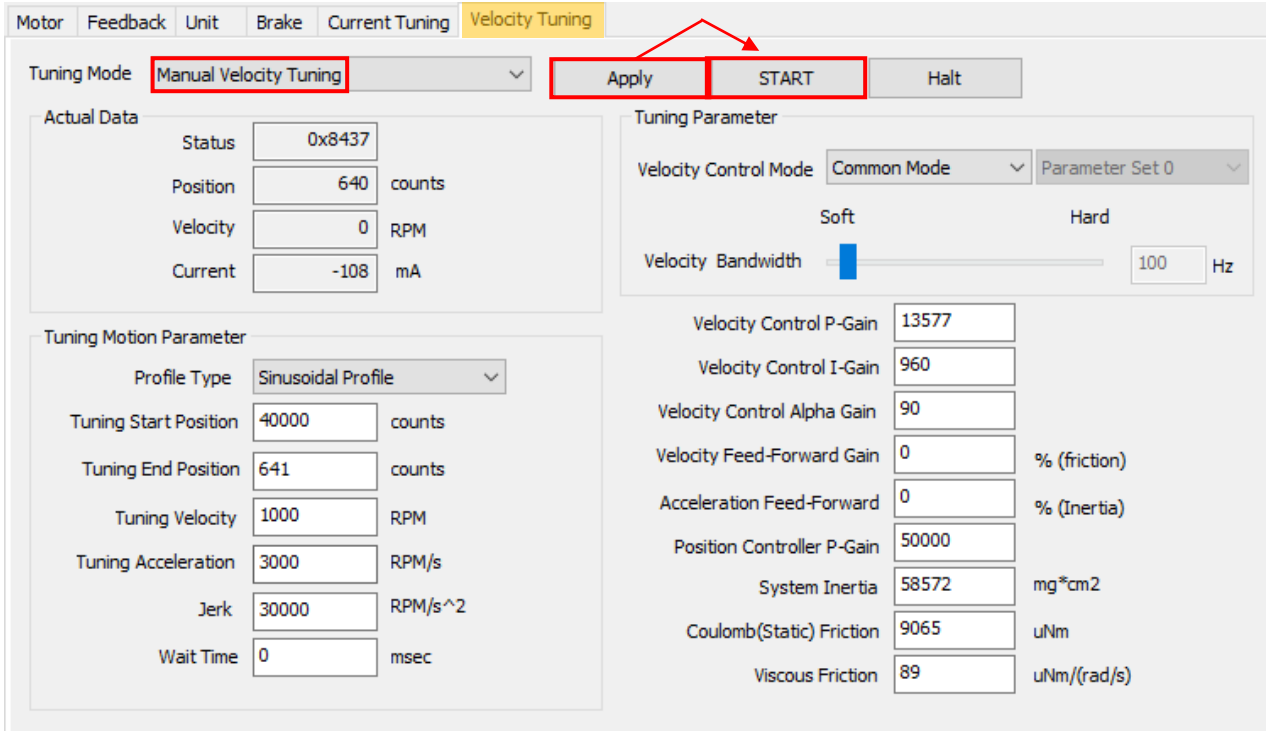
- 현재 위치를 기준으로 Tuning Position 값 만큼 왕복 이동하며 Auto Tuning 진행
- Inertia와 Friction을 측정
- Torque Constant와 Inertia, Bandwidth로 Gain 계산

3. Auto Velocity Tuning(2)



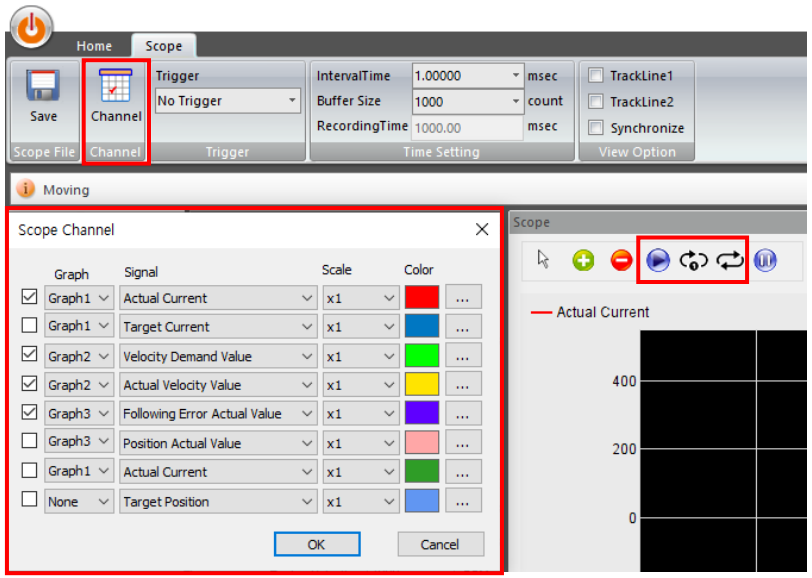
- 속도와 가속도를 조절하여 Auto Tuning 진행 간 Velocity Profile에서 등속구간이 없도록 하는 것이 유리함.
- 속도가 일정치 이상으로 오르지 않으면 Auto Tuning 진행이 어려우므로 Rotary 모터의 경우 최소 30RPM, Linear 모터의 경우 최소 100mm/s 이상의 속도에 도달할 수 있도록 속도 파라미터를 조정해야 함.
  (최소 기준치이므로 속도는 기준치보다는 높은 것이 좋음
- 정지 마찰이 큰 시스템에서는 초반 가속이 어렵기 때문에 Bandwidth가 낮으면 Auto Tuning 진행이 어려움. Bandwidth를 조금 높이고, 가속을 빨리하여 목표 속도에 도달할 수 있도록 가속도를 크게 하는 것이 유리함.

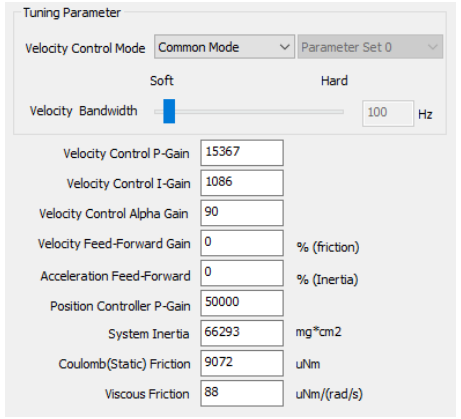
4. Manual Velocity Tuning(1)



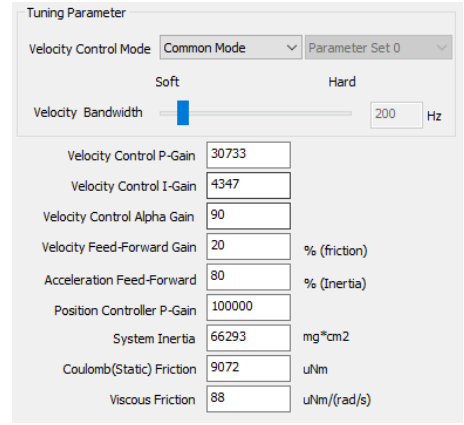
- Auto Tuning을 통해 계산한 Gain을 세부적으로 조정 가능
- Tuning Start Position <-> Tuning End Position 반복 구동
- Feed-Forward Gain을 통해 측정된 Inertia와 Friction을 보상
- Bandwidth가 높을수록 응답성 ↑, But 소음 및 진동 발생 가능
- Bandwidth가 낮을수록 응답성 ↓, But 소음 및 진동 감소
- Position Controller P-Gain은 Static Friction이 큰 Picker류에 높은 값을 주면 Target Position으로 위치 수렴이 빨라 짐. Static Friction이 작은 시스템에서 높은 값을 사용 할 경우 Target Position 근처에서 떨게 됨.
- ms 단위로 Inposition을 당기고 싶을 때 Alpha Gain을 1~2간격으로 조정해보는 것이 좋음.

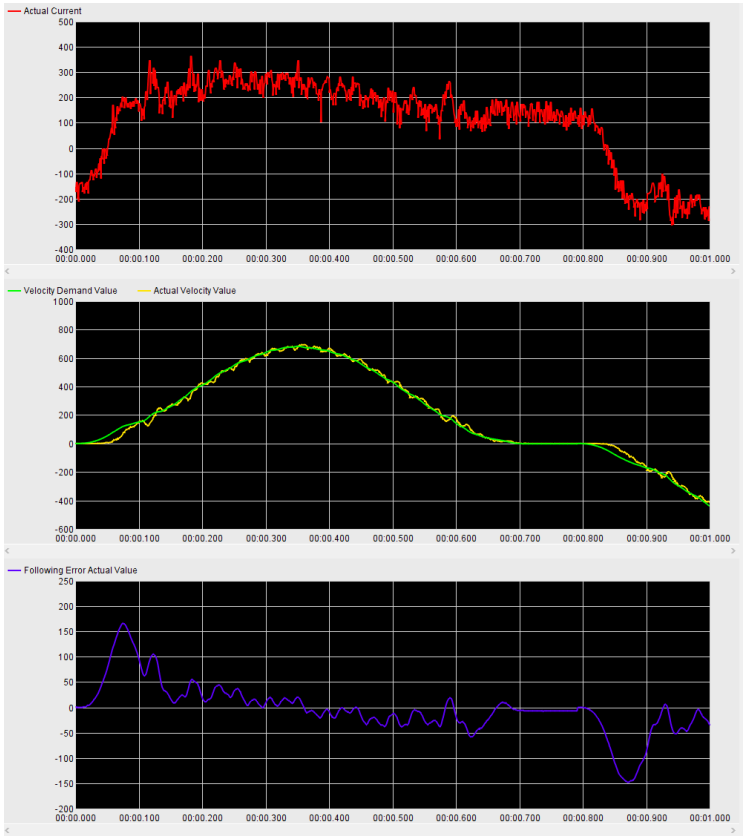
4. Manual Velocity Tuning(2)

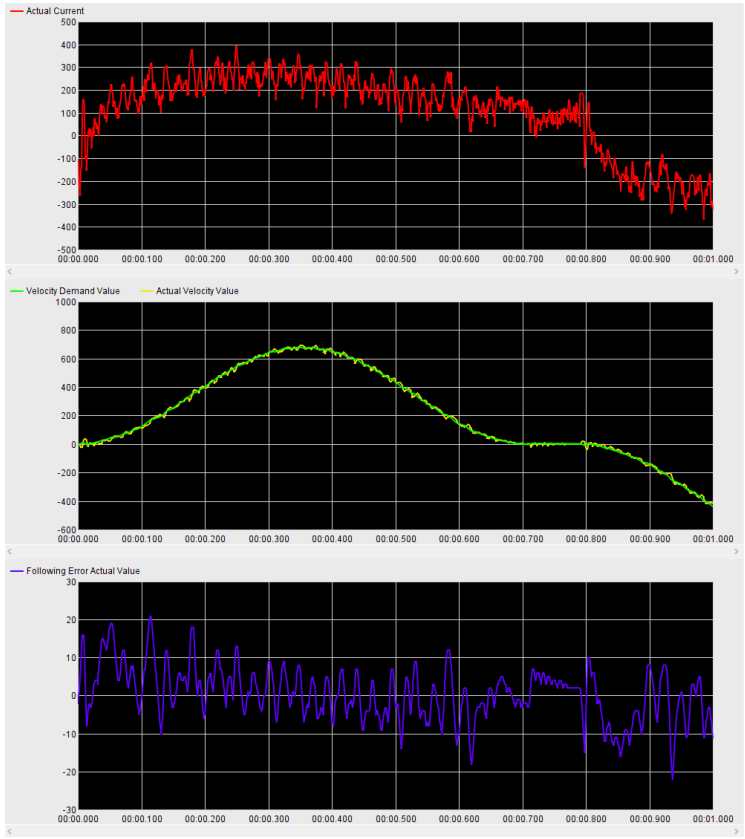




Bandwidth 등
Tuning Parameter
조정

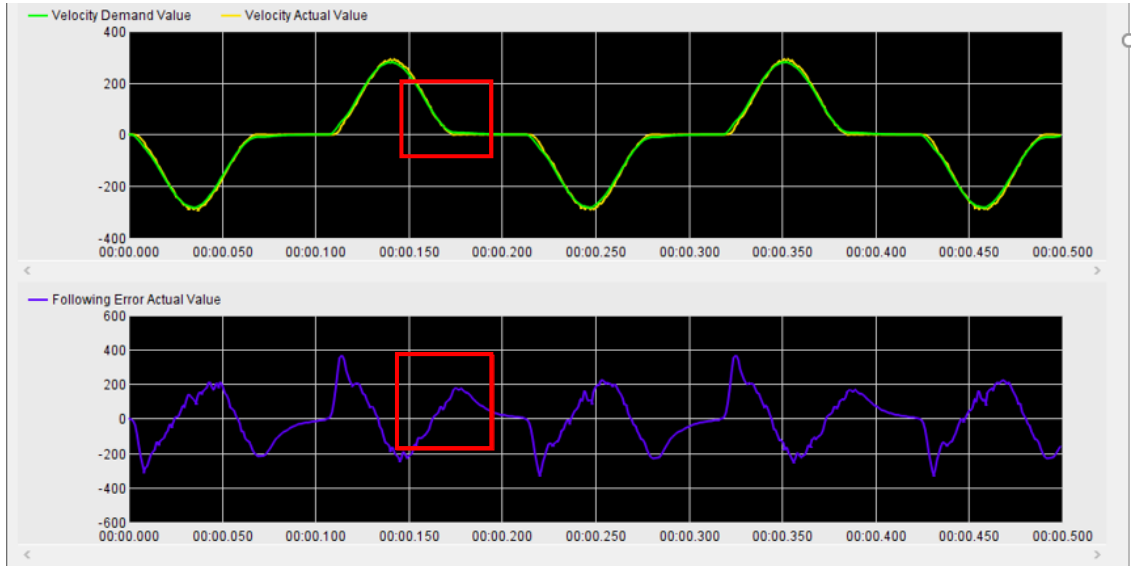




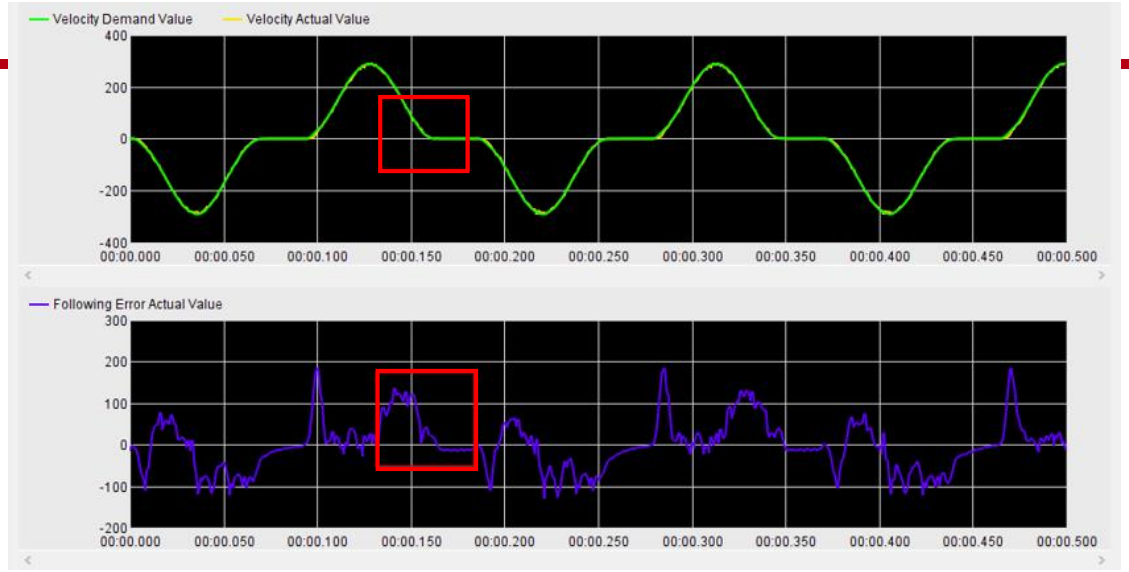


- Manual Velocity Tuning으로 왕복 구동 명령을 주고 구동 간에 Tuning Parameter를 수동으로 변경해가며 모터의 전류 및 속도 그리고 Following Error(Position Error)등이 변화하는 양상에 따라 Manual Tuning을 진행
- Scope -> Channel -> 튜닝간 모니터링 하고 싶은 항목 설정
- Scope 창의  버튼을 통하여 현재 데이터를 재생하거나, Read Buffer를 통해 Recording Time 동안 저장된 데이터를 띄워 Tuning시에 이용할 수 있음

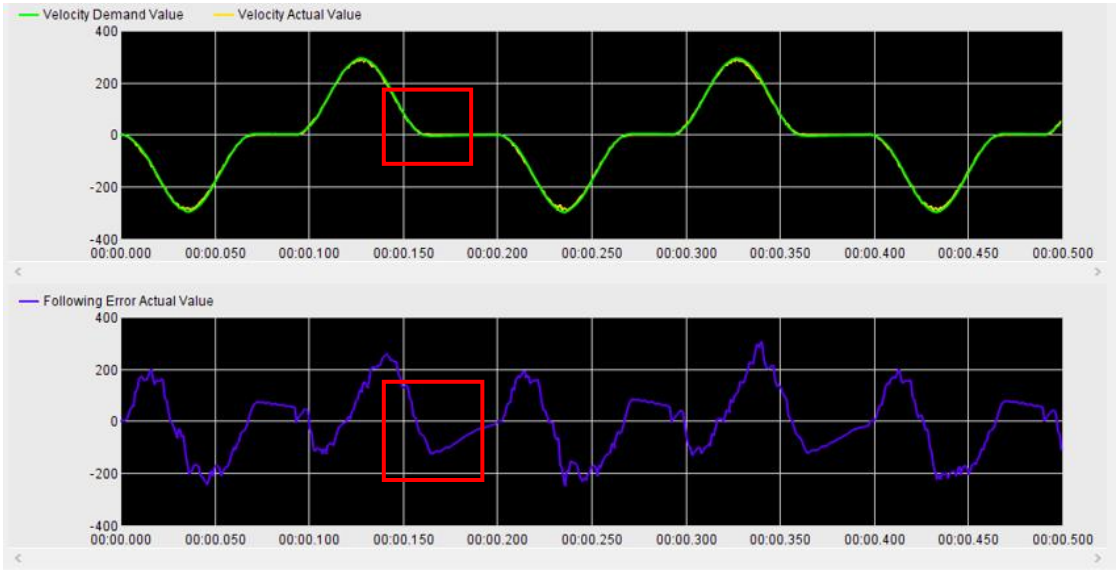
4. Manual Velocity Tuning(3) – Acc Feed Forward



< AFF 적용 전 >
- 관성에 의한 Following Error 증가

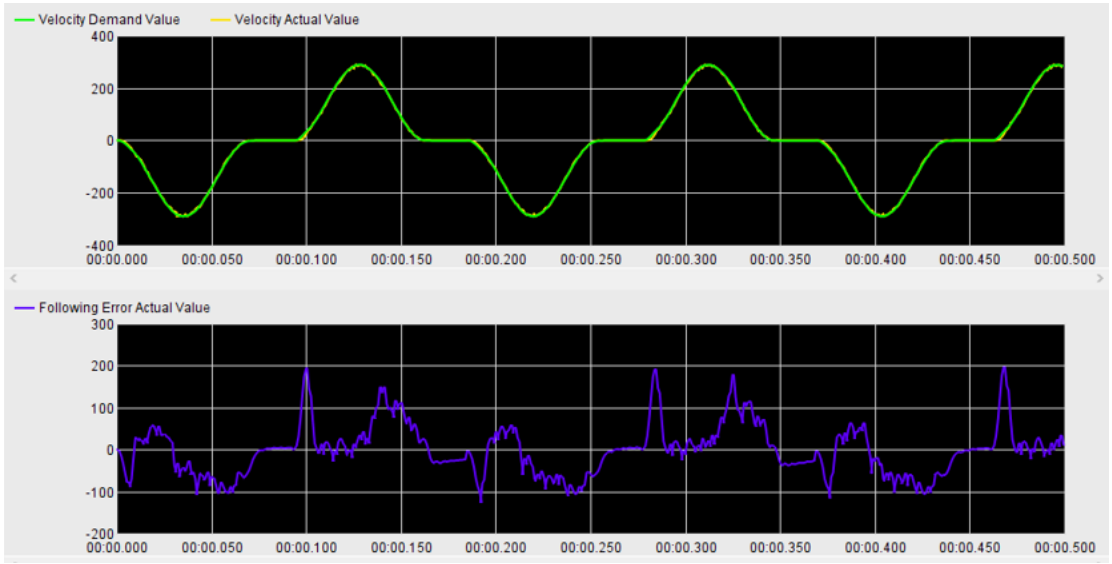


< 적절한 AFF 보상 >
- Following Error 감소

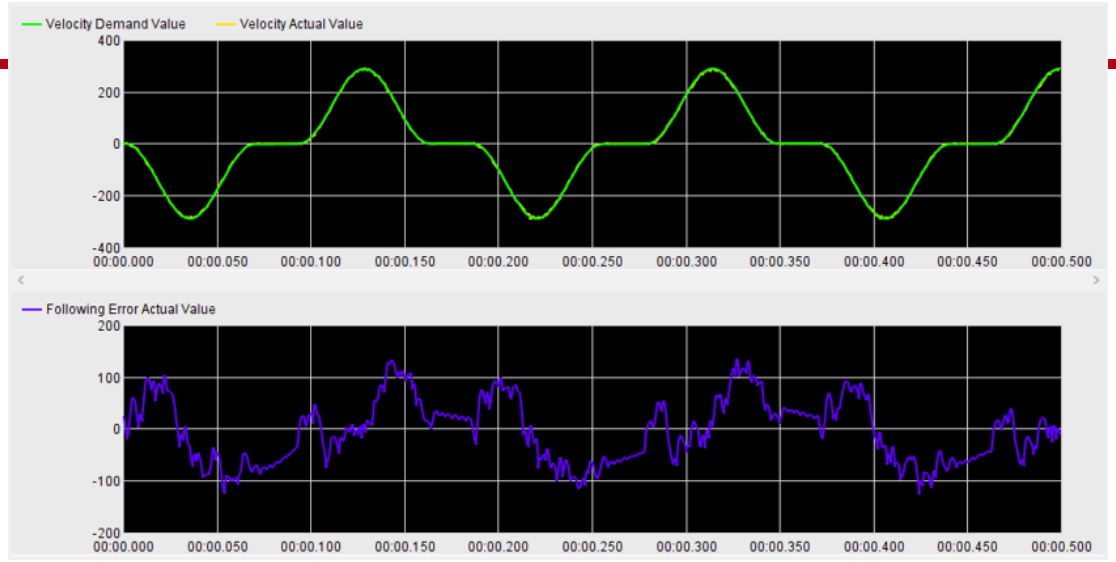


< AFF 과다 보상 >
- Following Error 반대로 증가

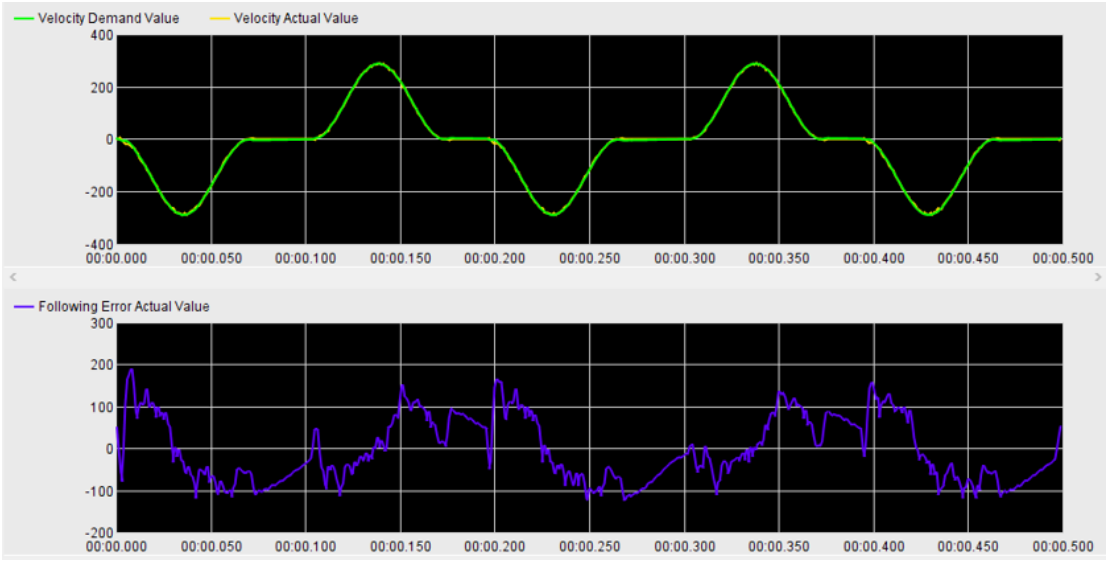
4. Manual Velocity Tuning(4) – Vel Feed Forward



< VFF 적용 전 >
- 마찰에 의한 Following Error 증가

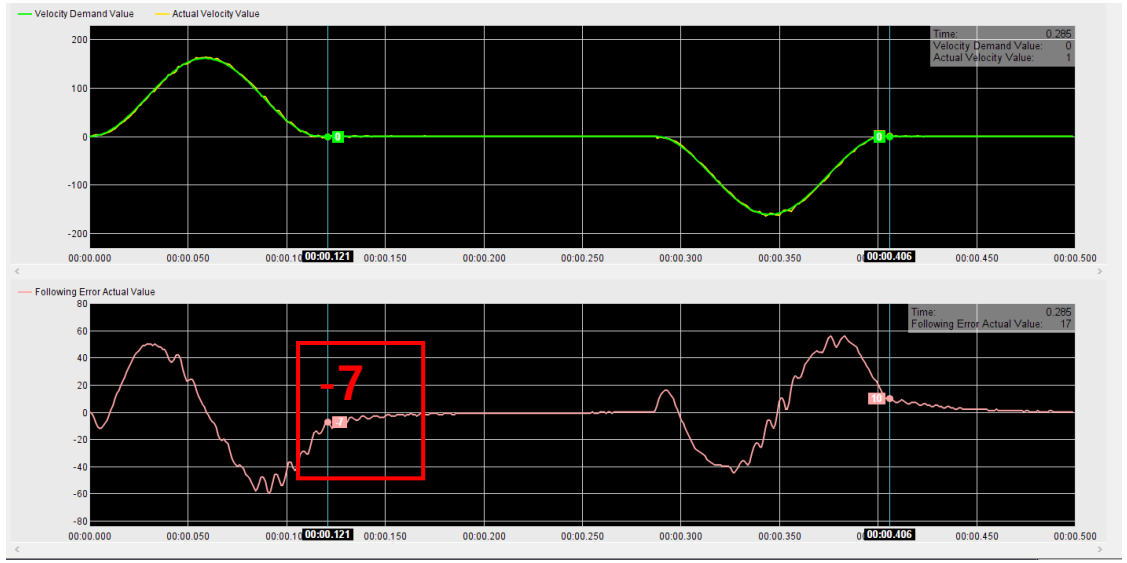


< 적절한 VFF 보상 >
- Following Error 감소

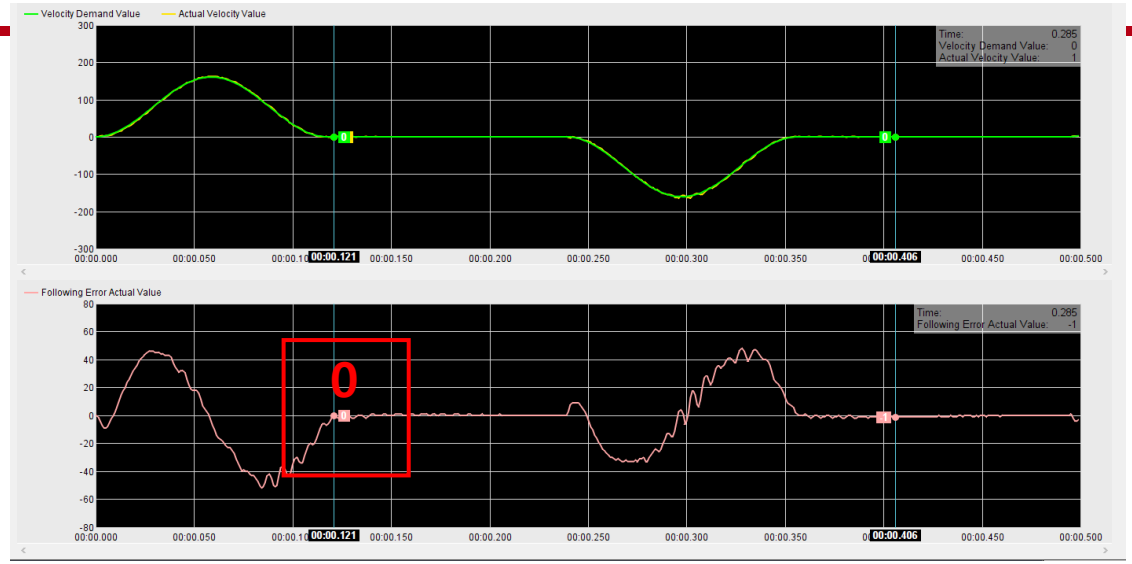


< VFF 과다 보상 >
- Following Error 반대로 증가

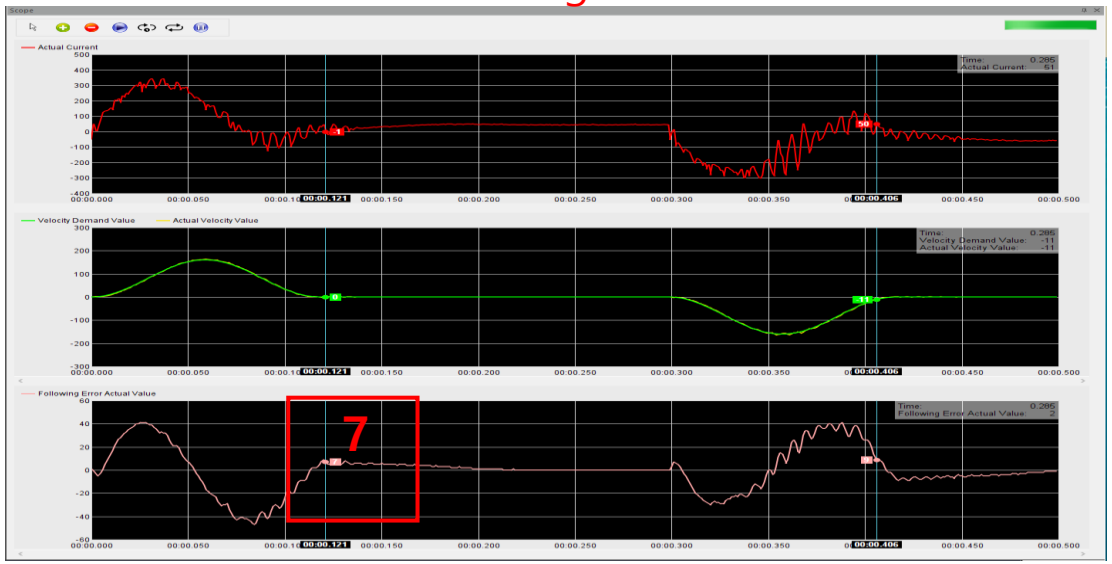
4. Manual Velocity Tuning(4) – Alpha Gain



<Alpha Gain 조정 전 >
- In Position 구간 Following Error 증가



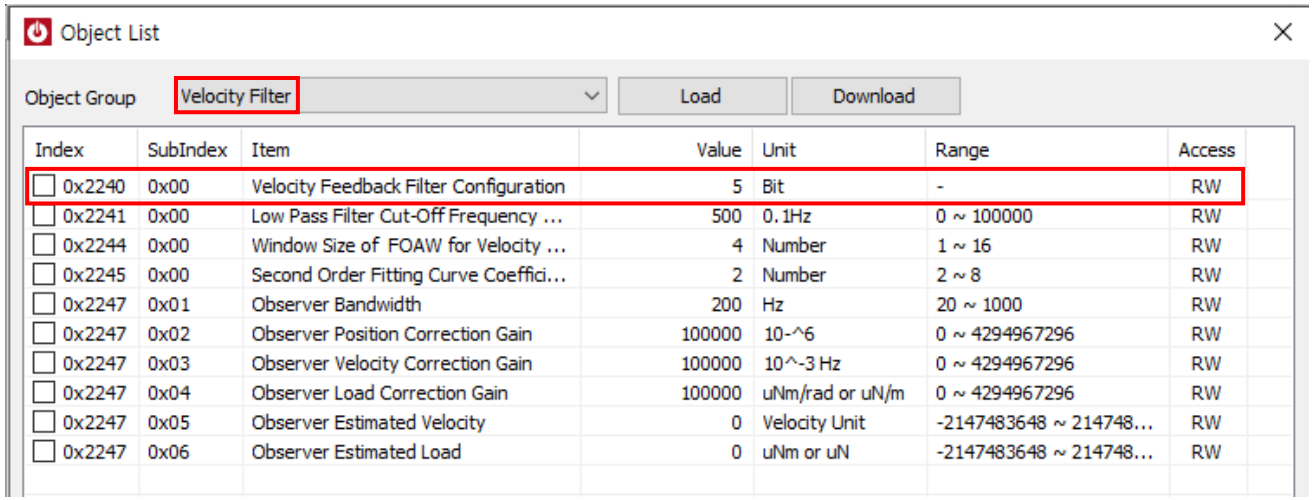
< 적절한 Alpha Gain >
- Following Error 감소



< Alpha Gain 과다 >
- Following Error 반대로 증가

Velocity Feedback Filter

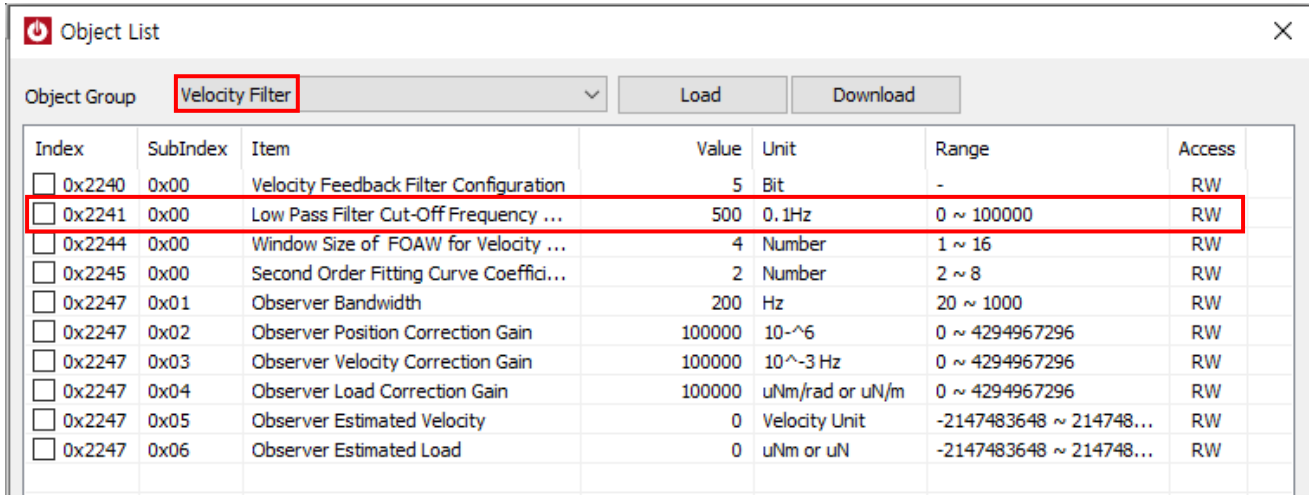
1. Velocity Feedback Filter Configuration



Filter Configuration	
Index	Description
0	No Filter
1	First Order Low Pass Filter
2	Reserved
3	Reserved
4	First Order Adaptive Windowing Filter
5	Second Order Fitting Curve
6	Reserved
7	Disturbance Observer (단축 Drive의 경우 Index : 256)

- Velocity Feedback Filter Configuration : 사용하려는 Filter의 Index 를 Value에 입력
- Filter를 사용하지 않는 경우 0 입력
- 분해능이 높은 시스템에서는 Filter를 쓰지 않는 것이 가장 좋음

2. Low Pass Filter

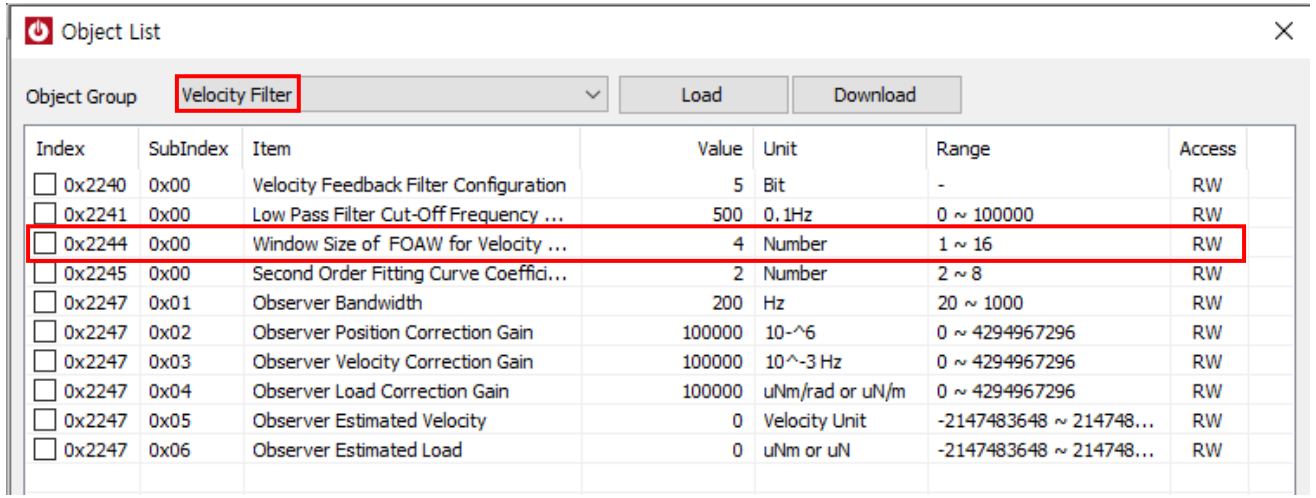


Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range	Access
0x2240	0x00	Velocity Feedback Filter Configuration	5	Bit	-	RW
0x2241	0x00	Low Pass Filter Cut-Off Frequency ...	500	0.1Hz	0 ~ 100000	RW
0x2244	0x00	Window Size of FOAW for Velocity ...	4	Number	1 ~ 16	RW
0x2245	0x00	Second Order Fitting Curve Coeffici...	2	Number	2 ~ 8	RW
0x2247	0x01	Observer Bandwidth	200	Hz	20 ~ 1000	RW
0x2247	0x02	Observer Position Correction Gain	100000	10-^6	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x03	Observer Velocity Correction Gain	100000	10^-3 Hz	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x04	Observer Load Correction Gain	100000	uNm/rad or uN/m	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x05	Observer Estimated Velocity	0	Velocity Unit	-2147483648 ~ 214748...	RW
0x2247	0x06	Observer Estimated Load	0	uNm or uN	-2147483648 ~ 214748...	RW

- Low Pass Filter Cut-Off Frequency for Velocity Feedback
  - 0.1Hz 단위
  - 0~100000의 입력 범위
  - 차단 주파수를 지정

- 가속도가 느린 시스템에서는 강하게 걸고 Gain을 높여도 됨
  -> 가속도가 빠르면 발산 위험이 있음
- 벨트 구조 등 진동이 심하거나 마찰이 큰 바닥의 AGV 장비에서 사용 시 안정성을 높일 수 있음

3. First Order Adaptive Windowing(FOAW) Filter

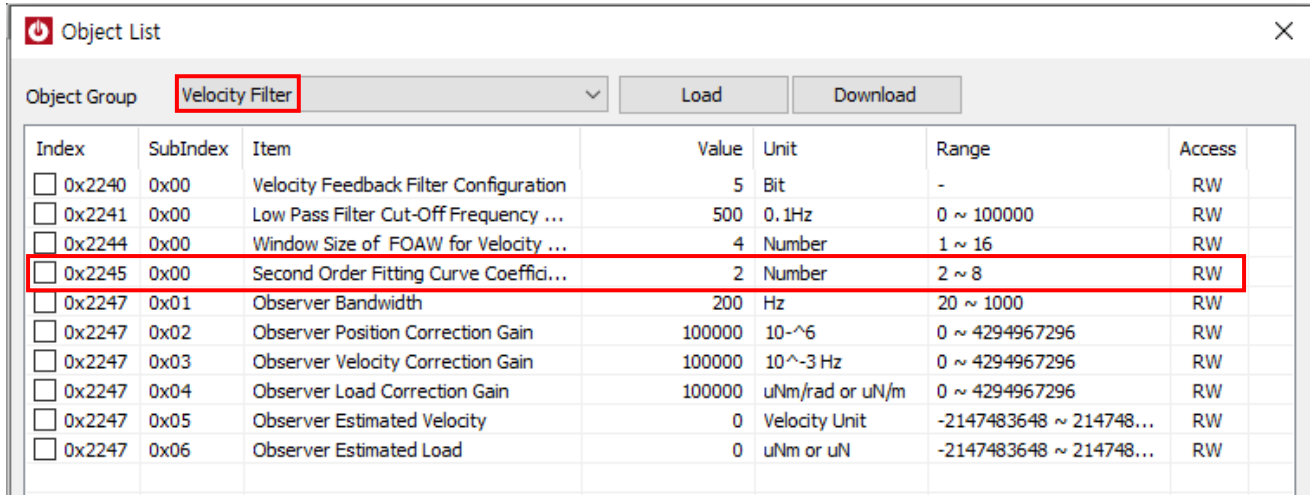


Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range	Access
0x2240	0x00	Velocity Feedback Filter Configuration	5	Bit	-	RW
0x2241	0x00	Low Pass Filter Cut-Off Frequency ...	500	0.1Hz	0 ~ 100000	RW
0x2244	0x00	Window Size of FOAW for Velocity ...	4	Number	1 ~ 16	RW
0x2245	0x00	Second Order Fitting Curve Coeffici...	2	Number	2 ~ 8	RW
0x2247	0x01	Observer Bandwidth	200	Hz	20 ~ 1000	RW
0x2247	0x02	Observer Position Correction Gain	100000	10-^6	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x03	Observer Velocity Correction Gain	100000	10^-3 Hz	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x04	Observer Load Correction Gain	100000	uNm/rad or uN/m	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x05	Observer Estimated Velocity	0	Velocity Unit	-2147483648 ~ 214748...	RW
0x2247	0x06	Observer Estimated Load	0	uNm or uN	-2147483648 ~ 214748...	RW

- Window Size of FOAW for Velocity Feedback
  - 1~16 범위의 Window Size 지정

- 분해능이 10000 이상인 경우 사용
- 실제로 노이즈가 있는 경우(자기식 엔코더와 같이)

4. Second Order Fitting Curve Filter

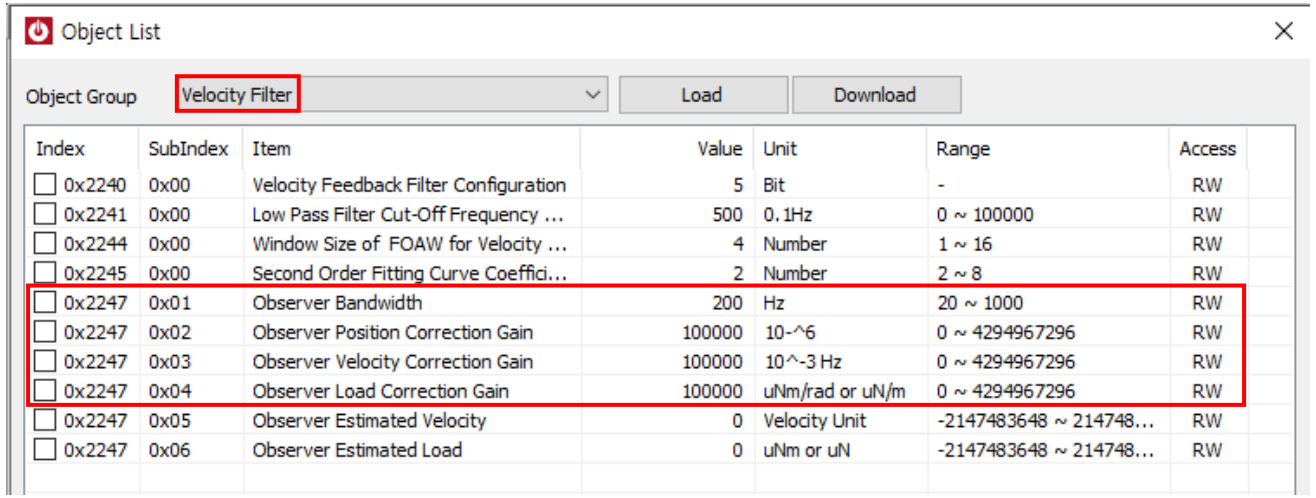


Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range	Access
0x2240	0x00	Velocity Feedback Filter Configuration	5	Bit	-	RW
0x2241	0x00	Low Pass Filter Cut-Off Frequency ...	500	0.1Hz	0 ~ 100000	RW
0x2244	0x00	Window Size of FOAW for Velocity ...	4	Number	1 ~ 16	RW
0x2245	0x00	Second Order Fitting Curve Coeffici...	2	Number	2 ~ 8	RW
0x2247	0x01	Observer Bandwidth	200	Hz	20 ~ 1000	RW
0x2247	0x02	Observer Position Correction Gain	100000	10-^6	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x03	Observer Velocity Correction Gain	100000	10^-3 Hz	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x04	Observer Load Correction Gain	100000	uNm/rad or uN/m	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x05	Observer Estimated Velocity	0	Velocity Unit	-2147483648 ~ 214748...	RW
0x2247	0x06	Observer Estimated Load	0	uNm or uN	-2147483648 ~ 214748...	RW

- Second Order Fitting Curve Coefficient for Velocity Feedback
  - 2~8 범위의 계수 지정

- 가속도와 무관하며 일반적으로 많이 사용
  Encoder 펄스 폭이 일정하지 않으면 성능이 떨어짐

5. Disturbance Observer Filter

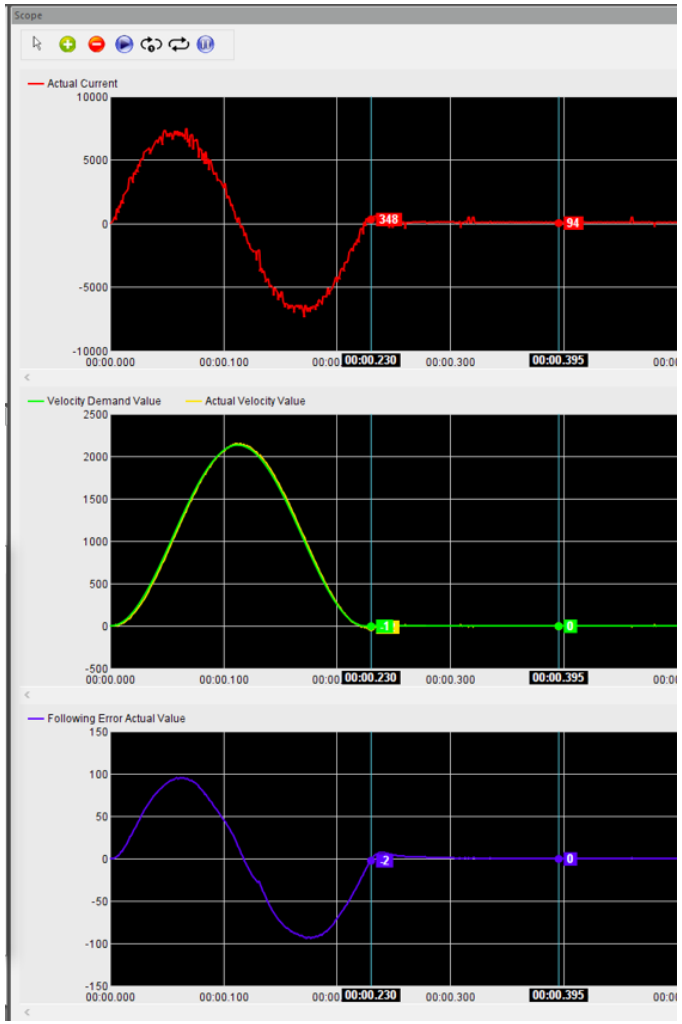


Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range	Access
0x2240	0x00	Velocity Feedback Filter Configuration	5	Bit	-	RW
0x2241	0x00	Low Pass Filter Cut-Off Frequency ...	500	0.1Hz	0 ~ 100000	RW
0x2244	0x00	Window Size of FOAW for Velocity ...	4	Number	1 ~ 16	RW
0x2245	0x00	Second Order Fitting Curve Coeffici...	2	Number	2 ~ 8	RW
0x2247	0x01	Observer Bandwidth	200	Hz	20 ~ 1000	RW
0x2247	0x02	Observer Position Correction Gain	100000	10-^6	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x03	Observer Velocity Correction Gain	100000	10^-3 Hz	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x04	Observer Load Correction Gain	100000	uNm/rad or uN/m	0 ~ 4294967296	RW
0x2247	0x05	Observer Estimated Velocity	0	Velocity Unit	-2147483648 ~ 214748...	RW
0x2247	0x06	Observer Estimated Load	0	uNm or uN	-2147483648 ~ 214748...	RW

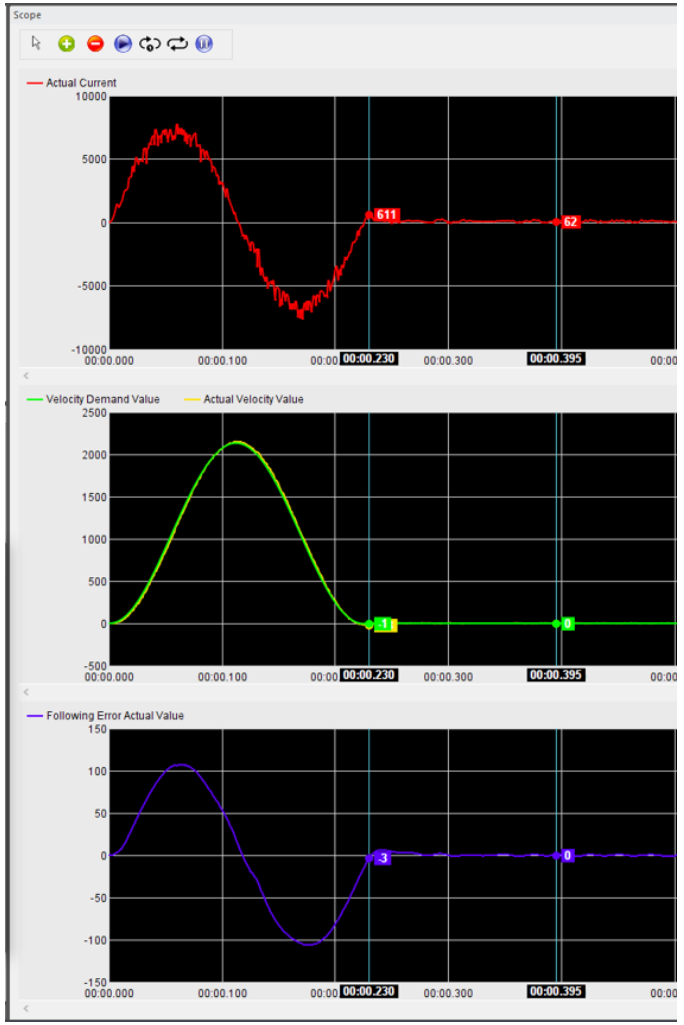
- Observer Bandwidth
  - 20~1000Hz 범위의 Bandwidth 지정
- Position Correction Gain, Velocity Correction Gain, Load Correction Gain
  - 각각의 Gain을 개별적으로 직접 입력 가능

- 분해능이 높을수록 더 좋음
- 전류 노이즈가 있으면 Load로 인식하여 성능 떨어짐

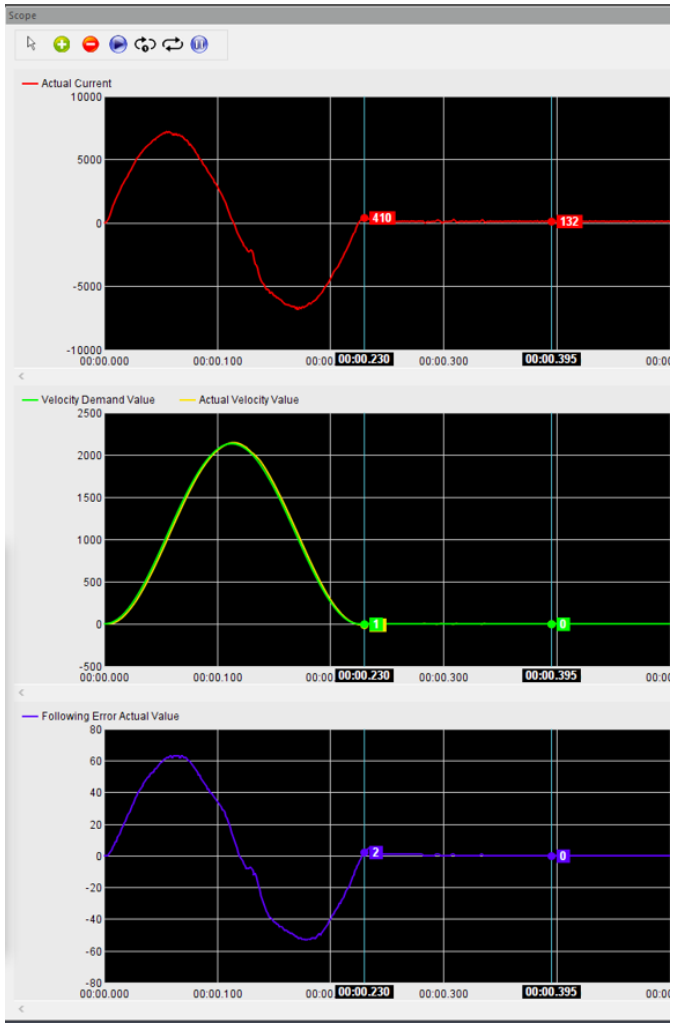
6. Filter 적용 예시



- No Filter
  - 모터 구동 시 소음 발생
  - 정지 시 엔코더 값이 튐



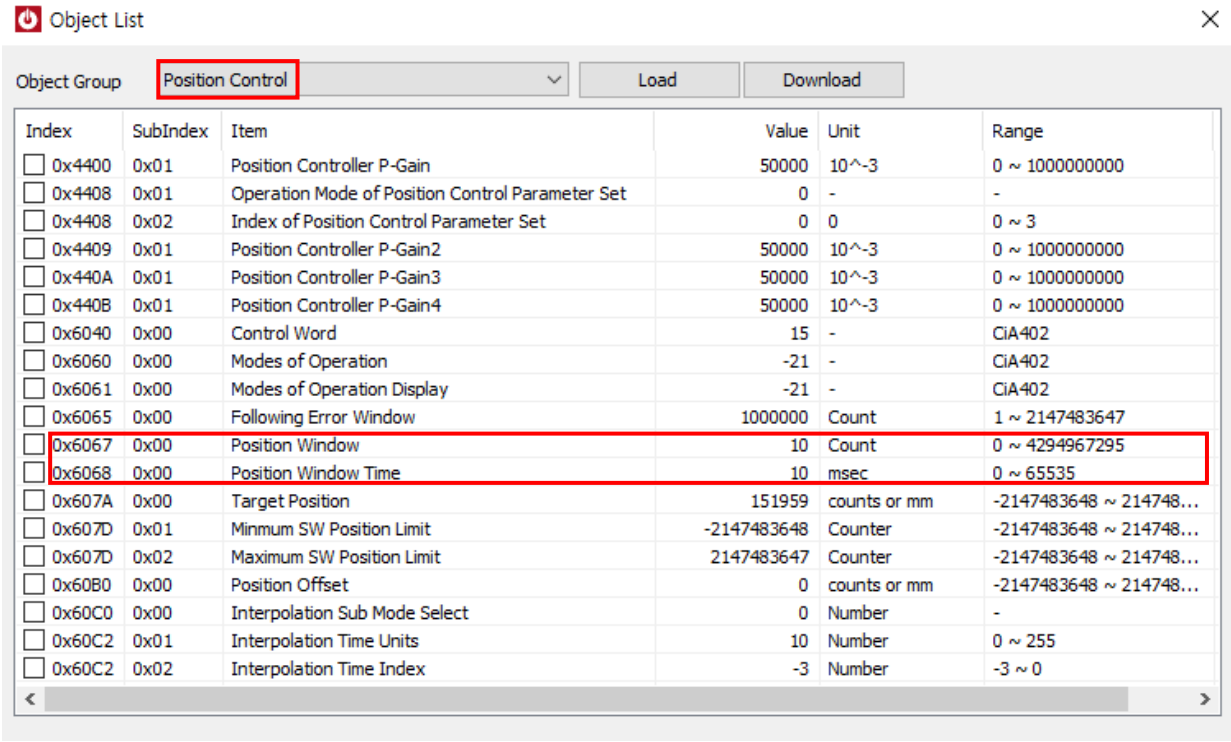
- Second Order Fitting Curve
  - 모터 구동 시 소음 발생
  - 정지 시 엔코더 값이 심하게 튐



- Disturbance Observer
  - 전체적인 Following Error 및 소음 감소
  - 정지 시 엔코더 값이 튀는 부분 개선 됨

Object List

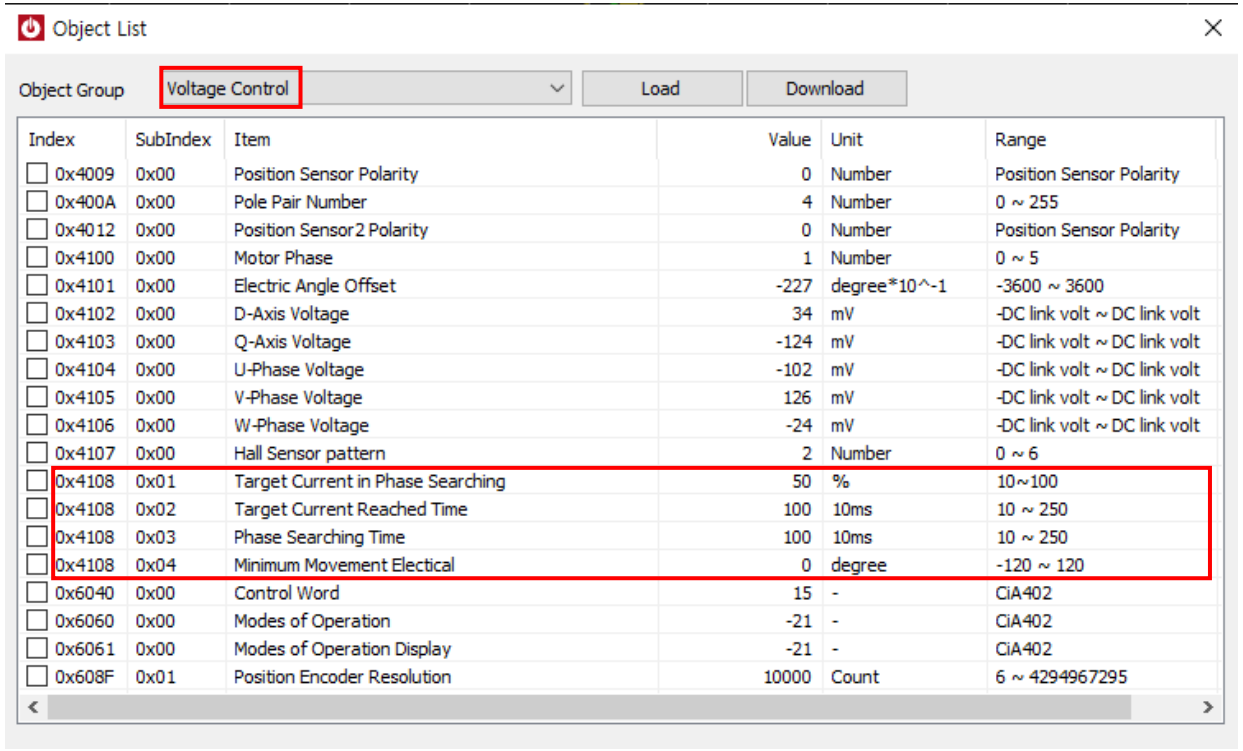
1. Position Window / Position Window Time



Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range
0x4400	0x01	Position Controller P-Gain	50000	10^-3	0 ~ 1000000000
0x4408	0x01	Operation Mode of Position Control Parameter Set	0	-	-
0x4408	0x02	Index of Position Control Parameter Set	0	0	0 ~ 3
0x4409	0x01	Position Controller P-Gain2	50000	10^-3	0 ~ 1000000000
0x440A	0x01	Position Controller P-Gain3	50000	10^-3	0 ~ 1000000000
0x440B	0x01	Position Controller P-Gain4	50000	10^-3	0 ~ 1000000000
0x6040	0x00	Control Word	15	-	CiA402
0x6060	0x00	Modes of Operation	-21	-	CiA402
0x6061	0x00	Modes of Operation Display	-21	-	CiA402
0x6065	0x00	Following Error Window	1000000	Count	1 ~ 2147483647
0x6067	0x00	Position Window	10	Count	0 ~ 4294967295
0x6068	0x00	Position Window Time	10	msec	0 ~ 65535
0x607A	0x00	Target Position	151959	counts or mm	-2147483648 ~ 214748...
0x607D	0x01	Minmum SW Position Limit	-2147483648	Counter	-2147483648 ~ 214748...
0x607D	0x02	Maximum SW Position Limit	2147483647	Counter	-2147483648 ~ 214748...
0x60B0	0x00	Position Offset	0	counts or mm	-2147483648 ~ 214748...
0x60C0	0x00	Interpolation Sub Mode Select	0	Number	-
0x60C2	0x01	Interpolation Time Units	10	Number	0 ~ 255
0x60C2	0x02	Interpolation Time Index	-3	Number	-3 ~ 0

- Position Window : Profile Position Mode에서 Target Position에 도달한 것으로 인정되는 위치의 대칭 범위
- Position Window Time : Position Window 범위 안에서 Position Window Time에 정의된 시간 동안 머무를 경우 Target Reached로 인정

2. Phase Auto Tuning 관련 Object(1)

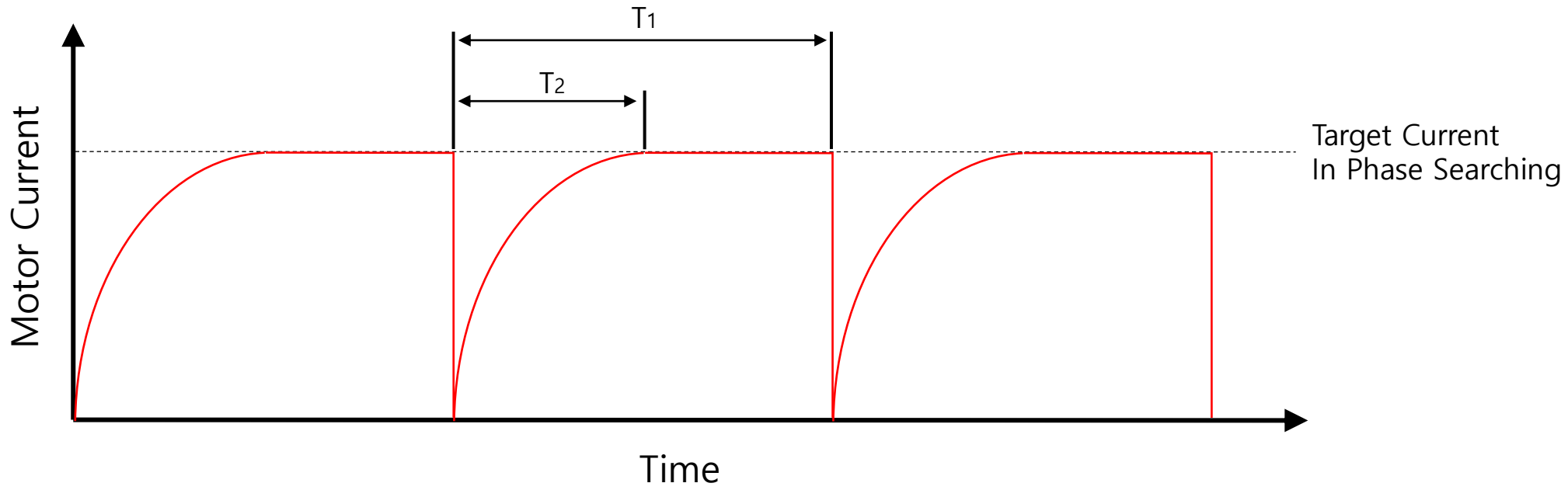


Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range
0x4009	0x00	Position Sensor Polarity	0	Number	Position Sensor Polarity
0x400A	0x00	Pole Pair Number	4	Number	0 ~ 255
0x4012	0x00	Position Sensor2 Polarity	0	Number	Position Sensor Polarity
0x4100	0x00	Motor Phase	1	Number	0 ~ 5
0x4101	0x00	Electric Angle Offset	-227	degree*10^-1	-3600 ~ 3600
0x4102	0x00	D-Axis Voltage	34	mV	-DC link volt ~ DC link volt
0x4103	0x00	Q-Axis Voltage	-124	mV	-DC link volt ~ DC link volt
0x4104	0x00	U-Phase Voltage	-102	mV	-DC link volt ~ DC link volt
0x4105	0x00	V-Phase Voltage	126	mV	-DC link volt ~ DC link volt
0x4106	0x00	W-Phase Voltage	-24	mV	-DC link volt ~ DC link volt
0x4107	0x00	Hall Sensor pattern	2	Number	0 ~ 6
0x4108	0x01	Target Current in Phase Searching	50	%	10~100
0x4108	0x02	Target Current Reached Time	100	10ms	10 ~ 250
0x4108	0x03	Phase Searching Time	100	10ms	10 ~ 250
0x4108	0x04	Minimum Movement Electical	0	degree	-120 ~ 120
0x6040	0x00	Control Word	15	-	CiA402
0x6060	0x00	Modes of Operation	-21	-	CiA402
0x6061	0x00	Modes of Operation Display	-21	-	CiA402
0x608F	0x01	Position Encoder Resolution	10000	Count	6 ~ 4294967295

- Hall Sensor 없이 Incremental Encoder만으로 제어할 때 최초 Servo On시 Commutation하는 방식을 정의함

- Target Current in Phase Searching : Phase Searching시 Target Current. 정격 전류에 대비한 %로 정의
- Target Current Reached Time : Target Current에 도달하는 시간
- Phase Searching Time : Phase Searching 하는 주기

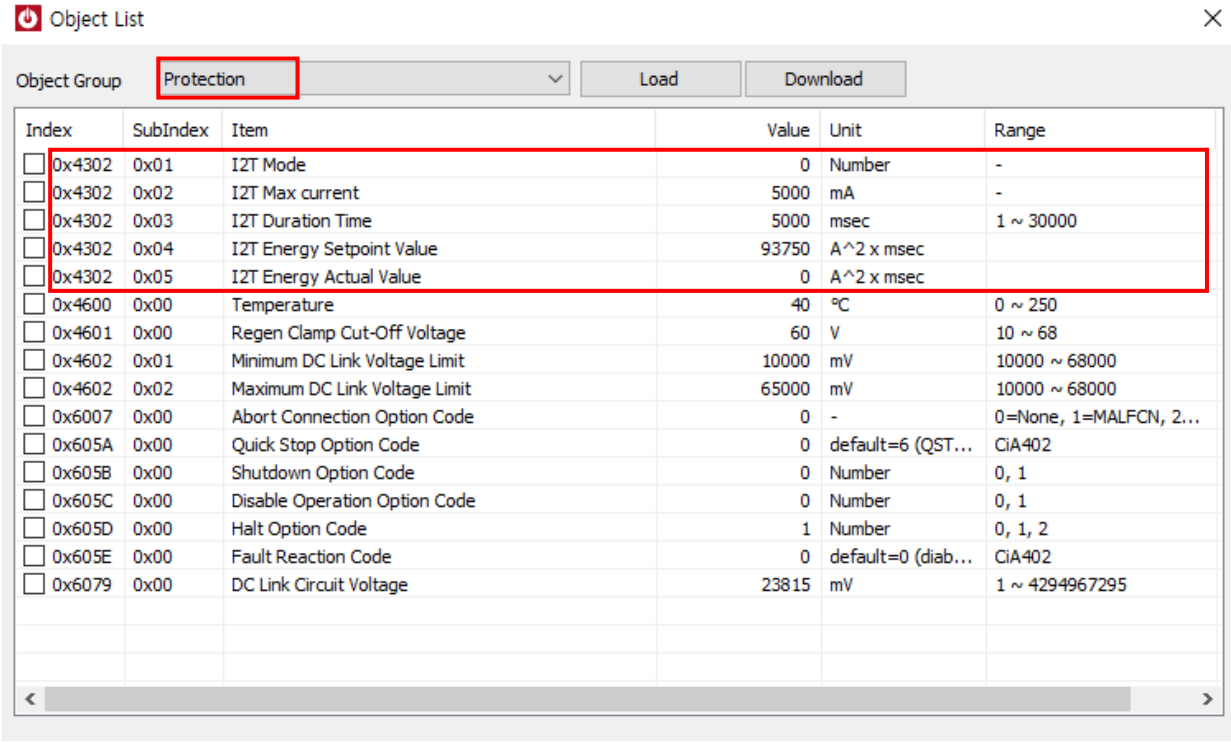
2. Phase Auto Tuning 관련 Object(2)



T1 - Phase Searching Time : Phase Searching 하는 주기

T2 - Target Current Reached Time : Target Current에 도달하는 시간

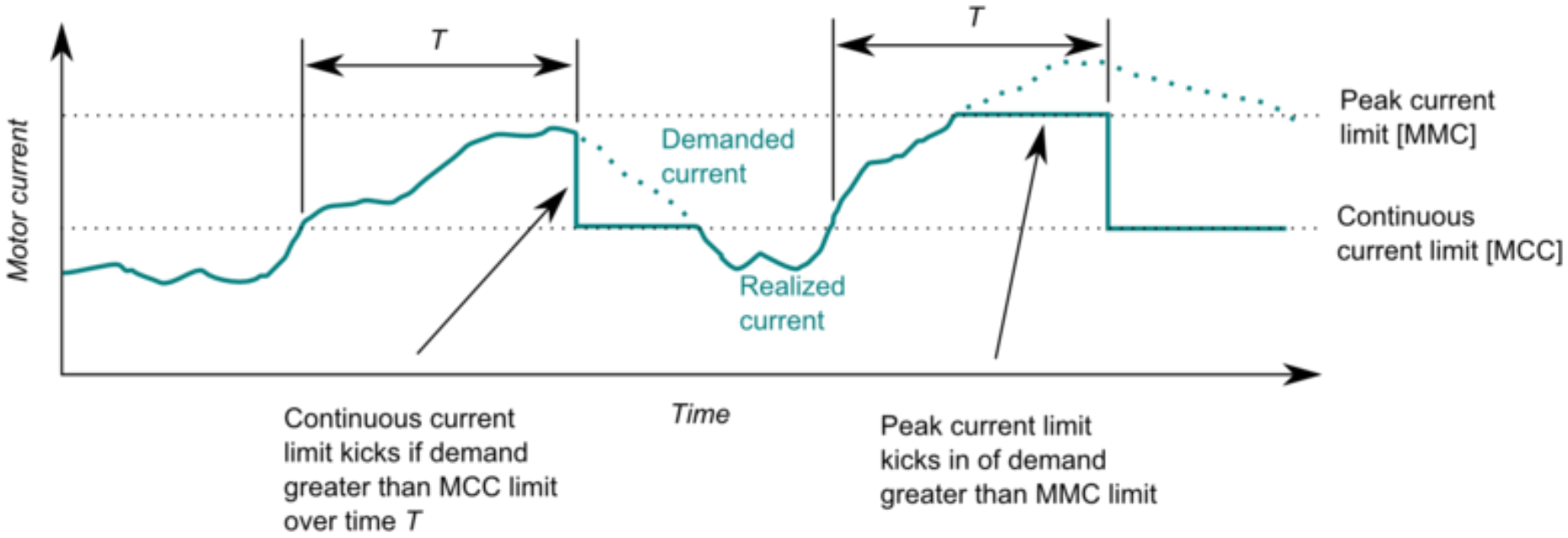
3. I2T Protection(1)



Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range
0x4302	0x01	I2T Mode	0	Number	-
0x4302	0x02	I2T Max current	5000	mA	-
0x4302	0x03	I2T Duration Time	5000	msec	1 ~ 30000
0x4302	0x04	I2T Energy Setpoint Value	93750	A^2 x msec	
0x4302	0x05	I2T Energy Actual Value	0	A^2 x msec	
0x4600	0x00	Temperature	40	℃	0 ~ 250
0x4601	0x00	Regen Clamp Cut-Off Voltage	60	V	10 ~ 68
0x4602	0x01	Minimum DC Link Voltage Limit	10000	mV	10000 ~ 68000
0x4602	0x02	Maximum DC Link Voltage Limit	65000	mV	10000 ~ 68000
0x6007	0x00	Abort Connection Option Code	0	-	0=None, 1=MALFCN, 2...
0x605A	0x00	Quick Stop Option Code	0	default=6 (QST...	CiA402
0x605B	0x00	Shutdown Option Code	0	Number	0, 1
0x605C	0x00	Disable Operation Option Code	0	Number	0, 1
0x605D	0x00	Halt Option Code	1	Number	0, 1, 2
0x605E	0x00	Fault Reaction Code	0	default=0 (diab...	CiA402
0x6079	0x00	DC Link Circuit Voltage	23815	mV	1 ~ 4294967295

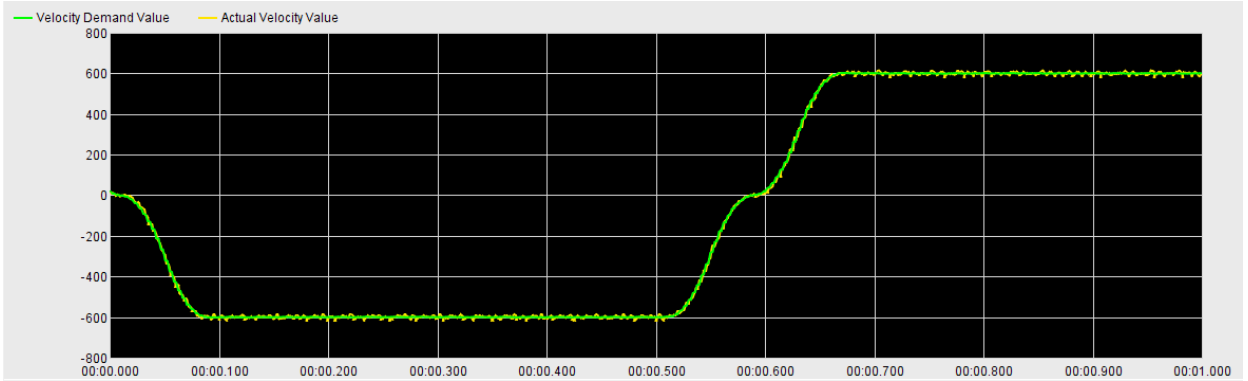
- I2T Mode : 전류 과부하 시 전류를 제한하는 방법 (0 : Over Load Error / 1 : Rated Current로 전류 제한하여 구동)
- I2T Duration Time : 설정된 시간 동안 Max Current 유지 시 I2T Mode에 따라 전류 제한
  -> Rated Current와 Max Current 사이에서 전류 유지 시 I2T Energy 누적되어 Setpoint Value에 도달 할 시 전류 제한
- Rated Current를 Maximum Current보다 높게 설정 시 I2T Protection 작동하지 않음

3. I2T Protection(2)

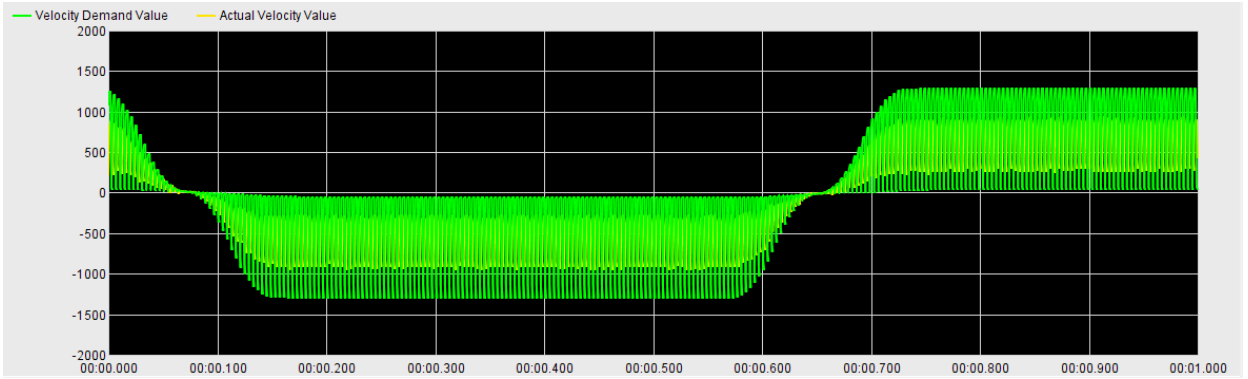


4. Interpolation Time

ex) Cycle Time 4ms



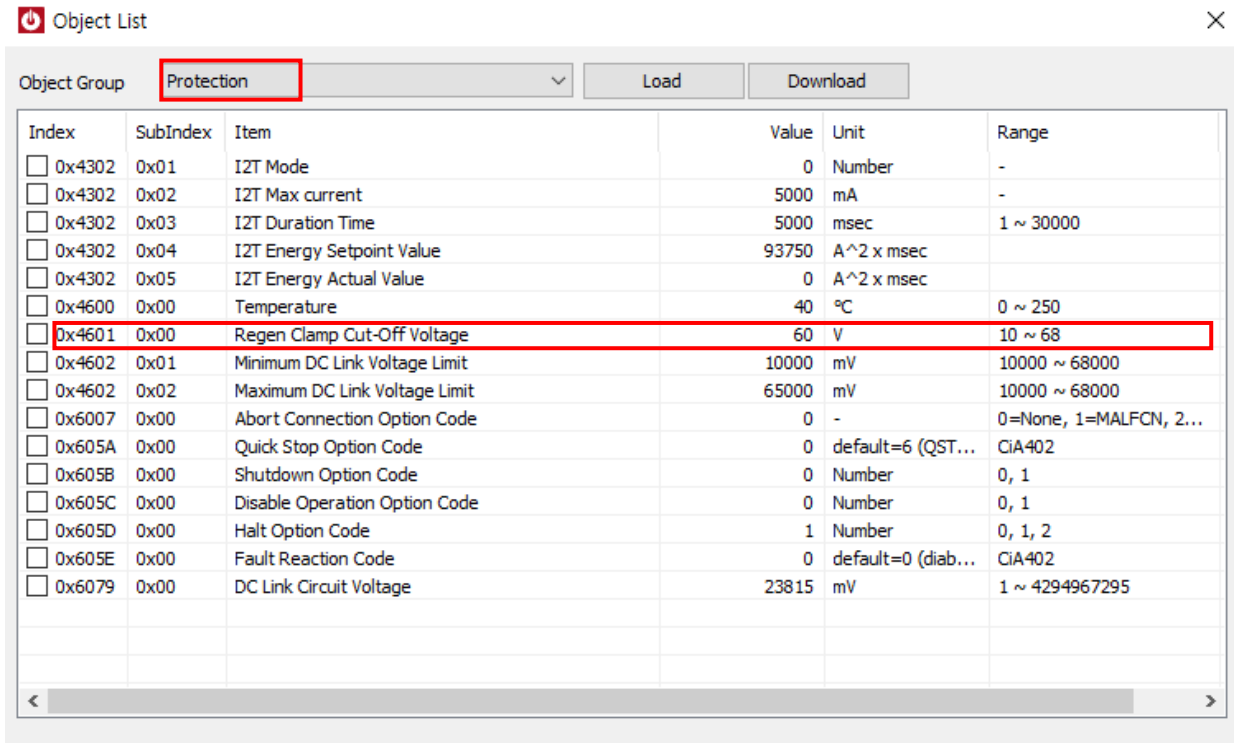
< Interpolation Time Units : 5 >



< Interpolation Time Units : 2 >

- 제어주기 + 1ms로 설정하여야 제어주기마다 갱신되는 Target으로의 이동을 자연스럽게 할 수 있음
- 제어주기보다 낮게 설정 할 경우 Target에 제어주기 보다 짧은 시간안에 도달하여 멈췄다가 다시 이동하게 되어 소음이나 발진 생김

5. Regen Clamp Cut-Off Voltage

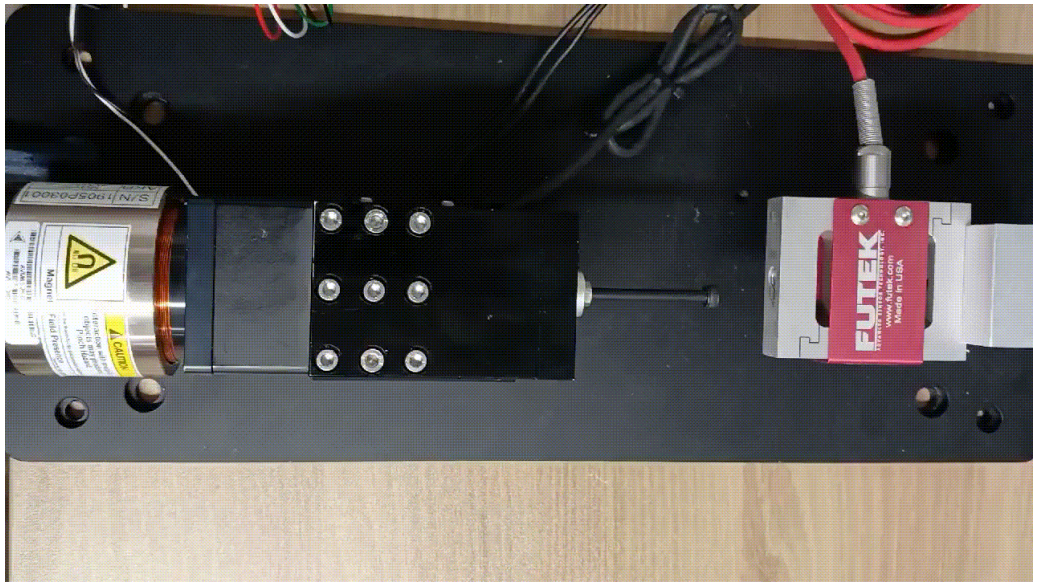


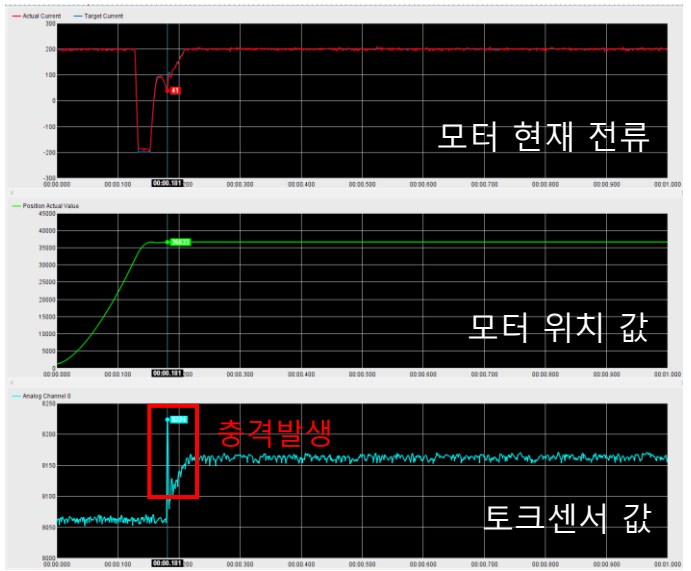
Index	SubIndex	Item	Value	Unit	Range
0x4302	0x01	I2T Mode	0	Number	-
0x4302	0x02	I2T Max current	5000	mA	-
0x4302	0x03	I2T Duration Time	5000	msec	1 ~ 30000
0x4302	0x04	I2T Energy Setpoint Value	93750	A^2 x msec	
0x4302	0x05	I2T Energy Actual Value	0	A^2 x msec	
0x4600	0x00	Temperature	40	℃	0 ~ 250
0x4601	0x00	Regen Clamp Cut-Off Voltage	60	V	10 ~ 68
0x4602	0x01	Minimum DC Link Voltage Limit	10000	mV	10000 ~ 68000
0x4602	0x02	Maximum DC Link Voltage Limit	65000	mV	10000 ~ 68000
0x6007	0x00	Abort Connection Option Code	0	-	0=None, 1=MALFCN, 2...
0x605A	0x00	Quick Stop Option Code	0	default=6 (QST...	CiA402
0x605B	0x00	Shutdown Option Code	0	Number	0, 1
0x605C	0x00	Disable Operation Option Code	0	Number	0, 1
0x605D	0x00	Halt Option Code	1	Number	0, 1, 2
0x605E	0x00	Fault Reaction Code	0	default=0 (diab...	CiA402
0x6079	0x00	DC Link Circuit Voltage	23815	mV	1 ~ 4294967295

- Regen Clamp Cut-Off Voltage : 회생 저항 사용 시 설정된 전압 이상으로 발생한 회생 전력을 회생 저항의 열로 소비

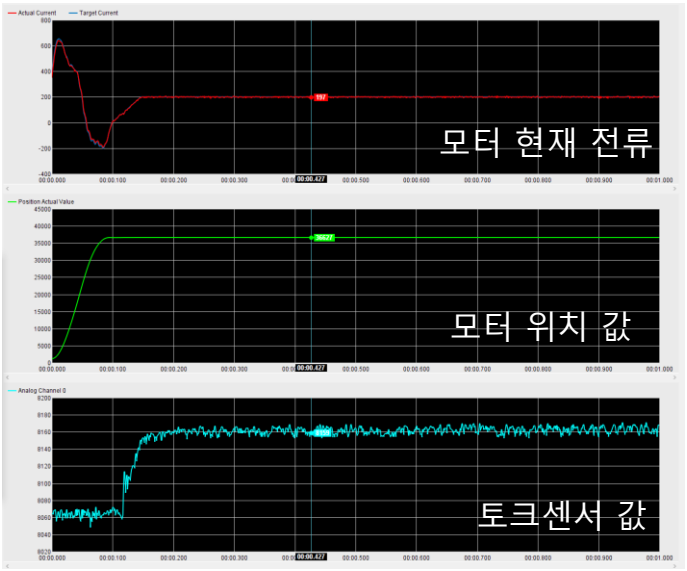
Soft Landing

1. Soft Landing (1)





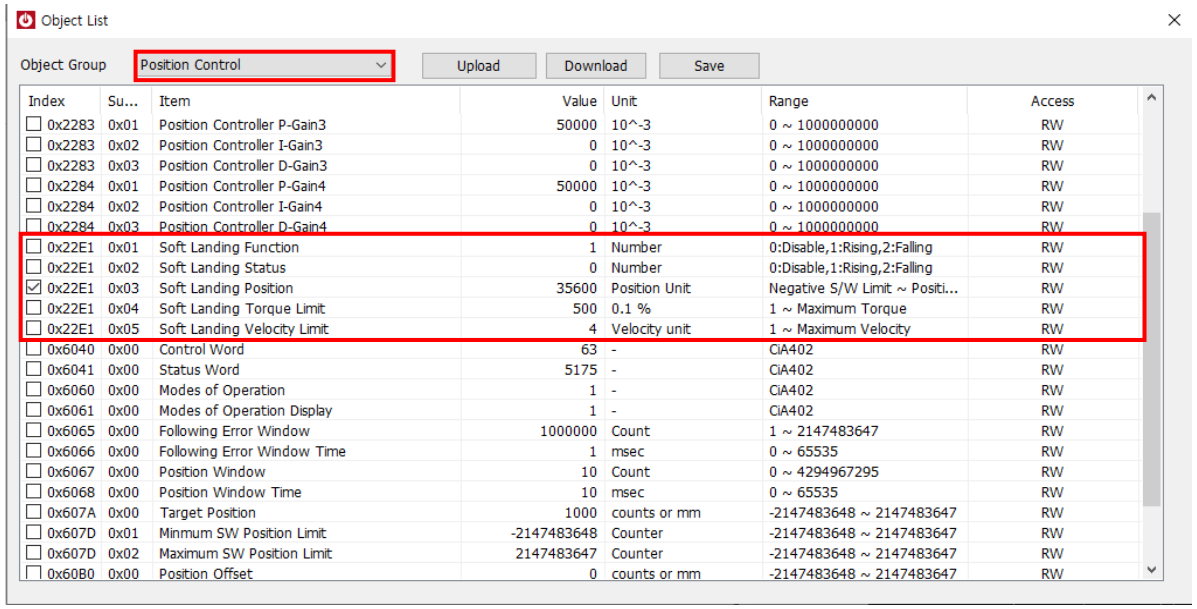
Soft Landing 적용 전
(토크 리미트 적용)



Soft Landing 적용 후

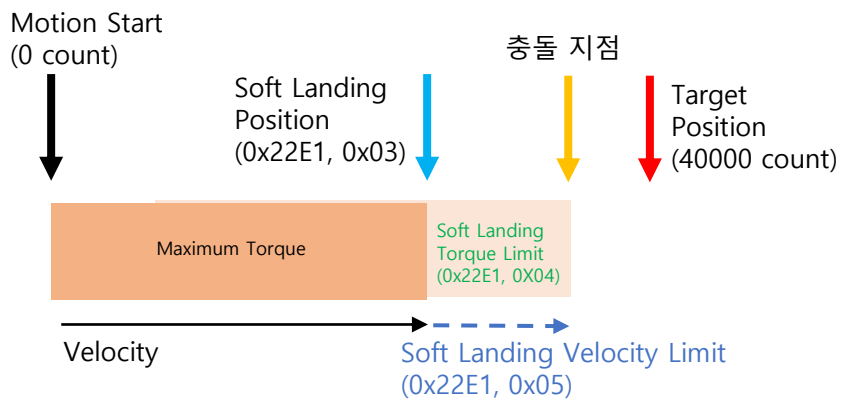
모션 동작 중 Soft Landing Start 구간부터 모터의 토크와 속도를 제한하여
반도체 Chip 등의 워크에 충격이 가해지지 않도록 제어

1. Soft Landing (2)

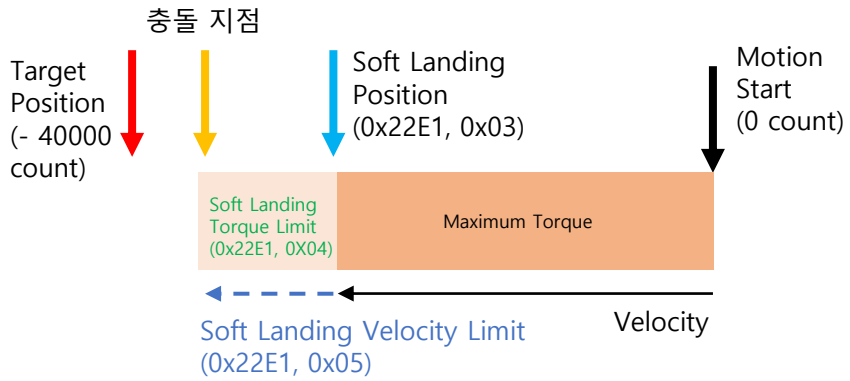


Index	Su...	Item	Value	Unit	Range	Access
0x2283	0x01	Position Controller P-Gain3	50000	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x2283	0x02	Position Controller I-Gain3	0	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x2283	0x03	Position Controller D-Gain3	0	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x2284	0x01	Position Controller P-Gain4	50000	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x2284	0x02	Position Controller I-Gain4	0	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x2284	0x03	Position Controller D-Gain4	0	10^-3	0 ~ 1000000000	RW
0x22E1	0x01	Soft Landing Function	1	Number	0:Disable,1:Rising,2:Falling	RW
0x22E1	0x02	Soft Landing Status	0	Number	0:Disable,1:Rising,2:Falling	RW
0x22E1	0x03	Soft Landing Position	35600	Position Unit	Negative S/W Limit ~ Positi...	RW
0x22E1	0x04	Soft Landing Torque Limit	500	0.1 %	1 ~ Maximum Torque	RW
0x22E1	0x05	Soft Landing Velocity Limit	4	Velocity unit	1 ~ Maximum Velocity	RW
0x6040	0x00	Control Word	63	-	CiA402	RW
0x6041	0x00	Status Word	5175	-	CiA402	RW
0x6060	0x00	Modes of Operation	1	-	CiA402	RW
0x6061	0x00	Modes of Operation Display	1	-	CiA402	RW
0x6065	0x00	Following Error Window	1000000	Count	1 ~ 2147483647	RW
0x6066	0x00	Following Error Window Time	1	msec	0 ~ 65535	RW
0x6067	0x00	Position Window	10	Count	0 ~ 4294967295	RW
0x6068	0x00	Position Window Time	10	msec	0 ~ 65535	RW
0x607A	0x00	Target Position	1000	counts or mm	-2147483648 ~ 2147483647	RW
0x607D	0x01	Minmum SW Position Limit	-2147483648	Counter	-2147483648 ~ 2147483647	RW
0x607D	0x02	Maximum SW Position Limit	2147483647	Counter	-2147483648 ~ 2147483647	RW
0x60B0	0x00	Position Offset	0	counts or mm	-2147483648 ~ 2147483647	RW

<Rising Edge>

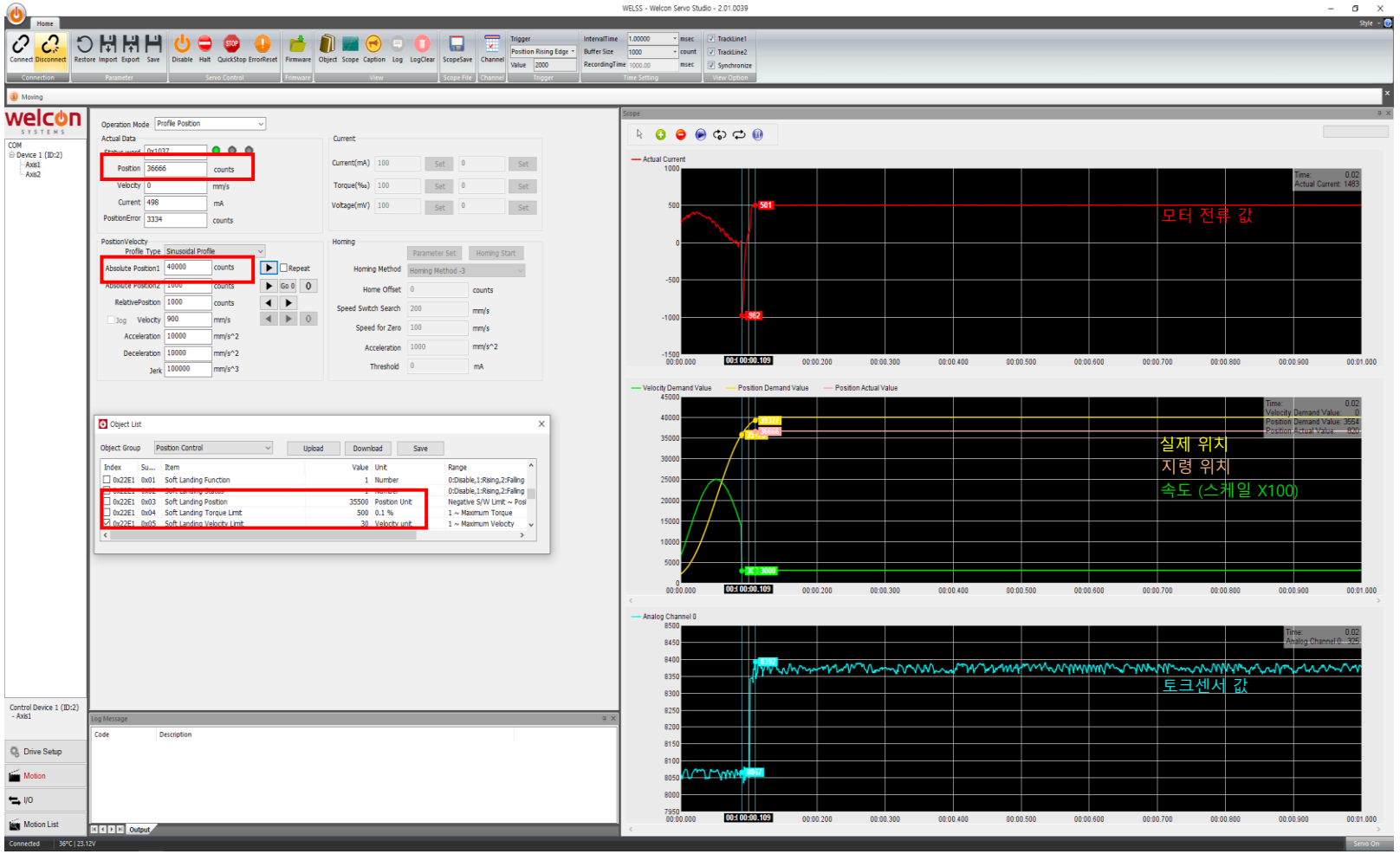


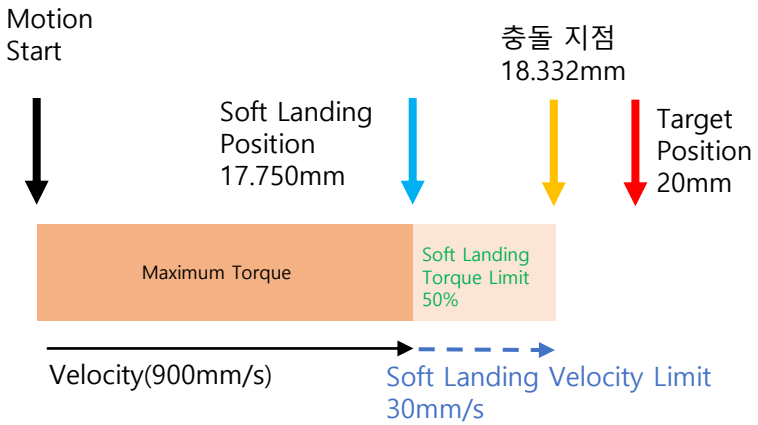
<Falling Edge>



- Soft Landing Function : 0: 비활성화, 1: Rising Edge(Position +방향), 2: Falling Edge (Position -방향)
- Soft Landing Status : 1: Rising Torque Limit 동작 중, 2: Falling Torque Limit 동작 중
- Soft Landing Position : Soft Landing Start 위치
- Soft Landing Torque Limit : 모터 정격전류 토크 제한 값 (0.1% 단위) ex) 정격전류 1A 모터 기준 500 입력 시 50%인 0.5A로 제한
- Soft Landing Velocity Limit : 속도 제한 값

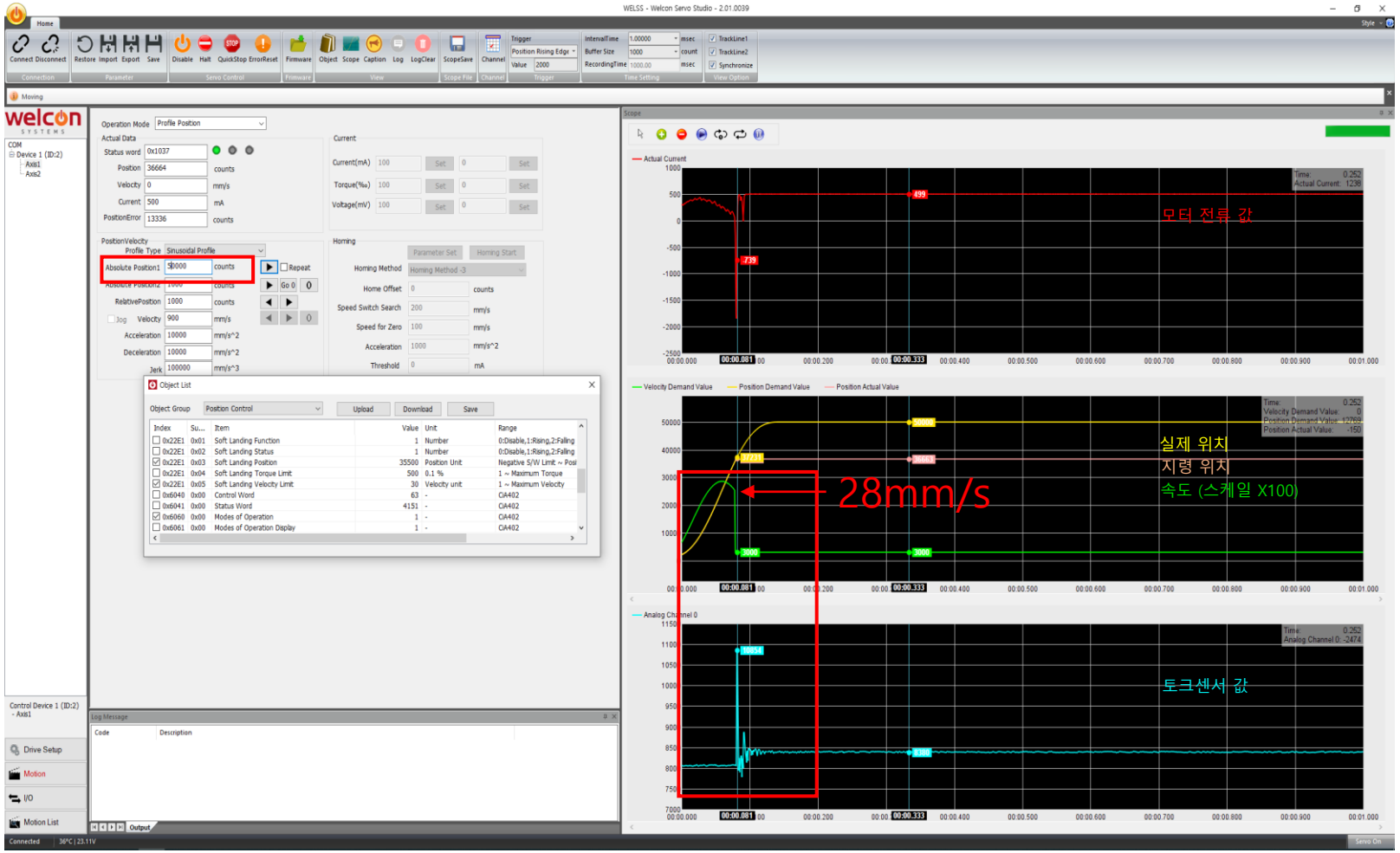
2. Soft Landing (1)

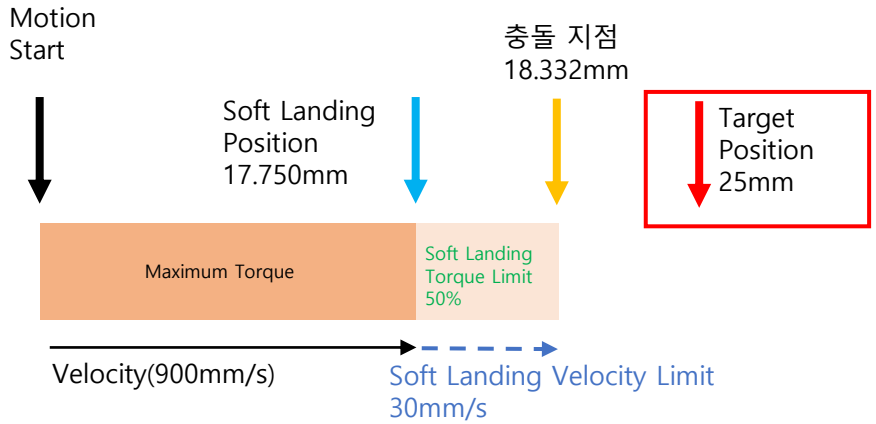




- VCM 리니어 스케일 0.5um
- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 17.750mm (35500count)
- Soft Landing Velocity Limit : 30mm/s
- Soft Landing Torque Limit 50%

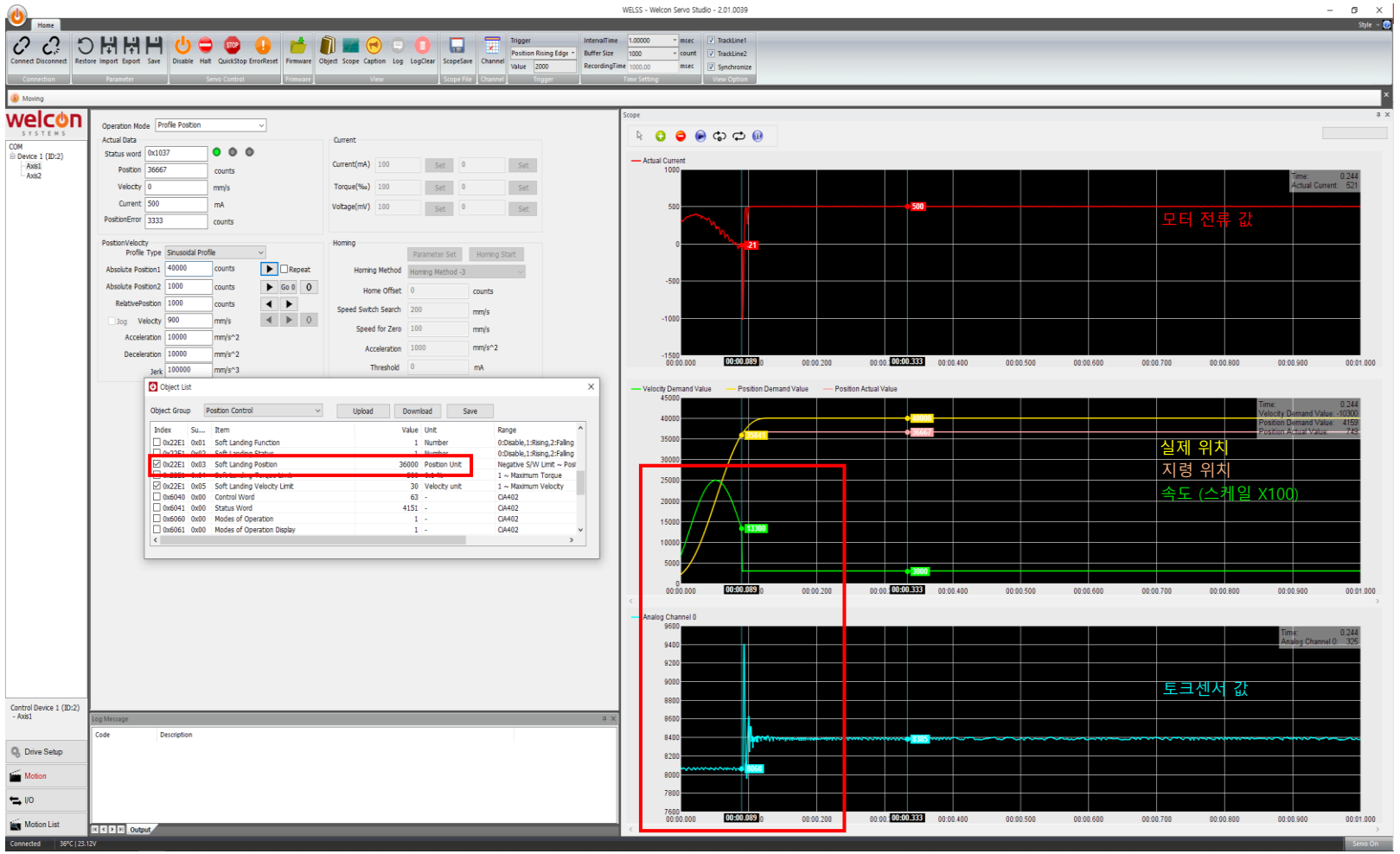
2. Soft Landing (2) - Target Position

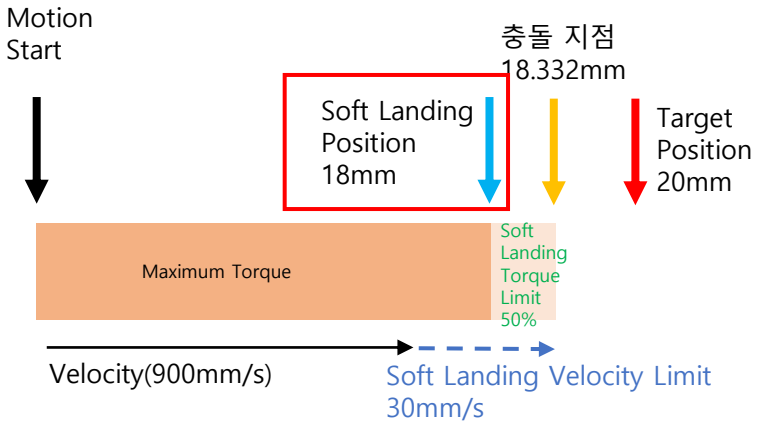




- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 17.750mm (35500count)
- Soft Landing Velocity Limit : 30mm/s
- Soft Landing Torque Limit 50%
- **Target Position 변경으로 감속 중 충돌**

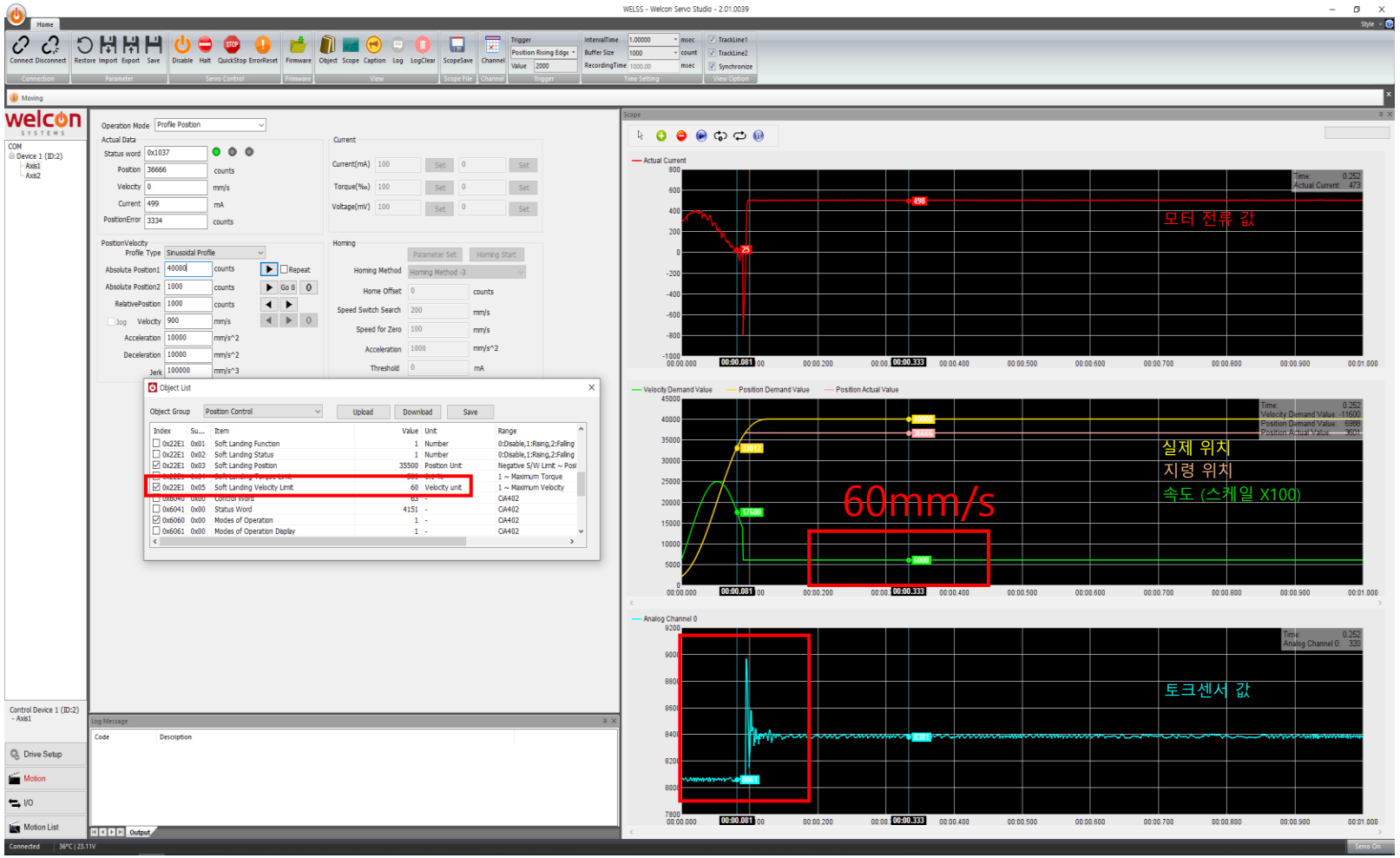
2. Soft Landing (3) - Soft Landing Position

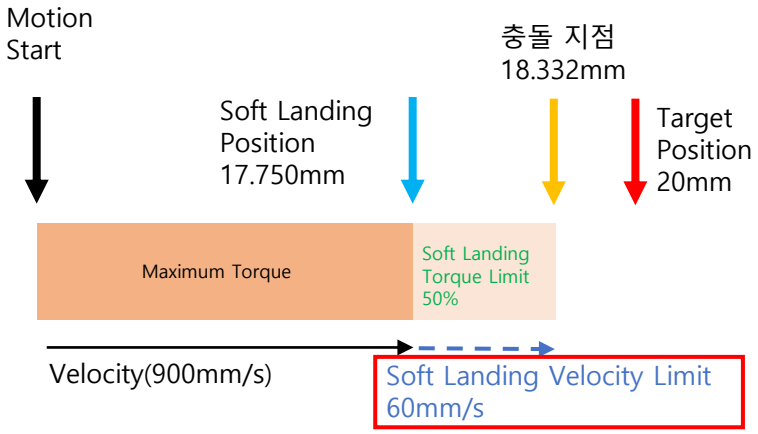




- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 18000mm (36000count)
- Soft Landing Velocity Limit : 30mm/s
- Soft Landing Torque Limit 50%
- **Soft Landing Position 변경으로 완전히 감속 전에 충돌**

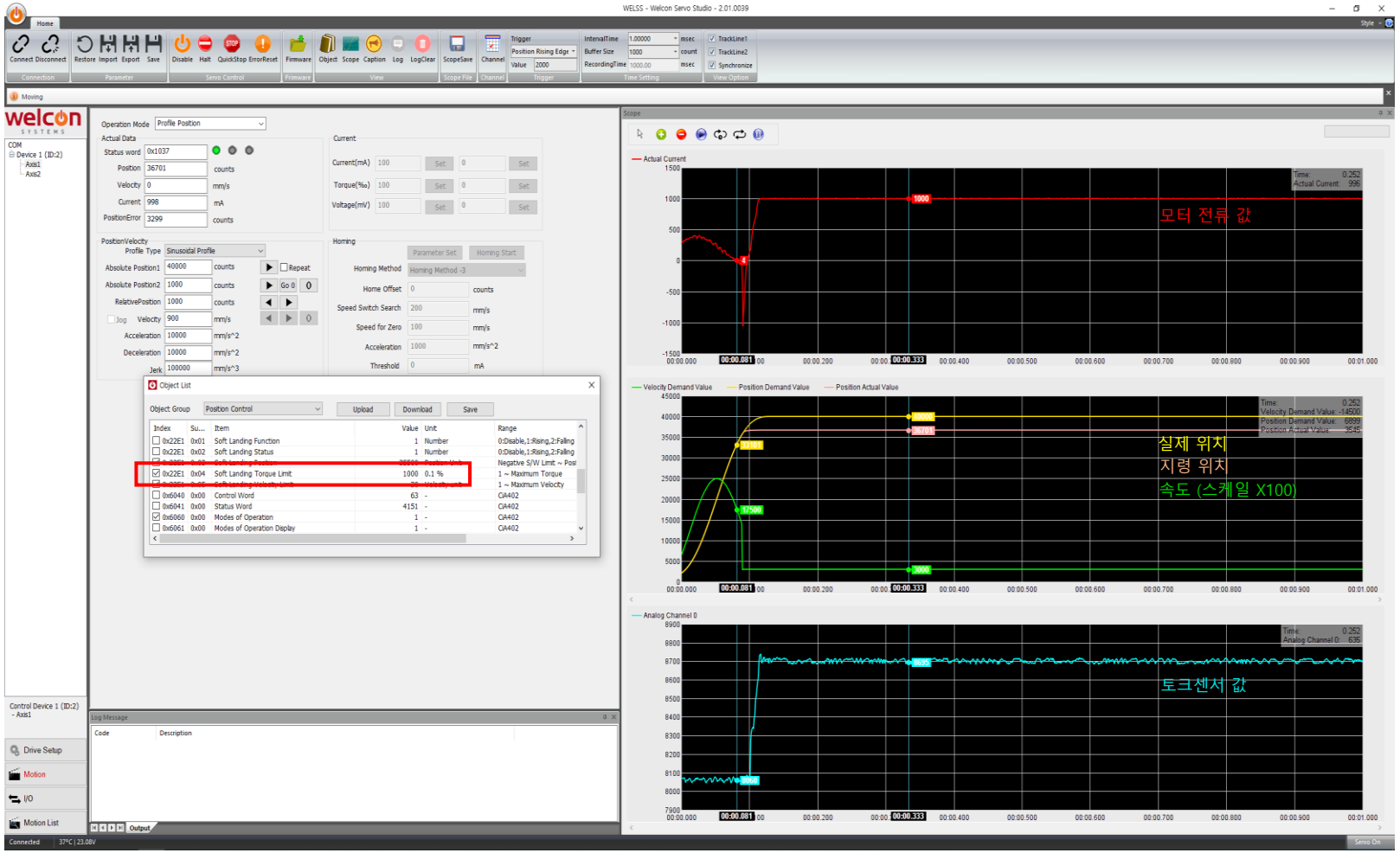
2. Soft Landing (4) - Soft Landing Velocity

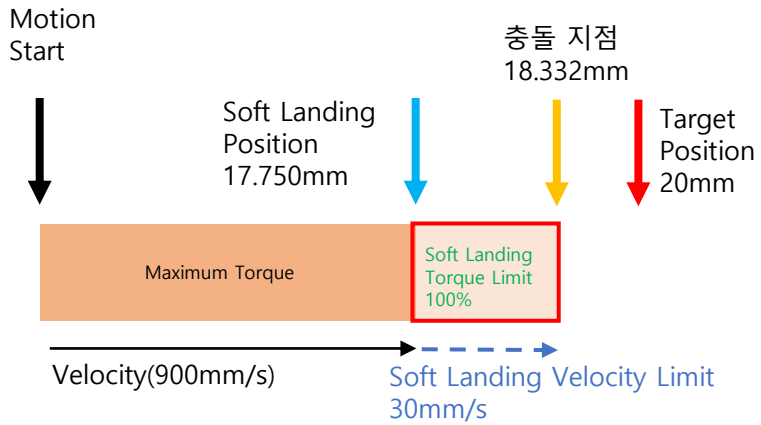




- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 17.750mm (35500count)
- Soft Landing Velocity Limit : 60mm/s
- Soft Landing Torque Limit 50%
- **Soft Landing Velocity 변경으로 빠른 속도로 충돌**

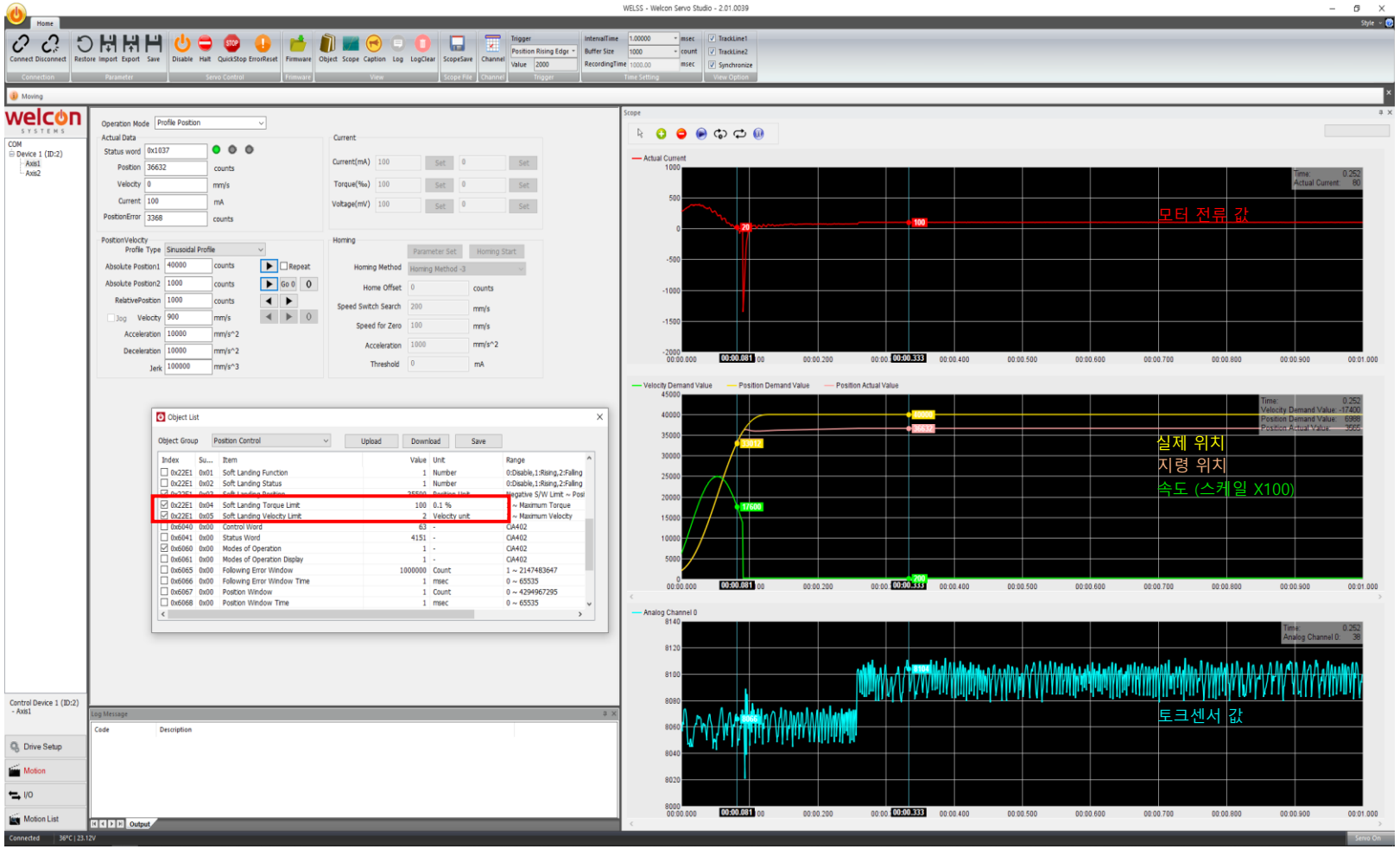
2. Soft Landing (5) - Soft Landing Torque Limit

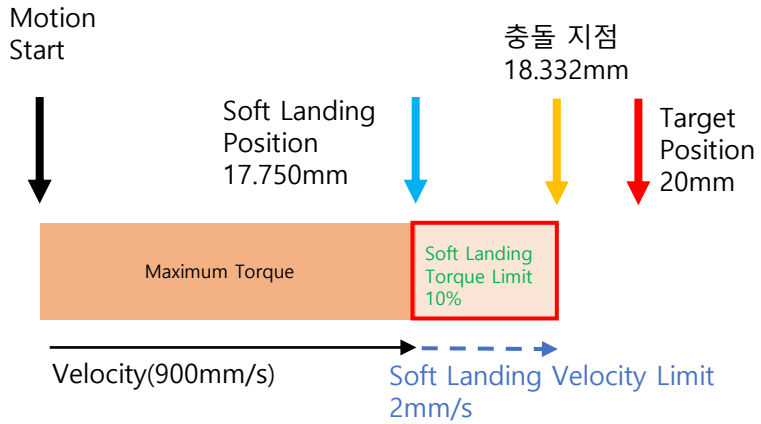




- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 17.750mm (35500count)
- Soft Landing Velocity Limit : 30mm/s
- Soft Landing Torque Limit 100%
- **Soft Landing Torque Limit 100%로 변경 시에도 충격이 발생하지 않음**

2. Soft Landing (6) - Soft Landing Torque Limit

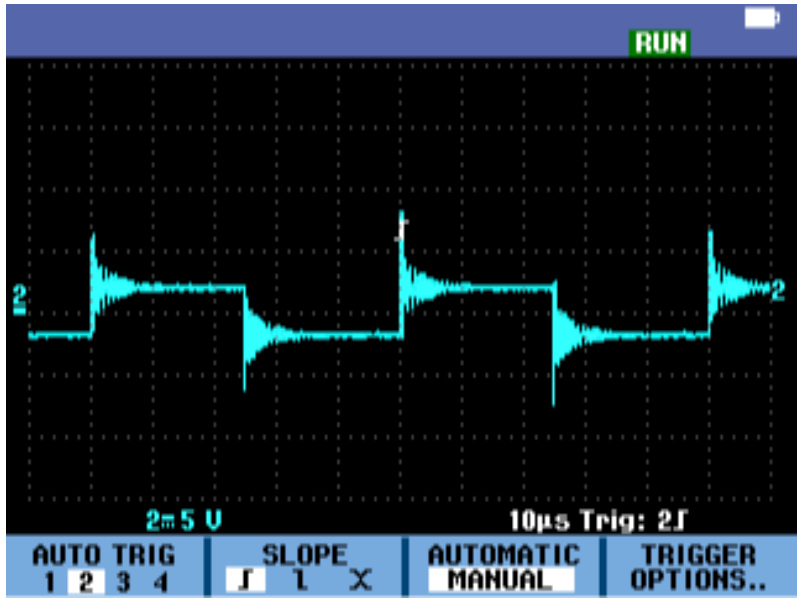




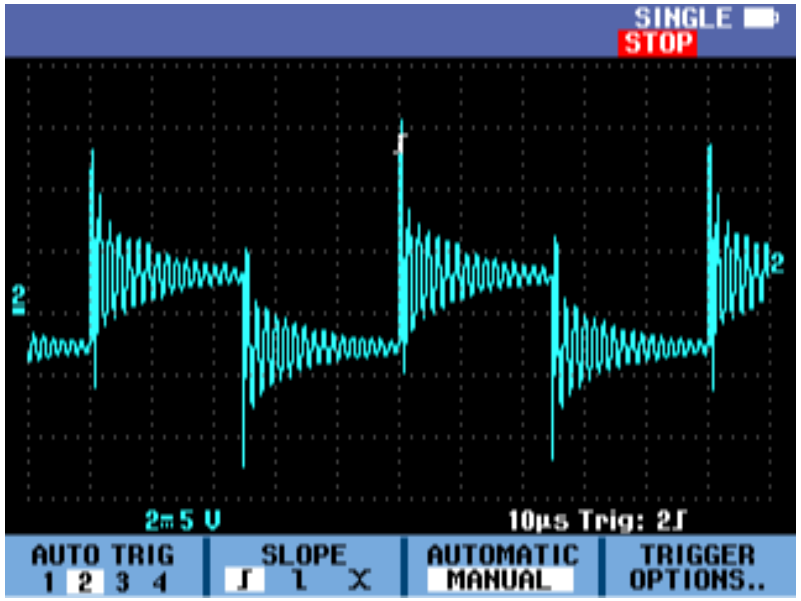
- Target Position : 20mm (40000count)
- Soft Landing Position : 17.750mm (35500count)
- Soft Landing Torque Limit 10%
- Soft Landing Velocity Limit : 2mm/s
- **Soft Landing Torque Limit 10%로 변경**
  (Soft Landing Velocity를 낮춰 충격 조절)

Noise

1. 선 길이에 따른 FG-GND 전위차



< 선 길이 약 1m >

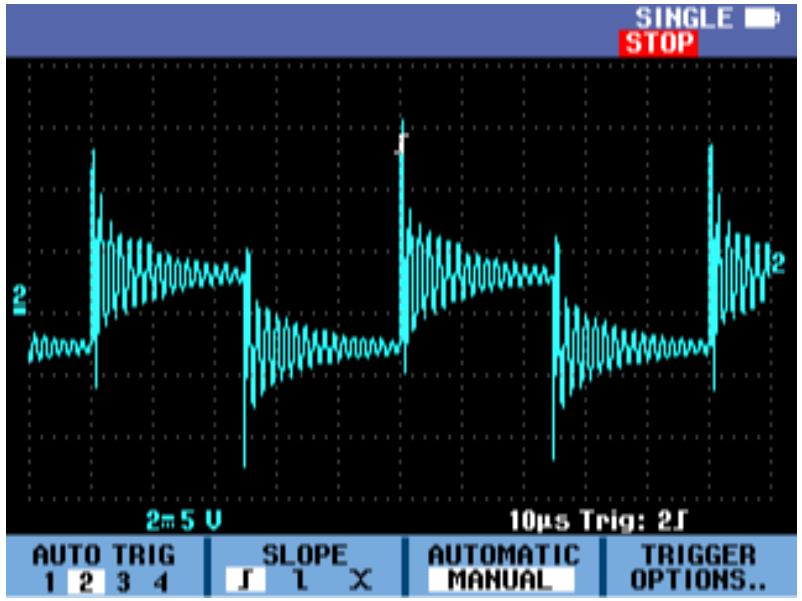


< 선 길이 약 7m >

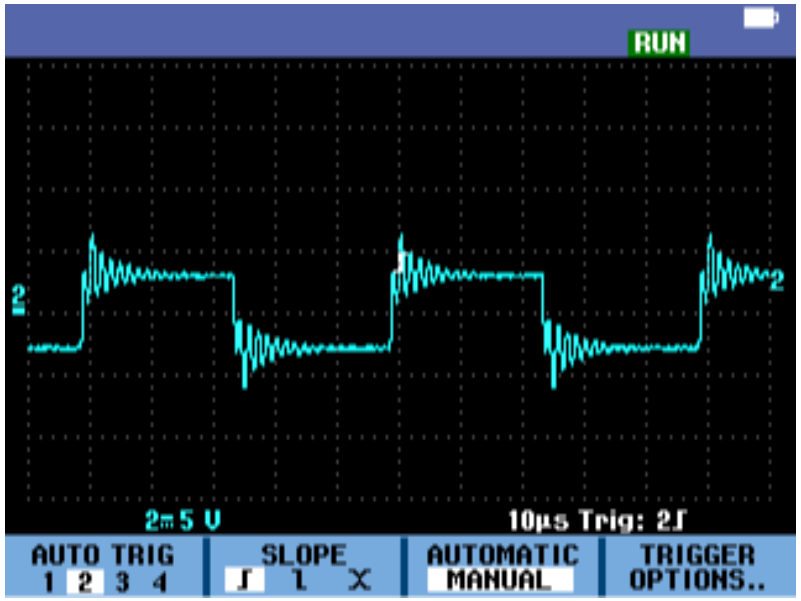
- 선 길이가 길어짐에 따라 FG-GND 간의 전위차가 더 크게 발생
- 이러한 노이즈는 피드백 센서의 신호 등에 영향을 주어 정상적인 제어를 방해함

- 노이즈에 의해 Hall Sensor Error, Over Current Error 등이 발생할 수 있고 심한 경우 출력에 이상을 주어 드라이브가 소손 될 수 있음

2. 페라이트 코어 사용 유무에 따른 FG-GND 전위차



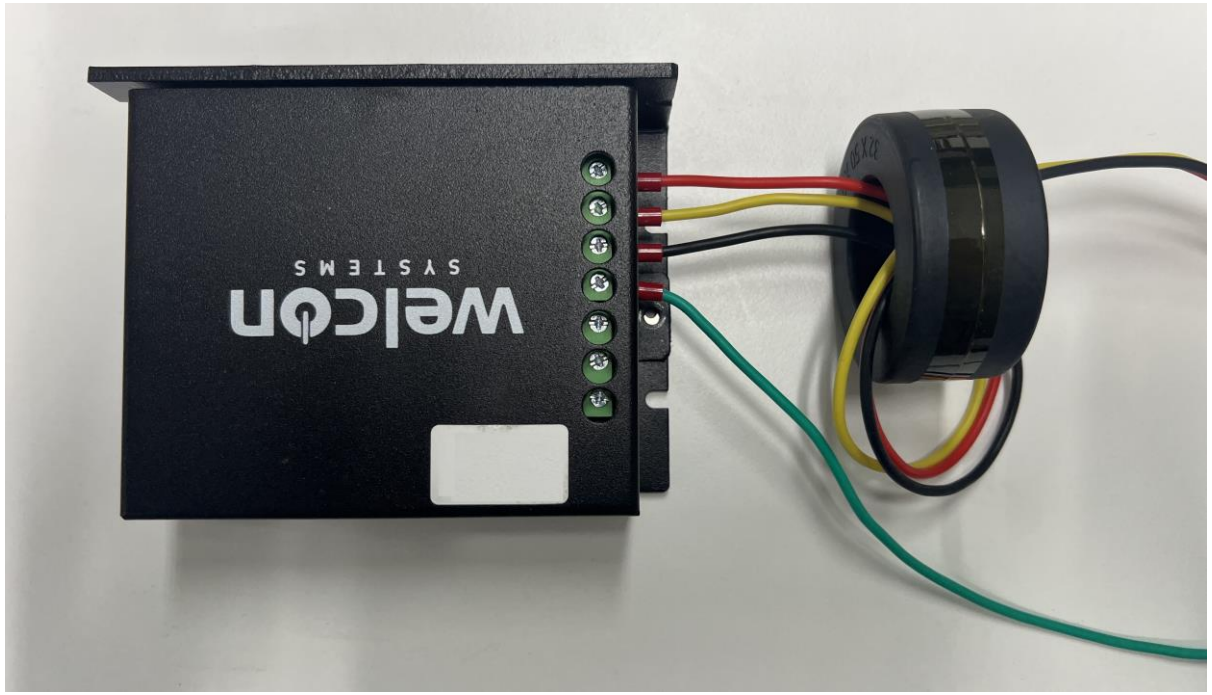
< 선 길이 약 7m / 페라이트 코어 X >



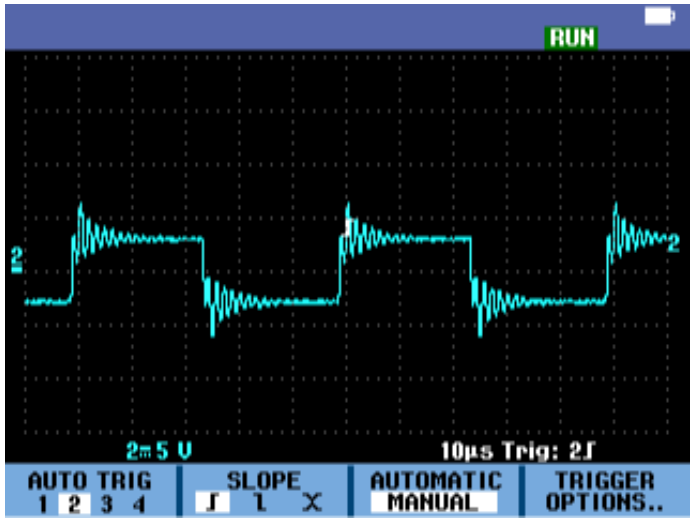
< 선 길이 약 7m / 페라이트 코어 O >

- 선 길이가 길 경우 또는 고전압을 사용하는 기타 장치들의 선들과 함께 묶여져 있는 경우 노이즈가 증폭될 수 있으며 이러한 경우 페라이트 코어를 사용하여 어느 정도 노이즈 감쇄 효과를 볼 수 있음

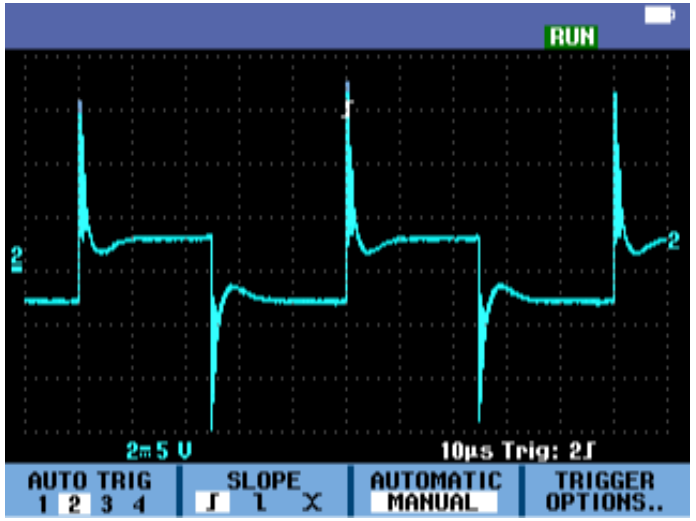
3. 페라이트 코어 사용법



- 페라이트 코어에 드라이브로 들어가는 모터 UVW 선을 감아주면 되고 FG 선은 함께 감지 말아야 함
- FG 선까지 감는 경우 오히려 노이즈 신호를 증폭시킬 수 있음
- 모터 쪽에 페라이트 코어를 사용하는 것이 아니라 드라이브 쪽에 사용해야 함



< FG를 제외하고 코어에 감았을 때>



< FG까지 코어에 감았을 때>